

# Identification de thèmes et de modèles de gestion des innovations horticoles à l'aide d'une analyse textuelle automatisée

Daniela Spina, Gabriella Vindigni, Biagio Pecorino, Gioacchino Pappalardo, Mario D'Amico\* et Gaetano Chinnici

Département de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Environnement (Di3A), Université de Catania, Via S. Sofia 98-100, 95123 Catane, Italie; danispina@gmail.com (D.S.); vindigni@unict.it (G.V.); pecorino@unict.it (B.P.); gioacchino.pappalardo@unict.it (G.P.); chinnici@unict.it (G.C.)

\* Correspondance: [mario.damico@unict.it](mailto:mario.damico@unict.it)

This document is a translated French version of the article (<https://doi.org/10.3390/agronomy11061103>) The authors decline all responsibility for any translation errors with respect to the original version.

Ce document est une version traduite de l'article en français (<https://doi.org/10.3390/agronomy11061103>). Les auteurs déclinent toute responsabilité pour toute erreur de traduction par rapport à la version originale.

**Résumé:** Cette recherche fournit une vue d'ensemble sur les innovations en horticulture au cours de la dernière décennie par le biais d'une revue de la littérature et l'utilisation d'une analyse de données qualitative par ordinateur. Nous avons utilisé le logiciel d'exploration de texte Leximancer pour identifier les concepts, les thèmes et les voies d'accès liés aux innovations en horticulture. Le logiciel nous a permis de faire un "zoom arrière" pour avoir une vue d'ensemble des données regroupées, et il a indiqué quelles études étaient regroupées autour du sujet dominant. Il affiche les informations extraites sous une forme visuelle, à savoir une carte conceptuelle interactive, qui résume les thèmes interconnectés et démontre toute interdépendance. L'analyse textuelle a révélé que les thèmes fortement liés à l'"innovation" sont "eau", "urbain", "système", "pays" et "technologie". Les résultats identifiés ont été interprétés pour découvrir le sens de l'analyse de contenu, puisque le logiciel peut faciliter un codage complet et transparent des données mais ne peut remplacer le travail d'interprétation du chercheur. En outre, nous nous sommes concentrés sur la diffusion et les obstacles à la propagation de l'innovation, en soulignant les différences entre les pays en développement et les pays avancés. Cette analyse permet au chercheur d'avoir une compréhension globale du domaine d'examen et pourrait conduire à des études supplémentaires.

**Mots clés :** innovations ; gestion ; horticulture ; analyse de contenu ; exploration de données.

## 1. Introduction

Les secteurs de l'alimentation et de l'agriculture sont censés fournir une alimentation saine et sûre à une population croissante sans exercer de pression supplémentaire sur les ressources naturelles de la planète [1]. Ce scénario accentue le rôle critique de l'innovation pour rendre l'agriculture plus compétitive et durable.

Bien que les pratiques agricoles soient aujourd'hui les plus néfastes pour l'environnement, il est de plus en plus reconnu que l'agriculture peut apporter une énorme contribution à l'atténuation du changement climatique, à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la préservation des ressources limitées de la planète, telles que l'eau, les terres et la perte de sol. Pour relever ces défis et saisir les opportunités qui se présentent, le secteur devra adopter des approches innovantes pour améliorer la productivité de manière durable.

L'innovation a plus d'une définition. Elle signifie différentes choses pour différentes personnes. Dans ce travail, nous adoptons une vision large de l'innovation, en partant du principe qu'il s'agit d'un processus complexe qui émerge d'un processus non linéaire, social, institutionnel, ainsi que technique. L'innovation est généralement perçue comme étant liée à la technologie, mais elle est plus large que cela et sa signification va bien au-delà du résultat de l'activité de recherche, en particulier dans les pays les plus éloignés de la frontière technologique. L'innovation agricole est le processus par lequel des individus ou des organisations utilisent pour la première fois des produits, des processus ou des modes d'organisation nouveaux ou existants dans un contexte spécifique, afin d'accroître l'efficacité, la compétitivité et la résilience dans le but de résoudre un problème [2]. En termes généraux, il s'agit d'un processus par lequel quelque chose de nouveau est mis en œuvre dans un contexte donné ; il est socialement approprié et procure des avantages aux parties concernées. Elle naît dans un contexte socio-économique particulier et est façonnée par la présence (ou l'absence) de conditions favorables dans lesquelles elle peut se développer [3]. L'horticulture, comme de nombreux autres secteurs agricoles, est confrontée à une pression croissante due à la nécessité d'adopter la durabilité et, en même temps, de réduire les risques et les coûts et de renforcer la résilience de l'ensemble de la chaîne de valeur. Aujourd'hui, l'horticulture couvre globalement environ 60 millions d'hectares, pour une production de produits frais de 1130 millions de tonnes [4]. Les techniques de culture (engrais, irrigation, défense) nécessitent une mise à jour constante pour répondre à la durabilité environnementale et économique. L'innovation agricole est désormais considérée comme un facteur crucial pour faire face à ces changements technologiques, environnementaux et sociaux [5]. Dans ce contexte, le rôle managérial et entrepreneurial des producteurs dans l'horticulture a gagné en importance [6]. L'innovation joue un rôle important dans la croissance de la productivité, avec des taux de développement très différents dans les pays avancés et en développement. Dans ces derniers, les meilleures pratiques se concentrent sur l'amélioration des entrepôts frigorifiques, des infrastructures de transport et de l'accès au marché, qui sont nécessaires pour réduire le nombre de produits agricoles gaspillés après la récolte. La gestion post-récolte représente un grave problème pour les petits agriculteurs. En Afrique subsaharienne, environ 40 % des produits n'atteignent pas le marché en raison d'un mauvais réseau de transport et du manque d'installations de stockage [2]. La réduction des pertes agricoles à la ferme et des aliments perdus tout au long de la chaîne de valeur agricole permet d'éviter le gaspillage de ressources et les émissions inutiles de gaz à effet de serre. Dans les pays développés, l'utilisation des nouvelles technologies en agriculture reste un aspect stratégique pour la compétitivité du secteur [7]. Dans ces pays, les objectifs sont les suivants : rendre l'agriculture plus intelligente, plus durable et numérique. Cependant, le rythme du transfert technologique de la recherche scientifique vers l'agriculture reste plus lent que dans d'autres secteurs. Selon Sutherland et al [8], le potentiel d'innovation en agriculture a été affaibli par la déconnexion entre la recherche scientifique et les petits agriculteurs. Ce processus d'innovation peut être réalisé par une approche coopérative, c'est-à-dire grâce à l'interaction entre les agriculteurs et d'autres acteurs. Les expériences mentionnées dans notre corpus bibliographique indiquent que la capacité d'innover est souvent liée à des actions collectives et à des échanges de connaissances entre acteurs. Dans cette étude, une revue de la littérature et une analyse de contenu automatisée ont été réalisées pour identifier les principales innovations en horticulture au cours des dix dernières années. Nous présentons l'avantage de l'analyse de texte comme méthode pour contribuer à la synthèse de données qualitatives, qui demande beaucoup de travail et nécessite des approches novatrices [9]. La communauté universitaire s'intéresse depuis longtemps à l'analyse de texte [10]. Cependant, dans le contexte d'une information de plus en plus numérisée, d'une grande quantité de données et d'une complexité des perspectives, la synthèse automatique de la littérature est

aujourd'hui considérée comme une étape cruciale de la recherche. Cette approche présente plusieurs avantages, car elle est rapide, facile à utiliser et permet de gagner du temps. Nous avons utilisé le logiciel d'exploration de texte Leximancer pour identifier les concepts et les thèmes connexes ainsi que les voies d'accès liées aux innovations dans le domaine de l'horticulture, y compris les thèmes qui auraient pu être manqués ou négligés par les processus d'analyse manuelle des données. Cette méthodologie nous a permis de regrouper les innovations horticoles autour de thèmes liés au sujet par la co-occurrence des mots dans le texte et d'ordonner hiérarchiquement les aspects qui ont été les plus étudiés dans la littérature connexe. Les thèmes identifiés ont été interprétés pour découvrir le sens de l'analyse textuelle, puisque le logiciel peut faciliter le codage complet et transparent des données mais ne peut remplacer le travail d'interprétation mené par le chercheur. Leximancer produit une carte conceptuelle qui affiche les concepts les plus importants qui apparaissent dans le texte et leurs relations. La carte conceptuelle a l'avantage de permettre une lecture rapide de notre littérature. Elle nous permet de voir quels sont les thèmes dominants sans imposer nos propres interprétations aux données. L'analyse textuelle a révélé que les thèmes fortement associés à l'"innovation" sont "eau", "urbain", "système", "pays" et "technologie". La proximité de deux concepts a indiqué la fréquence à laquelle ils apparaissent dans des contextes conceptuels similaires. Dans notre travail, cette méthodologie nous a permis de regrouper les innovations.

## 2. Matériaux et méthodes

### 2.1. Sélection de la littérature basée sur les innovations horticoles

Pour étudier les innovations dans le secteur de l'horticulture, nous avons effectué une analyse de contenu de l'examen par les pairs d'articles de revues issus des bases de données Scopus et Web of Science, publiés sur une période de dix ans, de 2010 à 2020. Les critères de sélection ont été identifiés en supposant une procédure reproductible, scientifique et transparente [11-15]. Nous avons adopté la méthode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), comme décrit dans le diagramme de flux (Figure 1). Pour donner un aperçu de l'étude actuelle, nous avons d'abord recherché des articles sur les bases de données indexées Scopus et Web of Science avec les mots-clés suivants : " Innovations ", " Gestion " et " Horticulture ". Cette approche a été adoptée pour obtenir une vision beaucoup plus large du sujet au lieu de restreindre le champ de recherche à un aspect particulier lié à l'innovation (par exemple, la technologie). Un total de 123 études ont été identifiées à la suite de la recherche initiale et ont ensuite été examinées. Nos critères d'exclusion étaient : les doublons, les articles non académiques tels que les éditoriaux, les commentaires, les documents de conférence, les chapitres de livres ou les résumés de recherche (par exemple, les rapports gouvernementaux), les textes qui ne sont pas en langue anglaise et les textes non accessibles. Sur les 38 études restantes, 6 ont été exclues après l'examen du texte intégral parce que les résultats ne correspondaient pas aux objectifs de l'étude. Enfin, 32 articles répondaient aux critères d'inclusion de l'examen et ont été inclus dans l'étude finale (tableau S1).

