Nilton Nélio Cometti
Gláucio da Cruz Genuncio
Everaldo Zonta (organisateurs).
HYDROPONIQUE
technique
pour
MAISON D'ÉDITION

L'exactitude des informations, opinions et concepts émis dans les articles
sont sous la seule responsabilité des auteurs. Tous les droits de cette édition
sont réservés à Editora IFB. Publication partielle ou totale de ce périodique, tant que la source est citée. La vente de cette publication est interdite.
Éditeur IFB 2019
DOYEN
Wilson Conciani
PRO-RECTEUR DE L'ÉDUCATION
Adilson Cesar de Araujo
PRO-RECTEUR DE L'EXTENSION ET DE LA CULTURE
Cristiane Batista Salgado
PRO-RECTEUR DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION
Luciana Miyoko Massukado
PRO-RECTEUR D'ADMINISTRATION
Simone Cardoso dos Santos Penteado
GESTION DES PERSONNES PRO-RECTOR
Maria Cristina Madeira da Silva
COORDINATION DES PUBLICATIONS
Daniele dos Santos Rosa
PRODUCTION EXECUTIVE
Sandra Maria Branchine
EXAMINATEUR DE LANGUE PORTUGAISE
Sheyla Villar Fredenhagem
DIAGRAMATION, CONCEPTION GRAPHIQUE ET COUVERTURE
Gabriel Felipe Moreira Medeiros
COUVRIR
Gabriel Felipe Moreira Medeiros
COMITÉ ÉDITORIAL
Ana Paula Caetano Jacques
Daniele dos Santos Rosa
Francisco Das Chagas Roque Machado
Girlane Maria Ferreira Florindo
Guilherme João Cenci
Jocenio Marquios Epaminondas
Josué de Sousa Mendes
Juliana Rocha de Faria Silva
Larissa Dantas de Oliveira
Maurilio Tiradentes Dutra
Nivia Aniele Oliveira
Rachel Lage Tuma
Tatiane Alves de Melo

INSTITUT FÉDÉRAL D'ÉDUCATION, DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE DE BRASILIA
Presbytère - Qd. SGAN 610, modules D, E, F, G.
Code postal 70860-100 Brasília-DF
www.ifb.edu.br
Téléphone: +55 (61) 2103-2108
editorora@ifb.edu.br
MAISON D'ÉDITION

Hydroponique pour les techniciens / Organisation [de] Nilton Nélio
Cometti, Gláucio da Cruz Genuncio, Everaldo Zonta -
1.ed.- Brasília: Editora IFB, 2019.
157 f.
Bibliographie.
ISBN:
1. Culture hydroponique. 2. Agriculture. 3. Technologie.
I. Titre.
CDU 635
CDD B635.5

MOTS INITIAUX

L' agriculture moderne nécessite de nouvelles technologies dans un
vitesse beaucoup plus élevée que celle que nous pratiquions au siècle
passé, à la fois par le besoin de productivité et de quantité
de l'alimentation et la qualité et la compétitivité des produits
production agricole. Au fil des années, le besoin de production
de l'alimentation a évolué de telle manière que les systèmes de pro-
une production végétale distincte d'un point de vue agricole et philosophique,
la qualité de la production et la conservation de l'environnement étant
étroitement liés à ces systèmes agricoles. La croissance
occupation avec la qualité de la production végétale, ainsi que la
la conservation de l'environnement est justifiée dans la mesure où elle
l'augmentation de la population pousse à l'augmentation de la production
de la nourriture, mais avec la durabilité. La culture hydroponique favorise la
répondre à ces demandes en raison de leurs avantages par rapport à
agriculture conventionnelle. Pour cette raison, il a beaucoup grandi
comme une excellente option pour l'agriculture urbaine, ou situé dans le
ceintures vertes dans les grandes villes, offrant des légumes
haute qualité avec des prix compétitifs. La culture hydroponique est l'art de

produire des aliments sans terre, généralement avec des systèmes dans lesquels
les plantes sont fixées dans des canaux de culture en plastique. Une solution
aliment nutritif, pompé à partir d'un réservoir, passe sous la forme de
un film mince traversant les racines et retournant au réservoir.
Les semis des plantes sont placés dans les canaux et commencent à se retirer
l'eau, les nutriments et l'oxygène de cette solution pour votre croissance et
développement du cycle complet. Si ces légumes sont
feuillu ou de type odeur verte, sera récolté au préalable, mais
les fruits, tels que les tomates, les concombres, les poivrons et autres, produiront
jusqu'à ce que la phase de reproduction de la plante soit épuisée. Cette flexibilité
la production permet de fabriquer un grand nombre de produits des cultures dans le système hydroponique.
Cet ouvrage présente les principales technologies actuellement utilisées
utilisé en culture hydroponique, avec un langage direct et pratique et, pour
d'autre part, avec la profondeur technique nécessaire à la

action des techniciens de la zone. En tant que grands utilisateurs de cet outil,
nous créons, nous avons les techniciens en agriculture, Techniciens en sciences animales, techniciens en agroécologie, ingénieurs
Agronomes, ingénieurs forestiers, zootechniciens, technologues provenant de différentes zones agricoles et de toutes les catégories connexes. Au-delà de
formation de techniciens, ce travail s'adresse aux professionnels qui s'aventurent dans la région et qui manquent de contenu pratique
expérimenté dans des situations autres que la production hydroponique.
Ce livre est grossièrement divisé en une première partie qui traite de l'ambiance, des serres et des éléments de construction systèmes hydroponiques. Il progresse dans le domaine de la culture hydroponique,
en se concentrant sur la technique du film nutritif (NFT), détaillant le
fonctionnement du système, gestion de l'usine et solution nutritif. Un chapitre entier a été consacré à la solution, apportant de manière plus synthétique ce que les auteurs avaient déjà publié dans
travaux scientifiques de manière plus détaillée et approfondie. Ici nous présentons également un chapitre avec les éléments minimaux nécessaires
nécessaire à la gestion d'une culture hydroponique, visant à aborder les

aspects de la production et de la gestion des revenus, de manière à
qu'un technicien peut facilement déployer des contrôles qui aident
ils lisent au producteur rural, ou à vous, en tant qu'entrepreneur. Le livre
il présente également plusieurs conseils sur où et comment réaliser
résoudre les problèmes de production, ainsi qu'acquérir du matériel,
bibliographie, assistance technique, etc.
Comme la culture hydroponique est également consolidée comme un grand
agriculture urbaine, un chapitre a été consacré à la
et la gestion d'un système hydroponique fait maison, qui peut être
adapté à la production domestique non seulement de légumes, mais aussi
mais aussi de fleurs.

Nous dédions ce travail à tous ceux qui luttent chaque jour, sans cesse
tout au long de sa vie pour nous garder en vie avec notre nourriture
chaque jour, les agriculteurs et les agriculteurs.
Le semeur est sorti pour semer
Semé toute la journée
Et la nuit l'a encore attrapé
avec les mains pleines de graines.
Il a semé tranquillement
sans penser à la récolte
parce que j'avais beaucoup récolté
que d'autres ont semé.
Jeune homme, sois ce semeur
Semez avec optimisme
Semez avec idéalisme
les graines vivantes
Paix et justice.
Cora Coralina

RÉSUMÉ
1. Systèmes de production agricole
Wellington Mary; Everaldo Zonta et Nilton Nélio
Cometti 13
2. La culture hydroponique en tant que système de production agricole
Wellington Mary; Everaldo Zonta et Nilton Nélio
Cometti 17
Un peu
d'histoire ....
..... 20

Avantages et inconvénients de l'utilisation de la technique hydroponique 22
Culture protégée 25
Un peu de théorie de la culture protégée 27
Matériaux utilisés et types de construction des serres 31
Orientation de la serre 34
Systèmes hydroponiques 36
Technique d'écoulement laminaire des éléments nutritifs (NFT) 38
Éléments constructifs d'un système NFT 42
Dimensionnement du groupe motopompe 45
3. Solution nutritive
Nilton Nélio Cometti; Pedro Roberto Furlani; Gláucio da Cruz Genuncio 59
Définition de la solution nutritionnelle 59
Composition des solutions nutritionnelles 60
Formulation de la solution nutritive 63
Qualité de l'eau pour la composition des solutions nutritives 66
Engrais utilisés dans les solutions nutritives 65
Exemple de formulation de solution nutritive pour la culture de laitue 70
Gestion de la solution nutritive 75
Caractéristiques des solutions nutritionnelles 80
4. Gestion de l’usine NFT
Nilton Nélio Cometti; Pedro Roberto Furlani; Gláucio da Cruz Genuncio 87
Production de semis 88
Récolte 92

5. Système flottant ou piscine

Nilton Nélio Cometti; Pedro Roberto Furlani; Gláucio da Cruz Genuncio 95
6. Système hydroponique vertical
Nilton Nélio Cometti; Pedro Roberto Furlani; Gláucio da Cruz Genuncio 97
7. Système hydroponique sur banc triangulaire
Nilton Nélio
Cometti 99
8. Différentes possibilités dans les systèmes hydroponiques
Nilton Nélio Cometti; Wellington Mary; Everaldo Zonta 101
9. Nutrition minérale: productivité, qualité et résistance aux ravageurs et aux maladies des légumes
Everaldo Zonta; Nilton Nélio
Cometti 103
Introduction 103
Nutrition minérale et
productivité 110
Nutrition et qualité
minérales 112
Nutrition minérale et résistance aux ravageurs et aux maladies 113
10. Gestion de la production hydroponique
Nilton Nélio
Cometti 120
11. Culture hydroponique à domicile
Nilton Nélio
Cometti 126
Connaissance des plantes et de la culture hydroponique pour les profanes 127
Quel système hydroponique allons-nous construire? 128
Parlons un peu de chaque partie du système 129
Calcul de la taille du
banc 131
Construction étape par étape de la culture hydroponique artisanale 134
Quelques questions
courantes ....
141
12.
Références 143
13. Données bibliographiques des auteurs 148

PRÉSENTATION

L' agriculture moderne nécessite de nouvelles technologies dans un velocida-
beaucoup plus grande que celle pratiquée au siècle dernier, à la fois par
besoin d'une plus grande productivité et de quantités absolues de nourriture
la qualité des produits agricoles. Au cours des années,
le besoin de production alimentaire a évolué de telle manière que des systèmes de production végétale établis qui diffèrent des systèmes agricoles et
philosophique, avec qualité de production et conservation de l'environnement
étroitement liés à ces systèmes agricoles.
Le souci croissant de la qualité de la production végétale, ainsi que
comme pour la conservation de l'environnement se justifie dans la mesure où
que l'augmentation de la population met la pression sur la production croissante de nourriture
mais avec durabilité. La culture hydroponique privilégie le service
à ces demandes compte tenu de leurs avantages par rapport aux infructueux. En raison de l'utilisation intensive et de la possibilité de culture en petit
régions, s'est beaucoup développé comme une excellente option pour l'agriculture.
la culture urbaine, ou les ceintures vertes des grandes villes, offrant
légumes de haute qualité à des prix compétitifs.
A première vue, la culture hydroponique est la technique de culture de plantes sans terre . LE
technique, axée sur la production de légumes, peut également être beaucoup appliquée
bien pour la production de bourgeons, de fleurs et d'aliments pour animaux, en plus de la
à des fins esthétiques dans l' intérieur conception . Le système hydroponique en général
a actuellement une culture protégée par des serres, qui exigent beaucoup
connaissance du contrôle environnemental et des bâtiments, dont les techniciens peuvent
trouver un grand domaine d'expertise. Systèmes de culture, bancs,
les pompes, les minuteries et les régulateurs d'ambiance sont connectés au
domaines des cours techniques en électronique, électromécanique et informatique,
de quels professionnels du domaine agricole dépendent pour faire les systèmes
mais plus efficace et compétitif sur le plan technologique. Actuellement, le pro
les produits hydroponiques jouent également un rôle central dans la production de
légumes semi-transformés, qui ajoutent de la valeur au produit,

nécessitant
la performance des techniciens en agro-industrie.
La culture hydroponique est généralement un système productif dans lequel les plantes
sont fixés dans des canaux de culture en plastique, où une solution nutritive,

pompé à partir d'un réservoir, passe sous la forme d'un film mince s'écoulant
à travers les racines et retour au réservoir. Les semis des plantes sont
situé dans les canaux et commencer à éliminer l'eau, les nutriments et l'oxygène de ce
solution pour votre croissance et le développement du cycle complet. Cas
ces légumes, qu'ils soient feuillus ou à odeur verte, seront récoltés au préalable, mais
les légumes-fruits comme les tomates, les concombres, les poivrons et autres produiront des fruits
jusqu'à ce que la phase de reproduction de la plante soit épuisée. Cette flexibilité de
la production permet de produire un grand nombre de cultures dans le système
thème hydroponique.
LE BUT DE CE LIVRE
Cet ouvrage présente les principales technologies actuellement utilisées
en hydroponie, avec un langage direct et pratique et, d'autre part, avec
la profondeur technique nécessaire à la performance des techniciens de la zone.
En tant que grands utilisateurs de cet outil que nous créons, nous avons le
Techniciens en agriculture, techniciens en zootechnie, techniciens en agro-industrie
Technologie, ingénieurs agricoles, ingénieurs forestiers, zootechniciens, techniciens
provenant de différentes zones agricoles et de toutes les catégories connexes. Au-delà de
formateurs de techniciens, ce travail s'adresse aux professionnels indépendants qui
s'aventurer dans la région et qui manquent de contenu pratique expérimenté
différentes situations de production hydroponique.
Ce livre est divisé en une première partie qui traite de l'ambiance, de la
serres et les éléments de construction des systèmes hydroponiques. Effronté
le domaine de la culture hydroponique, en se concentrant sur la technique du film nutritionnel
(NFT), détaillant le fonctionnement du système, la gestion des usines

et la solution nutritive. Un chapitre entier a été consacré à la solution nutritive,
apportant de manière plus synthétique ce que les auteurs avaient déjà publié dans
travaux scientifiques de manière plus détaillée et approfondie. Ici aussi
nous présentons un chapitre avec les éléments minimaux nécessaires à la
gestion d'une culture hydroponique, visant à aborder les aspects de l'administration
production et revenus, afin qu'un technicien puisse facilement importer
pour planter des contrôles qui aident le producteur rural, ou lui-même en tant que
entrepreneur. Le livre présente également plusieurs conseils sur où et comment
pour résoudre des problèmes de production, ainsi que pour acquérir du matériel
matériel, bibliographie, assistance technique, etc.
Comme la culture hydroponique est également consolidée comme un grand filon de la
agriculture urbaine, un chapitre a été consacré à l'élaboration et à la gestion d'un

système hydroponique fait maison, qui peut être facilement adapté à la
production artisanale non seulement de légumes, mais aussi de fleurs.

CONSOLIDATION ET DIFFUSION DE CONNAISSANCE DE L'HYDROPONIQUE ET DE SES AUTEURS

Avis non. 30-RIFB, du 28 septembre 2018 «Processus de sélection pour
soutien à la publication d’ouvrages technico-didactiques », est venu au bon moment, car
tout le matériel, rassemblé par un groupe d'érudits de la région, était nécessaire
consolidé dans un livre, avec les raffinements et le soin rédactionnel de
une institution reconnue pour son action dans le domaine de l'éducation, de la science et de la technologie,
pour permettre aux enseignants, aux techniciens et surtout aux étudiants, de pouvoir
sans profiter de ce magnifique référentiel de connaissances et d'expériences
du groupe.
Depuis près de 20 ans, les auteurs de cet ouvrage font partie d'un
-institutionnel, composé de deux universités fédérales (UFRRJ et UFMT),
un institut fédéral (IFB) et un institut de recherche d'État (IAC), et
tidisciplinaire (phytotechnique, nutrition minérale végétale,

fertilité des sols,
ambiance, ingénierie et architecture, entre autres), dont les membres
dans différents aspects de la culture hydroponique, ayant publié de nombreux articles
scientifique, participé à de nombreux événements, ensemble ou non, publié plusieurs
des chapitres d'ouvrages sur des thèmes spécifiques de la région, sans en avoir eu la chance
pour rassembler tous ces bagages accumulés dans un seul référentiel. Dans ce
groupe, il y a des enseignants, des chercheurs, des producteurs, des consultants et des cadres
d'entreprises liées à la région, toutes titulaires d'un doctorat dans le domaine scientifique
lié au thème, et avec des expériences pratiques variées de la vie professionnelle
en culture hydroponique. En plus de couronner l'expérience du groupe, l'objectif principal
est de mettre ces connaissances à la disposition de la société, en apportant à la
public beaucoup de connaissances et d'expériences rassemblées tout au long de cette
temps dans un travail simple et objectif avec le noble but de rencontrer
à ceux qui sont à la pointe de la performance professionnelle dans le domaine
agricole - les techniciens.
En particulier, le fait que les travaux soient dirigés par l'Institut fédéral de
Brasília était une opportunité unique, car, à ses 10 ans d'existence, l'institution
tution rassemble des cours techniques sur différents axes technologiques qui interagissent
avec le thème Hydroponics.
Ce travail, en plus de l'importance pour la performance des professionnels,
sont fondamentales pour l'Institut, qui est l'occasion de

fournir du matériel didactique aux étudiants via e-book , car ils ont
contribution gratuite, avec du contenu trouvé uniquement dans les œuvres haut de gamme
valeur d'achat. Un livre électronique comme celui-ci, cependant, peut facilement être
accessible via Internet, et être lu même par le smartphone , popularisé
dans toutes les couches économiques de la société. De même, à notre
enseignants, nous fournissons un manuel facile à comprendre, très
illustrés et avec des protocoles appliqués, ce qui peut

grandement aider
dans des cours, en particulier, dans des disciplines liées à l'oléiculture.
Les auteurs
Page 13
Chapitre 01
Systèmes de production agricole
Wellington Mary
Everaldo Zonta
Nilton Nélio Cometti
Pendant de longues années, le besoin de production alimentaire se développe
a changé de sorte que des systèmes de production végétale distincts ont émergé
d'un point de vue agricole et philosophique, avec la qualité de
tion et la conservation de l'environnement étroitement liées à ces systèmes de
cultivation. Le souci croissant de la qualité de la production végétale,
ainsi que la conservation de l'environnement est justifiée dans la mesure
que la croissance démographique ne suit pas la courbe de croissance traditionnelle
proposé par Malthus, qui prévoyait une augmentation exponentielle à cette fin
siècle (FAO, 1997). Basée sur les différents aspects agricoles et philosophiques
mener une culture garantissant la qualité environnementale et la qualité des
production, nous pouvons distinguer trois systèmes différents clairement et
concis, sauf pour de petites variations, qui peuvent être visualisées
dans la figure 1.
Page 14
14
Hydroponique pour les techniciens
Figure 1. Systèmes agricoles généraux.
Parmi ceux-ci, on peut énumérer à une échelle croissante la conservation des
environnement et qualité du produit: Système conventionnel <Systèmes
agroécologique = système hydroponique. Il est pertinent de souligner ces
deux derniers systèmes, et parallèlement à la révolution verte. Tous les deux
convergent vers le même objectif, cependant, philosophiquement, les
la conception et l'exécution sont extrêmement différentes. L'utilisation de la technologie
distingue également fortement les deux systèmes: l'agroécologique a
basée sur la technologie biologique, tandis que la culture hydroponique dépend principalement de

principalement l'ingénierie. D'autre part, les systèmes hydroponiques sont
basé sur les concepts de maximisation de l'utilisation des ressources, et pour cela
ils sont idéalisés comme des systèmes fermés. C'est que finalement
permet une production écologiquement correcte avec la qualité du produit
canal. Les systèmes hydroponiques sont également basés sur la nécessité de
production et offre de produits hors saison.
Les systèmes de production agricole conventionnels sont essentiellement
basé sur l'application d'intrants, avec l'utilisation d'engrais minéraux,
machines et équipements agricoles et antiparasitaires. Amélioration générale
netic a également fourni de nouveaux cultivars permettant une augmentation de la production alimentaire, en intégrant la résistance à
ravageurs, maladies et herbicides utilisant des méthodes traditionnelles ou artificielles
(transgénique), modification de la durée des cycles biologiques augmentant
précocité et permettant une vitesse plus rapide dans la succession des cultures
dans la même zone. Au Brésil, compte tenu du faible niveau d'éducation des

producteurs et le manque de politiques publiques d'appui technique pour ces
agriculteurs, cette façon de cultiver la terre a provoqué une forte dégradation
environnement et perte de qualité des aliments. Même ça
système a subi de fortes modifications afin de le rendre moins agressif pour l'environnement et donc plus durable.
Parmi les innovations technologiques les plus récentes, la plasticul-
structure et culture hydroponique. Depuis son introduction, le plastique et ses applications ont
a été le facteur le plus décisif et le plus polyvalent du développement de l'agriculture
depuis les années 40, principalement. Et l'utilisation de méthodes conventionnelles pour obtenir une plus grande productivité. Nommé
par M. Franco Buclom en 1956, le terme «Plasticultura» est universellement
acceptée pour désigner les applications agricoles du plastique (CASTILHO, 1989).
L'un des grands défis de l'ingérence de l'homme dans la production
l'agriculture est le contrôle de l'environnement. Les différentes

conditions climatiques déjà
peut être contrôlé avec l'utilisation de structures de protection de manière générique
serre, y compris les serres et les tunnels de culture
forcé, recouvert d'un matériau transparent et imperméable ou
lattes et crèches avec écrans en plastique pour l'ombrage. De cette façon, le
l'agriculteur peut modifier le climat dans le lieu cultivé, créant des conditions
nécessaire à la culture à implanter, grâce à une bonne gestion
en interférant avec la température, la luminosité, l'humidité et la composition
atmosphérique. De telles conditions permettent de surmonter plusieurs aspects négatifs
tels que: dissémination de maladies, lessivage de nutriments et de compacts
sol, dommages mécaniques aux plantes, etc.
La culture utilisant des structures de protection prévoit également l'établissement
en particulier l'agriculture spéculative, en raison de la production de
en quantité et en qualité à un moment où l'approvisionnement des produits
est minime ou impossible, en plein champ, avec techniques conventionnelles.
La plasticulture a changé les habitudes des consommateurs ainsi que les
politique économique des pays où il est utilisé, réduisant les importations
de la nourriture et en favorisant une nutrition plus complète et rationnelle. Egalement-
peut également être considéré comme un facteur commercial important, car il offre
producteur de nouvelles options de culture avec une plus grande rentabilité, assurant
la croissance de la production et la fixation de l'homme sur le terrain, en évitant
plutôt l'exode rural, en plus, à travers une production intensive dans les petits

zones, rendant possible l'activité agricole dans les zones périphériques aux grands centres
zones urbaines.
La culture hydroponique n'est rien de plus que de cultiver des plantes sans utiliser de sol
seulement une solution nutritive. La technique hydroponique peut être
résumé, même lorsqu'il est utilisé avec la haute technologie, dans un
apport de solution (nutriments et eau) qui rend la plante disponible
éléments essentiels grâce à la sous-irrigation. Pratiquement tout

les espèces végétales peuvent être cultivées en culture hydroponique: légumes à feuilles,
herbes aromatiques, herbes médicinales, herbes, etc. La culture hydroponique est
une technique répandue dans le monde entier. À l'étranger en plus d'être
utilisé dans la culture de légumes a été utilisé en floriculture.
La conscience écologique et le besoin de production alimentaire forcer de plus en plus la recherche de gains de productivité et la maîtrise des
les ravageurs et les maladies avec le moins de dommages possibles à l'environnement. Il semble
que la culture de plantes protégées jouera un rôle très important dans cette
refa, puisque la population mondiale connaît une croissance exponentielle,
par conséquent, la production alimentaire doit se comporter de la même manière.
Page 17
Wellington Mary
Everaldo Zonta
Nilton Nélio Cometti
Le terme hydroponique, inventé en 1936 par Willian F.Gericke, membre
University of California (USA), est une jonction de deux
mots, qui viennent du grec: hydro = eau et ponos = travail. Alors le
«Travailler avec de l'eau» signifie produire des plantes en dehors du sol.
Comme le sol est un corps naturel, c'est-à-dire qu'il n'est du sol que lorsqu'il est à l'endroit d'origine
puis lorsque nous retirons les plantes de cet environnement et les emmenons vers
cultiver dans des lits avec substrat ou dans un tube en plastique avec un filet
d'eau contenant des nutriments, nous parlons de culture hydroponique. Le terme
La «culture hors sol» a également été largement utilisée et a pris de l'ampleur avec la
lancement du livre The Complete Guide to Soilless Gardening de Willian F.
Gericke, en 1936. D'après cette publication, la production hydroélectrique commerciale
Ponics a progressé et aujourd'hui il est courant dans n'importe quelle partie du monde, y compris
au Brésil.
La culture hydroponique en tant que système de
La production agricole
Chapitre 02
Page 18
18
Hydroponique pour les techniciens
Lors d'une visite à Cuba, j'ai eu l'occasion de visiter des cultures appelées hybrides

droponic, dans lequel les secteurs urbains ont été utilisés pour construire des parterres de fleurs
avec substrat et irrigation. Un mélange d'horticulture urbaine a été construit
avec la culture hydroponique, qui a fourni de nombreux légumes pour les familles de son
tour.
Actuellement, les systèmes hydroponiques sont largement utilisés dans les pays en développement.
développé, avec de graves problèmes hivernaux, comme la Hollande, les Etats-Unis
Etats-Unis et France, ou avec une zone restreinte, comme au Japon, et avec des
l'eau, comme en Israël. Les cultures hydroponiques poussent dans une région
principalement dans des endroits proches des grands centres, où le prix
la terre devient de plus en plus limitative et il y a une forte demande pour
lances.
Au Brésil, dans les villes de toutes tailles, il est courant de trouver
légumes issus de cultures hydroponiques. Nous avons déjà visité des productions
systèmes hydroponiques d'Amapá à Rio Grande do Sul.
les libéraux qui ont décidé de changer de vie et sont entrés dans la production agricole
plus technologique. Mais, il y a aussi de nombreux producteurs qui sont
à proximité des centres de consommation et optez pour la culture hydroponique en particulier
la valeur ajoutée du produit. Il y a aussi des propriétés qui traditionnellement produit des légumes conventionnels et a commencé à
produire de la culture hydroponique pour un attrait commercial. Nous avons également trouvé des
dans l'agriculture qui a profité des connaissances acquises dans le
écoles agrotechniques et gagner sa vie en produisant des légumes hydroponiques
cas. Aujourd'hui, sur les réseaux sociaux, il existe des groupes spécialisés en hydroponie, qui
englobent toutes les combinaisons de professionnels qui ont rejoint l'activité.
Même les producteurs avec de faibles connaissances techniques se sont aventurés
dans cette technique de culture des plantes. Par conséquent, il n'y a pas de règle pour définir
pour définir le profil du producteur hydroponique.
Le fleuron de la production hydroponique est la culture de la laitue, qui
couvre plus de la moitié du volume produit, atteignant, dans la plupart
70 à 80% du total. Cependant, il est courant de trouver de la

roquette et
parfum vert hydroponique.
Avec l'avènement de la prise de conscience écologique, une préoccupation est apparue
également avec une production agricole propre, sûre et écologiquement viable.
Les alternatives respectueuses de l'environnement reposent principalement sur la protection des
production en cultures «biologiques». Cependant, la culture hydroponique apparaît également comme

une alternative pour répondre à la fois à la demande de production et à la
exigences de production dans les zones limitrophes sur le plan agricole sans introduction
production massive d'intrants, en particulier de pesticides. Zones urbaines
densément peuplé, parallèle au manque de zones appropriées pour
la culture, exigent d'énormes quantités de produits agricoles. Si vous êtes
Ces produits sont destinés à la consommation fraîche et ont intrinsèquement une
durée de conservation relativement courte, comme c'est le cas pour les bois durs, le
la proximité de la région de production avec le lieu de consommation est désormais
nominalement très important. Sauter des arguments économiques
et les aspects logistiques pour le champ philosophique, il a été observé que le
les préférences sont en conflit permanent. Il y a cependant de la place pour tous
le type de production, et dans cet interstice est que la production hydroponique est
révèle et devient viable.
Ce que l'on observe, dans la pratique, c'est que l'activité, en elle-même, n'est pas un
«Mer de roses», et que les problèmes qui surgissent de jour en jour, même
pour les plus expérimentés de la région. Comme toutes les activités, elle présente des avantages
tages, avec d'innombrables réussites, mais aussi des inconvénients avec
défis majeurs à relever.
Depuis le milieu des années 1990, plusieurs écoles agrotechniques
a adopté le système hydroponique NFT dans le cadre du contenu programmé
machines horticoles, utilisant des maisons de culture protégées (également
appelés serres), qui contiennent des systèmes hydroponiques. De

là, le
Les techniciens agricoles obtiennent l'attribution de travailler avec les producteurs
la culture hydroponique, ou, sur une initiative entrepreneuriale, fournir des conseils
ou produire et utiliser cette technologie innovante. Il est donc nécessaire
il y a du matériel didactique destiné au technicien, avec des informations techniques
cas.
Tout au long de ce livre, nous aborderons de nombreuses situations et expériences
expérimentés, dans le but d'aider les collègues professionnels afin qu'ils puissent
avancer avec un maximum de succès dans l'activité de production agricole
l'hydroponie, apportant questions et connaissances avec les pro-
fondamentalité, mais sans biais théorique académique pur et simple, en évitant,
ainsi, que le texte n'atteint pas l'objectif. Autant que possible, illus-
montrer les différentes phases et situations qui se produisent dans les cultures hydroponiques
avec des records obtenus lors de nos incursions dans le monde de
hydroponique.