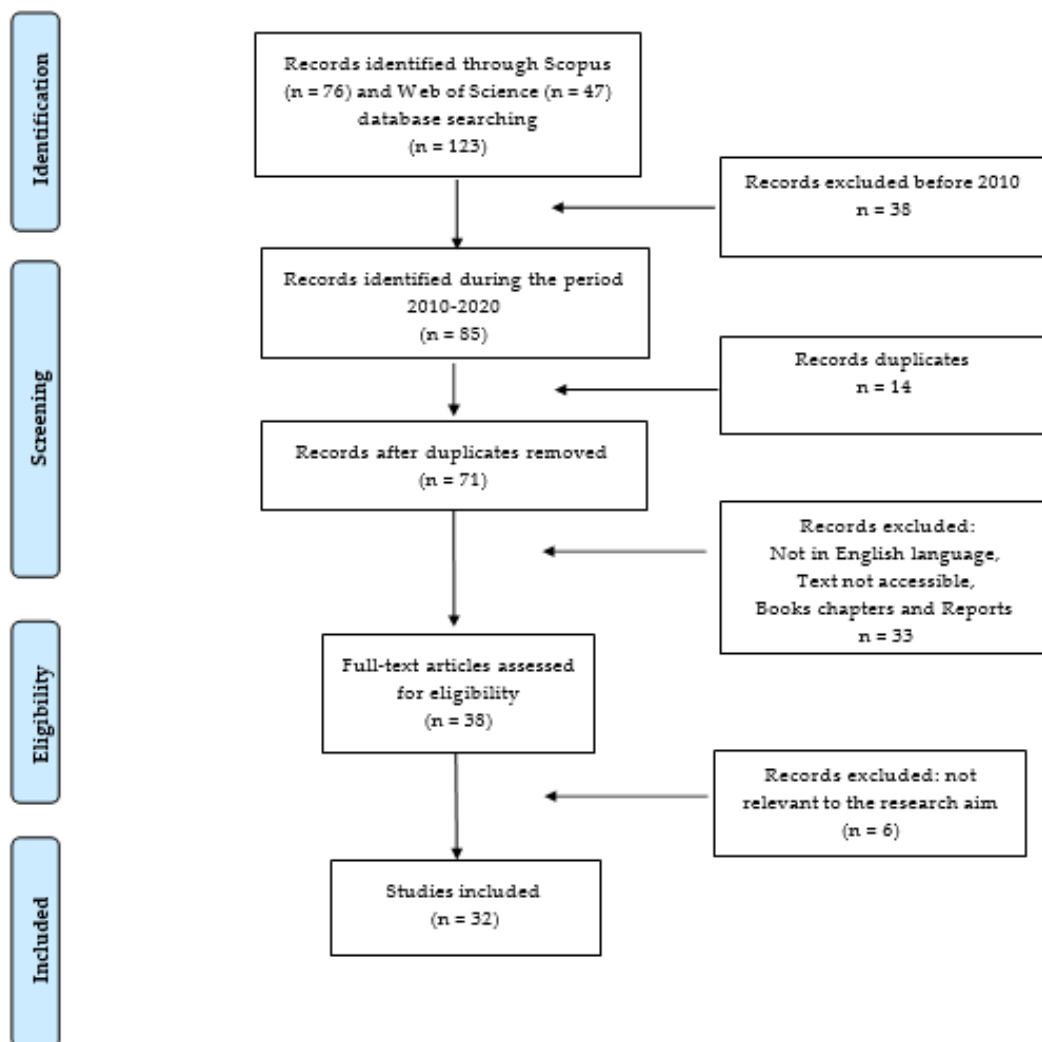


Figure 1. Diagramme de flux visualisant la procédure de recherche documentaire dans la base de données. Les critères d'exclusion sont indiqués. (Source : notre élaboration).

## 2.2. Analyse descriptive

Le nombre d'études sur le sujet publiées chaque année au cours de la dernière décennie est illustré dans la figure 2. Elle montre comment l'intérêt croissant de la communauté universitaire pour le sujet est pertinent de 2019 à 2020, alors que de 2010 à 2012, aucun article n'a été publié dans les deux bases de données électroniques.

Les articles ont également été analysés pour savoir dans quelles revues ils avaient été publiés au fil des ans (figure 3).



Figure 3. Number of papers per journal and per year. (Source: our elaboration).

La figure 4 montre les domaines des revues dans lesquelles les articles examinés ont été publiés. On peut constater que le domaine analysé couvre différentes catégories de domaines (Tableau S2). L'analyse effectuée montre que :

- 23 articles relèvent du domaine "Sciences agricoles et biologiques" avec 9 catégories (agronomie et sciences des cultures, sciences animales et zoologie, sciences aquatiques, écologie, évolution,

comportement et systématique, sciences alimentaires, foresterie, horticulture, sciences végétales, sciences du sol) ;

- 10 articles relèvent du domaine "Sciences de l'environnement" avec 9 catégories (écologie, chimie de l'environnement, ingénierie de l'environnement, sciences de l'environnement (diverses), gestion, surveillance, politique et droit, conservation de la nature et des paysages, pollution, gestion et élimination des déchets, sciences et technologies de l'eau) ;

- 6 documents sont inclus dans le domaine "Sciences sociales" avec 4 catégories (développement, éducation, géographie, planification et développement, sociologie et sciences politiques) ;

- 4 articles sont inclus dans le domaine "Économie, économétrie et finance" avec la catégorie "Économie et économétrie" et dans le domaine "Ingénierie" avec 3 catégories (ingénierie électrique et électronique, ingénierie générale, ingénierie industrielle et de fabrication) ;

- 3 articles sont inclus dans le domaine "Affaires, gestion et comptabilité" avec 3 catégories (systèmes d'information de gestion, gestion de la technologie et de l'innovation, et stratégie et gestion) et dans le domaine "Énergie" avec 2 catégories (ingénierie énergétique et technologie de l'énergie, énergie renouvelable, durabilité et environnement).

Il existe, comme le montre la figure 4, des revues avec un nombre réduit d'articles par domaine ayant des catégories d'analyse spécifiques.

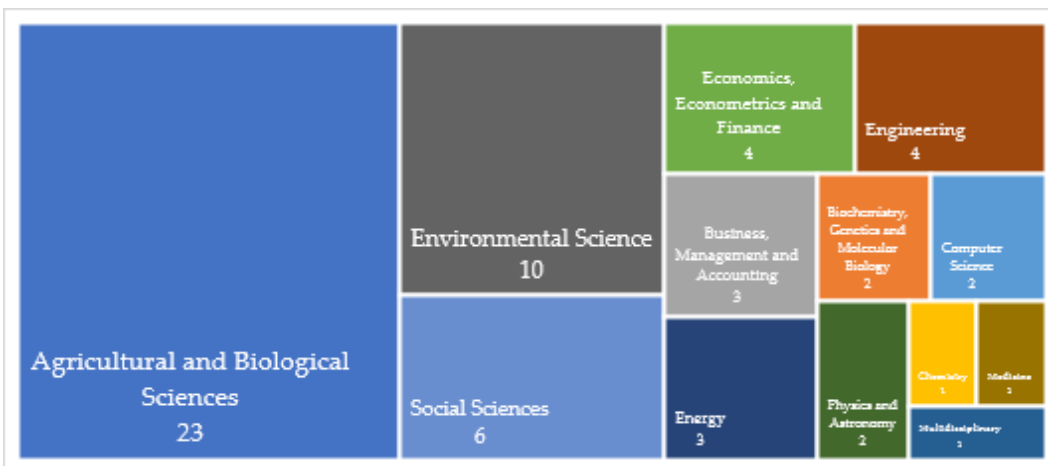


Figure 4. Nombre d'articles par thème de la revue. (Source : notre élaboration)

Les études analysées dans cette revue ont été réalisées dans le monde entier (Figure 5). La majorité des recherches ont été menées en Australie (6 études) et dans des pays européens, plus précisément en Espagne (6 études). Les pays en développement sont également bien représentés avec des études de cas menées en Amérique du Sud, en Asie de l'Est, en Afrique de l'Ouest et de l'Est.

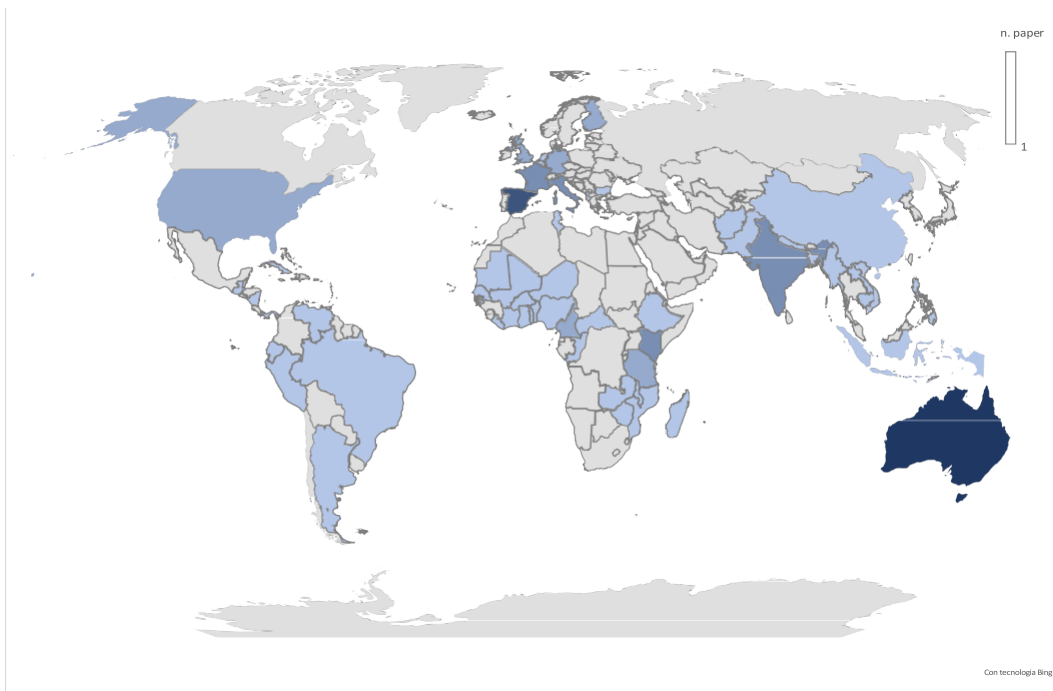


Figure 5. Pays où les études sélectionnées ont été menées. (Source : notre élaboration).

### 2.3. Analyse de contenu automatisée

L'utilisation de logiciels d'analyse de données qualitatives assistée par ordinateur (CAQDAS) s'est systématiquement développée pour améliorer les processus de recherche et d'analyse [16]. La méthode utilisée pour l'exploration de texte dans ce document est basée sur des approches d'apprentissage automatique. L'apprentissage automatique est une application de l'intelligence artificielle (IA) qui donne à un système la capacité d'apprendre automatiquement et de s'améliorer à partir de son expérience sans être explicitement programmé. Le processus d'apprentissage commence par l'observation d'un ensemble de données afin d'identifier des modèles et de prendre de meilleures décisions à l'avenir en fonction des résultats. En utilisant les algorithmes classiques d'apprentissage automatique, le texte est considéré comme une séquence de mots clés [17]. Dans l'analyse textuelle, les mots ont tendance à être corrélés avec d'autres mots sur une certaine plage dans le flux de texte [18]. Un système automatisé d'analyse du contenu des documents est utile pour plusieurs raisons [19]. L'un de ses objectifs est de réduire les coûts en termes de temps et de faciliter l'analyse d'une grande quantité d'ensembles de documents pour l'identification de concepts et de thèmes dans les données, sans hypothèses a priori ou cadres théoriques [20]. Leximancer [21] est un CAQDAS qui peut être adopté pour "exploiter le texte" du contenu de documents substantiels comme un outil lexicographique qui peut afficher visuellement l'information sélectionnée. Dans le logiciel, les termes sont des mots du texte dont on a examiné la fréquence de cooccurrence avec d'autres mots et synonymes du thésaurus et qui sont pondérés ou notés en fonction de la preuve de la présence d'un concept dans une phrase. Les concepts sont des collections de mots ou "termes" qui voyagent ensemble dans le texte. Ce sont des termes parents qui ont été identifiés par l'extraction de mots sémantiques et relationnels et qui partagent une signification et/ou un espace similaires dans le texte. Les thèmes sont des groupes de concepts qui sont fortement connectés. Enfin, la hiérarchie de "l'importance" indique la connexité des concepts. Elle pondère ces termes en fonction de leur fréquence d'apparition dans les phrases contenant le concept [9]. Ces données sont utilisées pour identifier les concepts les plus fréquemment utilisés dans un corps de texte et les relations entre ces concepts. Au cours du processus d'apprentissage, les mots hautement pertinents pour la graine sont continuellement mis à jour et finissent par former un saurus de termes pour chaque concept. L'avantage est que le logiciel extrait du document textuel une liste alimentée qui affiche les classifications pondérées des termes et les connexions entre les mots clés. À partir de cette liste, il crée des

cartes conceptuelles qui illustrent le niveau des connexions entre les mots clés dans le texte analysé [16,22]. La carte lexicale visuelle crée une vue "hélicoptère" des données. Les thèmes sont résumés dans des cercles et identifiés par le plus grand nombre de "points" dans le groupe ; plus le point est grand, plus le concept est important. Les concepts qui s'attirent les uns les autres et qui sont regroupés sont regroupés en thèmes, qui sont affichés sous forme de cercles colorés. La taille du cercle n'est pas pertinente ; c'est plutôt la couleur des thèmes qui démontre leur importance. Les couleurs chaudes (comme le rouge et l'orange) représentent les thèmes les plus importants, et les couleurs froides (bleu, vert) indiquent ceux qui sont moins importants par rapport à notre sélection d'articles. Un avantage est que la carte est interactive et permet à la recherche d'explorer davantage le concept et sa connectivité, en reliant les résultats du logiciel au site du texte original [23]. Les thèmes et les concepts qui n'ont pas de sens peuvent être supprimés pour donner de la valeur et de la pertinence à ceux qui sont utiles à l'analyse. Par conséquent, les choix effectués à chaque étape du processus sont réversibles, de sorte qu'il est possible d'affiner l'analyse et les graphiques de présentation afin de les adapter à la tâche de la recherche. Dans la figure 6, nous illustrons le processus d'analyse de contenu automatisé, divisé en trois étapes : concepts d'identification, concepts de définition et concepts de classification. Lorsque le processus est terminé, le résultat final est une carte conceptuelle.

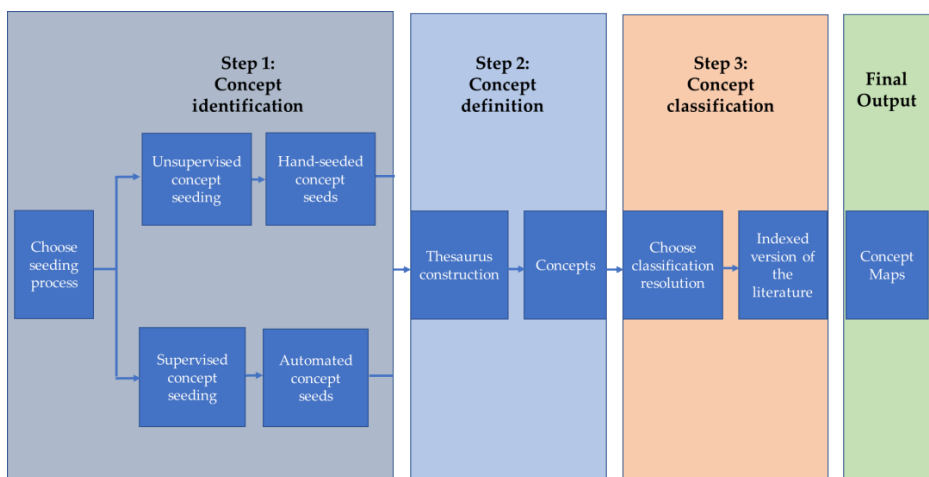


Figure 6. Déroulement des étapes de l'analyse de contenu automatisée. (Source : notre élaboration).

### 3. Résultats

L'analyse par Leximancer des 32 articles inclus dans notre documentation sur l'innovation en horticulture a permis de dégager six thèmes principaux, comme le montre la barre d'histogramme (Figure 7), qui classe leur importance relative.



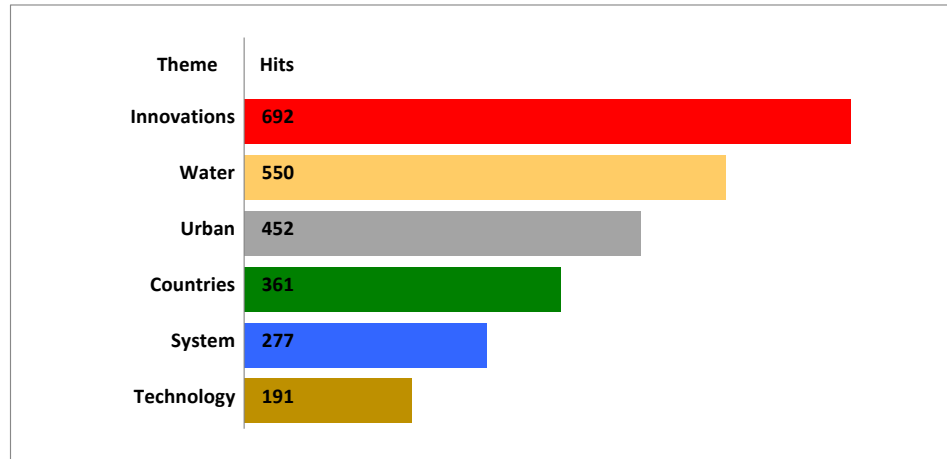


Figure 7. Themes identified by Leximancer

Après avoir exécuté le processus d'apprentissage et développé une liste de concepts contenus dans le texte, leur relation les uns avec les autres est représentée graphiquement dans une carte conceptuelle (Figure 8). Dans la carte, chaque cluster est lié à d'autres clusters, et les cercles se chevauchent, indiquant une forte interaction entre eux. Le logiciel nous a permis de faire un "zoom arrière" pour nous familiariser avec les données regroupées et en avoir une vue d'ensemble. Il indique quelles études sont regroupées autour du thème dominant [9].

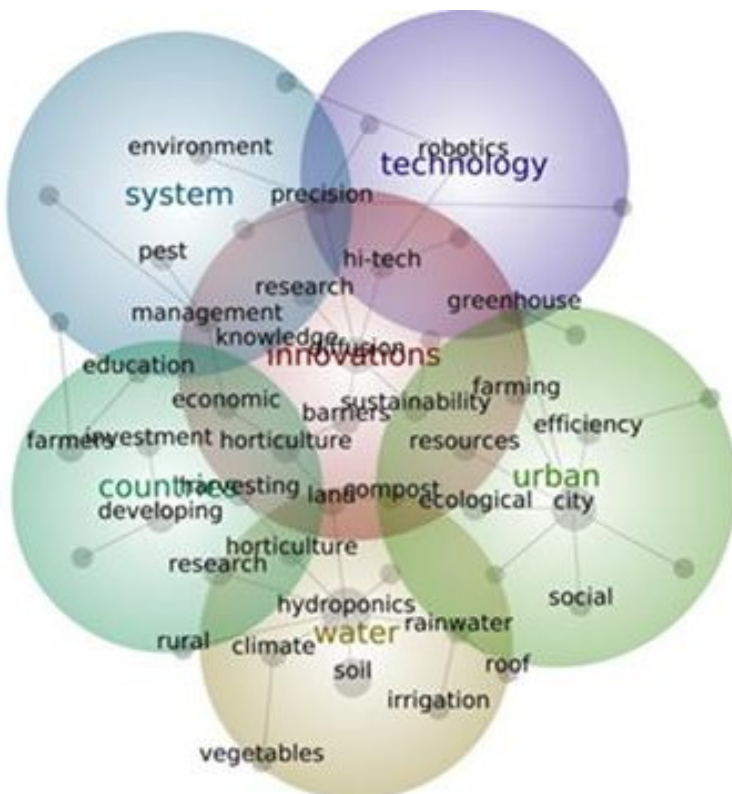


Figure 8. Carte conceptuelle de Leximancer. La taille du thème est fixée à 52 %.