UN PEU D'HISTOIRE
La culture sans sol, qui en quelque sorte est confondue avec la culture hydroponique,
a des précédents lointains, avec des citations de cultures établies à
rives du Nil en Égypte, il y a 3000 ans, dont les plantations étaient également
menée sur des radeaux de roseaux avec substrat, probablement favorisée par
par l'humidité franchement disponible grâce au processus capillaire
rity. Jardins suspendus de Babylone datant de 605-562 av.J.-C., créés
soi-disant par le roi Nebucadnetsar en 605 avant JC pour présenter son
épouse, la reine Amyitis, en Mésopotamie. Ces jardins se composaient de
une structure architecturale de terrasses qui contenait une infinité de
espèces de faune et de flore, avec substrat importé de terres lointaines. Nous avons,
encore, les jardins flottants de Chine décrits par Marcopolo, il y a 500-700 ans
ans. La Chine à ce jour comprend de nombreux jardins suspendus dans plusieurs villes,

comme dans le cas de Shanghai, où les complexes hôteliers sont véritables forêts suspendues.
Depuis le milieu des années 1990, plusieurs écoles agrotechniques
a adopté le système hydroponique NFT dans le cadre du contenu programmatique
horticulture, utilisant des maisons de culture protégées, également appelées
serres, contenant des systèmes hydroponiques de type NFT. Pendant
ces 13 dernières années, l'Escola Agrotécnica Federal de Colatina a également été
utiliser la technique à des fins didactiques et productives, ainsi que pour la recherche
sa qui a lieu depuis 2007.
Malgré toutes les initiatives de culture sans terre, le manque de connaissances
nutrition et physiologie végétale, ainsi que le manque de méthodes
laboratoires pour connaître la composition des plantes, ce n'est que récemment
a permis la culture des plantes avec un plein succès et un contrôle total de leur
nutrition. Malgré ces limites, il existe des rapports d'expériences nutritionnelles
de plantes par Teofrastus (372-287 avant JC). Cependant, les premiers travaux
cultivées dans l'eau remontent à 1650, lorsque le Belge Van Helmont, en
une expérience classique, a montré que les plantes obtenaient les nutriments
l'eau (SANTOS, 1998). La culture de plantes dans un milieu autre que
a commencé en 1699 avec John Woodward, qui a cultivé une plante
de la famille de la menthe dans des eaux d'origines différentes: pluie, rivière, ruissellement,
puits et de l'eau avec un peu de terre, et a conclu que plus le
le nombre de particules en suspension, plus la croissance est grande, montrant
que quelque chose de présent sur terre autre que l'eau était ce qui constituait le

légumes, c'est-à-dire qu'il a clairement démontré que les nutriments provenaient du
le sol et non l'eau. De nombreuses solutions nutritives ont été préparées par
plusieurs auteurs, cherchant à répondre aux besoins de plantes spécifiques.
ou l'introduction de nouveaux éléments dont l'essentialité a été éprouvé. En 1804, Nicholas Théodore Sansure utilise des solutions nutritives

de concentration initiale connue, préparé à partir de divers sels dissous
eau distillée (CARMELLO, 1998).
Le grand coup de pouce de la culture hydroponique en tant qu'activité commerciale s'accompagne
la publication du Guide complet du jardinage sans sol par Willian F. Ge-
ricke de l'Université de Californie (États-Unis) en 1936, y compris l'institution du
mot «HYDROPONIQUE».
Après cela, de nombreux travaux importants ont été réalisés, notamment
cating:
a) La formule de solution de Dennis Robert Hoagland et Daniel I. Arnon
en 1950, qui a servi de base à des solutions nutritionnelles jusqu'à la
jours actuels.
b) Le travail de CM Johnson et de ses collaborateurs, qui ont proposé
une modification de la solution no. 2 de Hoagland et Arnon, faisant
Rapport NH
4
+ et NON
3
- être 1: 7, maintenant ainsi le pH proche de
cinq (CARMELLO, 1998).
c) La grande étape du développement économique et commercial de
droponia était le concept de NFT (Nutrient Film Technique), traduit en
la langue portugaise comme technique d'écoulement laminaire pour les nutriments, pour
Allen Cooper en 1965 (JONES, 1983; SANTOS, 1998), donnant une grande
stimuler le développement de la culture hydroponique, la rendre compétitive
par rapport à d’autres formes de production commerciale. Cooper a présenté
la technique NFT (technique d'écoulement laminaire de nutriments), dans laquelle un
une fine feuille d'eau contenant des nutriments circule dans des conduits fermés ou
ouvert, maintenant la croissance active des plantes produites.
La culture hydroponique est très technique par rapport à la culture
méthode conventionnelle, dans laquelle les plantes dépendent beaucoup plus de l'homme
et sensibles au déséquilibre nutritionnel, au manque d'énergie, aux erreurs
gestion, etc. L'un des plus gros problèmes aujourd'hui est le manque de
travail spécialisé et principalement dédié, avec patience pour

faire face
une routine que la culture hydroponique exige.
Piste 22
22
Hydroponique pour les techniciens
Lorsqu'il s'agit d'appliquer la technique aux producteurs conventionnels,
dont la plupart ont des limites culturelles pour comprendre cette technologie.
technologie, le problème est encore aggravé, obligeant les techniciens à
responsabilité accrue du suivi et de la clarification. La majorité des producteurs hydroponiques sont des personnes sans formation dans le secteur agricole
(retraités, professionnels etc.) et qui se retrouvent en hydroponie seulement un moyen d'augmenter les revenus de leurs propriétés, concourant
avec des agriculteurs conventionnels, qui ne sont pas formés techniquement
et financièrement d'acquérir une telle technologie, et peut donc entraîner
impact social dans les zones rurales. Cependant, ces «agriculteurs hydroponiques»
parce qu'ils n'ont pas de tradition agricole, ils acceptent et comprennent
se conformer plus facilement aux «règles» de gestion de la culture hydroponique,
garantissant le succès et sa diffusion, facilité par la culture relativement
laitue dans ce système, ou échec, car ils ne sont pas conscients des différences
réponses différentes de la culture dans des conditions défavorables au
développement de l'usine, adopter une mauvaise attitude de gestion ou non
ne prenez aucune mesure laissant le problème incontrôlable. IL EST
Il est recommandé, dans la mesure du possible, de réaliser des expériences avec d'autres cultures.
diversification de la production, à mesure que l'offre de laitue hydroponique augmente
beaucoup dans certaines régions.
AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'UTILISATION DE LA TECHNIQUE DE
HYDROPONIQUE
Il est très courant de trouver des listes avec des avantages infinis de
utilisation de la culture hydroponique et conventionnelle. Pourtant,
Cependant, lors de l'analyse de ces avantages, il est nécessaire d'être judicieux afin de comprendre
quel est vraiment un avantage dans la situation locale de chaque producteur,
ainsi que d'évaluer l'applicabilité de ce qui est proposé par

les conditions techniques dont dispose le producteur et les vicissitudes que le
la technologie apporte à l'environnement agricole.
Généralement, les avantages suivants se démarquent (applicables à l'utilisation de
systèmes hydroponiques en général et en préservant les particularités des
chacun):
• possibilité de production alimentaire à proximité des centres les consommateurs, là où les surfaces disponibles sont rares et de grande valeur
immobilier;

• une meilleure efficacité dans l'utilisation de l'eau et un meilleur contrôle de sa qualité
dans;
• une meilleure efficacité dans l'utilisation des engrais;
• réduction de l'utilisation des pesticides grâce à une meilleure nutrition des plantes
moins d'attaques par les ravageurs et les maladies;
• productivité plus élevée et réduction conséquente des coûts de production
chien;
• possibilité d'utiliser des zones impropres à une culture durable les zones conventionnelles telles que les zones arides et les sols dégradés (TEIXEIRA,
1996);
• culture gratuite de parasites et de microorganismes pathogènes à être
de l'eau d'irrigation contaminée;
• indépendance de la culture vis-à-vis des intempéries, comme l'été, le gel
grêle, vents, engorgement et stations météorologiques.
matiques, permettant une culture tout au long de l'année (FAQUIN, 1996);
• réduction de l'utilisation de la main-d'œuvre dans les activités «manuelles» telles que
l'élimination des traitements culturaux, du désherbage et de la préparation du sol, en plus de
les activités en culture hydroponique sont considérées comme plus fluides (CAS-
TELLANE et ARAÚJO, 1994);
• possibilité d'automatisation presque complète;
• réduction de l'érosion et de la dégradation de l'environnement par rejet
d'engrais et de pesticides dans les sols, contaminants potentiels les eaux souterraines;
• des produits plus propres et de meilleure qualité biologique, tels que
par exemple, les bois durs avec des niveaux de nitrate contrôlés dans les tissus;
• indépendance des cultures vis-à-vis de l'utilisation de la

matière organique;
• anticipation de la récolte en raison du raccourcissement du cycle de plantation
ta (FAQUIN, 1996);
• retour économique rapide (FAQUIN, 1996);
• permet un contrôle rapide en cas de carences nutritionnelles visible;

• il ne nécessite pas de rotation des cultures (TEIXEIRA, 1996).
• possibilité d'ordonnancer la production.
• diminution du cycle de culture ou augmentation de la période de reproduction
(nombre de fruits / plante) avec récolte précoce;
• moins d'emploi de la main-d'œuvre;
• réduction des risques par mauvais temps, car il s'agit d'une culture protégée
gido;
• il n'y a pas de compétition pour l'eau et les nutriments entre les plantes;
• uniformité du peuplement de culture.
D'autre part, nous pouvons énoncer certains inconvénients des systèmes
thèmes hydroponiques en relation avec les cultures conventionnelles:
• coût élevé d'installation des systèmes (SANTOS, 1998; TEIXEIRA,
1996; FAQUIN, 1996);
• besoin d'une main-d'œuvre spécialisée, ou du moins que le
le producteur a une formation théorique et pratique adéquate, non
pouvoir se passer d'une assistance technique spécialisée (SANTOS, 1998; TEIXEIRA, 1996);
• nécessite une surveillance permanente du fonctionnement du système, principalement la fourniture d'énergie électrique et contrôle de la solution nutritive (FAQUIN, 1996);
• nécessite de nouveaux produits et techniques adaptés au contrôle des
gaz et maladies depuis l'utilisation de pesticides conventionnels élimine l'un des attraits commerciaux du produit hydroponique qui
c'est la qualité biologique (TEIXEIRA, 1996);
• le système hydroponique rend les plantes très sensibles à l'épuisement
les coupes nutritionnelles, les carences en eau ou en oxygénation;
• l'activité est relativement nouvelle et de peu de tradition dans le sens
que l'apparition de situations inhabituelles chez les femmes est courante.
où il n'y a pas de mécanisme de contrôle efficace facilement disponible
disponible;

• coût initial relativement élevé;

• prendre soin des détails d'installation, de la routine et de la discipline
na, déterminer l'échec ou le succès de la culture;
• les plantes deviennent très dépendantes de l'homme, étant plus sensibles aux déséquilibres nutritionnels ou aux changements de approvisionnement en oxygène et en eau;
• besoin d'une main-d'œuvre spécialisée, car elle nécessite un niveau élevé
technologique;
• prévention contre tout risque de contamination par des agents pathogènes,
sinon, tout le système sera contaminé.

CULTURE PROTÉGÉE

Quand on parle de culture hydroponique, on se réfère invariablement
également à la culture protégée, qui consiste en l'utilisation d'un couvert, généralement
film plastique transparent, pour protéger la culture des intempéries.
série, en particulier de fortes pluies, et de maintenir un environnement contrôlé.
À l'origine, la culture protégée était utilisée dans les régions tempérées,
visant à protéger les plantes du froid de la neige, étant totalement fermé
air conditionné, comme c'est encore le cas dans la plupart des hémisphères normaux
tu. Dans ce cas, les serres, généralement construites en aluminium et couvertes
avec du verre, ont des systèmes de chauffage et un éclairage supplémentaire, comme
les journées courtes ne fournissent pas assez de lumière pour la production agricole.

Graphique 2 . Utilisation de serres dans des environnements froids (à gauche), système de chauffage
(au centre) et des serres de verre et d'aluminium (à droite).
Source: propre (2002).

Comme nous pouvons le voir sur les images, une grande partie de la technologie qui
utilisé dans l'agriculture, comme celui des cultures protégées, était également im-
porté. Au départ, les serres étaient également en aluminium et verre. Dans les universités, on en trouve encore beaucoup qui travaillent

mentant. Ces serres présentaient des problèmes majeurs liés à la environnement tropical. Le plus gros était la surchauffe,
50ºC. Le deuxième problème majeur est qu'en raison de la

grande
volume de pluie et températures élevées, rapidement le couvercle en verre
il est devenu sale avec de la boue. Ainsi, les serres ont évolué en deux aspects:
maintien de basse température et dans le matériau de construction, de faible
coût et échangeable. La structure, qui était initialement en aluminium, est maintenant
construit en bois, et le toit, avec un film plastique transparent. Ces
les structures sont devenues populaires dans le pays, permettant à tout producteur
pourrait acquérir ou construire sa propre serre (figure 3). Le bois a évolué vers l'acier galvanisé, à faible coût et à haute durabilité. Le plastique
a évolué en un film plastique agricole additif anti-UV pour augmenter sa
durabilité et a gagné, dans une version plus moderne, des cristaux diffractants de
lumière, appelée diffuseur de lumière. Cette technologie permet l'augmentation de la lumière
diffus, augmentant la photosynthèse des plantes, car il y a une plus grande pénétration
de lumière à l'intérieur de la canopée des plantes. J'ai visité une serre jumelée (un
à côté de l'autre), l'un recouvert de plastique diffuseur et l'autre de plastique
conventionnel. Selon le producteur, le cycle de la laitue est assez raccourci
dans la serre recouverte de plastique diffuseur, et que bientôt il changera le plastique
méthode conventionnelle par le diffuseur en raison de l'augmentation de la productivité.

Figure 3. Modèle de serre popularisé au Brésil. Voir le détail de la sortie d'air chaud dans
ouverture dans le toit. Source: propre.

L'utilisation du plastique à des fins agricoles au Brésil a commencé en 1970,
essentiellement limité à la production de fleurs en serre, ou comme
paillis (paillage) pour la culture des fraises en protection

pépinières de semis. Dans la plupart des cas, les agriculteurs étaient de
Japonais ou néerlandais, qui ont apporté les techniques de leur pays d'origine
(SALVETTI, 1983). À la Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC), le premier
débouchés pour la production en serre ont eu lieu en 1978 avec la plantation de concombre
Japonais dans la ceinture verte de São Paulo, la technologie a été

rapidement diffusée
au nord de l'état de Paraná, en raison du succès obtenu (KUMAGAIA,
1989). Une percée majeure dans la diffusion de la plasticulture a commencé en 1984
avec le projet São Tomé à Rio Grande do Sul, élaboré par le Assistance technique et développement de Petroquímica Triunfo S / A et EMATER, dans le but d'apporter des techniques de culture plastique au
horticulteurs, obtenant un succès total (SGANZERLA, 1990).

UN PEU DE THEORIE DE LA CULTURE PROTEGEE

L'environnement interne de la serre, comme son nom commun l'indique, est un
environnement fermé qui concentre la chaleur. Dans le climat tropical, la luminosité
est élevé (il y a un surplus de plus de 50% pour la plupart des plantes dichotiles)
et la température élevée dans la majeure partie du Brésil est au-dessus de l'optimum
de la plupart des légumes cultivés. Par conséquent, les serres doivent assumer
certaines caractéristiques qui les aident à perdre de la chaleur, généralement en
ventilation adéquate.

La lumière provenant du Soleil a un spectre (gamme de fréquences du
plusieurs longueurs d'onde de lumière) avec des ondes allant de 390 à 750
nm (nanomètres) (Figure 4). Les plantes absorbent la longueur qu'elles varient
400 à 700 nm pour effectuer la photosynthèse, dont le rayonnement est appelé
Rayonnement photosynthétiquement actif (PAR), mesuré en flux de photons
Photosynthétique (FFF) et donnée en µmol m -2 s -1 . Au début du spectre,
en dessous et près de 390 nm, on a les ultraviolets, qui sont des ondes courtes
et très énergique. A la fin du spectre, au-dessus de 750 nm, on a infrarouge, qui sont des ondes longues et thermiques, qui se traduisent par
réchauffement de l'espace.

La lumière incidente sur la serre passe en partie à travers le plastique du toit,
atteindre les plantes et le sol. Une partie de la lumière est réfléchie et une autre partie est absorbée
la vie en plastique. Les plastiques actuels manquent environ 88% de la
Lumière PAR.

Lorsqu'une courte onde ultraviolette traverse le plastique du serre, en atteignant les organes internes - feuilles, sol, structure interne -

se transforme en longues vagues chaudes, réémises.
La plupart de ces ondes sont retenues en interne, chauffant la serre.
Seule une petite partie s'échappe de la serre à travers le plastique. Cette
le phénomène de maintien de la température enfermé est appelé «effet d'étude
ventilateur". Assez simple, n'est-ce pas?
Figure 4. Spectre de lumière visible. Source: Propre (2018)
Dans l'environnement normal, l'enceinte de chaleur se fait par le
la vapeur d'eau des nuages et des gaz à effet de serre comme le gaz carbonique
acide bonique et méthane (Figure 5). Ainsi, dans un environnement ouvert, le bilan thermique
pendant la journée c'est positif, car il y a un réchauffement de l'environnement, et la nuit, il y a
perte de chaleur, refroidissement de l'environnement, c'est-à-dire bilan thermique négatif.
Dans les serres, cependant, le bilan thermique au cours de la journée est supérieur à
dans le système ouvert, c'est-à-dire plus positif. La nuit, l'équilibre thermique dans le
la serre est également négative, mais beaucoup plus petite que dans l'environnement extérieur,
maintenir la température plus stable et plus longtemps (Figure 6). Dans la re
régions de climat tropical, les températures élevées peuvent être un facteur limitant
pour faire pousser certaines cultures. À partir du moment où il est utilisé
une structure protectrice, une enveloppe est établie, qui certainement
provoquera une augmentation de la température par rapport à l'environnement. La figure
6 montre le comportement du rayonnement solaire sur une serre.
Comme nous l'avons déjà dit, dans l'environnement tropical, un excès de chaleur peut

augmenter tellement la température que cela rendra la production irréalisable, Par conséquent, de nombreux
des alternatives ont été développées pour refroidir davantage les serres
simple et peu coûteux. Le principal est l'ouverture zénithale (dans le toit), de nombreux
parfois appelé une lanterne. À travers elle, l'air chaud est déplacé par le
convection, car l'air chaud est moins dense et a tendance à se déplacer
vers le haut (b). De plus, l'utilisation d'écrans au lieu de plastique sur les carreaux
permet la ventilation pour aider à éliminer l'air chaud de la serre

(Figure
8). Pour que cela fonctionne, les serres ne peuvent pas être jumelées (réunies
latéralement), et il doit y avoir un espace entre eux.
ALBEDO (α)
ATMOSPHERE
Radiation solaire
Global
Radiation
Réfléchi
Balance des vagues
Longue
Radiation
Terrestre
Contre-
Radiation
Figure 5. Principe de l'équilibre thermique qui se produit naturellement. Source: Propre (2018).
Figure 6. Bilan thermique dans l'environnement externe et interne de la serre.
Source: Propre (2018).

Figure 7. Poche d'air chaud formée dans la serre avec couvercle fermé (à gauche) et
circulation de l'air chaud à travers le volet (à droite). Source: Propre (2018).
VENTILATION
CÔTÉ
CONVECTION
SORTIE D'AIR
CHAUD
ZENITAL
SORTIE D'AIR
CHAUD
CÔTÉ
Figure 8. Sorties d'air chaud de la serre à travers le volet en haut ou à travers l'écran
côté. Source: Propre (2018).
L'utilisation de l'ombrage pour diminuer la température à l'intérieur de la serre est une autre alternative pour abaisser la température.
GRAY (1948), cité par MASTALERZ (1977), rapporte une réduction moyenne de
3,5 ° C à température maximale à midi avec ombrage fait dans une serre vitrée, dans la même expérience, lors de l'utilisation
utilisé un écran pour ombrager la température des feuilles de 50%, abaissant la
environ 5,3 ° C. MILLS et coll . (1990) ont étudié l'abaissement température avec écran d'ombrage, favorisant la culture du tomates pendant l'été dans la région de climat subtropical de l'Afrique du Sud.

température à l'intérieur de la serre, type tunnel haut avec travée centrale de 6,5 m
8,0 m de large et 3,0 m de hauteur sous plafond avec ouverture de ventilation dans la travée
DIRECTION
DU VENT
DIRECTION
DU VENT
ZONE BASSE PRESSION
CRÉE UN VIDE PARTIEL EN TIRANT L'AIR
CHAUD DE LA SERRE
L'air chaud monte par convection
ET EN RAISON DE LA BARRIÈRE EN PLASTIQUE
CRÉER UNE POCHE À AIR CHAUD
Piste 31
31
Chapitre 02
le long de la structure était d'environ 4,0 ° C sous la température environnement, en utilisant un ombrage de 40%, mais les meilleurs résultats
les résultats de production au cours de l'été ont été obtenus avec de l'ombrage
15% dans la partie la plus haute de la structure, avec écran couleur noir et dans le reste
avec écran couleur blanc.
Le gros problème lors de l'utilisation de l'ombrage, principalement
dans les régions où les fronts froids sont fréquents pendant l'été, comme c'est le cas à Rio de Janeiro et dans la région, l'ombrage excessif
car normalement ces fronts froids peuvent laisser le ciel nuageux pendant plus de trois jours, assez longtemps pour planter
(allongement des feuilles) dans les cultures denses ou retard de croissance
ciment. Depuis que le front froid se déplace ou se dissipe, l'intensité
la lumière est élevée et la chaleur est excessive, provoquant un «stress» pour les plantes. Par conséquent,
l'idéal serait l'utilisation d'un écran mobile, maximisant les différents
intensités lumineuses qui fluctuent au cours du développement de la plante
c'est-à-dire ouvert les jours nuageux et fermé pendant les heures les plus chaudes
les jours ensoleillés. Un autre facteur est la manière de placer l'écran, qui doit
de préférence être au-dessus de la structure et sans contact direct avec le plastique.
couverture, mais il est nécessaire d'avoir une autre structure pour sa fixation. Lorsque l'écran est placé à l'intérieur de la structure, le
devient plus facile, mais cela génère encore une autre source d'absorption et
réflexion de la chaleur, provoquant une augmentation de la

température à l'intérieur du
structure. L'idéal est d'utiliser des écrans blancs ou aluminisés
associé à l'ouverture zénithale (sacoche), même si le coût est toujours
élevé pour les petits producteurs.

MATÉRIAUX UTILISÉS ET TYPES DE CONSTRUCTION DE SERRES

Les matériaux utilisés pour les structures, sont ceux facilement
disponible par l'agriculteur dans sa propriété ou sa région, en vigueur
bois rond ou scié. Commercialement, il existe des firmes spécialisées
utilisant des structures profilées en fer galvanisé, commercialisées
à l'aide d'un kit préfabriqué, facilitant le transport et la construction,
cependant, l'acquisition de ce produit technologique par le producteur est encore très
onéreux en raison d'un capital insuffisant pour l'investissement, même dans le scénario
situation actuelle dans laquelle l'offre accrue de kits a entraîné une baisse durable
des prix. Il est important de noter que la structure industrialisée du bon
la qualité offre un meilleur rapport qualité-prix que la construction

par le fermier lui-même, la plupart du temps.
Selon Rault (1988), une structure de protection du climat tropical,
doit avoir des caractéristiques permettant la ventilation et la protection contre
fortes pluies (vents forts, grêle, etc.) et, par conséquent,
être robuste tout en évitant de construire des sophistications, être de faible
le coût, car ces zones sont généralement situées dans des pays en développement
développement dans lequel le coût d'investissement est un facteur décisif.
Des matériaux alternatifs, tels que le bambou, l'osier ou les tuyaux en PVC, peuvent
peut également être utilisé, mais chaque matériau a des caractéristiques spécifiques.
ingrédients, qui doivent être bien étudiés avant utilisation.
La conception des serres commerciales est centrée sur deux raisons qui
justifier son utilisation: l'amélioration du bilan énergétique dans les climats
trempé, avec un effet de serre maximal; le second est l'élimination
ou réduction des températures élevées dans les climats chauds et humides

ou sécheresse obtenue par des méthodes de refroidissement (RAULT, 1988).
Il existe différents modèles de serres avec différentes conceptions structurelles
qui devrait être utilisé pour des situations spécifiques à chaque emplacement. Tu
les principaux types sont les types suivants de serres individuelles (Figure 9),
la chapelle, l'arche et un modèle d'eau. D'autre part, dans activités plus importantes, et dans des environnements plus doux, des serres sont construites à côté
côte à côte, également appelé jumelage (Figure 10). Ce sont des variations
de serres individuelles, comme une chapelle jumelée, un arc jumelé et
chaîne de montagnes (plusieurs chauffe-eau).
Chapelle ou deux eaux
Cambre
Une eau ou Londrina
Chapelle jumelle
Arc semi-détaché
Figure 9. Modèles de serres individuelles. Propre (2018).

Dent de scie
Figure 10. Modèles de serres multiples ou jumelées Source: Own (2018).
Plusieurs modèles de serres peuvent être construits, mais dans l'environnement
climat tropical, s'il n'y a pas de ventilation et de refroidissement forcés, il est indispensable de
utilisation d'évents d'air chaud transversaux (figure 11) ou longitudinaux,
qui sont plus efficaces (Figure 12).
Figure 11. Construction d'une serre en arc, avec des arches en bois et en acier galvanisé
(zingué). Source: Propre (2018).
Figure 12. Serre en demi-arc avec sortie d'air chaud zénith (à gauche) et serre
type chapelle à deux eaux (à droite). Source: Propre (2018).
Avec l'avènement de la culture protégée, de nombreuses idées ont également émergé
et des adaptations visant à répondre aux besoins spécifiques de chacun. LE
montre une serre construite sur la terrasse d'une maison, profitant de la
structure de plancher existante et revêtement de la maison elle-même avec le revêtement de toit
poêle. Dans la même figure, une serre avec une structure entièrement construite
en bambou, visant l'économie et l'utilisation de matériaux alternatifs,

fruit d'une thèse de doctorat à l'UNICAMP, São Paulo.
Figure 13. Serre dans une eau au-dessus d'une maison (à gauche), serre dans deux eaux avec
structure en bambou (à droite) Source: Propre (2018)
ORIENTATION DE SERRE
Parmi les facteurs les plus importants pour le contrôle environnemental, nous soulignons
l'orientation géographique de la structure doit être prise en compte
la lumière, le vent et le type de culture à produire. Parmi ceux-ci
la luminosité est la plus importante car la photosynthèse en dépend, notamment
en fonction du degré de transmission, qui, à son tour, dépend de la
l'angle d'incidence des rayons du soleil, le type de matériau utilisé pour
couverture et type de structure (conception). Ce fait est très important dans
certaines régions pendant la période hivernale, car elles peuvent présenter de meilleures
ni longueur du jour et moins d'inclinaison des rayons du soleil sur la terre
(Figure 14), dans ces régions, cet effet devrait être minimisé en construisant
la structure dans le sens Est-Ouest. Les plantes ne doivent pas ombrager
les uns sur les autres, la ligne de plantation doit suivre l'alignement normal
te-Sul. D'autre part, les régions entre l'Équateur et les tropiques, la pente
et le format de la couverture ne sont pas des facteurs déterminants et pendant la
l'alignement le plus recommandé est Nord-Sud (Figure 15), en raison du
une plus grande utilisation de l'incidence des rayons d'énergie inférieure pendant
matin et après-midi, avec un auto-ombrage de la structure pendant la
les heures les plus chaudes de la journée, la lumière se diffusant plus uniformément
tout au long de la journée que dans l'orientation Est-Ouest (CERMENO, 1990). Dans
cultures où un peu d'ombrage est souhaité pendant la plupart des
jour, la direction Est-Ouest doit être utilisée (Figure 16), car elle favorise la
auto-ombrage. Dans le cas de structures jumelées, il est analyser l'ombrage causé par les gouttières, car si l'alignement est

Est-Ouest, l'ombre restera constante dans une gamme croissante, car
dans la direction Nord-Sud, l'ombre est générée dans toute la zone.
Figure 14. Angle d'azimut en fonction des différentes saisons (ALPI & TOGNONI
1978, adapté par MARY 1997).
Figure 15. Serre orientée Nord-Sud. Source: Propre (2018).
Figure 16. Serre orientée est-ouest.
L'angle d'incidence du rayonnement solaire sur la serre est un facteur
en fonction de la quantité de rayonnement transmis à l'intérieur du
tuf. Ainsi, le modèle de toit peut grandement influencer la croissance
extrémité des plantes directement liée au rayonnement reçu pour que les plantes effectuent la photosynthèse. Parmi les différents modèles
essayez, en général, le modèle arqué s'avère toujours être l'un des meilleurs, à la fois
à la fois pour la praticité de la construction, pour la durabilité et pour la

transmission du rayonnement dans la structure (figure 17).
Figure 17. Rayonnement transmis selon le modèle de serre.
Source: Mary (1997).
SYSTÈMES HYDROPONIQUES
Partant du principe que le système hydroponique équivaudrait à système de culture sans sol (ou hors sol), on peut les diviser en deux
grands groupes quant au milieu de culture:
• Avec substrat (organique ou inorganique) - ce sont des systèmes, généralement
dans des lits, des pots ou des sacs en plastique (sacs), contenant un type de substrat
paille, cocotier moulu, laine de roche, argile expansée, sable, etc.,
où les plantes sont plantées recevant l'irrigation, généralement par
goutte;
• Sans substrat (solution nutritive uniquement) - systèmes contenant uniquement
solution nutritive (eau et nutriments), sans présence de substrats qui interagira avec la nutrition des plantes.
Concernant la gestion de la solution, nous avons deux grands groupes:
• Systèmes ouverts - dans ces systèmes, qui peuvent être avec ou sans
traitement, la solution nutritive est irriguée et drainée pour être éliminée (ou
autres activités agricoles (Figure 18 - à gauche);
• Systèmes fermés - la solution est réutilisée, étant mise au rebut

uniquement
de temps en temps, généralement un cycle de culture. Dans cette catégorie
Piste 37

la plupart des systèmes hydroponiques se trouvent aujourd'hui utilisé (Figure 18 - à droite).
On peut également classer les systèmes hydroponiques en termes de mouvement
solution nutritionnelle, qui peut être:
• Dynamique ou recirculation - la solution est pompée en faisant un
cycle d'irrigation et retour dans un réservoir, car les racines ne ils sont immergés dans la solution tout le temps;
• Statique (Figure 19) - dans ce cas, la racine de la plante est immergée pour la
entier dans la solution, généralement dans des pots expérimentaux ou dans
grandes piscines de solution nutritive, en cas d'utilisation commerciale.
En plus de ces classifications, de nombreuses autres peuvent être organisées,
comme le type de support de l'installation: vertical (tubes de puissance)
liéthylène); horizontal dans les canaux (les plus couramment utilisés) ou sur les toits
amiante (n'est plus utilisé commercialement); et aéroponie (soutenir les plantes
dans des assiettes avec les racines littéralement suspendues en l'air pour recevoir
irrigation par aspersion). Dans les systèmes hydroponiques en général,
nous pouvons les classer selon la disposition des canaux ou bancs en:
• Horizontal - le système le plus courant, où les canaux sont disponibles
sur des bancs plats, généralement de six à huit canaux avec six à 18 m de longueur;
• Vertical - tubes en PVC ou polyéthylène suspendus largement utilisés
actuellement pour la récolte de fraises;
• Triangulaire - bancs de forme triangulaire, en modèle réduit donne;
• A plusieurs niveaux (généralement deux ou au plus trois étages de canaux).
Gravier
Sable
Entrée de solution
Sortie de la solution
Gravier
Sable
bombe
Réservoir

Figure 18. Système hydroponique ouvert (à gauche) et fermé (à droite). La source:
Propre (2018).
Piste 38
38
Hydroponique pour les techniciens
Mèche
Solution nutritionnelle
La vermiculite
Gravier
Solution
nutritif
Air comprimé
Couvrir
Figure 19. Système hydroponique fermé, en pot avec irrigation capillaire
(à gauche) et ventilation forcée (à droite). Source: Propre (2018).
Bien que le système NFT soit le plus répandu, les systèmes hydroponiques
plusieurs ont été utilisés dans tout le pays, en particulier dans
recherche dans les universités et instituts fédéraux. Un exemple est la plantation
raisin en pot avec de l'argile expansée (Figure 20 - à gauche) et plantation de
légumes dans des lits avec substrat organique avec irrigation ouverte (Figure
20 - à droite).
Figure 20. Système hydroponique ouvert dans un pot avec de l'argile expansée (à gauche) et dans
lits avec substrat organique (à droite). Source: Propre (2004).
TECHNIQUE LAMINAIRE DE FLUX NUTRITIF (NFT).
Cette technique, développée par Allen Cooper en 1965 et à l'origine
appelée «Nutrient Film Technique» (NFT), consiste en le passage de
une lame de solution nutritive sur un lit contenant les plantes (Furlani,
1999; JONES, 1983). Systèmes de production hydroponiques commerciaux sans
La plupart des substrats solides utilisent actuellement la technique NFT. Dans
En résumé, le système NFT (Figure 21) se compose d'un lit (banc), en général
suspendu à une certaine hauteur du sol (de 0,7 à 1,0 m), et peut être
avec différents matériaux: tuile en amiante-ciment ou en fibrociment,
Piste 39
39
Chapitre 02
Tubes en PVC, etc. (ZANOTELLI & MOLINO, 1997). Les comptoirs ont un
inclinaison d'environ 3 à 5% pour permettre une circulation normale de la solution

chien. Les canaux (lits) peuvent contenir des substrats, généralement de la pierre concassée ou
argile expansée, pour soutenir les plantes, bien qu'elles ne soient pas
plus utilisé en raison du nettoyage laborieux qui est nécessaire après chaque culture.
Au Brésil, dans les années 1990, les filières de culture ne sont plus utilisées
substrats. C'étaient des canaux PVC ou polypropylène en demi-canne, ou
c'est-à-dire un tube divisé en deux. Le support des plantes s'est fait à travers
couverture des canaux avec de la mousse de polystyrène, une bâche en plastique double face ou
«Tetrapack®», avec des trous pour le support des plantes, empêchant le
entrée de lumière et échauffement du système racinaire des plantes (Teixeira,
1996). Plus récemment, après l'an 2000, environ, certains
mais les entreprises mettent sur le marché des canaux de culture sous forme de tubes
en polypropylène ou PVC aplati, avec un profil similaire à un rectangulaire
il, avec un fond convexe et un dessus plat, déjà avec des trous pour le placement
cation des plantes. Ces canaux sont aujourd'hui pleinement utilisés. Avec ça
spécialisation, les entreprises ont commencé à produire le canal de collecte
solution, ainsi que des bouchons, des épissures de canaux et une sortie de solution,
visant à faciliter la vie du producteur lors de l'assemblage du système hydroponique.
L'irrigation dans un système avec NFT se fait à partir d'un réservoir
contenant la solution nutritive qui est refoulée à travers la tuyauterie vers le
début des canaux (partie la plus haute), descendant à travers les tubes jusqu'à la fin
de est collecté et renvoyé au réservoir par un système de drainage.
Dans le système d'irrigation, il y a une dérivation de retour de la solution vers le
réservoir grâce à un système basé sur le principe Venturi
(connu dans le commerce sous le nom d'injecteur d'engrais) pour fournir son
oxygénation. La fréquence d'irrigation est contrôlée par une minuterie,
fonctionnant par intermittence pendant 10 ou 15 minutes, s'arrêtant également
10 à 15 minutes, permettant ainsi une meilleure oxygénation du système radiologique
cular. Actuellement, le système hydroponique NFT est le plus utilisé

marché en raison de plusieurs avantages par rapport aux autres systèmes:
• réduction des coûts de main-d’œuvre pour le nettoyage, surtout n'utilisez pas de substrat;
• permet un approvisionnement adéquat en nutriments sans avoir besoin de
variété de substrats;

• une plus grande rapidité et un moindre coût de mise en œuvre;
• possibilité de nombreuses modifications pour s'adapter à la culture;
• permet une surveillance aisée du système racinaire
lorsque le substrat n'est pas utilisé;
• permet l'injection d'éventuelles substances régulatrices de croissance
ment et fongicides via une solution nutritive;
• malgré les grands avantages que présente le système, il y a des problèmes
mais cela mérite une attention particulière;
• la façon dont le système circule et la plupart du temps il ne l’utilise pas
contrat, son fonctionnement dépend entièrement de la fourniture de
énergie électrique ou systèmes de pompage alternatifs
solution solution;
• la lutte contre la maladie peut être rendue très difficile par la rapidité
diffusion à travers la solution. Pour désinfecter la solution
plusieurs systèmes utilisant la lumière sont apparus sur le marché
ultraviolet (CARRUTHERS, 1998), ozone (JONES, 1983), ultrafiltration
traitement thermique, mais avec des coûts parfois prohibitifs pour les producteurs.
Figure 21. Schéma de construction du banc de culture hydroponique de type NFT.
Source: Propre (2018).