### 3.1. 1er thème: Innovations

Le thème le plus important de la littérature examinée est "l'innovation" (cercle rouge le plus foncé). Il se compose de concepts tels que "connaissance", "diffusion" et "barrières", ce qui indique que la littérature se concentre sur l'adoption et les contraintes de la diffusion de l'innovation. Déjà en 1992, Jones [24] explorait les concepts d'innovation et de diffusion des innovations, qui impliquent les concepts de diffusion et de dissémination d'une idée, d'un produit ou d'une pratique innovante dans un système social au sein d'un territoire géographique défini. Le concept de diffusion de l'innovation est variable selon le contexte territorial et social. Elle est perçue à différentes échelles, c'est-à-dire que certains accueillent l'innovation plus rapidement que d'autres. D'un point de vue temporel, les innovations peuvent être caractérisées par une phase de diffusion lente, une phase ultérieure de diffusion rapide et une troisième phase de croissance lente, voire de décélération [25]. La littérature scientifique a trouvé un terrain fertile pour explorer le rôle joué par les parties prenantes dans la diffusion de l'innovation en augmentant à la fois le transfert de technologie et la performance innovante des organisations [26,27]. Le concept de "connaissance" n'est pas le même que celui d'information. Midgley [28] utilise le terme "connaissance" dans un sens large pour signifier toute compréhension, ce qui inclut les perceptions, les motivations inconscientes et les habitudes comportementales. Le thème de l'innovation est lié à tous les autres cercles par la cooccurrence des concepts de "durabilité", "ressources", "recherche", "gestion", "économie", "horticulture", "terre", "compost", "serre" et "hi-tech". Selon Bal et al. [29], plus une innovation est complexe, plus son transfert et son adoption par les agriculteurs sont difficiles. La principale raison du rejet d'une innovation est la perception par l'agriculteur du risque lié au changement, c'est-à-dire l'incertitude de l'agriculteur quant aux avantages potentiels du changement et à son coût [30]. L'adoption d'une nouvelle technologie ou d'une pratique innovante a été fortement débattue par les sociologues et les économistes dans le domaine agricole [31]. Les producteurs peuvent être plus réticents au risque associé à l'adoption de nouvelles innovations lorsque des intrants et des procédés traditionnels sont disponibles [32]. Dans le processus d'innovation-décision, les individus passent d'une phase de connaissance dans laquelle ils remarquent une innovation pour la première fois, à une phase de persuasion dans laquelle ils forment une attitude envers l'innovation, jusqu'à la décision finale de l'adopter ou de la rejeter [33]. Dans la plupart des innovations, les agriculteurs perçoivent l'innovation comme une motivation pour collecter des informations, probablement poussés par leurs valeurs relativement stables et leurs croyances générales [33-36]. Les aspects psychologiques et sociologiques constituent des mécanismes importants pour stimuler l'intention de changer. Le coût, le manque de connaissances, le manque de coopération, l'apathie, la sensibilisation et la crédibilité sont quelques-uns des facteurs qui peuvent influencer l'acceptation d'une innovation [37]. Pour de nombreux agriculteurs, leur demande d'adopter des pratiques non familières ou alternatives est une demande sérieuse, car ils ont probablement passé des années à développer un ensemble de systèmes et de routines qui fonctionnent le mieux pour leur entreprise et leurs terres. Pour s'éloigner de ces comportements habituels, il faut parfois modifier les attitudes et les perceptions pour convaincre les individus qu'un changement est nécessaire et bénéfique [38]. Même Buurma et Van der Velden [39] ont affirmé que l'adoption de nouvelles connaissances dans la pratique reste un défi dans la recherche et l'innovation agricoles. La Commission européenne [40] a défini ce défi comme "la réduction de la fracture entre la recherche et l'innovation". Elle a observé que, malgré la production continue de connaissances par des projets scientifiques, les résultats de la recherche sont souvent insuffisamment exploités et mis en pratique. Le comité permanent de la recherche agricole [7] a souligné que "les nouvelles connaissances sont générées par les agriculteurs, les chercheurs (fondamentaux et appliqués) et les entreprises privées". L'ancien modèle "linéaire" de transfert de technologie (des scientifiques aux utilisateurs) est donc dépassé et devrait être remplacé par un modèle interactif de systèmes en réseau qui intègre la production de connaissances, l'adaptation, le conseil et l'éducation [39].

### 3.2. 2ème thème : L'eau

Le deuxième thème le plus important (cercle d'or) met en évidence le domaine de recherche de la gestion de l'eau pour contribuer à l'atténuation des problèmes liés au changement climatique, avec les concepts "hydroponie", "collecte des eaux de pluie" et "irrigation". L'eau devient rapidement une ressource rare dans

de nombreuses régions du monde [41], et sa gestion est l'un des problèmes les plus critiques du XXI<sup>e</sup> siècle [42]. À l'heure actuelle, l'agriculture est le plus grand utilisateur d'eau au monde. Le développement de systèmes de culture protégés avec des techniques horticoles innovantes est une réponse aux systèmes de culture traditionnels qui sont très gourmands en eau et en autres ressources naturelles. Les systèmes de serres et les systèmes de culture sans sol (SCS) peuvent permettre d'obtenir des rendements élevés et d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau, en particulier dans les régions marginales et arides [43]. Actuellement, environ 3,5 % de la surface mondiale cultivée sous tunnels et serres pour la production de légumes adopte les techniques de culture hors-sol basées sur une solution hydroponique, comme les systèmes flottants, la technique du film nutritif ou l'aéroponie [44]. La culture hydroponique attire de plus en plus l'attention dans le monde entier grâce à la gestion très efficace des ressources et au rendement élevé et à la qualité de la production alimentaire, sans oublier la sécurité des produits maraîchers [45]. Ce type de système peut être appliqué dans le but de cultiver dans des zones où les terres arables sont rares ou même dans les grandes villes/métropoles [46], où les fermes verticales se répandent. Elles permettent aux producteurs d'obtenir une bonne production sur de petites surfaces, même en couches multiples, avec moins d'intrants, comme l'eau et les nutriments. García-Caparrós et al. [47] recommandent fortement la mise en place de certains traitements de l'eau dans les zones de pénurie d'eau, comme dans le bassin méditerranéen, où le mélange du drainage avec de l'eau à faible conductivité électrique et la réutilisation séquentielle de l'eau de drainage sont des technologies innovantes pour gérer les sels dans le drainage agricole. Ces dernières années, la fertigation est l'une des techniques agricoles les plus largement adoptées qui offre une très bonne opportunité de minimiser simultanément les pertes d'eau et de nutriments [47]. En Israël, l'efficacité de l'utilisation de l'eau est accrue par la mise en place de vannes automatiques et de contrôleurs informatisés, par l'utilisation de systèmes de micro-irrigation ou d'indicateurs végétaux tels que le potentiel hydrique des feuilles et le taux de croissance des fruits, afin d'obtenir une plus grande précision et régularité dans l'application de l'eau et des nutriments [48]. L'irrigation de précision a fait l'objet d'une grande avancée dans la recherche au cours de la dernière décennie, tant en plein champ qu'en serre, et c'est probablement la pratique/technologie la plus reconnue et la plus applicable visant à favoriser les économies d'eau en augmentant l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de l'irrigation [49-51]. Trentacoste et al. [52] ont soulevé la question de savoir si l'orientation des rangées de haies en horticulture pouvait être une stratégie de conception permettant d'obtenir des avantages en matière de gestion, d'utilisation de l'eau, de production et de qualité. Deligios et al. [53] ont étudié des systèmes innovants de gestion de l'eau basés sur des techniques d'irrigation de précision et sur l'application du refroidissement par évaporation afin d'améliorer l'état physiologique des cultures avec des impacts positifs sur la précocité, le rendement total des têtes et l'économie d'eau. Amos et al. [54] ont étudié le potentiel de l'utilisation de l'eau de pluie récupérée sur les toits pour soutenir l'agriculture urbaine, en soulignant qu'il existe un potentiel considérable pour fournir de l'eau à l'agriculture urbaine en utilisant des conceptions adaptées de systèmes de collecte d'eau de pluie sur les toits (RWH) et que les bidonvilles du Kenya le pratiquent déjà. Dans son étude, il indique que jusqu'à 41 % des sites d'horticulture urbaine à Rome pourraient être alimentés par l'eau récupérée sur les toits locaux. L'irrigation d'un petit jardin (20 m<sup>2</sup>) avec de l'eau de pluie récupérée peut augmenter le rendement d'environ 20 %, ce qui permet de répondre aux besoins caloriques d'un ménage indien typique ; cependant, il y a encore un manque d'initiatives pour l'utiliser dans l'agriculture urbaine. Le concept de "sol" dans le thème de l'eau indique qu'un certain nombre d'articles étudient également l'utilisation des déchets alimentaires par le biais du compostage. De Corato [55], dans son travail, a souligné que le compostage à la ferme est une option viable grâce aux avantages sur la qualité du sol et la santé des plantes qui valorisent la biomasse sous-utilisée. L'application de compost présente de nombreux avantages contre les agents pathogènes et les maladies des plantes grâce à des formules innovantes adaptées. Il peut également être employé comme agent de biorémediation pour récupérer et nettoyer les sols marginaux contaminés par des métaux lourds et des polluants organiques [56]. Sotamenau et al. [57] ont souligné que les composts locaux sont beaucoup moins courants en Afrique subsaharienne et que leur adoption devrait faire partie d'une chaîne de produits de recyclage des déchets agricoles impliquant les agriculteurs, les services de collecte des déchets, les municipalités, les organisations non gouvernementales et les chercheurs.

### 3.3. 3ème thème : Urban

Le thème 3 (le plus grand cercle vert) montre les contributeurs des chercheurs sur l'agriculture urbaine, soulignant que les villes sont confrontées à des défis pressants en termes de développement durable. La littérature académique contemporaine considère l'agriculture urbaine (AU) comme un moyen possible d'améliorer le développement urbain durable [58,59]. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture estime que plus de 800 millions de personnes pratiquent l'agriculture urbaine et produisent plus de 15 % de la nourriture mondiale [60]. L'idée sous-jacente qui accompagne cet intérêt est que l'agriculture urbaine peut réduire les émissions de gaz à effet de serre, contribuer à résoudre le problème de la sécurité alimentaire des populations urbaines croissantes et fournir des aliments sans produits chimiques et sans risque de parasites et de maladies. Les activités d'agriculture urbaine vont des projets éducatifs (par exemple, les jardins scolaires) aux projets de sécurité alimentaire et aux projets communautaires (comme les jardins de quartier), en passant par les entreprises agricoles commerciales [61]. La recherche sur l'agriculture urbaine a reconnu les avantages potentiels dans les trois dimensions de la durabilité [62]. Sur le plan social, l'agriculture urbaine semble avantageuse pour l'éducation et pour l'établissement d'un lien entre les consommateurs et leurs sources alimentaires. En ce qui concerne la dimension environnementale, l'agriculture urbaine crée des avantages liés à la réduction des kilomètres parcourus par les aliments et des émissions dues au transport, ainsi qu'à l'économie et au recyclage des ressources locales [63]. En termes économiques, l'agriculture urbaine peut potentiellement renforcer les économies locales et les petites entreprises et fournir des produits de base. En Australie, l'agriculture urbaine a de nombreuses définitions mais peut être décrite simplement comme " l'agriculture dans un cadre urbain ou périurbain " [64]. Elle peut inclure des arbres, des abeilles, des légumes, des légumineuses, et peut également être menée conjointement avec la production animale, en particulier les poulets et parfois les poissons [65]. Dans les pays en développement, l'agriculture urbaine joue un rôle important dans la sécurité alimentaire et, dans de nombreux cas, dans les revenus [64,66]. Dans les pays développés, les besoins alimentaires ne sont généralement pas criants et les revenus tirés de l'agriculture à petite échelle sont minimes ; la motivation est donc plus idéologique [66-68]. Pour ces pays, il s'agit souvent d'un mode de vie sain, purement thérapeutique ou d'un moyen de s'impliquer dans une interaction sociale, ou encore d'un élément d'un programme éducatif à l'école [54].