1. Réservoir de solution nutritionnelle;
2. Pompe à moteur;
3. Tube de rappel de solution;
4. Baril de distribution de solution nutritionnelle;
5. Canal de culture;
6. Tube de retour de solution;
7. Tube d'oxygénation de solution;
8. Minuterie / contacteur pour démarrer les pompes.
Une variante du système NFT horizontal, expérimentée par certains
producteurs, a été le système à plusieurs niveaux (figure 22). En cela

cas, le producteur ajoute deux canaux sur le banc des six canaux traditionnels
augmenter l'efficacité d'utilisation de la structure de la serre. Avec
temps, selon son expérience, le système a été abandonné, car
ne présentant même que deux canaux supérieurs, ceux-ci ont promu le
ombrage des plantes inférieures, ce qui fait que les plantes deviennent
à certaines périodes de l'année. De plus, il n'était pas pratique de
gestion car il est trop haut pour atteindre les mains pour le moment
transplantation, traitement culturel et récolte.
Figure 22. Système hydroponique NFT à deux niveaux. Source: Propre (2018).

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION D'UN SYSTÈME NFT
Nous allons diviser le système en trois parties: hydraulique (réservoir,
et canalisations de drainage), des bancs (canaux et tréteaux) et automatisation.
Réservoir de solution
Le premier élément du système hydraulique est le réservoir. Un des
techniques pour définir la taille du réservoir est de garder le volume de
moi de solution par plante adulte. Comment une plante de laitue adulte peut-elle
perdre jusqu'à 350 ml d'eau par sueur par jour, il est pratique que le
le réservoir ne subit pas plus de 20% de la variation totale du volume, ou
c'est-à-dire que pour chaque plant de laitue adulte, conserver au moins 2 L de solution,
et ne jamais baisser le ratio de 1L / plante. Donc, pour une serre avec 2500
plantes adultes, pensez à une boîte de 5000 L.
Cependant, nous déconseillons les cartons de plus de 3000L, en évitant
de très grands systèmes, car en cas de besoin
de solution, au moyen du nettoyage du système ou de la maladie, le volume de
moi de solution à échanger est très gros. Donc, avec 3000L, nous pouvons
avoir 1500 plantes avec clairance.
Dans la construction du réservoir, nous pouvons utiliser n'importe quel matériau inerte
(n'interagit pas avec la solution), comme:
• fibre de verre (figure 23);
• plastique (PVC, polyéthylène, polypropylène);
• amiante-ciment;
• acier inoxydable.

Si le réservoir utilisé est en amiante-ciment ou tout autre matériau
qui favorise la réaction chimique avec la solution nutritive, la peinture ou
enduisez-le avec de la peinture asphaltique (à base d'eau) ou tout autre
tout autre matériau non toxique pour les plantes, comme par exemple,
résine polyester ou époxy. En aucun cas, l'aluminium ne peut être utilisé,
qui est toxique pour les plantes. Le choix du matériau dépend également de la
taille du réservoir. Les grands réservoirs doivent résister à
suffisamment pour résister aux intempéries, à la pression de l'eau et à la gestion de l'eau
solution, telle que l'échange complet.
Piste 43
43
Chapitre 02
La taille du réservoir, qui est liée au débit
de solution par plante, joue un rôle important dans le maintien d'un faible
x la variation de température de la solution tout au long de la journée, afin d'éviter
le stress de la plante. Ceci est d'autant plus important que la température est élevée
environnement maximal dans la région, comme cela se produit principalement sur la côte de la
Région du sud-est.
Dans les régions où règnent des températures supérieures à l'idéal (24-26 ° C), il est
éviter tout type de chauffage de la solution nutritive dans le système, en utilisant si nécessaire, un certain type de refroidissement. Al-
Certains producteurs ont utilisé de la paille de riz carbonisée autour de la réserve.
d'autres, font un bain avec de l'eau courante, le cas échéant.
sur la propriété, afin d'aider au refroidissement de la solution nutritive.
Les producteurs qui peuvent avoir une carence en eau, il est conseillé de
Il est conseillé d'utiliser des réservoirs de rechange et même d'utiliser de l'eau potable.
la pluie, mais nous rappelons qu'elle doit être correctement traitée afin de
pour éviter les impuretés et les agents phytopathogènes (maladies).
Les réservoirs doivent être tenus à l'écart des personnes et des animaux,
de préférence enfoui dans le sol dans un endroit ombragé ou avec une couverture.
tuile, paille, etc. (régions au climat chaud). Le bord du réservoir
il doit être à au moins 20 cm au-dessus du niveau du sol et, cimenté à sa

pour éviter une éventuelle contamination (sol, eau de pluie, etc.).
Pour faciliter son nettoyage, le réservoir doit avoir une sortie avec
un bouchon pour que toute l'eau soit évacuée. Le niveau de financement par
la motopompe (clapet de pied) doit être au moins 10 cm au-dessus du fond
du réservoir, afin d'éviter la pénétration de certaines impuretés dans le
tuyauterie. Lors du retour de la solution, l'idéal est d'installer un filtre qui
convient le mieux au système, tel que l'écran ou même
mousse haute densité. Des filtres de ligne existent actuellement sur le marché
à faible coût.
Piste 44

Figure 23. Réservoirs de solution nutritive d'un système NFT à l'UFRRJ. Source: Pro-
(2018).
Ensemble de pompe de moto
Le modèle de pompe centrifuge est le plus recommandé, si possible
doit être connecté sous la glissière d'eau du réservoir, ou
c'est-à-dire travailler noyé, évitant ainsi la possible entrée d'air dans le
rotor, en raison d'un éventuel dysfonctionnement de la soupape de décharge.
Quel. Il y a maintenant de nombreux producteurs travaillant avec des pompes de sous-station
lorsqu'ils réduisent la taille de chaque système indépendant, dont
le réservoir ne rencontre qu'un ou deux bancs. Ces pompes ne
peut avoir des parties métalliques en contact avec la solution. Donc il a
la préférence a été donnée aux pompes d'aquarium. L'important est
correctement pour que la pompe fournisse le débit et la hauteur de la tête.
puissance adéquate.
Le débit de chaque canal d'irrigation doit être compris entre 1,0 et 2,0 litres de
solution nutritive / minute (pour la laitue, la valeur indiquée est d'au moins 1,5 L / min
pour les canaux définitifs). Pour chaque culture, un débit est recommandé
approximative, variant selon la taille de la plante (tableau 1).
Lors de l'achat d'une motopompe, la taille recommandée est super
elle, puisqu'un retour au réservoir est utilisé pour
permettent l'aération de la solution nutritive, indispensable dans les régions climatiques
chaud.

Tableau 1. Densité des plantes en pépinière et dans les canaux définitifs, écoulement et conductivité.
puissance électrique (CE) recommandée pour différentes cultures en NFT.

CULTIVATION	N. DE PLANTES PAR M2 DE TABLE	FLUX PAR CANAL	SOLUTION CE
		L. min -1	m S.cm -1
Bettes	200 - 400	1	8 - 11
		2	0,5 - 1,0
			1,5 à 2,0
	1	2	1,0 - 1,2
			1,4 à 1,6
Cresson	200 - 400		25 à 64
		2	0,5 - 1,0
			1,5 à 2,0
	1	2	1,0 - 1,2
			1,4 à 1,6
Scallion	200 - 400		22 - 50
		2	0,5 - 1,0
			1,5 à 2,0
	1	2	1,0 - 1,2
			1,4 à 1,6
Chou-fleur	200 - 400		1-4
		2	0,5 - 1,0
			2,0 à 4,0
	1	2	1,0 - 1,2
			2,0 à 2,5
Salade	200 - 400		8-16
		2	0,5 - 1,0
			1,5 à 2,0
	1	2	1,0 - 1,2
			1,4 à 1,6
Persil	200 - 400		22 à 50
		2	0,5 - 1,0
			1,5 à 2,0

1,0 - 1,2
1,4 à 1,6
Roquette
200 - 400
25 - 100
0,5 - 1,0
1,5 à 2,0
1,0 - 1,2
1,4 à 1,6
Melon
200 - 400
1 - 4
0,5-1,0
2,0-4,0
1.0-1.2
2,0-3,5
fraise
45 - 100
8 - 16
1,5-2,0
2,0-4,0
1.0-1.2
1,4-1,6
Concombre
200 - 400
2 - 4
0,5-1,0
2,0-4,0
1.0-1.2
2,0-3,0
poivre
200 - 400
2 - 4
0,5-1,0
2,0-4,0
1.0-1.2
2,0-3,0
poivron
200 - 400
2 - 4
0,5-1,0
2,0-4,0
1.0-1.2
2,0-3,0
Tomate
200 - 400
2 - 4
0,5-1,0
2,0-4,0
1.0-1.2
2,0-4,0
1 semis (pépinière); 2 Plantes adultes (définitif)
DIMENSIONS DU JEU DE POMPE MOTEUR
Le dimensionnement de la pompe commence invariablement à

partir de deux variantes
débit: débit (donné en Lh -1 ou m 3 .h -1) et hauteur ou pression nominal (Bar ou mca - mètre de colonne d'eau).
Fon
te: Furlani et coll. (1999).
Piste 46
46
Hydroponique pour les techniciens
Prenons un exemple de dimensionnement du réservoir et bombe:
• 4 bancs avec 8 canaux de culture (12 mètres)
• environ 48 plantes par canal (4 x 12 = 48)
• 8 canaux x 48 plantes = 384 plantes par banc
• 384 plantes x 4 bancs = 1536 plantes
RÉSERVOIR:
• 1536 plantes x 2L de solution par plante = 3 072 L
BOMBE:
• 8 canaux x 4 bancs = 32 canaux
• 32 canaux x 1,5 L / min (débit) = 48 L / min = 2880 L / h = 2,9 m 3 .h -1
• pression de service (tête) ≈ 10 mca ou 1 kg.cm 2
PUISSANCE DE LA POMPE = DÉBIT (m 3 .h -1) x HAUTEUR MANOMÉTRIQUE (mca)
270 x EFFICACITÉ DE LA POMPE
En supposant un rendement de pompe de 70% (0,7):
Puissance = 2,9 x 10 = 0,153 + 30% ≅ 0,2 ch ou 1/5 ch
270 x 0,7
Vérifiez que la pompe à moteur 1/5 CV peut être facilement remplacée par
une pompe 1⁄3 ou 1⁄2 CV, pour un usage plus commercial. Donc, avec le flux
d'environ 3,0 m 3 .h -1 et 10 mca de pression, nous sommes entrés dans la table
sélection de la pompe et choisissez celle qui convient le mieux.
a) Tuyauterie de drainage et de refoulement
Le système d'irrigation hydraulique d'une culture hydroponique NFT peut être
divisé en tassement et drainage (Figure 24). La répression commence à la sortie
de la pompe, dont le diamètre ne correspond pas toujours au mètre utilisé dans le tuyau. Même si la culture hydroponique est grande, comme le
les systèmes sont indépendants et ne dépassent généralement pas 2500 plantes,
Piste 47
47
Chapitre 02
ou 5000 L, Ø = 32 mm ou tube 1 ”suffisent, car un débit de 3000 L / h passant par ce pipeline, qui desservirait 32 canaux hydroélectriques
avec 1,5 L / min, cela correspondrait à une perte de charge (charge) de
1,0 mca tous les 40 mètres, donc une perte négligeable. LE
le tuyau d'évacuation peut atteindre la base de l'établi avec Ø =

32 mm
et montez au canon dans un tube de 20 mm, atteignant toujours le centre du
banc et le distribuer sur les côtés, en évitant qu'il y ait trop de différence
pression entre les sorties des canaux. À partir du tube de 20 mm, nous pouvons
à l'aide d'un adaptateur pour micro-tube pour un micro-tube d'irrigation
connexion, de préférence avec Ø = 6 mm (Figure 25). Après l'assemblage, connectez
la pompe et régler le débit minimum de chaque banc, en mesurant
la sortie de chaque canal, comme indiqué dans le tableau 1.
HYDRAULIQUE
Baril
Moto
Réservoir
Drain de retour
Comptoirs
Φ = 20 mm
Φ = 75 mm
Φ = 32 mm
Φ = 75 mm
Figure 24. Système hydraulique d'une culture hydroponique NFT.
Source: Propre (2018).
Piste 48
48
Hydroponique pour les techniciens
Figure 25. Keg de distribution de solution nutritive dans le système NFT.
Source: Propre (2018).
Il est indispensable d'ajouter certaines installations à la tuyauterie de refoulement,
juste après la sortie de la pompe. Le premier est un retour à la réserve.
pour l'oxygénation de la solution, lorsqu'un appareil doit être installé
appelé Venturi, ou injecteur d'engrais pour fertigation. Par ailleurs,
il doit y avoir une sortie enregistrée pour vidanger le réservoir à ce moment
échange complet de la solution nutritive. De plus, à la fois à l'entrée et
À la sortie de la pompe, des gants union doivent être portés pour changer le
démarrage rapide de la pompe en cas de maintenance. Avant le manchon d'accouplement du
l'entrée de la pompe, c'est-à-dire entre le réservoir et le manchon d'accouplement, doit
enregistrer pour permettre l'entretien de la pompe sans perdre de solution
protection nutritive en cas de noyade de la pompe (Figure 26).
Figure 26. Assemblage correct de la pompe noyée, avec

registres, union et gants de sortie
pour vidanger le réservoir. Source: Propre (2018).
Piste 49

Toujours dans la structure hydraulique, il est recommandé de laisser une vanne à flotteur
pour garder le niveau de la boîte toujours adéquat, en évitant son remplacement
arrosez manuellement à la fin de la journée (Figure 27). L'entrée de l'eau automatique
remplit généralement deux fonctions très importantes:
• réduire la température de la solution nutritive pendant la journée, avec
approvisionnement en eau froide;
• réduire la probabilité de brûler les bords de la laitue en éviter la dilution de la solution pendant la journée, lorsqu'il y a beaucoup de perte
d'eau par la plante, apportant plus de calcium plus rapidement dans la région de
croissance (feuilles plus récentes).
Le drainage commence par un collecteur à l'extrémité des canaux de culture. Début
surtout, les collecteurs étaient en demi-tube. Lorsqu'il est ouvert, a montré beaucoup de croissance d'algues (Figure 28), où il est recommandé
couverture avec bâche plastique double face. Actuellement, ce collectionneur a déjà
a été produit par des entreprises à des fins spécifiques (Figure 29), en gardant la solution à l'abri de la lumière. Cependant, un
Tuyau PVC pour eaux usées de Ø = 100 mm, qui doit s'écouler dans un
Ø tube = 50 à 75 mm. Les drains de 50 mm doivent entrer dans un tuyau
Tuyau PVC pour eaux usées avec Ø = 75mm minimum, pour retourner au
réservoir de solution nutritive.
Graphique 27 . Présence de la vanne à flotteur dans le réservoir de solution nutritive.
Source: Propre (2018).
Piste 50

Graphique 28 . Système NFT avec collecteur de solution ouvert (drain) montrant une grande
quantité d'algues. Détail à droite: réduction de Ø de 100 à 50 mm. Source: propre
(2018).
Graphique 29 . Détail du collecteur de solution en bout de banc adapté par le producteur
(à gauche et au centre) et produit par l'entreprise (à droite).
Source: Propre (2018).
b) Canaux de culture
Au Brésil, les systèmes NFT ont utilisé des carreaux de

fibrociment pour soutenir
essayez les canaux, et pour les plantes, de la pierre concassée ou de l'argile expansée a été utilisée
(Figure 30). En plus d'être lourd, le système était laborieux à manipuler,
car à chaque cycle, tout le gravier ou l'argile doit être enlevé pour le nettoyage
et désinfection, car il restait beaucoup de racines après la récolte de la plante. Dans
Au milieu des années 1990, l'utilisation de tuyaux d'égout de 75 mm s'est développée et
demi-tube en polyéthylène. Ces demi-tubes ou demi-cannes étaient recouverts
avec plaques en polystyrène ou double plaqué, avec trous pour le placement
des plantes. Les tubes étaient généralement noirs, avec un revêtement blanc. Au
Dans le cas de la mousse de polystyrène, il était courant que des algues apparaissent en raison de l'accumulation de
éclabousser ou dans le cylindre d'admission (Figure 31).
Piste 51
51
Chapitre 02
Peu à peu, certaines entreprises ont commencé à produire des chaînes (permettant
fis) spécifique à la culture hydroponique. Il existe plusieurs profils sur le marché,
c'est-à-dire que les conformations des canaux sont diverses, mais, par essence,
ont un fond légèrement convexe et la surface supérieure généralement
plat. Certaines innovations, comme les guides de solutions en bas des canaux
(petits filets extrudés en bas pour maintenir la solution en marche
au centre du canal même s'il n'est pas complètement de niveau), canaux avec couvercles amovibles pour un nettoyage facile et des connexions spécifiques
comme capuchons d'entrée et de sortie pour la solution et les épissures (Figure 32).
Graphique 30 . Système NFT en carreaux de fibrociment avec argile expansée soutenant le
les plantes. Source: Propre (2018).
Graphique 31 . 1990 Système hydroponique NFT utilisant un demi-tube en polyéthylène
noir avec couvercle en polystyrène. Source: Propre (2018).
Piste 52
52
Hydroponique pour les techniciens
Source: https://hidrogood.com.br/
Source: http://www.gioplanta.com.br/
Source: http://www.tecnoperfil.com.br
Graphique 32 . Quelques modèles de profilés disponibles sur le marché.

Différents matériaux sont utilisés pour fabriquer les canaux de culture
hydroponique, à partir de toitures en fibrociment, polypropylène, PVC, bambou,
polypropylène, polyéthylène, toile tetrapack® (Figure 33) etc. En ce moment,
il existe des entreprises qui produisent leurs propres chaînes pour la culture hydroponique, également appelées
profilés, généralement en PVC ou en polypropylène, comme indiqué dans le tableau 2.
Lors de la fabrication des canaux, il est pratique d'utiliser un matériau opaque pour
à l'intérieur ou à l'extérieur du canal pour éviter la pénétration de la lumière dans les racines,
car il favorisera également le développement des algues, qui en plus de concurrencer
éliminé par les nutriments et l'oxygène, libère des exsudats toxiques dans la laitue.
Tableau 2. Liste de certaines entreprises produisant des canaux hydroponiques au Brésil.
COMPAGNIE
PLACER
MATÉRIEL
Hydrogoog
www.hidrogood.com.br
Polypropylène
Tecnoperfil
www.tecnoperfil.com.br
PVC
Schefer
www.schaeferhidroponia.com.br Polyéthylène haute densité (PEHD)
Gioplanta
www.gioplanta.com.br
PVC
Piste 53

Figure 33. Système NFT avec canaux en polyéthylène revêtus de tectrapack® pour
la culture de la tomate. Source: Propre (2018).
L'important est de prendre en compte le volume des racines développé par les plantes, qui varie selon l'âge de la plante,
le plus profond pendant la phase de croissance initiale (≅30 mm), et
plus profond dans la phase finale (≅5 \ 0 à 100 mm). Pour la production de plants,
les profilés ont généralement un Ø (diamètre) de 40 à 50 mm, et pour le
production finale, de 60 à 150 mm. Pour la laitue, la recommandation de Ø = est courante
75 mm et pour tomate Ø = 150 mm. L'espacement est également variable avec
la taille de la plante. Pour la laitue, il est courant d'utiliser un

espacement de 10 cm
entre les plantes et entre les canaux pour les semis, tandis que pour les plantes adultes, 25
cm. Ainsi, le nombre de plants par m2 peut varier selon les
et selon la figure 34. Pour les légumes-fruits, nous pouvons utiliser
canaux d'un diamètre de 150 mm ou plus (Figure 35)
Figure 34. Système NFT: canaux de pépinière Ø = 50 mm (à gauche) et canaux définitifs Ø
= 100 mm (à droite). Source: Propre (2018).
Piste 54
54
Hydroponique pour les techniciens
Figure 35. Système NFT pour la production de légumes-fruits, avec jalonnement.
Source: Propre (2018).
La pente des canaux doit être comprise entre 3 et 5%. Pentes basses
peut permettre une accumulation excessive de solution dans les canaux, altérant
oxygénation de la solution, augmentant sa température et provoquant la
augmentation de la maladie.
c) Bancs de canaux hydroponiques
De nombreuses variables peuvent influencer la taille du banc. Quelques
la structure de protection (serre) est déjà prête et les bancs doivent
être de taille adéquate pour tirer le meilleur parti de l'espace et, en même temps,
en même temps, s'intégrer dans l'environnement. Donc, nous sommes partis de quelques hypothèses
pour déterminer leurs mesures:
• hauteur : ne doit pas dépasser 1,1 m, comme au dessus, une personne
de taille moyenne entre 1,6 et 1,7 m de hauteur aura des difficultés à
accès aux plantes dans les canaux centraux du banc. D'autre part,
la hauteur ne doit pas être inférieure à 60 cm, en évitant que la personne ait
trop se pencher pour gérer la culture, la récolte, etc.
• largeur : la largeur d'un banc doit être le maximum qui permet
la personne accède au canal central. Donc, sur un banc d'usine
adultes, avec huit canaux de Ø = 75mm, il est possible que la personne
accéder au quatrième canal central de chaque côté du banc. Pour certains-
face, car l'espacement entre les plantes est d'environ 25 cm,
il sera de 75 cm entre le bord du banc et le centre, ce qui est acceptable.
En utilisant cet espacement entre les plantes, à la fin, nous aurons un
Piste 55

Banc de 1,75 m de large, comme illustré à la Figure 36. Pour
crèche, la même logique s'applique à la largeur d'un maximum
de 1,75
m, permettant le placement de jusqu'à 18 canaux de Ø = 40 mm.
12,0 à 18,00
1,75
Canal de culture (ϕ = 75 mm)
0,25
0,25
Figure 36. Répartition des canaux et dimensions d'un banc de
culture permanent
pour la laitue. Source: Propre (2018).
• Longueur: la longueur des bancs varie généralement de
6 à 18 m, c'est-à-dire par multiples de 6 mètres, car
commercialement
est la mesure standard. Actuellement, il existe des entreprises
fournissant 4m de
longueur comme mesure standard également. Si il n'y a pas
pas de limitation, l'idéal est de travailler avec 12 m de longueur,
car il facilite l'accès en faisant le tour du banc, améliore
l'oxydation
génération de la solution qui atteint la dernière usine du canal,
et permet
qu'il n'y a pas un grand écart entre le début et la fin de la
si le terrain est plat.
• Déclivité: les premiers systèmes NFT dans les canaux de
culture
houle de 2 à 3% de la pente. Au fil du temps, il est devenu clair
que
il y avait beaucoup de solution accumulée dans les racines,
provoquant son échauffement
déficit en ciment et oxygène. Actuellement, 3
à 5% de pente. Le tableau 3 montre qu'un banc de 18 m
nécessite 90 cm de différence de hauteur nominale. Cela signifie
que le sol
niveau, le banc commencerait à une hauteur de 1,1 m et finirait
seulement 20 cm, ce qui n'est pas pratique. Pour résoudre ce
problème
question, l'idéal est d'installer la serre sur un terrain avec 3 à 5%
de dé-
de manière à ce que la hauteur du banc ne varie pas,

avec 90 cm et se terminant par 90 cm. Cependant, les déclivités
supérieurs à 5% ne sont pas non plus intéressants, car ils
favorisent la
effet inverse, les bancs arrivent à la fin avec une hauteur
supérieure à la
idéal, comme le montre la figure 37.
Tableau 3 . Différence nominale requise pour les bancs
hydroponiques.

LONGUEUR DU BANC
NIVEAU NOMINAL
3%
5%
m
---------- cm ----------
6
18
30
12
36
60
18
54
90
Figure 37. Système NFT monté sur un terrain avec une pente> 5%.
Source: Propre (2018).
Chevalets: les chevalets de support des canaux définitifs doivent être
au plus 1 m de distance entre eux, tandis que pour les semis, la distance
devrait être plus petit, environ 60 à 70 cm. Le plus important est d'observer
que les canaux ne «scellent» pas en raison de la distance excessive entre les chevalets, car
peut accumuler une solution nutritive. Pour cette raison, certaines chaînes prennent en charge
de plus grandes quantités, jusqu'à 1,5 m. Dans la construction des chevalets peuvent être utilisés
d'innombrables matériaux: profilés bois, acier ou aluminium, PVC, polyéthylène,
polypropylène etc. Actuellement, les entreprises qui fabriquent des chaînes proposent déjà
les chevalets appropriés en matière plastique.
Psaumes 57
57
Chapitre 02
d) Automatisation
La culture hydroponique, en soi, est un plat fait pour l'automatisation. Dans la structure
serre, rideaux ouvrants et fermants, moustiquaires ouvrantes, ventilation
le refroidissement, le chauffage, l'humidification et l'éclairage supplémentaire sont
les principaux objets d'automatisation. Pour automatiser, vous avez besoin d'un
capteur électronique pour lire une variable, telle que la lumière, la température ou l'humidité
de, une carte avec un processeur de données et des lecteurs de porte.
À travers les portes, les différents appareils sont allumés ou éteints. Par ailleurs,
ces contrôles peuvent être effectués via l'application de

téléphone portable et les données stockées
stockés et consultés via Internet, également appelé Internet des objets
(IoT - Internet des objets). Tout cela est devenu très bon marché et abordable
à tous.
En plus de l'automatisation des serres, le système NFT dispose également de plusieurs
points d'automatisation. Le plus simple est le moment de l'irrigation. Usu-
en particulier, l'irrigation hydroponique se fait en pompant la solution
nutritif pour le canal de culture hydroponique, réalisé dans un intermédiaire
essayez d'utiliser une minuterie de démarrage de pompe analogique.
Ces minuteries analogiques vous permettent de faire un seul programme-
fixe, pendant la période de 24 heures, mise en marche de la pompe pendant 15 minutes
et arrêt pour le même temps. Après 18h00, au crépuscule, à temps-
le rationnement se poursuit pendant 15 minutes et une à deux heures, jusqu'à ce que le
lever du soleil. Les minuteries numériques font également le chronométrage
programmés, à condition qu'ils soient correctement configurés. Cependant, dans certains
périodes de l'année, l'humidité relative de l'air est très faible et peut causer
déficit hydrique dans les plantes, ainsi que le changement de la longueur du
jour (été ou hiver), il est nécessaire pour le producteur de reprogrammer le
utilisateur, comme arrêt de l'irrigation pendant une heure après 18h00 en hiver
c'est possible, mais pas en été. Le groupe de recherche en technologies sociales,
de l'Institut fédéral de Brasilia, a développé une minuterie intelligente,
qui fait le timing selon le calendrier, mais change avec le
ou lorsque l'humidité relative baisse beaucoup, selon le niveau
de lumière et d'humidité configuré. La minuterie, configurée par application
téléphone portable, permet toujours au producteur de suivre les données
et le fonctionnement de la pompe. Lors d'un test sur le terrain, ils sont arrivés
la conclusion qu'ils pourraient économiser jusqu'à 65% d'électricité en moins
amélioration du timing et augmentation de l'efficacité de l'entraînement
pompes aux moments appropriés.
Psaumes 58

En termes d'automatisation du contrôle de la solution nutritive, il existe des systèmes
systèmes entièrement automatisés fonctionnant dans d'autres pays pour certains
ans. Ici, l'automatisation se heurte au coût de l'équipement, car le
les ions ioniques ont un coût élevé. Donc, il a été plus économique de réaliser
changement de solution total à la fin de chaque cycle de culture que l'achat de cette
équipement. Pour surveiller la conductivité électrique et le pH solution, l'équipement est disponible sur le marché à un coût raisonnable.
Figure 38. Système d'automatisation hydroponique simple: minuterie analogique et
châssis d'entraînement de la pompe et moniteur de pH et de conductivité électrique (gauche
et au centre) et minuterie numérique (à droite). Source: Propre (2018).
Piste 59
Nilton Nélio Cometti
Pedro Roberto Furlani
Gláucio da Cruz Genuncio
DÉFINITION DE LA SOLUTION NUTRITIVE
La solution nutritive est le moyen qui rendra les nutriments disponibles
ciment de plantes hydroponiques. Ainsi, lors de l'ajout d'eau et nutriments nécessaires (essentiels) dans des proportions adaptées aux racines de
les légumes permettent une large croissance et un développement
légumes cultivés dans un environnement protégé.
À partir du moment où la solution nutritive est mise en contact avec les racines, il se transforme en une véritable «soupe» nutritive, en plus de
contiennent divers composés organiques issus de l'activité microbienne,
en raison de l'accumulation d'algues, d'acides organiques expulsés par les racines
et la décomposition de leurs fragments. De plus, actuellement, il y a une recommandation d'ajouter des composés organiques aux systèmes
Solution nutritive
Chapitre 03
Piste 60

mais hydroponique, par exemple, les acides aminés, à la recherche de mieux
meilleure résistance et meilleure croissance des racines.
Il est à noter que dans le système de culture hors sol, deux facteurs sont

facteurs de productivité: l'environnement ou le microclimat est déterminé
miné par le type de protection, en particulier la couverture avec des films plastiques
écrans transparents et ombragés; et la solution nutritive, qui peut
libre (système NFT) ou appliqué sur un substrat (culture hydroponique dans les sous-systèmes)
tract). Dans des conditions normales, tous les nutriments peuvent être absorbés
de la solution nutritive par la racine en quantités suffisantes à la demande du
usine.