### 3.4. 4ème thème : Pays

Le thème 4 (petit cercle vert) démontre un intérêt pour la littérature sur les "pays en développement". Les concepts les plus pertinents de ce thème sont "l'éducation", "les investissements" et "les pertes après récolte". Les améliorations doivent être ciblées à chaque étape de la chaîne de valeur : meilleures pratiques de récolte et de stockage, progrès dans la chaîne du froid et dans les infrastructures de transport, réduction des déchets au niveau de la transformation et de la vente au détail [69]. La réduction des pertes et des déchets à grande échelle dépend également des investissements gouvernementaux dans les biens publics, tels que les infrastructures. Pretty et al. [70] et Gilioli et al. [71] ont formulé les recommandations suivantes pour améliorer le processus d'innovation et les efforts de développement en Afrique : création de nouvelles infrastructures sociales qui renforcent la confiance entre les individus et les agences ; amélioration des connaissances et des capacités des agriculteurs par l'utilisation d'écoles pratiques et de technologies modernes d'information et de communication ; engagement avec le secteur privé pour la fourniture de biens et de services ; accent sur les besoins des femmes en matière d'éducation, de microfinance et de technologie agricole ; garantie de la disponibilité de la microfinance et de la banque rurale ; garantie du soutien du secteur public à l'agriculture. Il est intéressant de noter que même dans les pays avancés, comme l'Australie, l'éducation et la formation de la main-d'œuvre horticole sont moins importantes que dans le secteur agricole au sens large [72]. Par conséquent, le renforcement des capacités des ressources humaines, des compétences commerciales et du leadership dans la production et l'horticulture transformée est d'une importance fondamentale pour le succès et la croissance continue de ce secteur. Il ne faut pas oublier que

les moteurs et les contraintes de la productivité agricole sont très différents selon les pays. En Asie de l'Est, le rendement des cultures a été multiplié par six au cours des dernières décennies. En Afrique subsaharienne et dans certaines parties de l'Asie du Sud, il n'a que doublé [73]. En outre, les problèmes liés au changement climatique et à la détérioration de la base de ressources naturelles auront un impact plus important sur les contextes pauvres et vulnérables. Osano et Koine [74], dans leur étude, ont examiné le rôle des investissements directs étrangers sur le transfert de technologie et la croissance économique au Kenya. Les entreprises étrangères au Kenya ont joué un rôle majeur dans l'amélioration de la croissance économique dans le secteur agricole, en particulier dans l'horticulture. Sur une longue période, on a constaté que l'investissement direct étranger (IDE) crée de nombreuses externalités dans l'économie kenyane sous la forme d'avantages disponibles par le biais de transferts de connaissances générales, de technologies spécifiques dans la production et la distribution, de la mise à niveau industrielle, de l'expérience professionnelle de la main-d'œuvre, de l'établissement de réseaux financiers et commerciaux et de la mise à niveau des services de télécommunications. Dans des pays comme la Tanzanie, l'horticulture est le sous-secteur agricole qui connaît la croissance la plus rapide, avec un taux de croissance annuel moyen de 11 % [75]. Certains goulets d'étranglement proviennent encore de la nature périssable des produits, qui entraîne un niveau élevé de pertes après récolte [76]. À cet égard, les innovations les plus courantes concernent la gestion post-récolte, par le biais de camionnettes équipées de chambres froides et de matériaux d'emballage améliorés. En Inde, afin de réduire les pertes de PH et d'améliorer la gestion de la chaîne d'approvisionnement, d'importantes interventions sont mises en place pour les installations de stockage à court et à long terme par le biais d'un mécanisme de refroidissement/réfrigération par évaporation au niveau de la ferme. En outre, un système intégré d'identification par radiofréquence (RFID), associé à un capteur pour le contrôle de l'éthylène, de la température et de l'humidité relative, devrait faciliter le suivi et la traçabilité des produits frais [77]. En Tunisie, en plus des problèmes liés à l'eau, il y a également une salinisation progressive des sols, ce qui détermine l'application du système de culture sans sol. Des expériences intéressantes ont été faites concernant l'utilisation de substrats dérivés de "déchets locaux", tels que le compost de palmiers, le compost de déchets d'oasis et de fumier animal, ou le sable et la fibre de noix de coco pour la production de tomates [78]. Radhouani et al. [79] ont effectué un essai sur des melons cultivés dans un système sans sol, en utilisant du sable et du compost de palmier sec par rapport à la perlite, et l'expérience a conduit à des produits de bonne qualité, ouvrant des scénarios futurs plus respectueux de l'environnement. La culture hors-sol est pratiquée à grande échelle dans les régions arides, mais cette technique n'est pas seulement utile en cas de pénurie d'eau, d'eau de mauvaise qualité ou de manque de sols fertiles. Dupré et al. [80] ont étudié comment les agriculteurs de l'île de la Réunion ont réduit les intrants synthétiques en adoptant des pratiques alternatives. Les plus fréquemment employées étaient la fauche, le désherbage avec travail du sol, l'application ponctuelle d'herbicides, l'utilisation de fumier ou de compost, les biopesticides et les pièges chimiques. Les plus rares étaient les filets anti-insectes et l'irrigation par aspersion pour le contrôle de certains ravageurs, ainsi que le paillage plastique, la restitution des résidus de culture, le lâcher d'ennemis naturels et les cultures de couverture.

### 3.5. 5ème thème : Système

Le thème 5 montre l'importance du "système" du point de vue de la dimension sociale et institutionnelle afin de créer un environnement propice au progrès [81]. Les industries locales ont besoin d'un environnement institutionnel favorable [82]. De notre corpus de littérature, il ressort que l'innovation peut être réalisée par l'interaction et la coopération entre différents acteurs, en vue de développer un système agricole qui doit impliquer à la fois une recherche orientée vers les résultats et la diffusion de ces résultats.

Juntti et Downward [83], faisant référence au "miracle almérien", soulignent que l'une des forces de la province espagnole était son "système capillaire". La majorité des producteurs appartiennent à une coopérative qui fournit des arrangements économiques stables et garantit l'accès des petits agriculteurs au développement technologique et à la formation [84]. La proximité entre les producteurs, les coopératives et

les entreprises d'approvisionnement a été cruciale pour l'émergence d'un certain nombre de solutions technologiques qui augmentent la durabilité sans compromettre la productivité du secteur. En Tunisie, la demande croissante en eau d'irrigation a déclenché la mise en place de systèmes d'irrigation collectifs, favorisant la participation des utilisateurs, reformulant le système de tarification de l'eau et stimulant l'adoption de technologies d'économie d'eau au niveau des exploitations [85]. Lewin et Grabbe [86] ont soutenu que le processus de changement modifie le système de valeurs d'un individu. Habituellement, l'individu a besoin de se référer à un groupe d'individus afin d'établir un nouveau système de valeurs. Le groupe agit comme un réducteur d'incertitude. Selon la Banque mondiale [73], un système d'innovation est un "réseau d'organisations, d'entreprises et d'individus qui se concentrent sur l'utilisation de nouveaux produits, de nouveaux processus et de nouvelles formes d'organisation, ainsi que les institutions qui affectent leur comportement et leur performance". Le système d'innovation agricole (SIA) appartient à une famille d'approches systémiques qui sont apparues en réponse aux insuffisances perçues du modèle linéaire d'innovation qui a dominé jusqu'à la fin des années 1980 [73,87]. Alors qu'une vision linéaire de l'innovation considère la recherche comme le principal moteur de l'innovation [73], les cadres des systèmes d'innovation perçoivent l'innovation comme un processus impliquant la coévolution d'éléments technologiques et non technologiques [88]. Dans le cadre agricole, les nouvelles machines, les cultivars, les intrants agricoles et les pratiques sont des exemples de changements technologiques, tandis que les dispositions sociales et économiques, telles que les nouveaux environnements institutionnels et les normes sociales, sont des exemples de changements non technologiques [89]. Ces changements s'opèrent à de multiples niveaux, du champ à la ferme en passant par la région [90-92]. En tant que telle, l'innovation concerne autant le changement institutionnel et les processus sociaux que le développement de nouvelles technologies [81,88,91,92]. L'innovation repose sur l'interaction entre un groupe d'acteurs hétérogènes, tels que les agriculteurs, les chercheurs, les agronomes et les conseillers, les transformateurs, les fournisseurs d'intrants et la société civile [73,81,90,93]. Rathore et al. [94] ont discuté du système d'exploitation agricole intégré (SIA) dans les régions arides et semi-arides en tant que clé de l'intensification agricole nécessaire pour atteindre la sécurité alimentaire et la durabilité environnementale futures. L'auteur affirme que la promotion de l'adoption de l'IFS à l'avenir est directement liée à une politique cohérente, à un engagement institutionnel, au développement des infrastructures, à une meilleure coordination entre les différents programmes et agences de développement agricole et rural, et à un ensemble de mesures incitatives. Schut et al. [88], dans leur travail, ont montré que le potentiel de l'approche systémique reste largement inexploré pour l'innovation en matière de protection des cultures. Plusieurs publications se concentrent sur les "systèmes" de culture ou d'exploitation, tandis que le terme "innovation" équivaut souvent au développement, au transfert, à l'adoption et à la diffusion des technologies de protection des cultures au niveau de l'exploitation. Elles soulignent que les dimensions institutionnelles et politiques de la protection des cultures et les interactions entre les niveaux agricole, régional et national dans les systèmes de protection des cultures sont relativement peu prises en compte. Un concept essentiel dans le thème "système" est celui de "nuisible", car plusieurs articles de notre sélection [37,39,94-96] ont discuté de nouvelles approches pour la gestion des nuisibles comme la gestion à l'échelle de la zone (Area Wide Management - AWM) qui va au-delà des exploitations individuelles et implique des activités coordonnées mises en œuvre sur une zone étendue. La directive-cadre 128/2009/CE sur l'utilisation durable des pesticides a également souligné que l'initiative descendante pour la lutte intégrée contre les parasites (IPM) devait être transformée en un processus de co-innovation ascendant par lequel les producteurs agricoles transforment leurs approches de lutte contre les parasites [97], avec la participation directe des agriculteurs à toutes les étapes du processus d'innovation pour garantir la pertinence, l'applicabilité et l'adoption [98].

### 3.6. 6ème thème : Technologie

Ce thème reconnaît la pertinence de la "technologie" dans le domaine de l'innovation horticole. Les innovations de haute technologie, numériques, organisationnelles et liées aux produits peuvent favoriser de

plus en plus la multifonctionnalité des systèmes agricoles et alimentaires. Dans certains pays, l'agriculture a atteint un niveau technologique très élevé. En Israël, la serre avancée actuellement utilisée comprend des rideaux, des lucarnes et des filets d'ombrage qui se déplacent automatiquement en réaction à la lumière du soleil. Les structures ont une hauteur de 5 m à leur point le plus bas afin de fournir la meilleure lumière et le meilleur espace de travail, tandis que la ventilation est assurée par l'installation de couvertures thermiques [99]. Gruda et al. [100] ont présenté quelques stratégies d'adaptation pour répondre aux défis de l'impact du changement climatique sur la culture protégée en termes de refroidissement suffisant et d'amélioration de la lumière naturelle et additionnelle pour la production hivernale, d'innovations techniques et conceptuelles comme la serre semi-fermée basée sur le refroidissement et la déshumidification mécaniques et les serres et les écrans à ventilation passive. Dans le même temps, le nombre de robots agricoles, les agrobots, augmente chaque année grâce aux nouvelles technologies. Grâce à l'utilisation de caméras et d'algorithmes de reconnaissance d'images, les robots que les chercheurs développent seront capables d'identifier les mauvaises herbes, les insectes ou les plantes malades et de traiter précisément la cible. Cela permet de réduire la consommation de produits, ce qui se traduit par une baisse des coûts pour l'agriculteur et un niveau de durabilité plus élevé [101]. Les agrobots sont employés pour la récolte ou la cueillette, la plantation, le désherbage, la lutte contre les parasites, la pulvérisation et la culture ; ils utilisent le GPS et des capteurs pour la navigation [102]. Ils fonctionnent entièrement sous le contrôle d'un programme informatique et ils utilisent souvent des capteurs pour recueillir des données sur leur environnement afin de naviguer. Les robots utilisés pour combattre les maladies des plantes qui causent beaucoup de dégâts aux cultures, traitent uniquement les plantes infectées, au lieu de couvrir toute la culture avec un fongicide. Ils sont également capables d'éliminer les parasites des cultures sans utiliser de produits chimiques, en les aspirant à l'aide d'un vide. De cette façon, ils tuent les insectes sans produits chimiques. Les technologies de nez électronique sont également appliquées dans l'agriculture, y compris dans le secteur de l'horticulture. Ces applications de détection d'arômes ont permis d'améliorer les attributs, la qualité, l'uniformité et la cohérence des produits à base de plantes de manière à accroître l'efficacité et l'efficacité des processus de production et de fabrication [103].

## 4. Conclusions

L'innovation joue un rôle clé dans l'augmentation de la production, l'amélioration de la manutention post-récolte, ainsi que la réduction de l'empreinte environnementale pour offrir une plus grande valeur aux consommateurs. Il n'est pas surprenant que la question des ressources en eau se soit avérée très liée à l'innovation. L'agriculture est un secteur hydrovore, qui consomme 70 % des ressources en eau de la planète (FAO, AQUASTAT). La gestion de l'eau est un domaine stratégique pour assurer la durabilité et la compétitivité. Parallèlement, l'utilisation d'outils d'agriculture de précision permet d'améliorer la production, d'optimiser la distribution des engrais et des pesticides. Dans la plupart des pays avancés, la technologie fait d'excellents progrès. Les engrais, le désherbage et la collecte sont déjà gérés par l'intelligence artificielle, grâce à des robots de pointe. Cependant, l'innovation est bien plus que l'application réussie des résultats de la recherche [104]. Un point de réflexion important sur lequel nous nous sommes penchés est le problème lié à la diffusion des innovations et l'importance d'une approche systémique. Les processus d'innovation naissent généralement en réponse à différents besoins, qu'ils proviennent du marché, de la technologie, de la société ou de l'environnement ; quelle que soit leur origine, ils nécessitent toujours la présence de conditions favorables. C'est pourquoi il est important de garantir un environnement favorable. La prise de conscience des producteurs, des partenaires de la chaîne d'approvisionnement, des instituts de recherche et des gouvernements est fondamentale pour le développement futur de l'horticulture, en particulier dans les pays en développement où le secteur primaire est l'épine dorsale de leur économie. Les chercheurs sont encouragés à dépasser leurs rôles traditionnels de producteurs de connaissances ou de formateurs et à

travailler plus étroitement avec les acteurs impliqués dans le soutien à l'innovation. Le partage des connaissances est une étape clé dans cette direction car il peut libérer les performances de l'agriculture du futur. En outre, surtout dans les pays pauvres, les outils politiques sont essentiels pour réduire les restrictions à la participation au marché, supprimer les réglementations onéreuses et aborder les dépenses de R&D ciblées sur les besoins des agriculteurs. Il convient également de souligner que dans ces pays, il existe un manque de connaissances en matière de gestion qui devrait être comblé parallèlement à l'adoption de nouvelles technologies [105]. Dans cet article, l'innovation dans l'horticulture est abordée sous différents angles afin de saisir les différentes dimensions que l'innovation implique. Les documents de recherche examinés dans ce travail abordent le sujet d'un point de vue organisationnel, économique, agronomique, technologique et social. Cette variété indique que le secteur horticole est très dynamique et que la marge de manœuvre, en termes de nouvelles recherches scientifiques, est large. L'analyse de contenu automatisée a fourni un outil analytique pour comprendre et synthétiser l'état de l'art des innovations horticoles. Les résultats de notre étude soulignent que le domaine de l'innovation en horticulture a une nature multidisciplinaire et une plus grande complexité et suggèrent des opportunités pour des investigations supplémentaires, en particulier dans les aspects socio-économiques des innovations. Leximancer s'est avéré être un logiciel avec beaucoup de potentiel, caractérisé par la validité, la reproductibilité et la fiabilité des résultats [19]. Il permet une compréhension holistique de la problématique analysée car la carte conceptuelle a l'avantage de permettre une lecture rapide de la littérature. Elle nous permet de voir quels sont les thèmes dominants, sans imposer a priori nos propres interprétations sur les données. En outre, cette approche peut être appliquée par les chercheurs dans le cadre d'études préliminaires pour se familiariser avec un nouveau domaine et indiquer où se situe l'attention pour le moment. Elle peut être complémentaire de l'analyse de contenu manuelle. Le processus de recherche a nécessité une compréhension profonde des données et, par conséquent, il est plus correct de considérer cette approche comme un outil pour soutenir les capacités humaines plutôt que de remplacer le travail du chercheur. Malgré plusieurs avantages, cette méthodologie présente quelques écueils. La qualité des résultats dépend de la qualité de l'ensemble des données. Notre étude de cas a été limitée par le petit nombre de publications, puisqu'elle s'est limitée aux articles en anglais et a exclu la littérature grise. la littérature grise.

**Matériaux supplémentaires:** Les éléments suivants sont disponibles en ligne à l'adresse <https://www.mdpi.com/article/10.3390/agronomie11061103/s1>, Tableau S1. Aperçu des articles sélectionnés ; Tableau S2. Vue d'ensemble des articles sélectionnés par catégorie de domaine.

**Contributions des auteurs:** Le travail est le résultat d'une contribution et d'une collaboration égales entre les auteurs de chaque partie de l'article. Conceptualisation, M.D., G.C. et G.V. ; méthodologie, D.S. et G.V. ; logiciel, D.S. et G.V. ; validation, D.S., G.C. et G.P. ; analyse formelle, D.S., G.C., M.D. et G.V. ; enquête, G.P. et B.P. ; ressources, G.P. et B.P. ; conservation des données, G.C. et D.S. ; rédaction - préparation du projet original, G.C., D.S., M.D. et G.V. ; rédaction-révision et édition, G.P. et B.P. ; visualisation, G.C. ; supervision, G.P. ; administration du projet, M.D. ; acquisition du financement, G.C. et M.D. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version publiée du manuscrit.

**Financement:** "Cette publication a été réalisée avec le soutien financier de l'Union européenne dans le cadre du Programme IEV de Coopération Transfrontalière Italie-Tunisie 2014-2020 à travers le projet INTEMAR-IS\_2.1\_073 Innovations dans la lutte intégrée contre les ravageurs et maladies récemment introduits sur cultures maraîchères. Son contenu relève de la seule responsabilité du bénéficiaire principal et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne et celles de l'Autorité de Gestion (numéros de subvention E64I18002460007)". Cette recherche a été financée par le projet "Evaluations économiques de la durabilité des systèmes agroalimentaires" de l'UNICT 2016-2018 "Piano per la Ricerca. Linea di intervento 2-Seconda annualità P7/WP2 (5A722192141)". Chef de projet : Gaetano Chinnici.

Déclaration de l'Institutional Review Board : Non applicable.



Déclaration de consentement éclairé : Sans objet.

Déclaration de disponibilité des données : Les données présentées dans cette étude sont disponibles sur demande auprès de l'auteur correspondant.

Conflits d'intérêts : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

## Références:

1. United Nation, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*; United Nations: New York, NY, USA, 2019.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Unlocking the Potential of Agricultural Innovation to achieve the Sustainable Development Goals. In Proceedings of the International Symposium on Agricultural Innovation for Family Farmers, Rome, Italy, 21–23 November 2018; p. 120.
3. IICA (Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture). *Innovación Para la Cooperación Técnica en el IICA*; Directorate of Technical Cooperation: San Jose, CR, USA, 2013.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAOSTAT Statistical Database*; FAO: Rome, Italy, 2021.
5. Ramos-Sandoval, R.; Álvarez-Coque, J.M.; Mas-Verdú, F. Innovative capabilities of users of agricultural R&D services. *Reg. Sci. Policy Pract.* **2019**, *11*, 295–305.
6. Eriksson, T.; Halla, H.; Heikkilä, M.; Kalliomäki, H. Bridging entrepreneurial competencies and business model innovation: Insights on business renewal in the small horticulture businesses in Finland. *Agric. Food Sci.* **2019**, *28*, 112–125. [CrossRef]
7. EU SCAR. *Agricultural Knowledge and Innovation Systems towards the Future—A Foresight Paper*; EU SCAR: Luxembourg, Brussels, 2015. [CrossRef]
8. Sutherland, L.-A.; Madureira, L.; Dirimanova, V.; Bogusz, M.; Kania, J.; Vinogradnik, K.; Creaney, R.; Duckett, D.; Koehnen, T.; Knierim, A. New knowledge networks of small-scale farmers in Europe's periphery. *Land Use Policy* **2017**, *63*, 428–439. [CrossRef]
9. Haynes, E.; Garside, R.; Green, J.; Kelly, M.P.; Thomas, J.; Guell, C. Semi-automated text analytics for qualitative data synthesis. *Res. Synth. Methods* **2019**, *10*, 452–464. [CrossRef]
10. Cheng, M.; Edwards, D. A comparative automated content analysis approach on the review of the sharing economy discourse into tourism and hospitality. *Curr. Issues Tour.* **2019**, *22*, 35–49. [CrossRef]
11. González-Rubio, J.; Navarro-López, C.; López-Nájera, E.; López-Nájera, A.; Jiménez-Díaz, L.; Navarro-López, J.D.; Nájera, A. A Systematic Review and Meta-Analysis of Hospitalised Current Smokers and COVID-19. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 7394. [CrossRef] [PubMed]
12. Giacomarra, M.; Galati, A.; Crescimanno, M.; Tinervia, S. The integration of quality and safety concerns in the wine industry: The role of third-party voluntary certifications. *J. Clean. Prod.* **2016**, *112*, 267–274. [CrossRef]
13. Leonidou, E.; Christofi, M.; Vrontis, D.; Thrassou, A. An integrative framework of stakeholder engagement for innovation management and entrepreneurship development. *J. Bus. Res.* **2018**, *119*, 245–258. [CrossRef]
14. Golbabaie, F.; Yigitcanlar, T.; Paz, A.; Bunker, J. Individual predictors of autonomous vehicle public acceptance and intention to use: A systematic review of the literature. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* **2020**, *6*, 106. [CrossRef]
15. Maesano, G.; Di Vita, G.; Chinnici, G.; Pappalardo, G.; D'Amico, M. The Role of Credence Attributes in Consumer Choices of Sustainable Fish Products: A Review. *Sustainability* **2020**, *12*, 10008. [CrossRef]
16. Crofts, K.; Bisman, J. Interrogating accountability: An illustration of the use of Leximancer software for qualitative data analysis. *Qual. Res. Account. Manag.* **2010**, *7*, 180–207. [CrossRef]
17. Vidmar, D.; Marolt, M.; Pucihar, A. Information Technology for Business Sustainability: A Literature Review with Automated Content Analysis. *Sustainability* **2021**, *13*, 1192. [CrossRef]
18. Beeferman, D.; Berger, A.; Lafferty, J. A model of lexical attraction and repulsion. In Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and Eighth Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, Madrid, Spain, 7–11 July 1997; pp. 373–380.
19. Smith, A.E.; Humphreys, M.S. Evaluation of unsupervised semantic mapping of natural language with Leximancer concept mapping. *Behav. Res. Methods* **2006**, *38*, 262–279. [CrossRef]