COMPOSITION DE SOLUTIONS NUTRITIVES

La composition de la solution nutritive est étudiée depuis de nombreuses années, avec
à partir de 1865, comme la solution de Knopp (RESH, 2002). Entre temps,
ce n'est qu'après 1933 que la préparation d'un
solution contenant des micronutriments. En 1950, Hoagland et Arnon ont développé
une solution nutritionnelle complète et équilibrée pour les tomates, à base de
composition des plantes cultivées en pots avec une solution nutritive, qui est
utilisé jusqu'à aujourd'hui, à la fois dans la recherche scientifique et dans les cultures
zones commerciales, ce qui est considéré comme une solution universelle pour
légumes-fruits. D'un autre côté, il est correct et cohérent de dire que
il n'y a pas une seule solution nutritionnelle qui réponde à toutes les cultures, une
puisqu'ils sont composés de différentes quantités d'éléments et
les plantes ont besoin de ces éléments différemment.

Ainsi, pour formuler une solution adéquate, nous devons évaluer
une série de facteurs, tels que: les espèces végétales et le stade phénologique,
période de l'année (durée de la période d'éclairage), facteurs environnementaux (température
humidité et lumière) et une partie de la plante récoltée avec intérêt commun
commercial. En plus de variables telles que: pH, force ionique (), température et agents
chélateurs (Fe-EDTA, par exemple).

Historiquement, la composition des solutions nutritives a évolué au fil du temps
au fil du temps, avec des différences marquées par rapport aux concentrations
macronutriments et micronutriments. Ce fait était dû à la nécessité
producteur d'aptitude aux plantes pour différents climats et microclimats
présent dans différents endroits au Brésil.

En général, le tableau 4 montre l'étendue des plages de contrôle concentration d'éléments nutritifs utilisés dans les solutions nutritives utilisées dans
système hydroponique. La différence entre les solutions nutritionnelles doit être vue
basé sur la relation entre les nutriments et non sur leur concentration,
dans une formule plus ou moins concentrée, l'effet a tendance à être le même
car, comme on le verra plus loin, une solution peut être utilisée pour la culture en différentes concentrations et avec différentes conductivités
Puissance électrique.

Tableau 4. Plages de concentration trouvées dans différentes solutions nutritives et dans
Solution de Hoagland et Arnon (1950) modifiée. Source: Furlani, et. al (1999).

NUTRITIF PÂTES	ATOMIQUE	GAMME DE CONCENTRATION DANS DIFFÉRENTES SOLUTIONS NUTRITIFS	
		HOAGLAND ET ARNON	
		mg L -1	mmol L -1
N ° 3	14,0	70 - 250	5,00 - 17,86
		196	14.00
NH4	14,0	0 - 33	0,00 - 2,36
		14	1,00
POUR	31,0	15 - 80	0,48 - 2,58
		31	1,00
K	39,1	150 - 400	3,84 - 10,23
		234	

5,98
Ici
40,0
70 - 200
1,75 - 5,00
160
4,00
Mg
24,3
15 - 80
0,62 - 3,29
48
1,98
s
32,0
20 - 200
0,63 - 6,25
64
2,00
mg L -1
µmol L -1
mg L -1
µmol L -1
B
10,8
0,1 - 0,6
9,26 - 55,56
0,5
46,30
Cul
63,5
0,05 - 0,3
0,79 - 4,72
0,02
0,31
Foi
55,8
0,8 - 6
14,34 -
107,53
1.0
17,92
Mn
54,9
0,5– 2
9,11 - 36,43
0,5
9.11
Mo
95,9
0,01 - 0,15
0,52 - 1,56
0,01
0,10

Zn
65,4
0,05 - 0,5
1,53 - 7,65
0,05
0,76
Cl
35,5
1 - 188
28.17 -
5 295,77
Pour formuler une solution nutritionnelle, il est important de comprendre le chemin et
la vitesse à laquelle les nutriments sont absorbés par les plantes. Il y a-
plusieurs systèmes de surveillance de la concentration d'ions dans la solution neutre
y compris ceux entièrement automatisés, composés de sens capteurs (électrodes spécifiques aux ions) et ordinateurs, avec la fonction de
Psaumes 62
62
Hydroponique pour les techniciens
enregistrer la concentration de nutriments et le besoin de remplacement en raison de
les. Ce suivi peut être intéressant, mais il n'est pas indispensable pour maintenir la solution appropriée pour la culture hydroponique. Est très
commun d'observer l'absorption rapide d'un nutriment dans la solution en
par rapport aux autres et cela peut s'expliquer par les différents taux d'absorption de ces éléments (entrée dans l'usine), la vitesse étant
absorption de N, P et K supérieure à celle des autres nutriments, ce qui peut
conduisent à leur épuisement rapide et à l'accumulation d'autres, en particulier
S et Ca dans une solution sans remplacement quotidien (Figure 39).
La connaissance de ces différents taux avec lesquels l'élément est
sorbado peut expliquer pourquoi, dans l'analyse d'une solution nutritive, un
les nutriments peuvent être pratiquement absents, tandis que d'autres sont encore
à des concentrations adaptées à la culture, même si les plantes ont
croissance exubérante et ne présente pas de carence en nutriment
te (CHANEY; COULOMBE, 1982). Il est également important de noter qu'en
tout au long du cycle d'une culture hydroponique sans renouveler la solution,
les résultats de l'analyse doivent montrer des concentrations

constantes de
nutriments à absorption lente (figure 39 et tableau 5), tandis que pour le
nutriments à absorption rapide, les concentrations sont généralement faibles,
même avec l'ajustement quotidien de la concentration de la solution, qui peut atteindre
à des niveaux indétectables, comme c'est le cas avec K.
La méthode pratique et utilisée par la majorité des producteurs pour estimer
la concentration totale de nutriments dans la solution dépend de la mesure de
conductivité électrique (CE) de la solution nutritive.
Piste 63
63
Chapitre 03
Graphique 39 . Variation de la concentration relative de nutriments dans la solution nutritive dans NFT
(technique du film nutritif) dans la culture de la laitue au fil du temps.
Tableau 5. Taux d'absorption approximatif des nutriments par les plantes cultivées en solution
nutrition nutritive. Source: Adapté de Bugbee (1995).
GROUPER
TAUX D'ABSORPTION
NUTRITIF
1
Absorption rapide
N-NO 3
- , N-NH 4
+ , P, K, Mn
deux
Absorption intermédiaire
Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mo
3
Absorption lente
Taxi
FORMULATION DE LA SOLUTION NUTRITIVE
Deux informations de base doivent être prises en compte pour la formulation
d'une solution nutritive: la composition de la solution, qui est déterminée
par la relation entre les concentrations de nutriments dans les tissus végétaux
cultivé ta; et la concentration idéale de la solution, qui est établie par
transpiration dans la phase de croissance de la plante. Ainsi, ces données sont obtenues
Piste 64
64
Hydroponique pour les techniciens
en règle générale, à la suite du travail effectué dans les institutions
Recherche et pas au niveau du terrain. En pratique, le

producteur s'adapte à la
utilisation de ces données générées pour que la culture corresponde à vos besoins
activités locales et régionales.
Un autre moyen utilisé par le producteur consiste à utiliser des références bibliographiques
qui montrent la demande nutritionnelle pour la culture et, sur la base du
une teneur adéquate en éléments nutritifs pour la croissance et le développement
développement, une solution adaptée est formulée à la demande spécifique du
usine. Lors de l'analyse des besoins nutritionnels des plantes vivantes,
Concernant la culture en solution nutritive, la relation entre entre les nutriments, car il s'agit d'une indication du taux d'extraction de
un milieu de croissance. Ainsi, il est évident que l'offre de «nuancé
prêt à l'emploi »par des entreprises privées a une relation directe avec
années de recherche et de partenariats formalisés entre ces entreprises et
Recherche brésilienne. Le tableau 6 présente certaines de ces solutions
les nutriments commerciaux et leurs concentrations en nutriments.
Piste 65
65
Chapitre 03
Languette
elle 6.
Fertilizan
composés simples et composés utilisés dans H
l'idroponie et son concen
travailler-
conditions nutritionnelles macro et micronutriennes
tees. Fon
te: organisation des auteurs.
Piste 66
66
Hydroponique pour les techniciens
QUALITÉ DE L'EAU POUR LA COMPOSITION DE SOLUTIONS NUTRITIVES
L'un des aspects d'une grande importance dans la formulation de solutions pour
la culture des plantes est l'analyse chimique de l'eau. Selon Marouelli et al.
(2001), la concentration de solides en suspension et de substances dissoutes
sont des variables physiques qui doivent être évaluées, car elles peuvent se produire
problèmes dans les systèmes qui fournissent des solutions aux plantes.

Ainsi, Trani et al. (2011) soulignent que la plage de pH d'une eau à
utilisé dans la formulation d'une solution nutritive doit être compris entre 7,0 et 7,5,
tout comme la conductivité électrique (EC, en mS cm -1) ne doit pas dépasser
à 0,5, avec une tolérance maximale de 1,2. La concentration de solides solubles
totaux de 480 mg L -1 et maximum 40 mg L -1 de Na, 70 mg L -1 de Cl, 1, mg L -1
NO2- et 100 mg L -1 SO
4
-. Concernant les macronutriments, l'eau potable
de bonne qualité ne doit pas contenir de concentrations, en mg L -1 , supérieures à: 80
de Ca, 50 de Mg, 100 de K et 10 mg L -1 de NO
3
- . Pour les micronutriments, les valeurs
0,2 mg L -1 de Fe, Mn, Cu sont acceptables, en plus de 1,0 pour Zn, 0,5 pour B
et 0,01 pour Mo.
Cependant, dans les cultures destinées à la recherche scientifique, avec une fréquence
l'eau est traitée par osmose inverse et, par conséquent, le
la concentration ionique est inférieure à ces valeurs maximales mentionnées. Tu peux,
donc, utilisez certains ions contenus dans l'eau, par exemple, Ca, Mg,
B et Zn. Dans les cultures commerciales, en revanche, l'utilisation d'eau à forte alcalinité
la résistance et la dureté totales induisent la nécessité d'une correction du pH dans la plage idéale;
cette correction se fait, en règle générale, avec l'utilisation d'acide phosphorique (H
3
POUSSIÈRE
4
). Cette
procédure peut provoquer la formation de sels insolubles sous la forme précise
pincée, comme les phosphates de calcium et de magnésium, Ca
3
(POUSSIÈRE
4
) 2 et Mg
3
(POUSSIÈRE
4
) 2 ,
pectivement. Ces eaux, dites «dures», peuvent encore favoriser la
indisponibilité de micronutriments cationiques, tels que Fe, Mn, Cu et Zn, lorsque
forment des sels d'hydroxyde et induisent donc la carence de

ceux-ci
les nutriments.
ENGRAIS UTILISÉS DANS LES SOLUTIONS NUTRITIFS
Dans les cultures hydroponiques à des fins commerciales, les engrais
couramment utilisés se caractérisent par une solubilité élevée, en plus de
l'absence de résidus pouvant obstruer les émetteurs, la plus grande sécurité

sécurité en présence de nutriments aux concentrations prévues et aux plus
pureté quant à la présence d'éléments contaminants. Tableau 7, Tableau
1 à 8 et le tableau 9 montrent une série de sels et d'engrais utilisés comme
source de macro et de micronutriments. Pour l'approvisionnement en macronutriments
Il est préférable d'utiliser des engrais qui ne contiennent pas de Na et Cl, qui
peut s'accumuler dans la solution, augmentant la salinité (EC) et réduisant
l'absorption de certains nutriments. Par exemple, Ca et K (MARSCHNER, 1995).
Tableau 7. Engrais utilisés comme sources de macronutriments pour la préparation de solutions
les conditions nutritionnelles, les nutriments fournis, la conductivité électrique de base de la solution et
d'engrais pour préparer la solution nutritive. Source: Furlani et. al (1999).

ENGRAIS NUTRITIF	TENEUR %	CE1 mS cm -1	QUANTITÉ DE ENGRAIS (4) mg
Nitrate de potassium	K (K 2 O) (2)	36,5 (44)	1,3
			2,7
	N (AUCUN 3 -)	13 (57,6)	7,7
	Mg (3)	1	
	S (SO 4		

2 -) (3)
1.2
P (H 2 PO 4 -) (3)
deux
Nitrate de calcium
Ici
19
1.2
5,3
N (AUCUN 3
-)
14,5 (30,5)
6,9
N (NH 4
+)
1
100
Nitrate de magnésium
Mg
9
0,9
11,1
N (AUCUN 3
-)
11 (48)
9,1
Phosphate monoammonique
purifié
P (P 2 O 5) (2)
27 (60)
1.0
3,7
(CARTE)
N (NH 4
+)
12 (14)
8.3
Nitrate d'ammonium
N (NH 4
+)
35 (22,5)
1,5
2,9
(AUCUN 3
-)
(77,5)
Phosphate monopotassique
co (MKP)
K (K 2 O)
29 (35)
0,7
3,5
P (P 2 O 5)
23 (53)

4.4
Chlorure de potassium
(Blanc)
K (K 2 O)
50 (60)
1,7
2,0
Cl
47
2,1
Sulfate de potassium
K 2 O
41 (50)
1.2
2,4
S (SO 4
2 -)
17 (56)
5,9

Sulfate de magnésium
Mg
dix
0,9
dix
SO 4 2-
13
7,7
Acide phosphorique 85%,
D = 1,7
P (P 2 O 5)
27 (61)
1.0
3,7 (2,2 ml)
Acide nitrique 53%, D =
1 325
N (AUCUN 3
-)
11,8 (15,6)
1.0
8,5 (6,4 ml)
(1) Déterminé dans une solution à 1,0 g L -1 (%). (2) Teneur en K et P exprimée en équivalents
K 2 O et P 2 O 5 , respectivement. (3) Selon le fabricant, ce produit peut
contiennent également Mg, S-SO 4
2- ou P-PO 4
3- . (4) Quantité d'engrais pour obtenir un
solution avec 1 mg L -1 (1 g 1000 L -1) des nutriments sous forme élémentaire.
Tableau 8. Sels ou complexes utilisés comme sources de micronutriments avec les

contenu et quantités pour préparer une solution avec 0,1 mg L -1 de chaque micronu-
triente. Source: Furlani et. al (1999).

SEL OU ENGRAIS	MICRO-ÉLÉMENT TENEUR	QUANTITÉ DE SEL OU COMPLEXE
%		mg
FeEDTA	Foi	13	0,77
Fe Ac. Biologique		4	2,50
FeEDDHA		6	1,67
FeEDDHMA		6	1,67
FeDTPA		11	0,91
FeHBED		6,5	1,54
FeEDDHSA		6	1,67
Acide borique	B	17	0,59
Borax (décahydra- | Etat)	11	0,91
Sulfate de cuivre (pentahydraté)	Cul	25,4	0,77
CuEDTA		14,5	2,00
Sulf. de Mn (tétra- | drated)	Mn	25	0,38

Piste 69
69
Chapitre 03
Chlorure de Mn (te-
trahydrate)
27
0,37
MnEDTA
13
2,00
Sulfate de zinc
(heptahydraté)
Zn
21
0,45
Chlorure de zinc
45
0,22
ZnEDTA
14
0,71
Molybdate de sodium
(dihydraté)
Mo
39
0,26
Molybdate d'ammonium
nio
54
0,19
Acide molybdique
66
0,15
Tableau 9. Fabricants et produits commerciaux de mélanges de micronutriments destinés à la culture hydroponique et fertigation avec des niveaux de garantie respectifs. Source: organisation des auteurs.
FABRICANT DE PRODUITS
MICRO-ÉLÉMENT
B
Cul
Foi
Mn
Mo
Ni
Zn
Allplant /
Conplant
ConMicros
Standard
1,82
1,82
7,26

1,82
0,36
0,36
0,73
Conmicros
Lumière
4.11
4.11
0
4.11
0,82
0,82
1,64
Basf
BMX Librel
0,88
1,7
3,35
1,7
0,02
0
0,6
Rigran
Micromix
0,7
0,3
7,5
3.4
0,1
0
0,6
TCI
Quelatec AZ
0,65
0,28
7,5
3,5
0,3
0
0,7
Nutriplant
Micros Q
0,5
0,07
5
1
0,08
0
0,4
Aquafertil
Micros
5
1
0

6,6
1,8
0
1,3
Micros + Fe
1
0,3
4.7
1.2
0,4
0
0,4
Yara
SOUTIEN-GORGE Yara Vita
2,1
0,36
2,66
2,48
0,04
0
3,38
SQM
Speedfol
Equilibre
0,85
0,5
3.4
3.2
0,06
0
4.2
COMPO
Fetrilon
Combi 1
0,5
1,5
4
4
0,1
0
1,5
Piste 70
70
Hydroponique pour les techniciens
EXEMPLE DE FORMULATION DE SOLUTION NUTRITIVE POUR LA CULTURE DE LA LAITUE
La base de la formulation de toute solution nutritive est la composition
élémentaire, résultant du résultat d'une analyse macro et micronutriments
plante entière (réalisée en laboratoire et par la recherche scientifique
tific). Les tableaux d'évaluation nutritionnelle indiquent, en général, les niveaux de

nutriments adéquats dans les feuilles, tandis que, pour la formulation d'un
solution nutritive, les données de la plante entière sont de préférence utilisées. À la
but pratique, les niveaux de nutriments dans les feuilles sont suffisants, principalement
principalement pour les légumes dont les parties commercialisées sont des feuilles,
que la masse de la partie aérienne est beaucoup plus élevée que celle des racines.
Ainsi, dans un premier temps, nous prenons le résultat de l'analyse du tissu du
plante et la relation entre les éléments nutritifs est calculée en utilisant K comme base
en raison de sa plus grande quantité dans la plante.
L'unité utilisée en mg kg -1 (sur la base de la masse sèche) pour calculer le rapport des éléments nutritifs en divisant la teneur en éléments nutritifs par
teneur en potassium (élément nutritif indicateur) (tableau 10). Pour le potassium, nous divisons
de sa valeur en soi, aboutit à la relation 1, qui est la base de la plus de nutriments (tableau 10).
Tableau 10. Relations entre le contenu foliaire (mg kg -1 , sur une base sèche) de N, P, Ca, Mg et S et
le contenu en K, considéré comme approprié pour différentes cultures.
CULTURE
K
N
POUR
Ici
Mg
s
LÉGUMES FEUILLES (1)
Cresson
1,00
0,83
0,17
0,25
0,07
0,05
Salade
1,00
0,62
0,09
0,31
0,08
0,03
Almeirão
1,00
0,65
0,11
0,12
0,03

-
Scallion
1,00
0,75
0,08
0,50
0,10
0,16
Chicorée
1,00
0,82
0,11
0,36
0,07
-
Choux
1,00
1,20
0,16
0,62
0,14
-
Épinard
1,00
1,00
0,11
0,78
0,18
0,20
Choux
1,00
1,00
0,15
0,63
0,15
0,13
Roquette
1,00
0,78
0,09
0,84
0,07
-
Persil
1,00
1.14
0,17
0,43
0,11
-
Piste 71
71
Chapitre 03
LÉGUMES FRUITS

Aubergine
1,00
1,00
0,16
0,40
0,14
-
Pois
1,00
1,67
0,20
0,67
0,17
-
Haricots en cosse
1,00
1,43
0,14
0,71
0,17
0,11
Aubergine écarlate
1,00
1,57
0,14
0,57
0,11
-
Melon
1,00
1.14
0,14
1.14
0,29
0,08
fraise
1,00
0,67
0,10
0,67
0,27
0,10
Concombre
1,00
1,22
0,18
0,56
0,16
0,13
poivre
1,00
1,00
0,13
0,63

0,20
-
poivron
1,00
0,90
0,10
0,50
0,16
-
Gombo
1,00
1,29
0,11
1.14
0,23
0,10
Tomate
1,00
1,25
0,15
0,75
0,15
0,16
LÉGUMES À FLEURS
Brocoli
1,00
1,50
0,20
0,67
0,17
0,18
Chou-fleur
1,00
1,25
0,15
0,75
0,10
-
ORNEMENTAUX
Anthurium
1,00
1,00
0,20
0,80
0,32
0,20
Azalée
1,00
2,00
0,40
1,00
0,70
0,35
Bégonia

1,00
1.11
0,11
0,44
0,11
0,12
Chrysanthème
1,00
1,00
0,14
0,30
0,14
0,10
Glaïeul
1,00
1,29
0,20
0,71
0,09
-
Gloxinia
1,00
1,00
0,10
0,50
0,15
0,13
Hibiscus
1,00
1,75
0,35
1,00
0,30
0,16
palmier
1,00
1,00
0,17
0,67
0,20
0,18
rose
1,00
1,60
0,16
0,60
0,16
0,21
Schefflera
1,00
1,00
0,13
0,50
0,17

0,16
Violette africaine
1,00
0,90
0,10
0,30
0,12
0,11
PLANTES D'INTÉRÊT POUR LA RECHERCHE EN NUTRITION (2)
Riz (INCA)
1,00
1,01
0,14
0,16
0,13
0,09
Haricots (EFC 25)
1,00
0,77
0,22
0,16
0,04
0,04
Maïs (EMCAPA 201)
1,00
0,71
0,17
0,08
0,06
0,03
Soja (UFV 5)
1,00
1,27
0,36
0,17
0,05
0,06
Sorgho (BR 506)
1,00
0,77
0,25
0,05
0,03
0,05
Blé (BR 15)
1,00
1,54
0,34
0,08
0,07
0,07
(1) Adapté de Raij et al. (1997). (2) Adapté de Ruiz (1977).
Psaumes 72

Lors du calcul d'une solution nutritive en utilisant la méthode pratique, il était
culture de laitue (tableau 11) et, pour préparer la base de la solution,
une quantité initiale de 100 g de K a été considérée dans cette solution. C'est im-
important de noter que, pour la formulation de solutions nutritionnelles, en général,
références de fertilisation des plantes cultivées en
sol, comme K 2 O et P 2 O 5 . Cependant, la représentation des éléments est requise dans le
présentation des étiquettes de l'emballage des sels commerciaux, dans lesquels
vous utilisez directement le pourcentage ou la concentration de l'élément, comme
K, P, N, etc.
Ainsi, le pourcentage de N sera accompagné de la forme ionique trouvée
après dissociation du sel, par exemple N-NO
3
- ou N-NH
4
+ , toujours
se référant à l'élément pur. Pour développer une solution en utilisant la méthode
ci-dessous, des feuilles de calcul automatisées au format Excel sont disponibles à l'adresse
adresse électronique
http://www.niltoncometti.com.br/software/solucaonutritiva.xls
(COMETTI, 2010).
Tableau 11. Relation entre les éléments nutritifs et la quantité d'éléments nutritifs pour préparer la solution
de base pour la culture de la laitue.
K
N
POUR
Ici
Mg
s
Relation entre les nutriments
1,00
0,62
0,09
0,31
0,08
0,03
Rapport × 100
100
62
9
31
8

3
Quantité (g m- 3)
100
62
9
31
8
3
Ensuite, les sels qui seront utilisés comme source de malt sont définis.
chronutriments. Généralement, les sels commerciaux suivants sont utilisés:
• nitrate de calcium (3) (Ca 19%, N-NO
3
- 4,5%, N-NH
4
+ 1,0%);
• nitrate de potassium (K 36,5%, N- NO
3
- 13%);
• MAP purifiée (N-NH
4
+ 11%, P 26%) - doit être utilisé lorsque le
Le pH de la solution est légèrement neutre ou alcalin, en raison de la présence
l'ammonium, qui peut favoriser l'acidification de la solution (4);
• MKP (K 29%, P 23%) - doit être utilisé lorsque le pH de la solution
est acide;
• sulfate de magnésium (Mg 10%, S 13%).
Les calculs suivants sont basés sur la proportion de nutriments dans le
plant de laitue (tableau 10) et le pourcentage d'éléments nutritifs dans les sels (tableau
6 Tableau 7):
Piste 73
73
Chapitre 03
a) Calcul de Ca: nitrate de Ca = 31 / 0,19 = 163,2 g m-3 (la valeur 31 indique le
Quantité de Ca du tableau 11; la valeur 0,19 indique 19% de Ca dans le nitrate de
calcium dans le tableau 7). Cela a commencé avec le nitrate de calcium car c'est la seule source de
Ici.
b) Calcul de K: nitrate de potassium = 100 / 0,36 = 278 g m-3.
c) Calcul de P: MAP = 9 / 0,26 = 23 g m-3.
d) Calcul de Mg: sulfate de magnésium = 8 / 0,10 = 80 g m-3.
e) Calcul de N: N contenu dans les différents sels ci-dessus = 163,2 × 0,145 + 278 × 0,13
+ 23 × 0,11 = 62,3 g m-3.
f) Si le N résultant de la somme des quantités de sels n'est pas suffisant,
il peut être complété par du nitrate de Ca et / ou du nitrate de K.

g) La composition de la solution nutritive de base, pour respecter la proportion entre
nutriments, sera (en g m-3): 163,2 g de nitrate de Ca, 278 g de nitrate de K,
23 g de MAP et 80 g de sulfate de magnésium; cela devrait être corrigé pour la conduite
activité électrique souhaitée (EC), 1,5 mS cm -1 , par exemple.
h) Pour l'estimation de la conductivité électrique, la CE est multipliée par un
g L -1 d'un sel donné (tableau 7) par la quantité dudit sel.
Pour la solution nutritive de base, la CE estimée sera: 163,2 × 1,18 + 278 × 1,28 +
23 × 0,95 + 80 × 0,88 = 641 µS cm -1 ou 0,64 mS cm -1 .
i) Pour obtenir la CE de la solution nutritive souhaitée (CE = 1,5 mS cm -1),
multiplier les valeurs de concentration de sel calculées au point g par le facteur de correction CE (fce = 1,50 / 0,64 = 2,3), en obtenant les concentrations
concentrations finales de sel (tableau 12).
Tableau 12. Solution nutritionnelle finale pour la culture de laitue, corrigée pour la conductivité.
courant électrique souhaité.
SEL PROPOSÉ
SOLUTION BASIQUE
SOLUTION DÉSIRÉE
---------- g m- 3 ---------- ------
Nitrate de calcium
163,2
375,4
Nitrate de potassium
278,0
639,0
CARTE
23,0
53,0
Sulf. magnésium
80,0
184,0
CE (mS cm- 1)
0,64
1,5
Pour le calcul de la solution de micronutriments, il n'est pas nécessaire de
correction de la CE, car les quantités de sels modifient très peu la CE finale
de la solution. Les concentrations jugées appropriées peuvent être utilisées

et préparez une solution mère 10 fois plus concentrée, appelée «Solution de micronutriments 10X» (tableau 13). Par conséquent, 1 m 3 de solution
nutritif avec 1,50 mS cm EC aura: 375 g de nitrate de calcium,

639 g de calcium
nitrate de potassium, 53 g MAP, 184 g sulfate de magnésium et 100 mL
de la solution de micronutriments 10X.
Tableau 13. Composition d'une solution de micronutriments 10 fois plus concentrée,
pour la laitue.
MICRO-ÉLÉMENT
SEL
TENEUR
CONCENTRATION
ADAPTÉ (1)
QUANTITÉ
DE SAL
SOLUTION
10X
%
mg L -1
mg L -1
g L -1
B
Acide borique
17
0,3
1,76
17,6
Cul
Sulfate
le cuivre
25
0,02
0,08
0,8
Foi
Fe-EDDHA
6
2,0
34,00
340,0
Mn
Sulfate
manganèse
25
0,4
1,60
16,0
Mo
Molybdate
de sodium
39
0,06
0,15
1,5
Zn

Sulfate
zinc
21
0,06
0,29
2,9
(1) Furlani et al. (1999).
Pour la formulation de solutions nutritionnelles à des fins d'études
carence en nutriments, en particulier en macronutriments, deux précautions
les données doivent être prises: (i) n'utiliser que des sels pa; (ii) utiliser uniquement
les sels qui ne contiennent pas le nutriment étudié. Alors quand tu te prépares
une solution ne contenant pas de Ca, le nitrate de calcium ne doit pas être utilisé,
mais le nitrate de potassium et / ou le nitrate d'ammonium, etc. Ces
les formules sans nutriments sont faciles à calculer en gardant l'élément nutritif «zéro» dans la feuille de calcul de la solution nutritionnelle (COMETTI,
2010).
Actuellement, il existe un certain nombre de programmes informatiques (y compris
applications pour téléphones portables) qui peuvent aider à calculer la formulation
de la solution nutritive. Certains d'entre eux sont commercialisés par des universités,
comme Hidrocalc at UFV (LEITE et al., 1997) et SOLUNUT 1.0 (MAIA &
MORAIS, 1998). Cependant, il est possible d'utiliser des feuilles de calcul
électronique, comme la feuille de calcul de la solution nutritionnelle susmentionnée

et aussi le programme «HydroBuddy», disponible sur <http: // scienceinhy-
droponics.com> (FERNANDEZ, 2018).
GESTION DE LA SOLUTION NUTRITIVE
Remplacement de la solution
Pendant la croissance des plantes en solution nutritive, il y a absorption
d'eau et de nutriments dans des proportions différentes, avec des quantités variables
accumulé dans le tissu végétal. Les nutriments, à leur tour, sont absorbés
de la solution nutritive avec une vitesse différenciée, comme déjà discuté.
Ainsi, la gestion de la solution nutritive doit tenir compte de ces particularités
afin d'atteindre la fin du cycle de culture avec le moins de

déséquilibre
financement éventuel, ce qui constitue un défi pour le remplacement adéquat des
nutriments et eau. Des méthodes disponibles pour remplacer la solution
nutritif, peut être répertorié:
a) Remplacement de la solution absorbée: cette méthode utilise la méthode de base
pour reconstituer les nutriments absorbés et l'eau. Dans des conditions basses
humidité relative de l'air, vitesse du vent élevée et température élevée,
il y a une perte d'eau par transpiration disproportionnellement supérieure à
que l'absorption des nutriments, provoquant la concentration du
nourriture nutritive restante. Si la solution est remplacée dans le
même concentration initiale, il y aura une augmentation de la concentration de sels
dans la solution, augmentant considérablement votre CE. La forme de la solution
Le problème est de surveiller la CE de la solution et d'ajouter de l'eau pure
pour le réduire, si nécessaire, ou faire le remplacement avec un
solution plus diluée que l'original.
b) Remplacement des nutriments et de l'eau séparément avec analyse
chimie de la solution: après avoir effectué l'analyse chimique de la solution
nutritive, de l'eau peut être ajoutée pour atteindre le volume initial de
via des solutions mères concentrées de chaque sel. LE
le coût de la surveillance de la solution par cette méthode peut être évité
en plus d'exiger un certain temps d'analyse et de ne pas traduire
précisément la nécessité de remplacer les ions.
c) Remplacement de l'eau et des nutriments séparément par un système autonome
teinté, avec l'utilisation de capteurs de concentration ionique: en plus du
coût élevé des électrodes spécifiques aux ions, leur durée de vie est

réduit, ils nécessitent donc des étalonnages fréquents. Pour que
méthode appliquer les considérations précédentes sur la durée de vie utile du
Solution.
d) Remplacement de l'eau et des nutriments séparément, au moyen de
Surveillance CE de la solution: c'est la méthode la plus utilisée
jours actuels, en culture hydroponique commerciale, en plus d'être appliqué à
dans la nutrition des plantes, car il est peu coûteux et permet un

suivi
suivi de la concentration totale de sels dans la solution. Remplacement de
l'eau peut être faite instantanément, au moyen d'une vanne niveler avec flotteur, ou quotidiennement, manuellement.
La mesure CE permet de surveiller l'absorption des nutriments, car,
bien que ne fournissant pas la concentration de chaque ion, la CE donne une idée de la
concentration totale d'ions en solution. Le remplacement des ions se fait avec
solutions mères concentrées, reconstituant un seul volume de solution
assez de stock pour élever la CE à la valeur initiale.
L'élimination de la solution nutritive est effectuée uniquement à la fin d'un cycle
la culture, réduisant considérablement le coût des nutriments et des analyses chimiques
de la solution. La durée de vie utile de la solution, dans des conditions de culture hydroponique de
les légumes-feuilles, au Brésil, ont passé entre 15 et 30 jours dans les systèmes NFT
(technique du film nutritif), dans laquelle la solution nutritive traverse le
racines de plantes placées dans un canal de culture et recyclées à partir de
d'un réservoir. Dans les hydroponies commerciales, pour faciliter la gestion,
un changement total de solution peut être effectué à chaque cycle de culture.
Préparation et utilisation des solutions mères
Pour faciliter la gestion du remplacement des nutriments, il est pratique de
arrêter les solutions mères concentrées contenant tous les
proportion de la solution nutritive d'origine. Pour déterminer la concentration
traction maximale de la solution mère, il est nécessaire d'utiliser la solubilité de
sels avec la limite maximale (tableau 14). De plus, il peut y avoir des incompatibilités
stabilité entre les sels qui ne leur permet pas d'être placés dans le même
solution concentrée, mettant en évidence l'incompatibilité entre le nitrate de
Ca et sels contenant du P et du S, car ils forment des précipités faiblement solubilisés
(Tableau 15).
Par conséquent, deux solutions sont en cours d'élaboration, intitulées «A» et «B», dans lesquelles le
Le traitement Ca est placé dans un seul d'entre eux. De plus, en considérant

la présence possible de P et S dans le nitrate de K commercial, la recommandation est
qu'il fait partie intégrante de la solution B en raison de la formation possible de
les phosphates et sulfates de calcium, qui sont des sels insolubles.
En utilisant, comme exemple de calcul, la solution formulée pour la culture
laitue et en tenant compte du fait que le nitrate de K a une solubilité
200 g L -1 (Tableau 14), 3195 L seront nécessaires pour solubiliser le 639
g pour la solution nutritive (tableau 16). Ainsi, le nitrate K sera utilisé
comme base pour les solutions mères car c'est le sel avec la plus grande quantité
d'eau nécessaire pour la solubilisation.
Tableau 14. Solubilité dans l'eau froide (0,5 ºC) et chaude (100 ºC) et indice salin de certains
sels utilisés en culture hydroponique.
SEL
EAU FROIDE
EAU CHAUDE
INDICE SALIN (1)
..... g L -1 .....
Acide borique
19,5
389
Chlorure de potassium
277
561
116
Phosphate de diamonium
426
1063
34
Phosphate monoammonique
224
1730
30
Nitrate d'ammonium
1 183
8711
105
Nitrate de calcium
1 000
6598
53
Nitrate de potassium
200
2471
74
Nitrate de sodium
-

-
100
Sulfate d'ammonium
704
1033
69
Sulfate de calcium
Insoluble
8
Sulfate de magnésium (2)
700
906
deux
Sulfate de manganèse
516
696
Sulfate de potassium
67
239
46
Indice de salinité par rapport au nitrate de sodium = 100. (2)
Température différenciée pour le sel:
eau froide = 20 ° C; eau chaude = 40 ° C Source: Adapté de
Boodley (1996) et Resh (2002).
Piste 78
78
Hydroponique pour les techniciens
Tableau 15. Compatibilité (C), compatibilité réduite (R) et
incompatibilité (I)
entre différents engrais. Source: Cometti et. al (2006).
Tableau 16. Volume minimum requis pour solubiliser les sels de
la solution nutritive
pour la culture de la laitue.
SEL
SOLUBILITÉ
VOLUME MINIMUM DE LA SOLUTION DÉSIRÉE
g L -1
g 1000 L -1
L
Nitrate de calcium
1000
375
0,375
Nitrate de potassium
200
639
3 195
CARTE
220
53
0,24
Sulfate de magnésium
700
184

0,26
Selon les caractéristiques de compatibilité des solutions considérées
engrais centrés, deux solutions concentrées doivent être préparées
A et B.Dans la solution A, il y a du nitrate de calcium et la solution de micronoyau
et en solution B, les autres: nitrate de potassium, MAP et sulfate magnésium (tableau 17).
Le volume minimum d'eau pour dissoudre les engrais dans la solution B est
résultant de la somme des volumes pour dissoudre le nitrate de potassium (3195
L), MAP (0,24 L) et sulfate de magnésium (0,26 L), soit 3,695 L. Pour
simplifier, arrondir le volume à 5,0 L et dissoudre ces trois
les engrais et la solution de micronutriments 10X. Pour éviter les erreurs et
faciliter les dilutions, le même volume est également utilisé pour dissoudre
Psaumes 79
79
Chapitre 03
nitrate de calcium et chélate de fer. Pour préparer 1000 L de solution
nutriment avec CE égale à 1,5 mS cm -1 , 5 L de solution A peuvent être utilisés
plus 5 L de solution B.
Pour remplacer la solution consommée, le niveau de la solution est corrigé
avec de l'eau pure, homogénéiser et mesurer la conductivité électrique du
solution au moyen d'un conductimètre manuel. Chaque baisse de 10%
dans la CE (0,15 mS cm -1), 500 ml de chaque solution mère sont utilisés pour la
Correction CE au niveau d'origine dans 1 000 L de solution nutritive.
Tableau 17. Solutions mères A et B avec des sels individuels.
SOLUTIONS DE STOCK
ENGRAIS
CONCENTRATION
g L -1
Solution A
Nitrate de calcium
75
Fe-EDDHA
6,8
Solution B
Nitrate de potassium
127,8
CARTE
10,6
Sulfate de magnésium

36,8
Micronutriments 10X (mL)
20
De même, pour utiliser des sels commerciaux (tableau 18), vous pouvez
préparer les solutions mères en ajoutant 500 ml de solution A et 500 ml
mL de solution B, pour restaurer EC ≅ 0,14 mS cm -1 dans 1000 L de solution
nutritif.
Tableau 18. Solutions mères A et B d'engrais commerciaux.
ENGRAIS
SOLUTION DE STOCK (5 LITRES)
LE
B
Nitrate de calcium + Fe-ED-
DHA
Hidrogood Fert
Hidrogood Fert
500 g + 30 g
660 g
Laitue Dripsol
500 g + 10 g
660 g (1)
Maxsol
500 g + 30 g
660 g
Kristalon 6-12-36
500g
660 g (2)
(1) Ajouter 12 g de Conmicros Light; (2) Ajoutez 25 g de Tensococktail.
Piste 80
80
Hydroponique pour les techniciens
CARACTÉRISTIQUES DES SOLUTIONS NUTRITIVES
Certaines caractéristiques des solutions nutritionnelles sont fondamentales pour
croissance des plantes, en particulier concentration, pH et température
rature de la solution. Alors, pour comprendre le comportement d'une plante
poussant dans une solution nutritive, il est essentiel de connaître ces caractéristiques
pour savoir comment les gérer et comment obtenir les résultats souhaités.
à la fois dans les expériences d'études de recherche et dans la production
utilisation commerciale dans les systèmes hydroponiques.
Concentration de la solution nutritive
La définition de la concentration de nutriments dans la solution nutritive est la
deuxième étape pour sa formulation. Concentration adéquate, quel que soit

quelle que soit la relation entre les nutriments, dépendra, tout d'abord, de
consommation d'eau, établie par la vitesse transpiratoire de la plante.
Une bonne estimation de l'eau transpirée par rapport à la croissance de
les plants de laitue en culture hydroponique représentent environ 300 à 400 ml d'eau
transpiré par la plante du jour.
Dans des conditions de climat tropical, une transpiration élevée contribue également
plus pour réduire le volume et augmenter la concentration de la solution
nutritif. L'absorption des nutriments, à son tour, est déterminée par le taux
de la croissance des plantes. Par conséquent, il est très courant d'avoir un déséquilibre
entre la quantité d'eau et la quantité de nutriments que la plante absorbe du sol.
solution, avec une augmentation de la CE de la solution tout au long de la journée, lorsque
il y a remplacement de l'eau, principalement dans les régions plus chaudes du Brésil.
Les premières solutions nutritionnelles utilisées pour la culture commerciale de
les légumes sont actuellement considérés comme très concentrés. en ce moment
et pour le système NFT (Nutrient Film Technique), il est possible de réduire
leur concentration considérablement. Alors que les premières solutions
utilisé CE de 2,5 à 3,0 mS cm -1 pour la culture de la laitue, de nos jours il est
l'utilisation de CE autour de 1,0 à 1,5 mS cm -1 est courante (COMETTI, 2003).
L'application pratique de la concentration de la solution dans la production agricole
il est particulièrement important dans un environnement tropical. Concentrations élevées,
avec des températures élevées, peut conduire à l'apparition de brûlures
les bords des légumes à feuilles ou une carence induite en Ca, tandis que
de faibles concentrations peuvent entraîner une réduction des solides solubles dans
les légumes-fruits, avec une diminution conséquente de la qualité commerciale
du produit (COMETTI et. al, 2018).
Piste 81

Dans les travaux effectués dans des conditions de haute température dans l'État
Rio de Janeiro, Cometti et d'autres auteurs (2008) ont trouvé le

plus grand
croissance de laitue avec la solution proposée par Furlani (1997), diluée
75% de la concentration d'origine, ce qui correspond à la CE proche de 1,5 mS
cm -1 , mais sans différence significative entre les plantes cultivées
de 0,98 à 1,84 mS cm -1 . Au nord d'Espírito Santo, également dans des conditions
température élevée, les plants de laitue ont montré une croissance plus élevée
dans des solutions avec CE allant de 0,75 à 1,5 mS cm -1 (Figure 2), également
sans différence statistique dans cette fourchette de CE (BARBIERI et al., 2010).
Genuncio et autres auteurs (2006), en cultivant trois hybrides de tomate en système hydroponique NFT, à haute température, vérifiée
que les différentes concentrations ioniques des solutions nutritives (50 à 100%
La solution de Hoagland et Arnon) n'a pas influencé la productivité et
accumulation massive de tomates.
Par conséquent, dans des conditions de températures élevées dans un environnement tropical,
les concentrations des solutions nutritives doivent être adaptées, avec la force ionique
moins qu'initialement recommandé dans les formulations d'origine
des pays tempérés. Ainsi, on considère que dans les climats tropicaux,
plus la quantité de sels dans la solution est élevée, plus la restriction sur
sorption de l'eau par les racines et, par conséquent, des nutriments. Si la concentration
de sels est trop élevée, les légumes peuvent même perdre de l'eau
blessures moyennes, survenant qui, selon l'intensité, peuvent causer
mort des racines et des plantes.
L'effet salin de chaque sel est variable et, en général, le nitrate est utilisé.
sodium comme référence. En pratique, dans les solutions nutritionnelles, la salinité
ne peut devenir un problème que lorsque la circulation de la solution
est interrompu pendant de longues périodes en période de forte transpiration,
une accumulation de sels peut se produire à la surface des racines.
La CE de la solution varie également avec sa température. Tous les cinq
degrés de température, il y a une augmentation de l'EC d'environ 11%. Ainsi,

une solution avec CE de 1 mS cm -1 à 25 o C devrait présenter, environ
1,11 mS cm -1 CE à 30 ° C
Température de la solution nutritive
La température de la solution nutritive a trois implications majeures
tions pour les plantes, influençant:

a) directement dans l'activité métabolique, car la température est un facteur déterminant
cisivo dans l'activité enzymatique;
b) directement dans l'absorption des ions, car l'absorption ionique par
les protéines de transport suivent également le modèle de la cinétique d'activité
activité enzymatique et dépend de la température;
c) oxygénation de la solution, car plus la température est élevée, moins
la quantité de gaz dissous, réduisant l'oxygénation et la respiration
ration cellulaire, responsable de la production d'énergie pour les processus
métabolique.
En général, la température de la solution nutritive reflète la température du
l'environnement, car les systèmes hydroponiques, commerciaux ou personnels sont rarement
quisa ont le contrôle de la température. Ainsi, l'ensemble des variables
associé à la température, peut contribuer à l'apparition de diverses situations défavorables au métabolisme des plantes. Bremenkamp
(2011) ont souligné l'influence des températures de solution élevées et basses
effet nutritif sur les changements anatomiques et physiologiques des plantes (Figure
40).
Figure 40. Schéma illustrant les facteurs qui sont affectés par la variation de température
solution nutritive. Source: Adapté de Bremenkamp (2011).

En général, une élévation de 10 ° C, comprise entre 5 et 25 ° C, double le
racines. En revanche, en dessous de 5 ° C, il y a une diminution drastique
de l'haleine des racines, alors qu'à environ 30 ° C il y a une augmentation
considérable, mais pas aussi rapide que dans la plage de 5 à 25 ° C. Tempérer-
les températures proches ou supérieures à 40 ° C diminuent

l'efficacité respiratoire
(BUCKERIDGE, 2008). En revanche, des changements relativement faibles
dans la température de la solution nutritive peut avoir des effets positifs sur
développement des racines (RODRIGUES, 2002).
La quantité d'oxygène (O
deux
) dissous dans la solution nutritive est
proportionnelle à sa température, puisque, avec l'augmentation de la température,
pérature, l'O
deux
dissous, il est libéré dans l'atmosphère. L'absence de
l'oxygène dans la solution peut entraîner la mort du système racinaire. Le contenu de
oxygène dissous dans la solution nutritive considérée comme optimale pour la plupart
des cultures est de 8,6 mg L -1 et ne doit pas être inférieure à 5 mg L -1 , étant
cette valeur est considérée comme la limite (JENSEN, 1997).
Ainsi, la température idéale de la solution nutritive dépend de la culture
et le cultivar. Pour la laitue, par exemple, Bremenkamp (2011) a conclu que
les températures maximales de la solution nutritive autour de 24 à 26 o C sont
dans la plage idéale et que seul le contrôle de la température de la solution nutritive
assez pour maintenir la croissance des plantes, même si la température
la température de l'air en contact avec la partie aérienne atteint des températures plus élevées,
au-dessus de 30 o C. Cependant, ces plantes, lorsqu'elles sont cultivées à des températures
de la solution nutritive au-dessus de 30 ° C, a montré une réduction de la croissance
à. Ce fait montre l'importance de contrôler la température de la solution
associée à la surveillance et au contrôle de la température du
l'air, en contact avec la partie aérienne, notamment lorsqu'il s'agit de
températures supérieures à 30 o C, pour la culture de la laitue. Cependant, les températures
des températures plus basses réduisent également la croissance des plantes, encore plus si
en dessous de 15 o C, car il induit une réduction générale de la vitesse du
fumeur. De plus, il y a une température, dite «basale», en dessous du
que la plante ne peut pas pousser, qui, pour la laitue, est comprise entre 6 et 7 o C.
Diverses techniques pour contrôler l'élévation de la température du

peut être utilisé, à la fois dans des pots d'expérimentation et dans
systèmes commerciaux:
a) utilisation de serpentins contenant du liquide de refroidissement interne
Psaumes 84
84
Hydroponique pour les techniciens
dans la solution, en notant qu'ils ne doivent pas être en cuivre pour éviter
provoquer une toxicité pour les micronutriments;
b) refroidir la solution elle-même dans des échangeurs de chaleur;
c) refroidissement de la solution dans des tours d'évaporation;
d) baigner les récipients ou le réservoir de solution avec du liquide refroidi
rante (figure 41);
e) tour de refroidissement (Figure 42).
Figure 41. Réservoirs de solution nutritive baignés d'eau pour la réfrigération.
Source: Propre (2004).
Figure 42. Tour de refroidissement pour solution nutritive.
Source: Propre (2004).
Psaumes 85
85
Chapitre 03
Quel que soit le système de refroidissement utilisé, il est fondamentalement
mental éviter le contact de la solution nutritive avec des tuyaux métalliques qui
libérer des nutriments, éviter d'exposer la solution à la lumière, car ils se décomposent
mettre les agents chélateurs et maintenir la solution dans une plage optimale
température de l’espèce ou du cultivar.
PH de la solution nutritive
Des concentrations élevées de H + dans la solution nutritive peuvent déstabiliser
membranes cellulaires, provoquant la perte d'ions et la mort des cellules
de la racine. Les plantes peuvent supporter des pH compris entre 4,5 et 7,5, sans grande
effets physiologiques. Cependant, des effets indirects, comme une réduction de
la disponibilité des nutriments, peut sérieusement compromettre la croissance
des plantes, car les changements de pH peuvent favoriser la formation de
espèces ioniques qui ne sont pas transportées immédiatement à l'intérieur du
cellules, compromettant l'absorption du nutriment.
De plus, et en fonction du pH de la solution, il y a formation de plexus insolubles. À pH supérieur à 6,5, il y a une réduction de la disponibilité

de Mn, Cu, Zn, B, P et, surtout, Fe, alors qu'il y a une petite réduction de
disponibilité de P, K, Ca et Mg à un pH inférieur à 5,0. Par conséquent, le pH du
la solution nutritive recommandée pour la plupart des cultures se situe entre 5,8
et 6.2, une condition qui permet la disponibilité maximale des nutriments dans
général (BUGBEE, 1995). En solution nutritive, Inoue et d'autres auteurs. (2000)
ont observé qu'une réduction du pH en dessous de 4,2 affectait significativement
captive la croissance de la partie aérienne et le système racinaire de la laitue.
Dans les usines alimentées en NH_4^+ et NO_3^-, le pH de la solution peut chuter
commencer en fonction de l'absorption de NH_4^+, mais, peu de temps après, remontez
dès l'absorption de NO_3^- devenir plus grand que celui de NH_4^+ (Figure 43). Dans-
en raison de la baisse du pH avec l'absorption de NH_4^+, il est recommandé de fournir
seulement N partiel sous forme ammoniacale (MAP, par exemple), ce qui rend le
solution plus tamponnée.
Par conséquent, il est plus pratique de garder la solution nutritive équilibrée
cations et anions pour répondre à la demande des plantes plutôt que d'essayer de
maintenir le pH dans une gamme étroite de valeurs grâce à l'utilisation d'acides
(sulfurique, phosphorique, nitrique ou chlorhydrique) et des bases fortes (hydroxyde de sodium,
K ou NH_4^+) pour réduire ou augmenter le pH du milieu de croissance, respectivement
de nouveau.

L'utilisation de petites doses continues de N-NH_4^+ une solution
de sulfate d'ammonium peut maintenir le pH à 5,5 (± 0,5) tout au long du cycle

de la culture, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des acides forts pour
abaisser le pH de la solution et sans compromettre la productivité de la culture
ture (MARTINS et al., 2002).
Figure 43. Variation de la concentration de nitrate, d'ammonium et du pH de la solution nutritive dans
culture hydroponique (NFT) avec le cultivar de laitue Vera. La solution a été complètement renouvelée
tous les sept jours et ajusté quotidiennement par conductivité électrique et pH avec
hydroxyde de sodium. Source: Cometti (2003).
Psaumes 87
Dans cet article, nous traiterons de la culture de la laitue dans le système NFT,
du semis à la récolte, présentant les technologies les plus avancées
simple et actuel.
La production hydroponique, ainsi que la production conventionnelle, commence par
production de semis. La première tâche est de choisir la variété. Pour alpha-
il existe de nombreuses variétés sur le marché, du type lisse, frisé, chou, bébé
etc. Les cultivars les plus consommés sont bouclés. Le lisse et le
bouclés, ont des variétés d'hiver et d'été. Comme la plupart des
le pays a un climat chaud, les variétés estivales font l'objet d'études,
car la laitue produit bien à des températures allant jusqu'à 26 o C. Dès lors, c'est un
grand défi pour les producteurs hydroponiques.
Certaines variétés de laitue ont été consolidées dans des cultures hydroponiques.
parmi eux, Regina, Verônica, Vera (crespa), Vitória de Santo Antão,
Nilton Nélio Cometti
Gláucio da Cruz Genuncio
Pedro Roberto Furlani
Gestion d'usine NFT
Chapitre 04
Psaumes 88
88
Hydroponique pour les techniciens
Wanda etc. Après une certaine expérience en culture hydroponique, le
L'agriculteur doit faire des tests pour identifier la variété la mieux adaptée
pour votre région.
PRODUCTION DE SEMIS
Le producteur peut acheter les plants auprès d'entreprises réputées ou produire
leurs propres plants en utilisant des semences de bonne qualité, également de
entreprises appropriées. Pour la culture hydroponique, il est

pratique de produire
des plants eux-mêmes, puisque normalement ceux
commercialisés sont
cultivé sur des substrats organiques, qui en plus de devoir passer à travers
adaptation au système, peut encore causer une sorte de
problème
phytosanitaire ou colmatage dû à la libération du substrat.
Les premiers systèmes NFT utilisaient une piscine peu profonde
avec une solution
nutritif, maintenant une profondeur d'eau d'environ 5,0 cm,
imperméabilisé avec un film plastique ou en fibre de verre,
où des plateaux de semis en polystyrène ont été placés. Dans le
les cellules du plateau ont été placées de petites liasses de coton
la graine a été déposée, qui a germé et a émis les premières
racines.
Ensuite, ce plant a été transplanté en pépinière.
Actuellement, la mousse phénolique est la technologie la plus
utilisée. Les panneaux
la mousse se trouve dans différentes tailles, en fonction de la
culture
qui va être implanté. La mousse pour laitue se présente dans des
assiettes de laitue de 2 cm.
tous pré-marqués en alvéoles de 2 x 2 cm, constituant, en
général,
345 cellules par plaque et boîte de 15 plaques (5175 cellules par
boîte). Quelques-
mais les mousses ont quand même beaucoup d'acidité, elles
doivent donc être très propres
ne pas provoquer une mauvaise germination (Figure 44). Le
lavage imparfait
la mousse peut provoquer une mauvaise germination ou une
germination inégale
sur la plaque (Figure 45).
La graine est placée dans un trou fait par l'agriculteur dans un
5 mm, avec la mousse préalablement humidifiée. Semis
peut être manuel, mais il existe des semoirs mécaniques faciles à
utiliser
peut être très utile dans les systèmes hydroponiques
commerciaux (Figure 46).
Après la germination, la mousse ensemencée doit être irriguée
avec de l'eau jusqu'à
germination. Ensuite, il commence à être irrigué avec une
solution nutritive jusqu'à ce que le
usine.
Psaumes 89
89
Chapitre 04
Figure 44. Lavage de mousse phénolique. Source: propre (2003).
Figure 45. Mauvaise germination due à un mauvais lavage de la
mousse phénolique.
Source: Propre (2015).
Figure 46. Séquence de semis à l'aide du semoir mécanique. À
partir de la gauche

à droite: semis mousse, distribution des graines, mousse semée avec
graine de laitue granulée. Propre (2015).
De nombreux producteurs placent les feuilles de mousse phénolique déjà germées
dans des plateaux où la solution nutritive s'égoutte, réduisant le travail de
irrigation manuelle (Figure 47). Après environ 10 jours, ces

les semis, déjà avec deux vraies feuilles, sont mis en évidence (cellule par cellule) et
transplanté à la pépinière (banc avec canaux Ø = 40 mm), en environ 10 x 10 cm. La greffe doit toujours commencer à
début du banc (crèche) descendant jusqu'à la fin en maintenant toujours un
ligne transversale de semis (figure 48). Pour la transplantation, nous choisissons de commencer
des plants plus gros, à la recherche d'homogénéité par taille, car les plants ne sont pas toujours de taille très homogène.
Figure 47. Banc d'irrigation pour la germination en mousse phénolique.
Source: Propre (2016).
Figure 48. Banc de pépinière avec des plants de laitue (à gauche) et des poivrons (à droite).
Source: propre (2002).
Il y a des expériences, qui sont fournies avec une lumière artificielle supplémentaire
pendant la nuit, visant à réduire le cycle végétatif, car
la phase de «semis» (semis) correspond à environ 50% du cycle de semis
salade. Cette phase est raccourcie pendant les mois les plus ensoleillés et les plus chauds
tees, Des lampes à vapeur de sodium de 1000 W sont généralement utilisées.
plusieurs lampes LED spécifiques en cours de développement qui émettent le
longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm, afin de fournir une lumière de qualité
pour les plantes. Ces LED, cependant, ont encore des limites en termes de
pouvoir de maintenir les cultures commerciales.