20. Zimitat, C.A. Lexical Analysis of 1995, 2000 and 2005 Ascilite Conference Papers. In Proceedings of the 23rd Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education. Who's Learning? Whose Technology? Sydney, Australia, 3-6 December 2006; pp. 947–951.
21. Leximancer. *User Guide Release 4.5*; Leximancer Pty Ltd: Brisbane, Australia, 2018.
22. Thomas, D.A. Searching for Significance in Unstructured Data: Text Mining with Leximancer. *Eur. Educ. Res. J.* **2014**, *13*, 235–256. [CrossRef]
23. Gapp, R.; Stewart, H.; Harwood, I.; Woods, P. Discovering the Value in Using Leximancer for Complex Qualitative Data Analysis. In Proceedings of the British Academy of Management Conference, Liverpool, UK, 10–12 September 2013; pp. 1–6.
24. Jones, G.E. La diffusione delle innovazioni e i processi decisionali in agricoltura. *Riv. Econ. Agrar.* **1992**, *3*, 353–369.
25. Rogers, E.M. Categorizing the adopters of agricultural practices. *Rural. Sociol.* **1958**, *23*, 345–354.
26. Edler, J.; Yeow, J. Connecting demand and supply: The role of intermediation in public procurement of innovation. *Res. Policy* **2016**, *45*, 414–426. [CrossRef]
27. De Silva, M.; Howells, J.; Meyer, M. Innovation intermediaries and collaboration: Knowledge-based practices and internal value creation. *Res. Policy* **2018**, *47*, 70–87. [CrossRef]
28. Midgley, G. *Systemic Intervention: Philosophy, Methodology, and Practice*; Kluwer/Plenum: New York, NY, USA, 2000.
29. Bal, P.; Castellanet, C.; Pillot, D. Accompagner le Développement des Exploitations Agricoles: Faciliter L'émergence et la Diffusion des Innovations. In *Mémento de L'agronome*; Cirad-Gret: Montpellier, France, 2002; Volume 202, pp. 373–405.
30. Roussy, C.; Ridier, A.; Chaib, K. Adoption D'innovations par les Agriculteurs: Role des Perceptions et des Préférences. *INRA Fr.* **2015**, *35*, hal-01209051. Available online: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01209051> (accessed on 8 February 2021).
31. Pannell, D.J.; Marshall, G.R.; Barr, N.; Curtis, A.; Vanclay, F.; Wilkinson, R. Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Aust. J. Exp. Agric.* **2006**, *46*, 1407–1424. [CrossRef]
32. Rickard, B.J.; Richards, T.J.; Yan, J. University licensing of patents for varietal innovations in agriculture. *Agric. Econ.* **2016**, *47*, 3–14. [CrossRef]
33. Rogers, E.M. *Diffusion of Innovations*, 5th ed.; Free Press: New York, NY, USA, 2003.
34. Hassinger, E. Stages in the adoption process. *Rural Sociol.* **1959**, *24*, 52–53.
35. Schwartz, S.H.; Bilsky, W. Toward a universal psychological structure of human values. *J. Pers. Soc. Psychol.* **1987**, *53*, 550–562. [CrossRef]
36. Wensing, J.; Carraresi, L.; Bröring, L. Do pro-environmental values, beliefs and norms drive farmers' interest in novel practices fostering the Bioeconomy? *J. Environ. Manag.* **2019**, *232*, 858–867. [CrossRef] [PubMed]
37. Mankad, A.; Loechel, B.; Measham, P.F. Psychosocial barriers and facilitators for area-wide management of fruit fly in southeastern Australia. *Agron. Sustain. Dev.* **2017**, *37*, 67. [CrossRef]
38. Mankad, A. Psychological influences on biosecurity control and farmer decision-making. A review. *Agron Sustain. Dev.* **2016**, *36*, 40. [CrossRef]
39. Buurma, J.S.; van der Velden, N.J.A. New approach to Integrated Pest Management research with and for horticulture. A vision from and beyond economics. *Crop Prot.* **2017**, *97*, 94–100. [CrossRef]
40. European Commission. The Future of Food and Farming. In Proceedings of the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions (COM), Brussels, Switzerland, 29 November 2017.
41. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Water for Sustainable Food and Agriculture 2017. Available online: [www.fao.org/3/a-i7959e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i7959e.pdf) (accessed on 8 February 2021).
42. Abou Hadid, A.F. Assessment of Impacts, Adaptation and Vulnerability to Climate Change in North Africa: Food production and water resources. In *A Final Report Submitted to Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC)*; Project No. AF90; The International START Secretariat: Washington, DC, USA, 2006. Available online: [http://www.start.org/Projects/AIACC\\_Project/Final%20Reports/Final%20Reports/FinalRept\\_AIACC\\_AF90.pdf](http://www.start.org/Projects/AIACC_Project/Final%20Reports/Final%20Reports/FinalRept_AIACC_AF90.pdf) (accessed on 8 February 2021).
43. Nicola, S.; Pignata, G.; Ferrante, A.; Bulgari, R.; Cocetta, G.; Ertani, A. Water Use Efficiency in Greenhouse Systems and its Application in Horticulture. *AgroLife Sci. J.* **2020**, *9*, 248–262.
44. Sambo, P.; Nicoletto, C.; Giro, A.; Pii, Y.; Valentinuzzi, F.; Mimmo, T.; Lugli, P.; Orzes, G.; Mazzetto, F.; Astolfi, S.; et al. Hydroponic Solutions for Soilless Production Systems: Issues and Opportunities in a Smart Agriculture Perspective. *Front. Plant Sci.* **2019**, *10*, 923. [CrossRef] [PubMed]
45. Tzortzakis, N.; Nicola, S.; Savvas, D.; Voogt, W. Editorial: Soilless Cultivation Through an Intensive Crop Production Scheme. Management Strategies, Challenges and Future Directions. *Front. Plant Sci.* **2020**, *11*, 363. [CrossRef]

46. Kalantari, F.; Mohd Tahir, O.; Akbari Joni, R.; Fatemi, E. Opportunities and Challenges in Sustainability of Vertical Farming: A Review. *J. Landsc. Ecol.* **2018**, *11*, 1. [CrossRef]
47. García-Caparrós, P.; Llanderal, A.; Maksimovic, I.; Lao, M.T. Cascade cropping system with horticultural and ornamental plants under greenhouse conditions. *Water* **2018**, *10*, 125. [CrossRef]
48. Azenkot, A. Water and irrigation. In *Israel's Agriculture*; Moisa, S., Ed.; Israel-Ministry of Agriculture & Rural Development: Rishon LeTsiyon, Israel, 2006; pp. 18–19.
49. Montesano, F.F.; Serio, F.; Mininni, C.; Signore, A.; Parente, A.; Santamaria, P. Tensiometer-based irrigation management of sub irrigated soilless tomato: Effects of substrate matric potential control on crop performance. *Front Plant Sci.* **2015**, *6*, 1150. [CrossRef]
50. Pascual-Seva, N.; San Bautista, A.; López-Galarza, S.; Maroto, J.V.; Pascual, B. Response of drip-irrigated chufa (*Cyperus esculentus* L. var. *sativus* Boeck) to different planting configurations: Yield and irrigation water-use efficiency. *Agric. Water Manag.* **2016**, *170*, 140–147. [CrossRef]
51. West, G.H.; Kovacs, K. Addressing groundwater declines with precision agriculture: An economic comparison of monitoring methods for variable-rate irrigation. *Water* **2017**, *9*, 28. [CrossRef]
52. Trentacoste, E.R.; Connor, D.J.; Gómez-del-Campo, M. Row orientation: Applications to productivity and design of hedgerows in horticultural and olive orchards. *Sci. Hortic.* **2015**, *187*, 15–29. [CrossRef]
53. Deligios, P.A.; Chergia, A.P.; Sanna, G.; Solinas, S.; Todde, G.; Narvarte, L.; Ledda, L. Climate change adaptation and water saving by innovative irrigation management applied on open field globe artichoke. *Sci. Total Environ.* **2019**, *649*, 461–472. [CrossRef][PubMed]
54. Amos, C.C.; Rahman, A.; Karim, F.; Gathenya, J.M. A scoping review of roof harvested rainwater usage in urban agriculture: Australia and Kenya in focus. *J. Clean. Prod.* **2018**, *202*, 174–190. [CrossRef]
55. De Corato, U. Agricultural waste recycling in horticultural intensive farming systems by on-farm composting and compost-based tea application improves soil quality and plant health: A review under the perspective of a circular economy. *Sci. Total Environ.* **2020**, *738*, 139840. [CrossRef] [PubMed]
56. Hickman, Z.A.; Reid, B.J. The co-application of earthworms (*Dendrobaena veneta*) and compost to increase hydrocarbon losses from diesel contaminated soils. *Environ. Int.* **2008**, *34*, 1016–1022. [CrossRef]
57. Sotamenou, J.; Parrot, L. Sustainable urban agriculture and the adoption of composts in Cameroon. *Int. J. Agric. Sustain.* **2013**, *11*, 282–295. [CrossRef]
58. Van Veenhuizen, R. Introduction: Cities farming for the future. Introduction. In *Cities Farming for the Future: Urban Agriculture for Green and Productive Cities*; Van Veenhuizen, R., Ed.; IIRR/RUAF Foundation/IDRC: Manilla, Philippines, 2006; pp. 1–18.
59. Csortan, G.; Ward, J.; Roetman, P. Productivity, resource efficiency and financial savings: An investigation of the current capabilities and potential of South Australian home food gardens. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0230232. [CrossRef]
60. O'Sullivan, C.A.; Bonnett, G.D.; McIntyre, C.L.; Hochman, Z.; Wasson, A.P. Strategies to improve the productivity, product diversity and profitability of urban agriculture. *Agric. Syst.* **2019**, *174*, 133–144. [CrossRef]
61. Sanyé-Mengual, E.; Specht, K.; Grapsa, E.; Orsini, F.; Gianquinto, G. How can innovation in urban agriculture contribute to sustainability? A characterization and evaluation study from five Western European cities. *Sustainability* **2019**, *11*, 4221. [CrossRef]
62. Sanyé-Mengual, E.; Orsini, F.; Gianquinto, G. Revisiting the sustainability concept of Urban Food Production from a stakeholders' perspective. *Sustainability* **2018**, *10*, 2175. [CrossRef]
63. Gard, B.J.P.; Chenu, C.; Manouchehri, N.; Houot, S.; Frascaria-Lacoste, N.; Aubry, C. Rooftop farming on urban waste provides many ecosystem services. *Agron. Sustain. Dev.* **2018**, *38*, 2. [CrossRef]
64. Hamilton, A.J.; Burry, K.; Mok, H.F.; Barker, F.S.; Grove, J.R.; Williamson, V.G. Give peas a chance? Urban agriculture in developing countries. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **2014**, *34*, 45–73. [CrossRef]
65. Orsini, F.; Kahane, R.; Nono-Womdim, R.; Gianquinto, G. Urban agriculture in the developing world: A review. *Agron. Sustain. Dev.* **2013**, *33*, 695–720. [CrossRef]
66. Corbould, C. Feeding the Cities: Is Urban Agriculture the Future of Food Security? *Future Dir. Int. Strateg. Anal. Pap.* **2013**, 1–7. Available online: [https://www.futuredirections.org.au/wp-content/uploads/2013/11/Urban\\_Agriculture\\_Feeding\\_the\\_Cities\\_1Nov.pdf](https://www.futuredirections.org.au/wp-content/uploads/2013/11/Urban_Agriculture_Feeding_the_Cities_1Nov.pdf) (accessed on 8 February 2021).
67. Mok, H.-F.F.; Williamson, V.G.; Grove, J.R.; Burry, K.; Barker, S.F.; Hamilton, A.J. Strawberry fields forever? Urban agriculture in developed countries: A review. *Agron. Sustain. Dev.* **2014**, *24*, 21–43. [CrossRef]
68. Dennis, M.; Armitage, R.P.; James, P. Appraisal of social-ecological innovation as an adaptive response by stakeholders to local conditions: Mapping stakeholder involvement in horticulture orientated green space management. *Urban For. Urban Green.* **2016**, *18*, 86–94. [CrossRef]
69. Steensland, A.; Zeigler, M. Productivity in Agriculture for a Sustainable Future. In *The Innovation Revolution in Agriculture*; Campos, H., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2021.
70. Pretty, J.; Toulmin, C.; Williams, S. Sustainable intensification in African agriculture. *Int. J. Agric. Sustain.* **2011**, *9*, 5–24. [CrossRef]
71. Gilloli, G.; Tikubet, G.; Herren, H.R.; Baumgärtner, J. Assessment of social-ecological transitions in a peri-urban Ethiopian farming community. *Int. J. Agric. Sustain.* **2015**, *13*, 204–221. [CrossRef]