Après 15 à 20 jours, lorsque les plants ont 6 à 8 feuilles vertes
machines, sont à nouveau transplantées, cette fois dans les canaux définitifs
plus grand diamètre et espacement. Pour la laitue, généralement en conserve
sont Ø = 75mm Ainsi, sur le banc final, les plantes passent
20 jours (Figure 49). A ce moment, on prend soin de ne pas blesser le

racines lors de la transplantation, car il permet l'entrée de phytopathogènes. LE
l'espacement peut être variable dans la phase de croissance, selon le type
variété utilisée, conditions d'éclairage locales, type de produit extrémité souhaitée (tige de laitue ou «botte de laitue»), etc., généralement la plus
utilisés sont: 18x20 cm; 25x25 cm et 30x30 cm. En culture conventionnelle, le
le cycle de culture de la laitue peut atteindre 70 jours. En hydroponie, rarement
dépasse 50 jours (tableau 19). En hiver, le cycle de la laitue se prolonge,
et en été, il peut être très court, autour de 30%, selon la luminosité et température ambiante. Si le cycle est trop long, il faut vérifier que la solution nutritive est correctement équilibrée, si
l'oxygénation et l'écoulement des canaux sont corrects, ou, enfin, sinon
un problème phytosanitaire se pose (ravageurs et maladies).
Figure 49. Plantules nouvellement transplantées dans le canal NFT définitif.
Source: Propre (2016).
Psaumes 92
92
Hydroponique pour les techniciens
Tableau 19. Résumé des principales phases de la gestion des installations dans le système NFT
PHASE
CE QUI SE PRODUIT
LIEU
DURÉE (JOURS)
Ensemencement
Bien laver la mousse
structure phénolique et
sitar la graine
Plateau arrosé
deux à trois fois
par jour
-
1ère greffe
Transplantation de
semis avec deux
vraies feuilles
pour la crèche
Petits canaux (Ø
= 50 mm)
5 à 10
Formation de
semis
Les semis poussent
tout doucement
Petits canaux (Ø
= 50 mm)

10 à 20
2ème greffe
Les plants sont
planté de 6 à 8
vraies feuilles
Canaux plus grands (Ø =
75 mm)
-
Croissance finale
Les plantes poussent
vite
Canaux plus grands (Ø =
75 mm)
20 à 30
Récolte
Plantes de taille
part de marché entre
20 et 40 feuilles, ou
200 et 400 g.
-
Total
50
RÉCOLTE
L'activité de récolte en culture hydroponique est une grande différence dans
culture conventionnelle. L'ergonomie des bancs permet
la récolte se fait debout, étant quelque chose d'agréable. La première
la chose à faire est de fermer l'enregistrement de la solution, la récolte commence
toujours par la partie du banc où les plantes sont plus grandes (début de
banc), en descendant jusqu'au bout. Après avoir retiré la laitue du banc, il est
important de faire la toilette, c'est-à-dire d'enlever les feuilles brûlées, l'excès de
racine, ou diverses impuretés (Figure 50).
Après cela, les plantes sont emballées dans des emballages spécifiques.
tu restes. Aujourd'hui, il existe des sacs en plastique coniques et perforés pour éviter
génération de vapeur interne, permettant une meilleure exposition du produit (Figure
51). Dans ce cas, il est important de laisser les racines à l'intérieur de l'emballage pendant
éviter une déshydratation excessive et rapide du produit, en plus d'identifier les
plante comme ayant été produite en culture hydroponique en raison de la présence de

système racinaire. Après emballage, les plantes sont emballées dans

boîtes de supermarché en plastique, à raison de 10 plantes par boîte.
La livraison des cartons avec la laitue doit se faire dans un délai maximum de trois heures
après la récolte.
Figure 50. Récolte de laitue NFT - plante nécessitant des toilettes (à gauche), selon
récolte dans des caisses en plastique (au centre) et sur un banc après l'enlèvement du
les plantes. Source: Propre (2017).
Figure 51. Laitue hydroponique dans un emballage spécifique. Source: photos des auteurs.
Source: Propre (2018).
A la récolte, toutes les plantes sont enlevées, car à la fin de la récolte, le
Le banc doit être propre et, de préférence, désinfecté avec du chlore actif (eau
santé). Après avoir utilisé de l'eau de Javel, il est obligatoire de passer
d'eau claire pour éliminer tout résidu de chlore. Si c'est possible, laissez le banc au repos pendant une journée, en évitant tout gaspillage
le duo de chlore se volatilise.
Psaumes 94
94
Hydroponique pour les techniciens
Dans les régions avec des températures élevées et la présence de vents, des facteurs qui
favoriser une évapotranspiration excessive des plantes, il est conseillé de réduire la
conductivité de la solution nutritive par rapport à celle recommandée par le
rature, par nos propres observations, nous suggérons de travailler dans la gamme de 0,7 à 1,3
mS.cm -1 . L'effet de travailler avec une solution entre 2,0 et 2,5 mS.cm -1
pour les conditions de la Baixada Fluminense, c'était le flétrissement des plantes
aux heures les plus chaudes de la journée. L'idéal, cependant, d'un contrôle difficile, serait
gestion différenciée des concentrations, c'est-à-dire tout au long de la journée
solution diluée et dans les heures où l'évapotranspiration est moindre, utilisez un
plus concentré, cependant, il faudrait constituer une autre réserve
thorium. Cette méthode favorise le refroidissement de la solution nutritive utilisée
aux heures les plus chaudes, pendant la nuit, principalement lorsque
l'énergie est utilisée à cette fin (MARY, 1997).
Psaumes 95
Ce système est une variante d' écoulement profond . Sa construction

La solution est très simple. Un réservoir avec une profondeur de 20 à 50 cm, le type de piscine contient toute la solution. A propos de la solution
des plaques flottantes (généralement en polystyrène) soutiennent les plantes (Figure
52). Le système présente certains avantages:
a) il a moins de fluctuation de la température de la solution nutritive en raison de
au volume;
b) court moins de risques de perte de production en raison d'un manque d'énergie électrique
trica en raison du fait que les racines sont immergées tout le temps;
c) il a moins de risques de perte de solution en raison de fuites qui se produisent dans le système hydraulique;
d) il constitue une meilleure utilisation de l'espace sous la serre.
Gláucio da Cruz Genuncio
Nilton Nélio Cometti
Pedro Roberto Furlani
Système flottant ou "piscine"
Chapitre 05
Psaumes 96

En revanche, le système a présenté quelques difficultés, surtout en milieu tropical:
a) une incidence plus élevée de maladies, en particulier de Pythium , en raison de
un excès d'humidité;
b) difficulté à maintenir une oxygénation adéquate des plantes;
c) il risque de perdre un grand volume de solution en raison de contamination ou déséquilibre ionique.
En termes d'applicabilité commerciale, une grande partie des systèmes
plantés dans le pays ont subi des revers et ont été abandonnés. Pourtant,
il y a des producteurs qui utilisent le système avec succès.
Figure 52. Système hydroponique de type statique flottant ou " big pool".
Source: propre (2002).
Episode 97
Système hydroponique vertical
Un système modifié du système de lit horizontal traditionnel
Telle est la culture hydroponique verticale, où des tubules de 15 à 30 cm de
diamètre du polyéthylène droit, même rempli de substrats (Figure 53), soutenez les plantes dans les trous le long du tube. Dans ce
si système la solution entre par la partie supérieure et descend par gravité jusqu'à
un lit où il est collecté comme dans le système NFT traditionnel. Ce système,
actuellement, il est plus utilisé dans la production de fraises, où les tubes de

le polyéthylène flexible est rempli de paille de riz carbonisée.
Malgré la possibilité de cultiver un grand nombre de plantes par région, les producteurs qui ont utilisé le système n’ont pas réussi au niveau national.
commercial, principalement dû à l'ombrage des plantes de la pièce
bas.
Gláucio da Cruz Genuncio
Nilton Nélio Cometti
Pedro Roberto Furlani
Chapitre 06
Psaumes 98
98
Hydroponique pour les techniciens
Figure 53. Système hydroponique vertical et horizontal en couches pour la fraise.
Source: propre (2006).
Psaumes 99
Il est très courant que les gens nous demandent des cours de formation
sur la meilleure utilisation de la serre avec les systèmes hydrauliques
tonique sur les comptoirs avec une section triangulaire (beaucoup l'appellent pyramidale).
Il existe de nombreuses initiatives pour son utilisation, mais, commercialement, il ne semble pas
une bonne idée car il y a une ombre sur l'un des
côtés du support, voire des plantes supérieures sur les inférieures.
De plus, la base plus large du triangle rend difficile la gestion des plantes
des canaux supérieurs. Sur la figure 54, à droite, dans la culture de la laitue en
chacune des sections triangulaires, il est facile de remarquer l'auto-ombrage et l'ombrage
un banc sur l'autre.
Nilton Nélio Cometti
Système hydroponique de paillasse
triangulaire
Chapitre 07
Piste 100
100
Hydroponique pour les techniciens
Figure 54. NFT avec coupe triangulaire de fraise (à gauche) et de laitue (à droite). Photos de
auteurs. Source: propre (2002).
Psaumes 101
L' atome C avait déjà mentionné au début, les premiers jours de la culture
sans sol remontent à des millénaires. Cependant, avec les demandes actuelles
société, de nouvelles opportunités s'ouvrent également pour la production
la culture hydroponique au-delà de ce qui se fait

traditionnellement en NFT, dirigée
en particulier pour la production de légumes. Pendant quelques instants
sécheresse, dans certaines régions du Brésil, les éleveurs de bovins
fait usage de la production hydroponique de maïs, fournissant l'approvisionnement
de fourrage pour le bétail à partir de maïs fraîchement germé (Figure 55).
Everaldo Zonta
Nilton Nélio Cometti
Wellington Mary
Différentes possibilités dans
systèmes hydroponiques
Chapitre 08
Episode 102

Figure 55. Production hydroponique de maïs. Source: Propre (2004)
Dans la même lignée que la production de maïs hydroponique, pour l'alimentation
consommation humaine il y a une consommation croissante de germes, dont le germe
gagner en qualité nutritionnelle, en réduisant certains facteurs anti-nutritionnels
et augmenter la présence de protéines et de vitamines. Cette production,
majoritairement organique et fabriqué en substrat, il a besoin de connaissances et
soins dédiés à la culture sans sol (Figure 56).
Betterave
Chou rouge
Du blé
Tournesol
Coriandre
Roquette
Figure 56. Germes destinés à la consommation humaine. Source: Propre (2018).
En plus de la nourriture, plusieurs producteurs de fleurs utilisent la technique
qui est également utilisé dans la décoration intérieure (Figure 57).
Figure 57. Culture de fleurs NFT. Source: Propre (2004).
Episode 103
INTRODUCTION
La nutrition des plantes est interdisciplinaire, liée à d'autres disciplines, parmi lesquelles, la science du sol, la physiologie végétale,
Biochimie, biologie, chimie etc. Pour la production de légumes, il faut
une compréhension de la façon dont les plantes acquièrent, assimilent et utilisent
nutriments, provenant du sol ou dans un système hydroponique.

Les éléments sans
qu'une plante ne développe pas (termine un cycle) sont appelés éléments essentiels. Ceux-ci à leur tour, selon la «quantité» nécessaires sont divisés en macro et micronutriments. Physiologiquement, chacun
l'un de ces éléments exerce une ou plusieurs fonctions dans le métabolisme de
végétaux, et en cohérence avec les autres facteurs de production, l'ensemble
de ces éléments assure le développement / la production de l'usine.
Everaldo Zonta
Nilton Nélio Cometti
Nutrition minérale: productivité,
qualité et résistance aux ravageurs et
maladies des légumes
Chapitre 09
Episode 104

Le tableau 20 présente les macro et micro nutriments, leurs principaux
principales fonctions et certains composés lorsqu'ils sont présents dans les plantes.
Tableau 20. Macro et micronutriments, fonctions physiologiques et certains composés où
sont présents. Source: HAAG, 1987.
NUTRITIF
OCCUPATION
COMPOSÉ
N
Participez à tous
métabolisme des plantes.
Acides aminés et protéines,
amines, amides, alcaloïdes,
coenzymes, vitamines,
pigments.
POUR
Stockage et
transfert d'énergie;
rôle structurel
Acides nucléiques,
phospholipides, nucléotides
K
Régulation osmotique,
synthèse et stabilité
de protéines, synthèse de
les glucides
Principalement trouvé
sous forme ionique sous
vacuoles
Ici
Activation enzymatique,
formation de la paroi cellulaire

perméabilité
Pectates, phytates, oxalates
Mg
Activité enzymatique,
photosynthèse
Chlorophylle
s
Groupe actif d'enzymes et
coenzymes
Cystéine, méthionine,
sulfolipides, coenzymes
B
Transport CHO,
coordination des phénols
Borato
Cl
Photosynthèse
Chlorure
Cul
Enzymes, photosynthèse
Plastocyanine, umécianine
Foi
Groupe actif dans les enzymes,
transporteurs de courrier électronique
Ferrosoxine, peroxicité,
nitrate réductase,
azotease
Mn
Photosynthèse, métabolisme
d'acides organiques
Manganine
Mo
Fixation N2, réduction de
AU
3
-
Nitrate réductase,
azotease
Zn
Les enzymes
Anhydrase carbonique,
aldolase
Episode 105
105
Chapitre 09
Certains éléments sont actuellement considérés comme
bénéfiques. Tu peux
citer comme exemple Co, Na et Si. Sans ces éléments, les plantes
composent
achèvent leur cycle de «graine en graine», cependant, en leur
présence,
augmentation substantielle de la productivité, de la qualité ou de
la résistance
ravageurs et maladies.

L'état nutritionnel dans lequel se trouve la culture, gère les effets
les facteurs physiologiques qui aboutissent finalement à la production et à la qualité,
qui passe directement par le statut phytosanitaire de la plante. Le "statut"
l'état nutritionnel, est en premier lieu le reflet de la disponibilité de
sur le substrat, et comme conséquence finale, le développement de la
les plantes. D'autre part, en plus de la disponibilité des nutriments dans le
Cependant, bien sûr, les facteurs liés à l'efficacité du système absorbant, intrinsèques
de chaque espèce et / ou variété contribuent à un approvisionnement adéquat
de nutriments à la plante (Figure 58).

Figure 58. Relation entre la disponibilité des éléments nutritifs et la croissance des plantes. La source:
illustration des auteurs. Source: Propre (2018).

Le substrat utilisé sera toujours responsable de fournir un approvisionnement
apport adéquat de nutriments aux plantes et moyens habituels de reconstitution
la partie des éléments nutritifs exportés par la récolte est la fertilisation, que ce soit dans le
forme minérale ou organique. La manière rationnelle d'appliquer les engrais,
nécessite des informations sur la disponibilité de ces éléments dans le sol,

implantation de culture. D'autre part, lorsqu'il est déjà installé, ou
dans le cas de la culture hydroponique, il est nécessaire de surveiller le " statut "
valeur nutritionnelle des plantes. L'utilisation de techniques d'analyse des tissus végétaux a
a généré de nombreuses recherches, déterminant les niveaux adéquats de chaque élément
ment, pour les différentes étapes du développement de la culture. Fréquent-
nous sommes confrontés à des usines sous-alimentées, où le processus de production
l'objectif a été mal planifié depuis sa création. Alors le besoin se fait sentir
une explication des symptômes visuels de carence ou de toxicité. Même si,
dans les cultures oléricole, de retour rapide, il est possible, lorsqu'il est détecté
dans la phase initiale pour inverser cette situation.

Les symptômes de carence se manifestent principalement
feuilles anciennes ou nouvelles, selon que le nutriment est en question est facilement

transféré. Ainsi, on peut considérer:
• Meubles: N, P, K, Mg, Cl, Mo;
• Petits meubles: S, Cu, Fe, Mn, Zn;
• Propriétés: Ca, B.
Cette mobilité plus ou moins importante a une pertinence pratique dans les domaines suivants
sens:
a) En cas de diminution de l'offre (sol / solution -> racine), symptômes de carence:
• Éléments mobiles: vieilles feuilles
• Petits meubles: vieilles feuilles (généralement)
• Immobilier: nouvelles feuilles et orgue
b) Culture, nécessite un approvisionnement continu en éléments peu
meubles et immeubles et en cas d'interruption ou de diminution
Cependant, il n'y aura pas assez de mobilisation du nutriment pour les nouveaux organismes.
gaz.
Sur la base de ce principe et en utilisant la chlorose et la nécrose comme critères
pour le diagnostic visuel, des moyens ont été obtenus pour visualiser les troubles nutritionnels
(Tableau 21).
La raison pour laquelle le symptôme est presque toujours typique est due à la
fait qu'un élément donné remplit toujours les mêmes fonctions, tout
quelle que soit l'espèce végétale.
Psaumes 107
107
Chapitre 09
En règle générale, on peut dire que la carence nutritionnelle est plus spécifique
que la toxicité des éléments, sauf si la toxicité d'un élément induire la carence des autres. Cependant, pour faire un diagnostic visuel
précis, il est nécessaire d'utiliser des informations supplémentaires, telles que l'analyse
du sol et des plantes, humidité du sol, conditions climatiques, application de
engrais, fongicides, insecticides, pesticides et, dans certains cas, le type
d'engrais utilisé.
Tableau 21. Clé des principes du diagnostic visuel des troubles nutritionnels. La source:
Marschner, 1995.
Ci-dessous, nous décrivons les principaux symptômes de certains macro et micro
chronutriments:
Episode 108
108
Hydroponique pour les techniciens
Carence en N
• Feuilles jaunâtres (chlorose), d'abord sur les plus anciennes.

Manque de
chlorophylle.
• Croissance faible et lente
• Chute des feuilles (sénenscence précoce)
Carence en K
• Marges et extrémités des feuilles jaunies. D'abord le plus
vieille
• Réduit la hauteur de la plante
• Graines et fruits fanés et de petite taille
Carence en P
• Violet ou bronzage sur la plante, ou couleur verte
bleuâtre
• Croissance du rachitisme
• Réduction du nombre de fruits et de graines
• Retard de floraison
Carence en Ca
• Jaunissement entre les côtes et les bords des nouvelles feuilles,
parfois
nécrose (pointes brûlées sur les nouvelles feuilles de laitue).
• Croissance non uniforme de la feuille, émergence sous forme
de
thé, tartes, parfois avec un crochet au bout.
• Flétrissement et mort des bourgeons terminaux
• Développement radiculaire déficient: arrêt et mort des pointes;
cheveux gonflés
• Dans les fruits: réduit la fructification ou la production de fruits
anormaux; poussière-
drague
Carence en mg
• Chlorose sévère entre les côtes des feuilles les plus âgées,
suivie de
mort (nécrose). Chez certaines espèces, les feuilles jaunes
tournent
orange, rouge ou violet
Episode 109
109
Chapitre 09
Carence en micronutriments
Bore
• Petites feuilles déformées, avec chlorose irrégulière ou sans
chlorose, parfois rouge ou violette.
• Mort des mains
• Couvaison en bulbe (ail); cavités noires dans les racines (ce-
noura); «Tête» tachetée et lésions noires (chou-fleur); fissure
de fruits (tomate).
• En excès, il provoque une nécrose des vieilles feuilles
Zinc
• Réduction de la croissance des feuilles, des tiges et des
branches et des branches latérales
ou plantes naines.
• Petites nouvelles feuilles avec chlorose entre les côtes.
• Toxicité: réduction des entre-nœuds (similaire à une carence).
Manganèse
• Petites feuilles mobiles, nouvelles chlorotiques, entre les côtes,

suivies de
blanchiment.
• Carence aiguë: feuilles anormales et nécrose
• Toxicité: chlorose (feuilles chlorotiques par manque de Fe;
avec cet élément), des taches nécrotiques le long des côtes et
flétrissement des feuilles.
Le fer
• Chlorose des nouvelles feuilles avec des veines vertes suivies
de blanchâtres
plomberie.
Le cuivre
• Feuilles vert foncé ou avec des pointes et des marges
chlorotiques; feuilles
ridé
• Laitue: plus petites «têtes»

Molybdène
• Chlorose générale tachetée, taches jaune verdâtre sur les
feuilles
plus âgé, puis nécrose.
• Café: flétrissement des bords et courbure du membre vers le
bas
• Tomate: courbure vers le haut de la feuille.
NUTRITION MINÉRALE ET PRODUCTIVITÉ
Il n'y a aucun doute sur l'effet de la nutrition minérale végétale
sur la qualité de
des produits horticoles, comme, comme déjà expliqué,
l'intégration parfaite des
les processus physiologiques aboutissent à la production. Une
plante est en parfait état
l'état nutritionnel présente dans ses tissus tous les macro et
micronucléaires
dans des quantités et des proportions qui ne limitent pas la
croissance et
production à toutes les étapes de son cycle de vie. La difficulté
fonctionnelle de
clarifier les quantités et les proportions, il peut être enlevé
aujourd'hui,
car une vaste bibliographie est disponible, couvrant un large
éventail de
variété d'études concernant les éléments essentiels, les
interactions
entre eux et le milieu auquel la plante est soumise.
L'importance de chaque élément dans le processus de production
est revue
ci-dessous, brièvement, sans entrer dans le fond des interactions.
Les tableaux 22 et 23 nous donnent un aperçu global des
principaux
principaux effets des nutriments sur les plantes.
En laitue, en cas de carence nutritionnelle, la croissance est
ralentie
il y a une malformation de la tête et une couleur vert pâle des

feuilles, qui
prive le produit de sa valeur commerciale. Dans les tomates, N et P augmentent le
nombre de fruits par plante (SILVA et al , 1996) (Figure 59).
Episode 111
111
Chapitre 09
Tableau 22. Participation des macronutriments à la formation et à la qualité de la récolte.
SOURCE: Malavolta et al , 1989.
ELEMENT
C'EST FAIT
Azote
Stimule la formation et le développement
boutons de fleurs et de fruits; plus grande
végétation et tallage; augmente le contenu
de protéines
Phosphore
Accélère la formation des racines; augmente le
fructification; accélère la maturation de
des fruits; augmente la teneur en glucides,
huiles, graisses et protéines; aide à réparer
azote symbiotique
Potassium
Stimule le développement végétatif;
augmente la teneur en glucides, huiles,
graisses et protéines; stimule le
remplissage de grains, décroissant
hochet; favorise le stockage
sucre et amidon; augmente l'utilisation
de l'eau; augmente la résistance à la sécheresse,
gelées, ravageurs et maladies
Calcium
Stimule le développement des racines;
augmente la résistance aux ravageurs et
maladies; facilite la fixation symbiotique
azote; un plus grand attachement de
floraison;
Magnésium
Agit en conjonction avec le phosphore
Soufre
Augmente la végétation et la fructification;
augmente la teneur en huiles, graisses et
les protéines;
Psaumes 112
112
Hydroponique pour les techniciens
Tableau 23. Participation des micronutriments à la formation et à la qualité de la récolte.
SOURCE: Malavolta et al , 1989.
ELEMENT
C'EST FAIT
Bore
Collabore avec le calcium; germination de

croissance des grains et des tubes de pollen
pollen; réglage moteur de la floraison;
augmente le grain; moins de stérilité
éclosion de mâles et de grains
Le cuivre
Augmente la résistance aux maladies
Le fer
Fixation de l'azote
Manganèse
Augmente la résistance aux maladies
Molybdène
Fixation symbiotique de l'azote
Zinc
Stimule la croissance et la fructification
Figure 59. Effet de l'azote et du phosphore sur la tomate. Source: Silva et al , (1997).
NUTRITION MINÉRALE ET QUALITÉ
La qualité de la production peut être évaluée de deux manières différentes:
• qualité nutritionnelle;
• qualité du marché.
L'un et l'autre sont importants, que ce soit pour le producteur dans le
la demande de meilleurs prix, que ce soit pour le consommateur, dans la recherche de produits
des produits plus nutritifs et sains. L'état nutritionnel parfait des légumes
dans la plupart des cas (car cela dépend d'autres facteurs - climatiques et environnementaux
garantit des produits d'excellente qualité visuelle et nutritionnelle.
Episode 113
113
Chapitre 09
Chez les concombres, une carence en N peut générer des fruits déformés. Carence
de K, dans les tomates, provoque une inégalité des fruits, ainsi qu'une
quantité de pâte. D'autre part, K peut avoir des effets indésirables
dans cette culture, comme le verdissement des fruits (HAAG, 1992).
Le bore joue un rôle majeur dans l'augmentation du tryptophane foliaire
laitue (tableau 24).
Tableau 24. Relation entre l'apport de bore et la concentration de tryptophane dans la matière
laitue sèche. Source: Haag, 1992.
B dans la solution
(mg L -1)
Tryptophane sur matière sèche
(mg Kg -1)
0,00
1,27

0,22
1,36
0,44
2,17
1,08
2,55

NUTRITION MINÉRALE ET RÉSISTANCE AUX PESTES ET LES MALADIES

L'effet du niveau nutritionnel des plantes qui est presque toujours analysé
en termes d'augmentation de la productivité, il a également un effet sur la qualité
qualité du produit récolté et résistance aux ravageurs et aux maladies (Figure 60).

Figure 60. Effet de la concentration de la solution nutritive sur la production et le taux d'infection
par Xanthomonas sp (Marschner, 1995).

Psaumes 114

114

Hydroponique pour les techniciens

Principe de résistance

En raison de l'effet sur le modèle de croissance, la morphologie et l'anatomie
et en particulier dans la composition chimique des plantes, les nutriments peuvent
augmenter ou diminuer la résistance des plantes aux ravageurs et aux maladies
(Figure 61).

Figure 61. Représentation schématique de la pénétration d'un champignon hyphe à partir de la surface
de la feuille vers la couche cellulaire épidermique (via l'apoplaste) et certains facteurs
affectant la pénétration et le taux de croissance des hyphes, liés à la nutrition
minéral végétal. (Source: Adapté de Marschner, 1995).

La résistance peut être augmentée par des changements dans l'anatomie (par exemple,
exemple: cellules épidermiques plus épaisses avec un degré de lignification plus élevé
cation et / ou silification). La résistance peut être particulièrement augmentée
en modifiant les réponses de la plante aux attaques parasitaires par
augmentation de la formation de barrières mécaniques (lignification) et de la synthèse de
toxines (phytoalexines). Une résistance apparente peut être obtenue lorsque
il y a une asynchronie entre les stades de croissance les plus sensibles
les niveaux de la plante hôte et la période de plus grande activité des agents pathogènes
et les ravageurs, c'est-à-dire lorsque la saisonnalité des deux facteurs ne coïncide pas
(MARSCHNER, 1995). Selon lui, il y a peu d'informations sur la

effet de l'état nutritionnel de la plante sur les mécanismes de défense contre
bactéries et virus. Cependant, il existe des preuves claires d'une action contre
maladies causées par des champignons et contre les attaques de ravageurs.
Épisode 115
115
Chapitre 09
Les substances qui participent au système de défense proviennent du
appelé «métabolisme secondaire» et sa synthèse exige un
quantité supplémentaire et considérable de nutriments. La théorie des études sur la trophobiose
la dépendance étroite entre l'état nutritionnel de la plante et son parasite.
Mais, il est clair que dans le cas de maladies physiologiques sur les surfaces de
racines et feuilles, la protection par une nutrition minérale équilibrée sera le
résultat de:
• barrière physique efficace, évitant la pénétration des hyphes, à travers
lignification de la cuticule épaisse et / ou accumulation de silicium dans la couche
cellules épidémiques;
• meilleur contrôle de la perméabilité de la membrane cytoplasmique,
évitant ainsi la sortie de sucres et d'acides aminés (dont entraîner les agents pathogènes) à l'apoplaste ou à l'espace intercellulaire;
• formation de composés phénoliques, aux propriétés fonctionnelles distinctes
gistatique.
Le rôle des nutriments dans la prévention des maladies
La forte concentration d'azote réduit la production de composés femelles
(fongistatique) et la lignine des feuilles, diminuant la résistance à les maladies
L'excès de N augmente également la concentration de composés azotés
plantes, qui ont apparemment une plus grande influence sur le développement des
maladies fongiques, selon le tableau 25.
Tableau 25. Effets des niveaux d'azote et de potassium sur la gravité de la maladie
hydroponique. Source: Kiraly (1976).
Maladie
Niveau N
Niveau K
Faible
Haut
Faible
Haut

Erysiphe sp
+
+++
++++
+
Alternaria spp.
+++
+
++++
+
Fusarium oxysporum
+++
+
++++
+
Xanthomonas spp.
+++
+
++++
+
++++: indique moins de résistance aux maladies et des dommages plus graves
Le potassium a une action claire et bien définie sur la résistance aux maladies
causée par des champignons et des bactéries. Quant au phosphore, bien qu'il soit

impliqués dans la formation d'une série de composés bio-organiques, leur action
la résistance aux maladies est variable et reste peu évidente (KIRALY, 1976).
Azote
La forte concentration d'azote réduit la production de composés femelles
(fongistatique) et la lignine des feuilles, diminuant la résistance à agents pathogènes obligatoires, mais non facultatifs. L'excès de N augmente
également la concentration d'acides aminés et d'amides dans l'apoplaste et
surface foliaire, qui a apparemment plus d'influence que les sucres
le jumelage et le développement des conidies (MARSCHNER, 1995),
favorisant ainsi le développement de maladies fongiques. Kiraly (1976)
montre que l'effet d'une teneur élevée en azote prédispose les plantes aux maladies
champignons tout en augmentant leur résistance aux maladies bactériennes (tableau
26 et tableau 27).
A l'inverse, en règle générale, tous les facteurs qui favorisent les activités

activités métaboliques et de synthèse des cellules hôtes et qui retardent la
sénescence de la plante hôte (par exemple, bon apport en azote) augmentent également la résistance aux parasites facultatifs, qui préfèrent
tissus sénescents, ainsi, un équilibre parfait dans la nutrition minérale de la
les légumes peuvent conduire à des rendements optimaux.
Tableau 26. Effets des niveaux d'azote et de potassium sur la gravité de la maladie
hydroponique. Source: Kiraly (1976).
Maladie
Niveau N
Niveau K
Faible
Haut
Faible
Haut
Erysiphe sp
+
+++
++++
+
Alternaria spp.
+++
+
++++
+
Fusarium oxysporum
+++
+
++++
+
Xanthomonas spp.
+++
+
++++
+
++++: indique moins de résistance aux maladies et des dommages plus graves
Episode 117
117
Chapitre 09
Tableau 27. Résumé provisoire des effets des niveaux d'azote et de potassium sur la gravité
maladie causée par des agents pathogènes. (Source: Kiraly, 1976).
Pathogène et maladies
Niveau N
Niveau K
Faible
Haut
Faible
Haut

Agents pathogènes obligatoires
Puccinia spp. (rouiller)
+
+++
++++
+
Erysiphe graminis (oïdium)
+
+++
++++
+
Agents pathogènes facultatifs
Alternaria spp. (taches
feuille)
+++
+
++++
+
Fusarium oxysporum (flétri
et pourrir)
+++
+
++++
+
Xanthomonas spp. (taches
et flétrissement bactérien)
+++
+
++++
+
Remarque: ++++ = dommages plus graves ou moins de
résistance aux maladies
Potassium
Une carence en potassium provoque l'accumulation d'acides aminés (qui
contribuent à la dégradation des phénols) et des sucres solubles, qui sont
nutriments pathogènes. Il ralentit également la cicatrisation des fissures,
favorisant la pénétration d'agents pathogènes. Le potassium a également une action claire
résistance définie aux maladies causées par les deux agents pathogènes requise par
gatoires; et facultatives (Tableau 27).
Phosphore
En dépit d'être impliqué dans la formation d'une série de composés
processus bio-organiques et métaboliques d'importance vitale pour la plantation
son action sur la résistance aux maladies est variable et ne semble pas très
évident (KIRALY, 1976). Cependant, il faut se rappeler que le sol
le forum peut réduire la disponibilité de Fe, Mn et Zn, qui sont impliqués

dans le mécanisme de résistance des plantes aux maladies. Ainsi, indirectement
En effet, un déséquilibre (excès) de phosphore pourrait affecter la santé des
les plantes.
Calcium
La teneur en calcium des tissus végétaux affecte l'incidence de maladies parasitaires de deux manières:

• le calcium est essentiel à la stabilité des biomembranes: quand son niveau est faible, il y a une augmentation de l'efflux de faible poids moléculaire du cytoplasme par rapport à l'apoplaste;
• les polygalacturonates de calcium sont nécessaires dans la lamelle moyenne
pour la stabilité de la paroi cellulaire. De nombreux champignons parasites et
les bactéries envahissent les tissus végétaux par production extracorporelle
d'enzymes pectolytiques telles que la polygalacturonase, qui
Dissolvez la lamelle médiane. L'activité de cette enzyme est inhibée par
calcium.
Le calcium est essentiel à la stabilité des biomembranes, qui cela nuit à la stabilité du fonctionnement de toute la plante. Le calcium est impliqué
résistance à diverses maladies, comme le montre le tableau 28.
Tableau 28. Effet du calcium sur certaines maladies (Source: Kiraly, 1976).

Agent pathogène	Faible teneur en Ca	Alto Ca
Erwinia phytophthora	++++	+
Rhizoctonia solani	++++	+
Sclerotium rolfsii	++++	++
Fusarium oxysporum	++++	+

Remarque: ++++ = dommages plus graves ou moins de résistance aux maladies
Silicium
Bien que n'étant pas un nutriment reconnu comme essentiel, le silicium
c'est un élément présent en grande quantité dans la plupart des plantes.
Qu'il suffise de dire que le niveau jugé critique dans la feuille de riz est de 5%. LE

son rôle dans la résistance semble être directement lié à la con-
concentration de silicium dans la solution et les jeunes feuilles. Comme la feuille
vieillit, sa résistance intrinsèque augmente rapidement et devient vir-
actuellement terminé, avec une alimentation en Si faible et élevée
(Volk et al., 1958).
Micronutriments
Selon Marschner (1995), les mêmes principes régissent la
effet des macro et micronutriments sur la résistance aux maladies:
une carence nutritionnelle conduit à l'accumulation de substances organiques provenant
x le poids moléculaire qui réduit la résistance des plantes. Ils agissent aussi

lignification et synthèse des phytoalexines. En pratique, les résultats de
les recherches citées dans la littérature ont été contradictoires et encore peu concluantes
tu. Cela pourrait être dû à une série d'interférences que le micronoyau
les strients souffrent de la disponibilité et de l'absorption.
Connaître l'importance des micronutriments dans les processus biologiques
produits chimiques qui donnent la résistance des plantes aux maladies, il est nécessaire de prendre
prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter d'éventuelles carences.
Plus que l'action isolée de chaque nutriment, l'équilibre nutritionnel pour
être d'une importance capitale pour la santé des végétaux, en raison de la complexité des
effets antagonistes et / ou synergiques entre le macro et le micro chronutriments.

Gestion de la production hydroponique
Nilton Nélio Cometti
La plupart des livres sur la culture hydroponique viennent très bien les processus
de production par l'usine, le système et la structure, mais aborder la gestion de la production. Contrôler ce qui est produit, le coût de production
la production et la régularité de la livraison du produit sont également fondamentales pour
la réussite des entreprises. Nous n'allons pas nous plonger dans l'administration agricole,
mais jetons un œil à quelques astuces commerciales intéressantes.
La production d'une culture hydroponique peut être contrôlée par jour ou par

semaine. Comme les livraisons sont généralement
hebdomadaires, à chaque emplacement il y a
livraison deux à trois fois par semaine, regroupez la quantité de paquets de vert
les pieds durs ou même de laitue par semaine, peuvent être plus stratégiques
intéressant. Ainsi, de nombreux producteurs apposent des étiquettes sur les petits
plaquettes pour indiquer l'âge des plantes sur les bancs. Mais avant ça,

les bancs seront numérotés, visant un contrôle plus global de la production
chien. Chaque banc, dans une culture hydroponique commerciale, est généralement transporté
planté ou récolté en entier, parfois plusieurs bancs sont récoltés
par jour. Il faut donc avoir deux contrôles: le premier est le contrôle par
banc, sachant exactement comment il se comporte dans le temps
poussière. C'est pourquoi il est essentiel d'avoir la date d'entrée et de sortie, c'est-à-dire la date
transplantation et récolte (tableau 29). En plus de ce contrôle par banc,
nous avons besoin d'un contrôle plus global, qui totalise les plants transplantés
récoltés cette semaine-là (tableau 30). Dans cette feuille de travail, pour la pépinière
Nous avons noté la valeur lorsque les plants ont été enlevés, et pour la production
(bancs définitifs), lorsque les plantes ont été récoltées pour être commercialisé. Avec ce tableau, le producteur peut noter chaque semaine
quel banc avait sa production terminée. Avec cela, il peut totaliser et
faire une prévision de production, car tous les 15 à 20 jours la pépinière ressemble à
peut être transplanté, et tous les 15 à 20 jours, le banc final
transplantés seront récoltés. Le tableau 30 a 5 semaines, ce qui totaliserait
un mois, mais cela pourrait avoir beaucoup plus, selon l'intérêt du produit
tor. La ligne du bas de la feuille de calcul est le totalisateur de la semaine. Comme le
la culture hydroponique se poursuit dans la production, par ces totalisateurs, le producteur accompagne
suit l'évolution de la production semaine par semaine, permettant à la fois de savoir
ce qui est produit, la performance des bancs et le programme production pour les semaines suivantes.
Tableau 29. Exemple de tableur utilisé par un producteur dans une culture hydroponique avec 28 banques.

contrôle de la production de plants et de plantes adultes par banc.
BANC
TAPER
NOMBRE DE TROUS
DATE
TOTAL
Saisir
Sortir
Aperçu
Sortir
eu lieu
1
Garderie
986
deux
Garderie
1188
3
Garderie
1260
4
Garderie
1045
5
Production
462
6
Production
462
7
Production
468
8
Production
468
Épisode 122
122
Hydroponique pour les techniciens
9
Production
474
dix
Production
474
11
Production
539
12
Production
546
13
Production
539

14
Production
539
15
Production
553
16
Production
560
17
Production
546
18
Production
553
19
Production
462
20
Production
456
21
Production
535
22
Production
529
23
Production
507
24
Garderie
1356
25
Production
560
26
Production
560
27
Production
656
28
Production
656
TOTAL
Garderie
Production
5835
12104
Épisode 123
123
Chapitre 10
Tableau 30. Exemple de tableur utilisé par un producteur en

culture hydroponique avec 28 bancs.
BANC
TAPER
NUMERO
DES TROUS
SEMAINE
TOTAL
1er
2e
3e
4e
5e
1
Garderie
986
deux
Garderie
1188
3
Garderie
1260
4
Garderie
1045
5
Production
462
6
Production
462
7
Production
468
8
Production
468
9
Production
474
dix
Production
474
11
Production
539
12
Production
546
13
Production
539
14
Production
539

15
Production
553
16
Production
560
17
Production
546
18
Production
553
19
Production
462
20
Production
456
21
Production
535
22
Production
529
23
Production
507
24
Garderie
1356
25
Production
560
26
Production
560
27
Production
656
28
Production
656
TOTAL
Garderie
Production
5835
12104
Épisode 124
124
Hydroponique pour les techniciens
En plus du suivi de la production, le producteur doit avoir la maîtrise des revenus et des dépenses, visant à maintenir une efficacité économique maximale
du système. Ainsi, le producteur doit avoir un contrôle mensuel

des ventes
et les revenus générés, qui peuvent être suivis par le tableau 31.
De la même manière
En conséquence, il devrait y avoir une feuille de calcul pour les dépenses mensuelles, telles que
32.
Tableau 31. Feuille de calcul pour le suivi des ventes et des revenus mensuels pour une culture hydroponique.
DATE
LIEU DE LIVRAISON MONTANT DU PRODUIT CHIFFRE D'AFFAIRES (R $)
1
deux
3
4
5
6
7
8
9
dix
Total
Tableau 32. Feuille de travail pour le suivi des dépenses mensuelles d'une culture hydroponique.
Date
MATÉRIEL ACHETÉ OU SERVICE EFFECTUÉ
Coût unitaire (R $)
Quantité
Frais (R $)
1
deux
3
4
5
6
7
8
9
dix
Total
Épisode 125
125
Chapitre 10
A la fin du mois, le solde final est effectué entre les revenus et les dépenses,
la valeur nette, qui est le profit. Pour calculer le profit, il suffit de diminuer
dépenses de revenus (tableau 33). Tout cela doit être adapté à la réalité
de chacun, mais par essence, l’administration des ressources est très simple,

mais cela doit être fait.
Tableau 33. Feuille de calcul pour le suivi du bénéfice mensuel d'une culture hydroponique.
MOIS
REVENUS (R $) FRAIS (R $)
BÉNÉFICE (R $)
1
deux
3
4
5
6
7
8
9
dix
11
12
Total
Épisode 126
La culture hydroponique gagne plus de supporters dans les villes. Pour cette raison,
une manière urbaine de produire des aliments sains en petites quantités.
petits espaces. Les entreprises hydroponiques sont également en train de produire
petits systèmes, vente à des citoyens ordinaires qui n'ont aucune relation
certains avec le profil d'un agriculteur, mais qui produit avec succès.
Donc, pour un technicien qui travaille dans le segment, nous consacrerons un espace
pour la culture hydroponique urbaine et détailler la construction d'un banc de
matériel facilement trouvé dans les magasins de matériaux de construction, les maisons
du PET, des maisons de produits agricoles et des équipements d'irrigation.
Nilton Nélio Cometti
Culture hydroponique maison
Chapitre 11
Épisode 127
127
Chapitre 11
Notre objectif est maintenant de construire un banc hydroponique,
type fait maison. Les connaissances acquises précédemment seront utiles,
Cependant, dans ce chapitre, nous traiterons des connaissances simplifiées afin que
les laïcs peuvent réussir à construire et à gérer une culture hydroponique maison.
CONNAISSANCE DES PLANTES ET DE L'HYDROPONIQUE POUR

LAÏCS
a) Qu'est-ce que la culture hydroponique?
La culture hydroponique fait pousser les plantes hors du sol. Nous, ici, allons apprendre
construire un système simple pour faire pousser des plantes hors du sol et sans
sol, en utilisant uniquement des tubes en PVC et une solution nutritive.
b) De quoi les plantes ont-elles besoin pour pousser?
Nous allons diviser les plantes en deux parties: la partie aérienne et les racines. Dans le
aérienne, plus précisément dans les feuilles, les plantes ont de la chlorophylle qui rend
photosynthèse, produisant tout ce dont la plante a besoin pour grandir. Donc, dans
pousses, sucres, protéines, lipides, vitamines et minéraux sont produits
mines etc. Dans les racines, les plantes ne produisent pas, mais dépensent de l'énergie pour
grandir et absorber les nutriments nécessaires.
De la partie aérienne, les plantes absorbent normalement le dioxyde de carbone
c'est la lumière. Par les racines, ils absorbent la plupart de l'eau, des nutriments et
oxygène pour respirer.
c) Et quels sont les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes?
Les plantes ont besoin de certains éléments nutritifs en plus grande quantité (maïs).
chronutriments) et d'autres en plus petits (micronutriments), soit au total 13
trients. En plus grandes quantités sont: azote (N), phosphore (P), potassium (K),
calcium (Ca), magnésium (Mg) et soufre (S). Les micronutriments sont le bore
(B), cuivre (Cu), fer (Fe), manganèse (Mn), molybdène (Mo) et zinc (Zn).
En plus de tout cela, la température idéale (généralement proche de 25oC
pour la plupart des cultures) est critique.
Ainsi, pour bien pousser, les plantes ont besoin de température, lumière, eau, nutriments et oxygénation des racines.
Episode 128
128
Hydroponique pour les techniciens
QUEL SYSTEME HYDROPONIQUE CONSTRUIRONS-NOUS?
Nous allons construire le système hydroponique appelé NFT (Nutrient Film
Technique , qui se traduit en portugais est devenue "technique du film nutritif "). Dans ce système, la solution nutritive est pompée
d'un réservoir pour un canal PVC incliné, avec des trous pour le joint
l'emplacement des semis de plantes, là où la solution s'égoutte

formant un
petite lame ou film, passe à travers les racines et revient par gravité à
le réservoir (Figure 62).
Figure 62. Système hydroponique NFT. Source: propre (2003).
1. Réservoir de solution
2. Pompe hydraulique
3. Tuyauterie de distribution de solution
4. Tube de retour pour oxygéner la solution
5. Distribution en baril de la solution dans les canaux
6. Canal de culture des plantes
7. Egoutter pour recueillir la solution nutritive
8. Contrôle et automatisation (minuterie)
Episode 129
129
Chapitre 11
PARLONS UN PEU DE CHAQUE PARTIE DU
SYSTEME.
a) Réservoir de solution
Le réservoir peut être une boîte en PVC, fibre de verre, fibrociment,
polyéthylène ou toute autre matière plastique inerte. On ne devrait jamais
utiliser du métal ou tout autre matériau qui libère des métaux ou des matériaux nutritifs
toxique pour les plantes. La taille du réservoir varie avec le nombre de
les plantes. Par exemple, pour chaque plant de laitue (adulte), il faut prédire
au moins deux litres de solution nutritive. Pour notre banc hydro ponia, avec 15 plants de laitue adultes, nous devrions utiliser un seau en plastique
de 30 L.
b) Pompe hydraulique
La pompe hydraulique est généralement de type centrifuge et peut être
sphérique ou immergé. Le calcul de la pompe implique deux valeurs à vérifier
à sa taille. Le premier est la tête (pression). Tel que
Le banc ne mesurera pas plus d'un mètre de haut, une pompe qui une pression de 10 mètres de colonne d'eau (mca) est suffisante pour la plupart
systèmes hydroponiques. Pour notre banc, qui fera 70cm de haut, nous pouvons utiliser un inhalateur d'aquarium immergé qui atteint 1,5 mca O
une autre valeur nécessaire est le débit de la pompe. Pour chaque canal de culture de
plants de laitue adultes, par exemple, nous avons besoin d'une sortie d'au moins
moins 1,5 L / min. Comme nous aurons 6 canaux, nous devons avoir au moins 9 L /
min ou 540 L / heure. Alors, utilisons un inhalateur d'aquarium de
Sarlo Better marque, modèle S520, avec 1,4 mca et 520 L / h, qui

répondra
bien à un banc court comme le nôtre.
c) Tuyauterie de distribution de solution
La solution est pompée du réservoir vers les canaux au moyen d'un
tube, généralement en PVC. Dans les systèmes hydroponiques commerciaux, généralement
un tube de 32 mm de diamètre (Ø) est utilisé. Pour notre banc, nous utiliserons un tuyau flexible en caoutchouc de Ø = ½ ”(pouce).
d) Tube de retour pour oxygéner la solution
Immédiatement après la sortie de l'eau de la pompe, les systèmes commerciaux
faire une sortie d'eau qui retourne au réservoir avant d'aller aux réservoirs

dans le but d'oxygéner la solution. En elle, il y a un morceau avec rétrécissement et un trou pour l'entrée d'oxygène, appelé Venturi. Sur notre établi, car il est petit et a un retour rapide sur solution, il n'y a pas besoin d'oxygénation supplémentaire. Le retour de la solution
dans le réservoir, la solution est déjà agitée et oxygénée.
e) Keg de distribution de solution dans les canaux
La solution pompée à travers le tube doit être distribuée dans les canaux. Le milieu
le plus simple est de placer un té Ø = 20 mm au milieu du banc avec deux
tubes fermés par des bouchons. En eux, nous forons des trous de 8 mm et mettons la douche
élastique avec adaptateur pour microtube. La faute est placée dans le
trou puis vissez la faute.
f) Canal de culture des plantes
La solution nutritive est distribuée dans les canaux de culture, qui soutiennent
des plantes. Les canaux hydroponiques commerciaux sont généralement de profil
triangulaire, avec un fond convexe et un dessus plat et un diamètre de 75
mm pour les plantes adultes et 40 à 50 mm pour les plants de laitue. Nous utiliserons
Tuyaux en PVC pour les eaux usées, avec Ø = 50 mm pour les semis et Ø = 75 mm
pour la croissance finale. Pour l'espacement des laitues, nous percerons des trous de Ø
= 30 mm tous les 10 cm pour les plants, et Ø = 50 mm tous les 25 cm pour les plants
la croissance finale. Ces trous seront percés avec les scies. Pour un
bon retour de solution, la pente du canal doit être proche de 5%, c'est-à-dire 5 cm de dénivelé sur un mètre de longueur.
g) Égoutter pour recueillir la solution nutritive

La solution qui traverse le canal par gravité doit retourner au vatory. Pour cela, la solution doit être collectée par un drain. Ce collectionneur,
en culture hydroponique commerciale, il se présente déjà dans un profil carré ou rectangulaire, avec
des trous pour le montage des canaux et un trou inférieur pour la sortie de la solution. Au
dans notre cas, nous utiliserons un tuyau d'évacuation en PVC Ø = 100 mm. Tarif-
nous utilisons les trous pour le montage des tubes Ø = 75 mm, fermant avec des bouchons,
et vidange à travers une "pointe" de ¾ "(filetage x adaptateur de tuyau). Celui-ci
la pointe sera vissée dans un trou et collée avec un «creux de selle».
Episode 131
131
Chapitre 11
h) Contrôle et automatisation (minuterie)
Le fonctionnement de la pompe peut être intermittent, visant à économiser
utiliser l'énergie électrique et permettre l'oxygénation du canal. Pour cela, nous utilisons
une minuterie. Les minuteries les plus courantes sont analogiques,
largement utilisé dans les piscines (Figure 63). Ils sont peu coûteux et chronométrés
des informations fixes. En général, ils peuvent faire le délai minimum de 15 minutes. Au
culture hydroponique, nous pouvons utiliser 15 x 15 min sur x hors pendant
le jour, et 15 x 45 à 60 min allumé x éteint la nuit. Chaque broche téléchargée
démarrera la pompe pendant 15 min. Après avoir abaissé toutes les broches, tournez le
composez pour placer à l'heure actuelle. Allumez l'automatique et branchez le
pompe sur la minuterie et la minuterie sur la prise électrique.
Figure 63. Minuterie analogique pour démarrer la pompe d'aquarium.
Source: Propre (2018)
CALCUL DE LA TAILLE DU BANC
Pour calculer la taille du banc, nous devons savoir combien de plantes
nous voulons produire pendant un certain temps, ici nous allons calculer pour
un mois. (Tableau 34). Nous produirons autour d'une usine de laitue un
tous les deux jours, soit 15 pieds de laitue par mois. Alors, comprenons
un cycle de production d'une usine de laitue en culture hydroponique, en tenant compte
un climat tropical avec une température moyenne entre 25 et 30 o C.

Tableau 34. Résumé des phases de gestion d'une culture hydroponique artisanale

PHASE	CE QUI SE PRODUIT	LIEU	HEURE (JOURS)
Semis vers transplantation	La graine est déposée dans le mousse phénolique pour les germes le mien et émettre le premier paire de feuilles définitives	Plateau, arrosé deux à trois fois par jour	5 à 10
Garderie	Les plants sont transplantés et devrait atteindre environ 3 à 4 paires de feuilles	Petits canaux (Ø = 50 mm)	10 à 20
Croissance Final	Les plantes poussent rapidement et atteindre 20 40 feuilles, 200 à 400 g.	Petits canaux (Ø = 75 mm)	20 à 30

Pour cela, le banc doit avoir 15 à 16 trous pour la croissance finale (ca-
Ø = 75 mm). De même, nous aurons au moins 15 trous dans le canaux plus petits pour les semis (canaux de Ø = 50 mm). Alors, construisons
construire un banc avec 4 canaux plus grands et deux plus petits, avec env.
environ 1 m de longueur. Pour un ajustement parfait, nous utiliserons 1m et
7 cm (107 cm). Parmi les plus grands canaux, nous utiliserons une distance de 22,5 cm et
entre les plus petits canaux, 10 cm. Nous construirons un banc en utilisant
tuyaux de vidange et raccords Ø = 40 mm. Au total, le banc prendra en compte
environ 1 m de large (Figure 64). La hauteur du banc sera de 70 à 80 cm,
avec une pente d'environ 5%, pour permettre à la solution de s'écouler.
Figure 64. Banc hydroponique fait maison une fois prêt. Source:

Propre (2018)
Épisode 133
133
Chapitre 11
Avant de commencer, listons les outils nécessaires (Tableau 35). Certains peuvent être remplacés, selon la disponibilité et de la compétence de chacun. En plus des outils, nous avons besoin de tubes, co-
connexions, pompe d'aquarium, minuterie et engrais pour la solution nutritive
va (tableau 36). Une grande partie de ce matériau sera utilisée pour la construction du chevalet
de soutenir les canaux de culture des plantes, qui peuvent être remplacés
par des chevalets en bois, en métal, entre autres, tant que vous gardez le
correctement aligné et irrégulier (3 à 5%).
Tableau 35. Liste des outils nécessaires pour construire le banc hydroponique fait maison.
OBJET
LA DESCRIPTION
1
Perceuse avec foret de 8 mm et scie à coupe de 50 mm et 30 mm
deux
Serrinha (suivant)
3
Couteau ou couteau tranchant
4
3 feuilles abrasives en bois n. 80
Tableau 36. Liste du matériel nécessaire pour construire le banc hydroponique fait maison.
OBJET
LA DESCRIPTION
QUANTITÉ UNITAIRE
COÛT
APPROXIMATIF (R $)
1. Tuyau d'égout Ø 40 mm
12,5 cm
1
0,50
2. Tuyau d'égout Ø 40 mm
7,5 cm
1
0,50
3. Tuyau d'égout Ø 40 mm
10 cm
deux
1,00
4. Tuyau d'égout Ø 40 mm
40 cm
deux
4,00
5. Tuyau d'égout Ø 40 mm
61 cm

deux
6,00
6. Tuyau d'égout Ø 40 mm
66 cm
deux
6,00
7. Tuyau d'égout Ø 40 mm
46 cm
8
18.00
8. Tuyau d'égout Ø 40 mm
71 cm
deux
6,00
9. Tuyau d'égout Ø 75 mm
107 cm
4
30,00
10. Tuyau d'égout Ø 50 mm
107 cm
deux
15.00
11. Tuyau d'égout Ø 100 mm 105 cm
1
10,00
12. Bouchon d'égout Ø 100 mm
deux
15.00
13.
Adaptateur de tuyau /
filetage (spigot) Ø ¾ ”
1
3,00
14. Dispose d'un drain de 40 mm
8
25,00
15.
Égout genou 90º 40
mm
8
20.00
16. Tube à eau Ø 20 mm
40 cm
deux
2,00
Épisode 134
134
Hydroponique pour les techniciens
17.
Il a de l'eau L / R 20 mm avec
Sortie ½ "
1
2,00
18. CAP eau Ø 20 mm

deux
2,00
19.
Adaptateur de tuyau /
filetage (embout) Ø ½ ”
1
2,00
20. Microtube Ø 5 mm
30 cm
6
3,00
21.
Adaptateur de microtube
pour conduite d'eau avec vis
ca 5mm (avec faute,
fissure, étanchéité)
6
3,00
22.
Tuyau en caoutchouc
Ø flexible ¾ ”
100 cm
1
2,00
23.
Tuyau en caoutchouc
flexible Ø ½ ”
100 cm
1
2,00
24. Pince en nylon
40 cm
9
2,00
25. Pince en nylon
30 cm
6
2,00
26. Seau à eau de 30 L
1
25,00
27.
Pompe immergée
aquarium> 520 L / h Hmax
> 1,4 m.ca
1
60,00
28.
Minuterie analogique
15 x 15 min
1
42,00
29. Kit d'engrais
1

20.00
Total
329,00
CONSTRUCTION ÉTAPE PAR ÉTAPE DE L'HYDROPONIQUE FAIT MAISON
La première étape consiste à couper les tuyaux d'évacuation de Ø = 40 mm (éléments 1 à
8) selon les mesures, à l'aide de la scie. Coupez les bavures de la coupe
en utilisant du papier de verre. Ensuite, coupez les plus grands canaux, marquez et percez (élément 9).
Après avoir coupé les quatre tubes, marquez avec une règle en laissant 10 cm
au début et en marquant les trous tous les 25 cm (Figure 65).
Episode 135
135
Chapitre 11
Figure 65. Tuyaux d'égout Ø = 75 mm pour servir de canaux de culture, avec les
marques tous les 25 cm. Source: Propre (2018).
Coupez les plus petits canaux, marquez et percez (élément 10). De même,
marquez les trous en commençant le premier avec 7 cm et en marquant un trou chacun
10 cm (Figure 66 et Figure 67).
Figure 66. Tuyaux d'égout Ø = 75 mm pour servir de canal de pépinière pour les semis
marqué tous les 10 cm (à gauche), détail de perçage avec une scie à coupe (au centre), enlevé
Fraises PVC (à droite). Source: Propre (2018).
Figure 67. Canaux pour la culture finale et les semis avec le forage final. Source: Propre (2018).
Une fois percés, les canaux doivent avoir le fond plié. Chaud sur le feu et utilisez une spatule pour plier. Ce pli vous empêchera d'utiliser
un CAP pour le fermer et empêcher la solution de revenir et de tomber hors du canal,
surtout lorsque les plantes ont des adultes avec de nombreuses racines. A
Episode 136
136
Hydroponique pour les techniciens
à l'autre extrémité, à la sortie du canal, nous nous réchaufferons également au feu et avec un
instrument métallique étroit nous ferons un "bec" qui servira de dripper,
afin que la solution ne retourne pas en cours d'exécution sur le canal.
Figure 68. Détail du début du canal (à gauche) et de la fin de l'égouttement (à droite). La source:
illustration et photos des auteurs. Source: Propre (2018)
Figure 69. Canaux préparés. Notez qu'il y a des trous non concordants pour augmenter le
l'espacement entre les plantes. Source: Propre (2018).

Préparer le collecteur de solution finale: couper le tuyau d'évacuation Ø = 100
mm, marquez, percez et vissez l'adaptateur de tuyau ¾ ”(rep. 11 à 13) (Figure 70). Pour faciliter l'assemblage, utilisez le guide (Utilisez le numéro du
dessin selon le poste de nomenclature (tableau 36).
Figure 70. Schéma d'assemblage du collecteur final de solution nutritive hydroponique
fait maison (à gauche); collectionneur prêt (à droite). Source: Propre (2018).
Episode 137

Préparez le fût (Figure 71): coupez le tuyau d'eau Ø = 20 mm, percez,
insérez les adaptateurs de microtube et assemblez avec le 20 mm T L / R et
visser l'adaptateur de tuyau ½ ”(articles 16 à 21). Placer par moins 30 cm de microtube. Pour vous faciliter la tâche, utilisez le guide (Utilisez le
dessin selon le poste de nomenclature - Tableau 36).
Figure 71. Schéma d'assemblage du fût de distribution de la solution nutritive dans le
canaux (à gauche); fût prêt (à droite). Source: Propre (2018).
Assembler les chevalets: joindre des pièces de tubes Ø = 40 mm avec les genoux
et tés Ø = 40 mm pour armer le support des canaux de culture hydroponique
(repères 1 à 8, 14 et 15), mise en place des tubes dans les raccords. Pour un parfait
montage, nous pouvons utiliser un marteau en caoutchouc (Figure 72 et Figure 73).
Pour vous faciliter la tâche, utilisez le guide (utilisez le numéro de dessin en fonction de l'élément
de la liste des matériaux - Tableau 36).
Figure 72. Schéma d'assemblage du chevalet pour le banc de culture hydroponique fait maison.
Source: Propre (2018).
Episode 138

Figure 73. Chevalet de table de culture hydroponique fait maison. Observer les détails de
Différence de 5 cm à droite. Source: photos des auteurs. Source: Propre (2018).
Assemblage du banc: maintenant, mettons les canaux hydroponiques
sur le chevalet, en observant le trou dans le collecteur pour positionner le
définitif et semis. Après avoir distribué les canaux sur le
nous pouvons les fixer à l'aide de bandes d' attache en nylon (attache), ou
morceaux de fil galvanisé de calibre 14 AWG ou 1,38 mm, selon
Figure 74. Ensuite, fixez le canon sur la partie la plus haute, en

plaçant les micro-ondes
tubes en trous Ø = 8 mm réalisés au début des canaux (Figure 75).
Figure 74. Banc de culture hydroponique fait maison monté. Source: Propre (2018).
Figure 75. Détail de la position du canon et des microtubes. Source: Propre (2018).
Episode 139
139
Chapitre 11
Montage du réservoir et de la pompe: positionner le godet sous le banc,
raccorder le tuyau Ø = ¾ ”au collecteur et le placer dans le seau (item 22)
(Figure 76). Placer la pompe immergée dans le seau relié au refouler Ø = ½ ”(articles 23 et 27), et le connecter au canon.
Figure 76. Ensemble réservoir et pompe. Source: Propre (2018).
Connectez la pompe à la minuterie et configurez-la (élément 28 Figure 77). Pour
configurer la minuterie, il suffit de baisser les broches liées à l'heure connectée
et laissez les broches liées au temps d'arrêt suspendues. Lors de la mise en place
la minuterie dans la prise, mettez à jour l'heure en tournant l'horloge sur le côté
jusqu'à ce que l'heure correcte soit positionnée à côté de la marque. Affaire brûlée
pour démarrer la pompe sans la minuterie, il a un interrupteur latéral
qui peut être activée et désactivée (Figure 63).
Figure 77. Connexion de la pompe à la minuterie. Source: Propre (2018).
Préparation de la solution nutritive: utilisez de l'eau sans chlore. Si l'eau est
devrait reposer pendant 24 heures afin de réduire à des niveaux non toxiques.
Si vous avez un filtre à eau au charbon actif, vous pouvez utiliser l'eau immédiatement
esprit. Pour les kits disponibles sur le marché, en général, il y a 500 g de nitrate
Episode 140
140
Hydroponique pour les techniciens
Calcium et 660 à 700 g du mélange d'autres nutriments à préparer
1000 L de solution nutritive. La meilleure alternative est de préparer une bouteille
PET avec des solutions concentrées avant dilution. Dans une bouteille PET de 2
Litres, mettre 100 g de nitrate de calcium et compléter avec de l'eau (Solution A).
Dans un autre flacon, mettez 132 g du mélange des autres nutriments et
à 2 L (Solution B). Pour préparer une solution avec une

conductivité
(CE) d'environ 1,36 mS / cm, utilisez 100 mL de cette solution concentré pour chaque 10 L de solution nutritive finale. Donc, pour 30L, utilisez
300 mL de solution A et 300 mL de solution B.Toujours mettre chaque solution
dans l'eau séparément, ne jamais les mélanger sous forme concentrée, car le
complexe de calcium avec le sulfate et forme du plâtre, qui est insoluble et
cipita.
Réglage de la solution: si vous possédez un conductimètre, vous pouvez régler le
solution comme suit: corriger le niveau d'eau en fin de journée et corriger
la concentration de nutriments après mesure de la conductivité électrique. Chaque
0,136 mS / cm téléchargé à partir de l'original, utilisez 10 ml de chaque solution A et B.Pour
exemple: si la mesure était de 1,08 mS / cm, comptez:
1,36 - 1,08 = 0,28. Donc, 0,28 / 0,136 = 2. Donc, mettez 10 x 2 = 20
mL de solution A et 20 mL de solution B.Si vous ne disposez pas d'un conductimètre,
mesurer le volume d'eau reconstitué et le faire proportionnellement. Chaque 1 L de
solution, ajoutez 10 mL de solution A et 10 mL de solution B.Alors, changez le
solution tous les 30 jours.
Résumé de la gestion de la culture hydroponique:
• Lavez soigneusement la mousse phénolique, car elle est très acide.
• Semez la laitue dans la mousse phénolique.
• Irriguez tous les jours.
• Préparez la solution nutritive et démarrez la pompe.
• Transplanter les plants dans la pépinière.
• Transplantation dans les canaux définitifs.
• Effectuez le réapprovisionnement en eau et en nutriments tous les jours.
• Récolter.
Après avoir assemblé le banc et lors de sa mise en service, vous pouvez
nous pouvons construire une structure de protection avec du plastique transparent. en outre
Episode 141
141
Chapitre 11
le plastique, un peu d'ombrage avec écran noir (jusqu'à 35%), sera le bienvenu
de. Un ombrage de 50% est déjà excessif.
QUELQUES QUESTIONS FRÉQUENTES
a) Puis-je planter n'importe quelle culture en culture hydroponique?
Oui. Malgré le fait que la plupart des hydroponies cultivent des

plantes feuillues, certaines
produire des fruits, comme des tomates, des poivrons, des concombres, etc. Sur la photo ci-dessous, il y a
diverses cultures: laitue, roquette, oignons verts et radis! (Figure 78).
Figure 78. Banc de culture hydroponique fait maison prêt et avec différentes plantes.
Source: Propre (2018).
b) Où puis-je acheter du matériel pour l'exploitation de la culture hydroponique?
Pour l'acquisition de nutriments, mousse phénolique et autres intrants pour
l'hydroponie, en plus du marché libre, il existe des sites spécialisés:
• https://hidrogood.com.br
• https://www.saladashop.com.br
• https://www.megagrow.com.br
• https://www.hortibras.com.br
• http://www.vegaeflora.com.br
• https://www.flordosul.net
• https://www.cultivoindoor.com.br
• http://tudohidroponia.net
Épisode 142
142
Hydroponique pour les techniciens
c) Où puis-je en savoir plus sur la solution nutritive?
Pour en savoir plus sur la solution nutritive, je recommande de lire le
Chapitre IV - SOLUTIONS NUTRITIVES: FORMULATION ET APPLICATIONS, par
Nilton Nélio Cometti, Pedro Roberto Furlani, Hugo Alberto Ruiz et Elpídio Inácio Fernandes Filho. Ce chapitre fait partie du livre Nutrition
Plant Mineral, publié par la Société brésilienne des sciences du sol.
Il est disponible sur Internet à l' adresse : https://goo.gl/86RK88
Épisode 143
143
LES RÉFÉRENCES
ALPI, A.; TOGNONI, F. Culture en serre . Espagne: Presença, 1978. 157p.
Barbieri E, Melo DJF, Andrade LF, Pereira EWL, Cometti NN. Conductivité
idéal pour la culture hydroponique de la laitue en milieu tropical. Dans: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. 2010, Guarapari, ES.
Anais ... Guarapari: ABH, 2010. CD-ROM.
BOODLEY JW. La serre commerciale . 2e éd. Albany: Delmar Publishers, 1996. 612p.
BREMENKAMP DM. Refroidissement et concentration de la solution nutritive
dans la production de laitue en culture hydroponique . Alegre, 2011. Mémoire
(Master en production végétale. Université fédérale d'Espírito