72. Acuña, T.B.; Monckton, D.; Boersma, M.; Bailey, A.; Gracie, A. Design and delivery of a masterclass in horticultural business. *Int. J. Innov. Sci. Math. Educ.* **2019**, *27*, 88–96. [CrossRef]
73. World Bank. *Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems*; World Bank: Washington, DC, USA, 2007.
74. Osano, H.M.; Koine, P.W. Role of foreign direct investment on technology transfer and economic growth in Kenya: A case of the energy sector. *J. Innov. Entrep.* **2016**, *5*, 31. [CrossRef]
75. Tanzania Horticulture Association (TAHA). *Scoping Project Tanzania Horticulture Industry Business Opportunities*; Netherlands Enterprise Agency: Utrecht, The Netherlands, 2018.
76. Ng'atigwa, A.A.; Hepelwa, A.; Yami, M.; Manyong, V. Assessment of factors influencing youth involvement in horticulture agribusiness in Tanzania: A case study of Njombe region. *Agriculture* **2020**, *10*, 287. [CrossRef]
77. Oberoi, H.S.; Dinesh, M.R. Trends and innovations in value chain management of tropical fruits. *J. Hortic. Sci.* **2019**, *14*, 87–97. [CrossRef]
78. Elabed, N.; Hadded, M. Effect of different substrates on growth, yield and quality of tomato by the use of geothermal water in the South of Tunisia. *GPH Int. J. Agric. Res.* **2018**, *1*, 14–30.
79. Radhouani, A.; El Bekkay, M.; Ferchichi, A. Effect of substrate on vegetative growth, quantitative and qualitative production of muskmelon (*Cucumis melo*) conducted in soilless culture. *Afr. J. Agric. Res.* **2011**, *6*, 578–585.
80. Dupré, M.; Michels, T.; Le Gal, P.-Y. Crop drivers in the shift from synthetic inputs to alternative practices in diversified farming systems. *Eur. J. Agron.* **2020**, *120*, 126146. [CrossRef]
81. Röling, N. Conceptual and methodological developments in innovation. In *Innovation Africa: Enriching Farmers' Livelihoods*; Sangina, P.C., Waters-Bayer, A., Kaaria, S., Njuki, J., Wettasinha, C., Eds.; Earthscan: London, UK, 2009; pp. 9–34.
82. Kruger, H. Helping local industries help themselves in a multi-level biosecurity world—Dealing with the impact of horticultural pests in the trade arena. *NJAS Wagening J. Life Sci.* **2017**, *83*, 1–11. [CrossRef]
83. Juntti, M.; Downward, S.D. Interrogating sustainable productivism: Lessons from the 'Almerian miracle'. *Land Use Policy* **2017**, *66*, 1–9. [CrossRef]
84. Galdeano-Gómez, E.; Zepeda-Zepeda, J.A.; Pedra-Muñoz, L.; Vega-López, L.L. Family farm's features influencing socio-economic sustainability: An analysis of the agri-food sector in southeast Spain. *New Medit* **2017**, *16*, 50–61.
85. Al Atiri, R. Les efforts de modernisation de l'agriculture irriguée en Tunisie. *Rev. H.T.E.* **2004**, *130*, 12–18.
86. Lewin, K.; Grabbe, P. Conduct, knowledge, and the acceptance of new values. *J. Soc. Issues* **1945**, *1*, 53–64. [CrossRef]
87. Spielman, D.J.; Ekboir, J.; Davis, K.; Ochieng, C.M.O. An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agric. Syst.* **2009**, *98*, 1–9. [CrossRef]
88. Schut, M.; Klerkx, L.; Rodenburg, J.; Kayeke, J.; Raboanarielina, C.; Hinnou, L.C.; Adegbola, P.Y.; Van Ast, A.; Bastiaans, L. RAAIS: Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (Part I). A diagnostic tool for integrated analysis of complex problems and innovation capacity. *Agric. Syst.* **2015**, *132*, 1–11. [CrossRef]
89. Menary, J.; Collier, R.; Seers, K. Innovation in the UK fresh produce sector: Identifying systemic problems and the move towards systemic facilitation. *Agric. Syst.* **2019**, *176*, 102675. [CrossRef]
90. Klerkx, L.; Aarts, N.; Leeuwis, C. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agric. Syst.* **2010**, *103*, 390–400. [CrossRef]
91. Struik, P.C.; Klerkx, L.; van Huis, A.; Röling, N.G. Institutional change towards sustainable agriculture in West Africa. *Int. J. Agric. Sustain.* **2014**, *12*, 203–213. [CrossRef]
92. Deffontaines, L.; Mottes, C.; Della Rossa, P.; Lesueur-Jannoyer, M.; Cattan, P. Le Bail, M. How farmers learn to change their weed management practices: Simple changes lead to system redesign in the French West Indies. *Agric. Syst.* **2020**, *179*, 10276. [CrossRef]
93. Leeuwis, C. Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Dev. Chang.* **2000**, *31*, 931–959. [CrossRef]
94. Rathore, V.S.; Tanwar, S.P.S.; Kumar, P.; Yadav, O.P. Integrated farming system: Key to sustainability in arid and semi-arid regions. *Indian J. Agric. Sci.* **2019**, *89*, 181–192.
95. Vänninen, I.; Pereira-Querol, M.; Engeström, Y. Generating transformative agency among horticultural producers: An activity-theoretical approach to transforming Integrated Pest Management. *Agric. Syst.* **2015**, *139*, 38–49. [CrossRef]
96. Kruger, H. Creating an enabling environment for industry-driven pest suppression: The case of suppressing Queensland fruit fly through area-wide management. *Agric. Syst.* **2017**, *156*, 139–148. [CrossRef]
97. Wijnands, F.G.; Brinks, H.; Schoorlemmer, H.; De Bie, J. Integrated pest management adoption in the Netherlands: Experiences with pilot farm networks and stakeholder participation. In *Experiences with Implementation, Global Overview*;

- Peshin, R., Pimentel, D., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2014; Volume 4, pp. 513–554.
98. Dogliotti, S.; García, M.C.; Peluffo, S.; Dieste, J.P.; Pedemonte, A.J.; Bacigalupe, G.F.; Scarlato, M.; Alliaume, F.; Alvarez, J.; Chiappe, M.; et al. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agric. Syst.* **2014**, *126*, 76–86. [CrossRef]
  99. Amir, R. Greenhouses. In *Israel's Agriculture*; Moisa, S., Ed. Israel-Ministry of Agriculture & Rural Development: Rishon LeTsiyon, Israel, 2006; pp. 14–15.
  100. Gruda, N.; Bisbis, M.; Tanny, J. Influence of climate change on protected cultivation: Impacts and sustainable adaptation strategies—A review. *J. Clean. Prod.* **2019**, *225*, 481–495. [CrossRef]
  101. Slaughter, D.C.; Giles, D.K.; Downey, D. Autonomous robotic weed control systems: A review. *Comput. Electron. Agric.* **2008**, *61*, 63–78. [CrossRef]
  102. Yaghoubi, S.; Akbarzadeh, N.A.; Bazargani, S.S.; Bazargani, S.S.; Asl, M.I. Autonomous robots for agricultural tasks and farm assignment and future trends in agro robots. *Int. J. Mech. Mechatron. Eng.* **2013**, *13*, 1–6.
  103. Wilson, A.D. Diverse applications of electronic-nose technologies in agriculture and forestry. *Sensors* **2013**, *13*, 2295–2348. [CrossRef]
  104. European Commission. *Europe 2020: The European Union Strategy for Growth and Employment*; Communication COM (2010):Brussels, Belgium, 2020.
  105. Koutsouris, A. Higher Education Facing Sustainability: The Case of Agronomy. *Int. J. Learn. Annu. Rev.* **2008**, *15*, 269–276.



Programme cofinancé par l'Union Européenne



Repubblica Italiana



République tunisienne



Regione Siciliana

Projet cofinancé par l'Union européenne dans le cadre du Programme IEV de Coopération Transfrontalière Italie-Tunisie 2014-2020 (Project INTEMAR-IS\_ 2.1\_073 "Innovations dans la lutte intégrée contre les ravageurs et maladies récemment introduits sur cultures maraîchères" CUP E64I18002460007