Santo.
BUCKERIDGE MS. Changement climatique, biodiversité et société: comment
la théorie des réseaux peut vous aider à comprendre le présent et à planifier l'avenir
ro? Multicience , 8: 88-107, 2008.
BUGBEE, B. Gestion des nutriments dans la culture hydroponique à recirculation. Dans:
CONFÉRENCE ANNUELLE SUR L'HYDROPONIQUE, 16. 1995, Tucson, Arizona (USA).
Actes ... Tucson: Hydroponic Society of America, 1995. p. 15-30.
CARMELLO, QA pour C. Culture Protégée: culture hydroponique, gestion et installation
tions . Dans: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38, Petrolina. Aposti-
De courte durée. Petrolina: SOB, 1998. 43 p.
CASTELLANE, PD & ARAUJO, JAC Culture sans sol - culture hydroponique. Jaboti-
cabale, FUNEP / UNESP, 1994. 43 p.
CARRUTHERS, S. Désinfection à la lumière ultraviolette. Hidroponique pratique et
Serres , 38: 44-45, 1996.
CASTILHO, FB L'utilisation du plastique dans la production alimentaire mondiale.
Dans: NATIONAL SYMPOSIUM ON PLASTICULTURE, Jaboticabal, 1989. Anais ...
Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.1-20.
CERMENO, ZS ESTUFA : Installations et gestion . Lisbonne: Litexa, 1990. 355p.
Épisode 144
144
CHANEY, R. & COULOMBE, B.Effet du phosphate sur la régulation de F
e-stress dans le soja et l'arachide. J. Plant Nutr ., V 5, p. 467-487, 1982.
COMETTI NN. Feuille de calcul de calcul de la solution nutritionnelle . 2010 [consulté le
2 novembre 2018]. Disponible sur:
www.niltoncometti.com.br/software/solucao-
nutritious.xls
COMETTI, NN Nutrition minérale de la laitue (Lactuca sativa L.) en culture
Hydroponique - système NFT. Seropédica, 2003. 106 p. Thèse (Doctorat en
Nutrition végétale). Université rurale fédérale de Rio de Janeiro.
COMETTI, NN; FURLANI, PR; GENUNCIO, GC Solutions nutritionnelles: com
position, formulation, utilisations et attributs . Dans: FERNANDES, MS; SOUZA, SR,
SANTOS, LA (Org.). Nutrition des plantes minérales. 2e éd. Viçosa: Société
Brazilian Soil Science, 2018, cap. 2, p. 30-60.
COMETTI, NN; FURLANI, PR; RUIZ, HA; FERNANDES FILHO, EI. Solu-

Informations nutritionnelles: formulation et applications. Dans: MANLIO SILVESTRE FERNAN-
DES. (Org.). Nutrition des plantes minérales . 1ed.Viçosa: Société brésilienne
of Soil Science, 2006, ch. 4, p. 89-114.
COMETTI NN, MATIAS GCS, ZONTA E, MARY W, Fernandes MS. Effet de
concentration de la solution nutritive dans la croissance de la laitue en culture hybride
droponic - système NFT. Hortic Bras ., Brasília, c. 26, n. 2, p. 252-7, 2008.
http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000200027
FAO. Annuaire de la production de la FAO. Rome: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture,
1997, 307p.
FAQUIN, V.; FURTINI NETO, AE; VILELA, LAA Production de laitue à Hy-
droponia . Lavras: UFLA, 1996. 50 p.
FERNANDEZ D.HydroBuddy v 1.5: un calculateur de nutriments open source pour
hydroponie et agriculture générale. 2018 Disponible sur: http: // sciencei-
nhydroponics.com. Consulté le 1er mai 2018.
FURLANI, PR Instructions pour la culture de légumes-feuilles par
-Technique hydroponique NFT. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 30 p.
(Bulletin technique, 168).
FURLANI, PR, SILVEIRA, LCP; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Hydro- culture
Episode 145
145
plante ponique . Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52 p. (Bulletin scolaire
technique, 180).
GENUNCIO GC, MAJEROWICZ N, ZONTA E, SANTOS AM, GRACIA D, AHMED
CRM, SILVA MG. Croissance et productivité de la tomate en culture hybride
Droponic NFT en fonction de la concentration ionique de la solution nutritive.
Hortic Bras ., Brasília, c. 24, n. 2, p. 175-9, 2006.
http://dx.doi.org/10.1590/
S0102-05362006000200010
HAAG HP. Nutrition minérale et écosystème . Dans: CASTRO, RC et al. Eco-
physiologie de la production agricole. Piracicaba: Association brésilienne de recherche
Recherche sur la potasse et le phosphate, 1987, p. 49-69.
HAAG, HP Nutrition minérale et qualité des produits agricoles. Dans: REU-
NIAO BRESILIEN SUR LA FERTILITÉ DES SOLS ET LA NUTRITION DES PLANTES, 20
Piracicaba, 1992. Anais ... Piracicaba: SBCS / Fundação Cargill,

1992. p. 405-
425.
INOUE Y, YAMAOKA K, KIMURA K, SAWAI K, ARAI T.Effets d'un pH bas sur
l'induction de la formation de poils racinaires chez les jeunes laitues (Lactuca sativa L. cv.
Grand Rapids) semis. J Plant Res . V. 113, n. 1, p.39-44, 2000. http: // dx.
doi.org/10.1007/PL00013909.
JENSEN MH. Hydroponique. HortScience . v.32, n. 6, p.1018-21. 1997
JONES Jr., JB Un guide pour le producteur de culture hydroponique et sans sol .
Portland: Timber Press, 1983. 124 p.
KIRALY, Z. Utilisation d'engrais et santé des plantes . Berne, Suisse: International
Institut de la potasse, 1976. 330p.
KUMAGAIA, P. Plasticultura chez Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperati-
Central va. Dans: NATIONAL SYMPOSIUM ON PLASTICULTURE, Jaboticabal,
1989. Anais ... Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.53-55.
LAIT RA, MARTINEZ EPM, PEREIRA PRG. HIDROCALC : système de calcul
de solutions nutritionnelles pour la culture hydroponique. Belo Horizonte: AGROSOFT, 1997.
Disponible à:
http://www.agrosoft.org.br/trabalhos/ag97/c3t1330.htm
Consulté le 29 juillet 2016.
Episode 146
146
MAIA CE, MORAIS ERC. SOLUNUT 1.0. Système de calcul et de manipulation
solution nutritive dans les expériences en serre. Rev Ceres . v.45, n ° 259, p. 277-86. 1998
MAROUELLI WA, SILVA WLC, SILVA HR. Irrigation par aspersion en hor-
taliças: qualité de l'eau, aspects du système et méthode pratique de
gestion . Brasilia: EMBRAPA-SPI / EMBRAPA-CNPH, 2001. 111p.
MARSCHNER, H. Nutrition minérale des plantes supérieures . 2e éd. San Diego:
demic Press, 1995. 889 p.
MARTINS LR, COMETTI NN, MATIAS GCS, MACHADO PPC, ZONTA E, FER-
NANDES MS. Effet de l'ammonium et du nitrate utilisés dans un système informatique
Contrôle du pH sur la croissance de la laitue dans un système hydroponique
ponic NFT. Dans: FERTBIO. 2002, Rio de Janeiro. Anais ... Viçosa: Société
Brazilian Soil Science, 2002. CD-ROM.
MARY, W.Production saisonnière de laitue sous structure protectrice

tunnel haut, dans un climat tropical, avec deux types de paillis . Se-
ropédica, 1998. 85 p. Mémoire (Master en Phytotechnique). Université
Fédéral rural de Rio de Janeiro.
MASTALERZ, JW L'environnement de la serre. New York: John Wiley et
Sons, Inc., 1977.
MILLS, PJW; SMITH IE; MARAIS, G.Une serre pour un climat subtropical frais
s'accoupler avec des hivers doux basés sur des mesures microclimatiques de protection
environnements ted. Acta Horticulturae , Wageningen, c. 281, pages 83 à 94, 1990.
RAIJ BV, CANTARELLA H, QUAGGIO JA, FURLANI AMC. Recommandations pour
fertilisation et chaulage pour l'État de São Paulo . 2e éd. Campinas: Insti-
tuto Agronômico / Fundação IAC, 1997. (Bulletin technique; n. 100).
RAULT, PA Cultures protégées dans les régions tropicales humides comment éviter
ou réduire les températures excessives? Comment pourrions-nous sélectionner le revêtement
les matériaux et la conception de la serre? Acta Horticulturae , Wageningen,
v.230, pages 565-572, 1988.
RESH, HM Production Alimentaire Hydroponique . 6e éd. Californie, Etats-Unis: Woodbri-
dge Press, 2002. 567 p.
Episode 147
147
RODRIGUES LRF. Culture hydroponique : techniques de culture contrôle hydroponique et environnemental dans la gestion des ravageurs, des maladies et
restriction végétale dans un environnement protégé. Jaboticabal: FUNEP, 2002.
RUIZ, HA Relations molaires des macronutriments dans les tissus végétaux tels que
base pour la formulation de solutions nutritionnelles. Ceres Magazine , vol. 44, n. 255,
pour. 533-546, 1977.
SALVETTI, MG Polyéthylène dans l'agriculture brésilienne , 2e éd. Porto Ale-
gre: Palloti, 1993. 154 p.
SANTOS, OS dos. Concept et histoire. Dans: SANTOS, S. dos S. (Ed.). Hydro-
Poney de laitue . Santa Maria: UFSM, 1998. p. 1-3.
SGANZERLA, E. Nouvelle agriculture: l'art fascinant de cultiver avec
les plastiques . 2e éd. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1989. 303p.
SILVA, CE; ALVARENGA, MAR; CARVALHO, JG Production et pourriture apicale

Tomate citron vert (Lycopersicon esculentum Mill.) taillés et compactés sous
influence de la fertilisation azotée et potassique. Science et agrotechnologie-
gia , Lavras, v. 21, n. 3, p. 324-333, 1997.
TEIXEIRA, NT Hydroponics: une alternative pour les petites surfaces . Guaí-
ba: Agropecuária, 1996. 86p.
TRANI PE, TIVELLI SW, CARRIJO OA. Fertigation dans les légumes . Campi-
nas: Instituto Agronômico. v. 2, p.14-5. 2011
VOLK, RJ, KAHN, RP & WEINTRAUB, RL Teneur en silicium de l'usine de riz
comme facteur influençant sa résistance à l'infection par le champignon de l'explosion du riz,
Piricularia oryzae. Phytopathologie , v. 48, p. 121-178. 1958.
ZANOTELLI, MF & MOLINO, JA Hydroponique de base - formation. Dans: En-
contro de Produtores Rurais, 6, 1997, Colatina, ES. Polycopié. Colatine: EAF-
-Col, 1997. 6 p. (Polycopié).

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES DES AUTEURS
Nilton Nélio Cometti - Institut fédéral de Brasilia, Campus Planalti-
à. Brasilia DF. Courriel : nilton.cometti@gmail.com
Diplômé en agronomie de l'Universidade Federal do Espi-
rito Santo (1985), maîtrise en agronomie de l'Université fédérale de
Santa Maria (1989) et doctorat en agronomie (sciences du sol) par
Université fédérale rurale de Rio de Janeiro, avec stage à l'étranger à
Université d'État de l'Utah (2003). A de l'expérience en tant que producteur et recherche-
douleur en culture hydroponique. A été doyen de l'éducation à l'Institut fédéral
de Brasilia. Agi en tant que coordonnateur général de la planification et de la gestion de
Réseau fédéral d'enseignement professionnel, scientifique et technologique dans le
de l'éducation. Il est actuellement professeur au Campus Planaltina de
Institut fédéral de Brasilia et coordinateur du cours technique en agriculture.
Pedro Roberto Furlani - Institut agronomique de Campinas. Brésil,
SP. Courriel : pfurlani@conplant.com.br
Ingénieur agronome (ESALQ, USP, 1969), titulaire d'une maîtrise et d'un doctorat
en agronomie de l'Université du Nebraska, USA (1977 et 1981)
chercheur scientifique retraité à l'IAC, actuellement directeur d'entreprises

Conplant Consultoria et Conplant Ferti. Spécialité en nutrition minérale
de plantes avec un accent sur la culture hydroponique et la fertigation dans les cultures protégées
De.
Glaucio da Cruz Genuncio - Département Phytotechnique et Phytosanitaire
Université fédérale du Mato Grosso. Cuiabá, MT. Courriel : glaucioge-
nuncio@gmail.com
Diplômé en agronomie de l'Université fédérale rurale de
Rio de Janeiro (1998), maîtrise en agronomie (sciences du sol) par
Université fédérale rurale de Rio de Janeiro (2005) et doctorat en agro-industrie
(Sciences du sol) par l'Université fédérale rurale de Rio de Janeiro-
ro (2009). Il est actuellement professeur associé à la Faculté d'agronomie et
Zootecnica, de l'UFMT et responsable de la chaire fruits et plantes
vivaces.
Épisode 149
149
Everaldo Zonta - Département des sols, Université fédérale rurale
de Rio de Janeiro, RJ. Courriel: ezonta@ufrrj.br
Diplômé en Génie Agronomique et en Licenciatura
en sciences agricoles par l'Université fédérale rurale de Rio de Janeiro
(1993), maîtrise (1996) et doctorat (2003) en agronomie (sciences de la
Sol). Il est actuellement professeur agrégé à l'Université fédérale rurale de
Rio de Janeiro et coordinateur du cours d'études supérieures en agronomie
- Sciences du sol (Niveau 6 - CAPES) Il est professeur permanent du
Programme d'études supérieures en agronomie (sciences du sol), du programme d'études supérieures
en génie agricole et environnemental, à la fois de l'UFRRJ et aussi
Professeur permanent du programme d'études supérieures en technologie de l'environnement
politique environnementale de l'UFF. Pourtant, à l'UFRRJ, il est collaborateur du Post-Graduate Program
action en éducation agricole. Coordonne et participe à des projets de recherche
dans le domaine de la fertilité des sols et de la nutrition minérale des plantes, de la biomédiation et
utilisation des déchets dans l'agriculture. Il est coordinateur du laboratoire d'études
des relations sol-plante (LSP) à l'UFRRJ.
Wellington Mary - Département d'architecture, Université

fédérale
Développement rural de Rio de Janeiro, RJ. Courriel: wmary@ufrrj.br
Diplômé en génie agronomique à l'Université fédérale rurale do Rio de Janeiro (1988), Master en Phytotechnique de la même Université
en 1995 dans le domaine de la production maraîchère et doctorat en génie agricole
par l'Université d'État de Campinas (2005) dans le domaine des constructions
Rural et ambiance. Il est actuellement professeur adjoint à l'UFRuralRJ dans le
d'architecture et d'urbanisme dans les disciplines de la géométrie
Conception descriptive / technique et conception du paysage.
Épisode 150

LISTE DES FIGURES
Figure 1. Systèmes agricoles généraux - p. 14
Figure 2. Utilisation des serres dans des environnements froids (à gauche),
chauffage (au centre) et serres en aluminium et en verre (à droite). Source: photos de
auteurs - p. 25
Figure 3. Modèle de serre popularisé au Brésil. Afficher les détails de sortie de
ouverture d'air chaud sur le toit. Source: photos des auteurs - p. 26
Figure 4. Spectre de lumière visible. Source: illustration des auteurs - p. 28
Figure 5. Principe de l'équilibre thermique qui se produit naturellement. La source:
illustration des auteurs - p. 29
Figure 6. Bilan thermique dans l'environnement externe et interne de la serre. La source:
illustration des auteurs - p. 29
Figure 7. Poche d'air chaud formée dans la serre avec couvercle fermé
(à gauche) et le mouvement de l'air chaud à travers le volet (à droite).
Source: illustration des auteurs - p. 30
Figure 8. Sorties d'air chaud de la serre à travers le volet en haut ou à travers l'écran latéral. Source: illustration des auteurs - p. 30
Figure 9. Modèles de serres individuelles (Source: illustration des auteurs) -
pg. 32
Figure 10. Modèles de serres multiples ou jumelées (Source: illustration
des auteurs) - p. 33
Figure 11. Construction d'une serre de type arc, avec du bois et des arches en
acier galvanisé (zingué). (Source: photos des auteurs) - p. 33
Figure 12. Serre en demi-arc avec une sortie zénithale d'air

chaud (es-
et serre de type chapelle à deux eaux (à droite) (Source: photos des auteurs)
tores) - p. 33
Figure 13. Serre dans un plan d'eau au-dessus d'une maison (à gauche), serre sur deux
eaux avec structure en bambou (à droite) (Source: photos des auteurs) - p. 34
Figure 14. Angle d'azimut en fonction des différentes saisons (ALPI & TOGNONI 1978, adapté par MARY 1997) - p. 35
Episode 151
151
Figure 15. Serre orientée Nord-Sud. Source: illustration des auteurs -pg. 35
Figure 16. Serre orientée est-ouest - p. 35
Figure 17. Rayonnement transmis selon le modèle de serre. La source:
Mary (1997) - p. 36
Figure 18. Système hydroponique ouvert (à gauche) et fermé (à gauche)
reita). Source: illustration des auteurs - p. 37
Figure 19. Système hydroponique fermé, dans un pot avec irrigation par
tension capillaire (à gauche) et ventilation forcée (à droite). Source: ilus-
traction des auteurs - p. 38
Figure 20. Système hydroponique en pot ouvert avec de l'argile expansée
(à gauche) et dans des lits avec substrat organique (à droite). Source: photos de
auteurs - p. 38
Figure 21. Schéma de construction du banc de culture hydroponique du
Type NFT. Source: illustration des auteurs - p. 40
Figure 22. Système hydroponique NFT à deux niveaux. Source: photos de soi
res - p. 41
Figure 23. Réservoirs de solution nutritive d'un système NFT à UFR-
RJ. Source: photo des auteurs - p. 44
Figure 24. Système hydraulique d'une culture hydroponique NFT. Source: illustr-
recommandation des auteurs - p. 47
Figure 25. Keg de distribution de solution nutritive dans le système NFT.
Source: photos des auteurs - p. 48
Figure 26. Assemblage correct de la pompe noyée, avec registres, gants de sécurité
union et sortie pour le drainage du réservoir. Source: photo des auteurs –pg. 48
Figure 27. Présence du robinet à flotteur dans le réservoir de solution nutritive.
Source: photo des auteurs - p. 49
Figure 28. Système NFT avec collecteur de solution ouvert

(drain) montrant
grande quantité d'algues. Détail à droite: Ø réduction de 100 à 50 mm. Source: photos des auteurs - p. 50
Figure 29. Détail du collecteur de solution à l'extrémité du banc adapté
par le producteur (à gauche et au centre) et produit par l'entreprise (à droite). La source-
te: photos des auteurs - p. 50
Épisode 152
152
Figure 30. Système NFT en carreaux de fibrociment avec argile expansée
soutenir les plantes. Source: photo des auteurs - p. 51
Figure 31. Système hydroponique NFT des années 90 utilisant un half-pipe
polyéthylène noir avec couvercle en polystyrène. Source: photo des auteurs –pg. 51
Figure 32. Quelques modèles de profils disponibles sur le marché - p. 52
Figure 33. Système NFT avec canaux en polyéthylène revêtus de pack® pour la culture des tomates. Source: photo des auteurs - p. 53
Figure 34. Système NFT: canaux de pépinière Ø = 50 mm (à gauche) et canaux
Ø définitif = 100 mm (à droite). Source: photo des auteurs - p. 53
Figure 35. Système NFT pour la production de légumes-fruits avec filières
Ø = 150 mm, avec piquet. Source: photo des auteurs - p. 54
Figure 36. Répartition des canaux et dimensions d'un banc de culture
vo définitif pour la laitue. Source: illustration des auteurs - p. 55
Figure 37. Système NFT monté sur un terrain avec une pente> 5%. La source-
te: photo des auteurs - p. 56
Figure 38. Système d'automatisation hydroponique simple: minuterie
châssis d'entraînement analogique et de pompe et moniteur de pH et conduction
activité électrique (à gauche et au centre) et minuterie numérique (à droite). La source:
photos des auteurs - p. 58
Figure 39. Variation de la concentration relative de nutriments dans la solution nue
NFT (technique du film nutritif) dans la culture de la laitue le long
aller du temps. - p. 63
Figure 40. Schéma illustrant les facteurs qui sont affectés par la variation
la température de la solution nutritive. Source: Adapté de Bremenkamp
(2011) - p. 82
Figure 41. Réservoirs de solution nutritive baignés d'eau pour le refroidissement
génération. Source: photos des auteurs - p. 84

Figure 42. Tour de refroidissement pour solution nutritive. Source: photo du
tores - p. 84
Figure 43. Variation de la concentration de nitrate, d'ammonium et du pH de la solution
nutritif en culture hydroponique (NFT) avec le cultivar de laitue Vera. La solution
a été entièrement renouvelé tous les sept jours et ajusté quotidiennement par le
Episode 153
153
conductivité électrique et pH avec une solution d'hydroxyde de sodium. Source: Co-
metti (2003) - p. 86
Figure 44. Lavage de mousse phénolique. Source: photos des auteurs - p. 89
Figure 45. Mauvaise germination due à un mauvais lavage de la mousse phénolique
ici. Source: photos des auteurs - p. 89
Figure 46. Séquence de semis à l'aide du semoir mécanique. De gauche à droite: poinçonnage mousse, distribution des graines,
mousse semée de graines de laitue granulées. Source: photos du tores - p. 89
Figure 47. Banc d'irrigation pour la germination en mousse phénolique.
Source: photos des auteurs - p. 90
Figure 48. Banc de pépinière avec des plants de laitue (à gauche) et du poivre
donc (à droite) - p. 90
Figure 49. Plantules nouvellement transplantées dans le canal NFT définitif.
Source: photo des auteurs - p. 91
Figure 50. Récolte de laitue NFT - plante nécessitant des toilettes (es-
la récolte) dans des caisses en plastique (au centre) et des banques.
après l'enlèvement des plantes. Source: photos des auteurs - p. 93
Figure 51. Laitue hydroponique dans un emballage spécifique. Source: photos de
auteurs - p. 93
Figure 52. Système hydroponique statique flottant ou «piscine». La source:
photo des auteurs - p. 96
Figure 53. Système hydroponique vertical et horizontal en couches pour
fraise. Source: photo des auteurs - p. 98
Figure 54. NFT avec section triangulaire de fraise (à gauche) et de laitue (différente
reita). Photos des auteurs. Source: photos des auteurs - p. 100
Figure 55. Production hydroponique de maïs. Source: photos des auteurs –pg. 102
Figure 56. Germes destinés à la consommation humaine. Source:

photos des auteurs –pg. 102
Figure 57. Culture de fleurs NFT. Source: photo des auteurs - p. 102
Figure 58. Relation entre la disponibilité des éléments nutritifs et la croissance
getal. Source: illustration des auteurs - p. 105
Episode 154
154
Figure 59. Effet de l'azote et du phosphore sur la tomate. Source: Silva et
al, (1997) - p. 112
Figure 60. Effet de la concentration de la solution nutritive sur la production et
ce de l'infection par Xanthomonas sp (Marschner, 1995) - p. 113
Figure 61. Représentation schématique de la pénétration d'une hyphe de
champignon de la surface des feuilles vers la couche de cellules épidermiques
(via apoplast) et certains facteurs qui affectent la pénétration et le taux de croissance
ciment hypha, lié à la nutrition minérale de la plante. (La source: Adapté de Marschner, 1995) - p. 114
Figure 62. Système hydroponique NFT. Source: illustration des auteurs -pg. 128
Figure 63. Minuterie analogique pour démarrer la pompe à eau Fleuve. Source: photo des auteurs - p. 131
Figure 64. Banc hydroponique fait maison une fois prêt. Source: foto dos
auteurs - p. 132
Figure 65. Tuyaux d'égout Ø = 75 mm pour servir de canaux de culture,
avec les marques appropriées tous les 25 cm. Source: photo des auteurs - p. 135
Figure 66. Tuyaux d'égout Ø = 75 mm pour servir de canal de crèche
pour les plants marqués tous les 10 cm (à gauche), détail de forage avec
scie à verre (au centre), élimination des bavures de PVC (à droite). Source: photos de
auteurs - p. 135
Figure 67. Canaux pour la culture finale et les semis avec le forage final. La source:
photo des auteurs - p. 135
Figure 68. Détail du début du canal (à gauche) et pingador de la fin (à droite)
D'ACCORD). Source: illustrations et photos des auteurs - p. 136
Figure 69. Canaux préparés. Notez qu'il y a des trous non concordants pour
augmenter l'espacement entre les plantes. Source: photo des auteurs –pg. 136
Figure 70. Schéma d'assemblage du collecteur final de solution nutritive
culture hydroponique faite maison (à gauche); collectionneur prêt (à droite). Source: illustration et

photo des auteurs - p. 136
Figure 71. Schéma d'assemblage du fût de distribution de solution
nutritif dans les canaux (à gauche); fût prêt (à droite). Source: illustration
et photo des auteurs - p. 137
Episode 155
155
Figure 72. Schéma d'assemblage du chevalet pour le banc hydraulique
ponia fait maison. Source: illustration des auteurs - p. 137
Figure 73. Chevalet de table de culture hydroponique fait maison. Observer
détail de la différence de 5 cm à droite. Source: photos des auteurs. Source: photos
des auteurs - p. 138
Figure 74. Banc de culture hydroponique fait maison monté. Source: photos du
tores - p. 138
Figure 75. Détail de la position du canon et des microtubes. Source: photo
des auteurs - p. 138
Figure 76. Ensemble réservoir et pompe - p. 139
Figure 77. Connexion de la pompe à la minuterie - p. 139
Figure 78. Banc de culture hydroponique prêt à l'emploi avec différentes plantes
- p. 141
LISTE DES TABLEAUX
Tableau 1. Densité des plants en pépinière et dans les canaux définitifs, débit
et conductivité électrique (CE) recommandée pour différentes cultures en NFT
- p. 45
Tableau 2. Liste de certaines entreprises produisant des canaux hydroponiques
cos au Brésil - p. 52
Tableau 3. Différence nominale requise pour les bancs hydroponiques –pg. 56
Tableau 4. Plages de concentration trouvées dans différentes solutions
nutriments et dans la solution modifiée de Hoagland et Arnon (1950). La source:
Furlani, et. al (1999) - p. 61
Tableau 5. Taux d'absorption approximatif des nutriments par les plantes cultivées
solution nutritive. Source: Adapté de Bugbee (1995) - p. 63
Tableau 6. Engrais simples et composés utilisés en culture hydroponique et
leurs concentrations nutritionnelles en macro et micronutriments. La source:
autorisation - p. 65
Episode 156
156
Tableau 7. Engrais utilisés comme sources de macronutriments

pour le pré-
arrêter les solutions nutritives, les nutriments fournis, la conductivité électrique
solution et quantité d'engrais pour préparer la solution
nutritif. Source: Furlani et. al (1999) - p. 67
Tableau 8. Sels ou complexes utilisés comme sources de micronutriments avec
les teneurs et quantités respectives pour préparer une solution avec 0,1
mg L -1 de chaque micronutriment. Source: Furlani et. al (1999) - p. 68
Tableau 9. Fabricants et produits commerciaux de mélanges de micronutriments
culture hydroponique et fertigation avec des niveaux respectifs de gaz
rantia. Source: organisation d'auteurs - p. 69
Tableau 10. Relations entre le contenu foliaire (mg kg -1 , sur une base sèche) de
N, P, Ca, Mg et S et les teneurs en K, jugées adéquates pour différents
cultures - p. 70
Tableau 11. Relation entre les éléments nutritifs et la quantité d'éléments nutritifs à éviter
arrêter la solution de base pour la culture de laitue - p. 72
Tableau 12. Solution nutritionnelle finale pour la culture de laitue, corrigée pour
conductivité électrique souhaitée - p. 73
Tableau 13. Composition d'une solution de micronutriments 10 fois plus
concentré, pour laitue - p. 14
Tableau 14. Solubilité dans l'eau froide (0,5 ºC) et chaude (100 ºC) et indice
solution saline de certains sels utilisés en culture hydroponique - p. 77
Tableau 15. Compatibilité (C), compatibilité réduite (R) et incompatibilité
(I) entre différents engrais. Source: Cometti et. al (2006) - p. 78
Tableau 16. Volume minimum requis pour solubiliser les sels de la solution
nutritif pour la culture de la laitue - p. 78
Tableau 17. Solutions mères A et B avec des sels individuels - p. 79
Tableau 18. Solutions mères A et B d'engrais commerciaux - p. 79
Tableau 19. Résumé des principales phases de la gestion des installations dans un système
NFT - p. 92
Tableau 20. Macro et micronutriments, fonctions physiologiques et certains composants
messages où ils sont présents. Source: HAAG, 1987 - p. 104
Épisode 157
157
Tableau 21. Clé des principes du diagnostic visuel des troubles nutritionnels

Suite. Source: Marschner, 1995 - p. 107
Tableau 22. Participation des macronutriments à la formation et à la qualité
de la récolte. SOURCE: Malavolta et al, 1989 - p. 111
Tableau 23. Participation des micronutriments à la formation et à la qualité
de la récolte. SOURCE: Malavolta et al, 1989 - p. 112
Tableau 24. Relation entre l'apport en bore et la concentration en tryptophane
dans la matière sèche de la laitue. Source: Haag, 1992 - p. 113
Tableau 25. Effets des niveaux d'azote et de potassium sur la gravité des
maladies en culture hydroponique. Source: Kiraly (1976) - p. 115
Tableau 26. Effets des niveaux d'azote et de potassium sur la gravité des
maladies en culture hydroponique. Source: Kiraly (1976) - p. 116
Tableau 27. Résumé provisoire des effets des niveaux d'azote et d'activité
tassium dans la gravité des maladies causées par des agents pathogènes. (Paquet source: Kiraly,
1976) - p. 117
Tableau 28. Effet du calcium sur certaines maladies (Source: Kiraly, 1976) –pg. 118
Tableau 29. Exemple de tableur utilisé par un producteur en culture hydroponique
avec 28 bancs pour contrôler la production de semis et de plantes adultes
ports par banc - p. 121
Tableau 30. Exemple de tableur utilisé par un producteur en culture hydroponique
avec 28 bancs - p. 123
Tableau 31. Feuille de calcul de suivi des ventes et des revenus sels d'une culture hydroponique - p. 124
Tableau 32. Feuille de travail pour le suivi des dépenses mensuelles d'une entreprise
culture hydroponique - p. 124
Tableau 33. Feuille de calcul pour le suivi du bénéfice mensuel d'une hydroélectrique
ponia - p. 125
Tableau 34. Résumé des phases de gestion d'une culture hydroponique artisanale –pg. 132
Tableau 35. Liste des outils nécessaires à la construction du banc hydraulique
droponic maison - p. 133
Tableau 36. Liste des matériaux nécessaires pour construire le banc hydroponique
nônica maison - p. 133
Épisode 158
MAISON D'ÉDITION
Google Traduction
Texte d'origine
Page 1
Proposer une meilleure traduction