



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Production végétale
Réf:...

Présenté et soutenu par :
MENA Baha Eddine

Le : .../.../2022

Diagnostic des pratiques agricoles et de la production de Quinoa en régions arides algériennes

Jury :

Mme. DEGHTOUCHE Kahramen	Pr.	UMK Biskra	Présidente
Mme. FARHI Kamilia	Pr.	UMK Biskra	Examinatrice
Mme. BOUKHALFA Hassina Hafida	Pr.	UMK Biskra	Encadrante
Mme. HABBAS Mahdjouba	Doct.	UMK Biskra	Co-Encadrante

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout je remercie " Allah " le tout puissant, le Miséricordieux, qui m'a donné le courage, la volonté, la force, la santé et la persistance pour accomplir ce modeste travail. Merci de m'avoir éclairé le chemin de la réussite et m'avoir aidé à surmonter toutes les difficultés lors de mes études.

J'adresse mes plus vifs remerciements à ma promotrice Mme BOUKHALFA Hassina, pour son encadrement, ses encouragements, ses orientations, pour ses aides, sa patience, ses conseils scientifiques judicieux, sa compétence et sa gentillesse qui m'ont permis de bien mener ce modeste travail et pour avoir participé activement à la correction du manuscrit.

Je remercie vivement Melle HABBAS Mahdjouba pour son aide précieuse au cours de la réalisation de mon travail ainsi que le groupe de l'ITDAS de Biskra pour les informations fournies

Je tiens également à remercier les membres du jury pour avoir accepté l'évaluation de mon travail.

Enfin, Je remercie toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*Au plus précieux des êtres humains à mon cœur
maman c'est la personne qui peut
remplacer n'importe qui mais ne peut être remplacée
par personne source de ma joie
de vivre et de mon
Courage d'avancer.*

A tout ma famille

A tous mes amis

A toute ma promotion 2021-2022

A ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

Table des matières

Remerciements		
Dédicaces		
Liste des tableaux		
Liste des figures		
Liste des abréviations		
Introduction Générale		1
Chapitre I : Synthèse bibliographique		
1.	Origine et historique	2
2.	distribution géographique	2
3.	Importance de la culture du Quinoa	3
3.1.	Dans le monde	3
3.2.	En Algérie	4
4.	Classification de quinoa	4
4.1.	Classification scientifique et taxonomie	4
4.2.	Classification botanique et morphologique	5
4.2.1.	Racine	5
4.2.2.	Tiges	5
4.2.3.	Feuilles	6
4.2.4.	Inflorescence	6
4.2.5.	Fleurs	7
4.2.6.	Fruits et les graines	7
5.	Physiologie de Quinoa	8
6.	Phénologie	8
7.	Gestion de culture	9
7.1.	Préparation de sol	9
7.2.	Semis	9
7.3.	Fertilisation	10
7.4.	Irrigation	10
7.5.	Contrôle des mauvaises herbes	11
7.6.	Maladies et ravageurs	11
7.7.	Récolte	12
7.8.	Valeur notionnelle	12
8.	Utilisations	13
8.1.	Alimentation humaine	13
8.2.	Industrie alimentaire	13
8.3.	Alimentation animale	14
8.4.	Utilisations médicinales	14
8.5.	Autres utilisations industrielles	14
Chapitre II : Matériel et méthode		
1.	Présentation des régions d'étude	15
1.1.	El-Oued	15
1.2.	El Mghaier	15
1.3.	Biskra	16

2.	Caractérisation des zones d'études	16
2.1.	El'Oued et Mghaier	16
2.1.1.	Température	16
2.1.2.	Précipitation	16
2.1.3.	Evaporation	17
2.1.4.	Vent	17
2.1.5.	Insolation	17
2.1.6.	Sols	17
2.1.7.	Végétation	17
2.2.	Biskra	17
2.2.1.	Température	17
2.2.2.	Précipitation	18
2.2.3.	Evaporation	18
2.2.4.	Vent	18
2.2.5.	Insolation	18
2.2.6.	Sols	18
2.2.7.	Végétation	18
3.	L'enquête et son déroulement	19
3.1.	Fiche d'enquête	19
3.1.1.	Présentation de l'exploitation	19
3.1.2.	Pratique culturelles et semis	19
3.1.3.	Identification des contraintes de la culture et récolte	19
4.	Traitement statistiques des données	19
Chapitre III : Résultats et discussions		
1.	La région d'études	20
2.	Les céréales cultivées	20
3.	La culture de quinoa (ans)	21
4.	Le type de sol	21
5.	La pratique et type de laboure	22
6.	La fertilisation	23
7.	la variété (s) cultivée (s)	23
8.	Le type de semis pratiqué	24
9.	Période de semis (mois) et la dose de semis (kg/ha)	25
10.	Les systèmes et la durée d'irrigation par jour	25
11.	Désherbage	26
12.	Les problèmes phytosanitaires	27
13.	La récolte	28
14.	Le Rendement par l'hectare	28
Conclusion générale		30
Références bibliographiques		
Résumés		

Liste des tableaux

N°	Titre	Pages
1	Classification botanique du quinoa	4
2	Compositions chimique des principales céréales pour 100 g de produit sec.	13

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	Distribution géographique de la production mondiale de quinoa.	3
02	Le système racinaire et la tige de quinoa.	5
03	Polymorphisme des feuilles de quinoa.	6
04	Inflorescence de quinoa de type panicule.	7
05	Les formes de graines de quinoa.	8
06	Les dégâts causés par les insectes ravageurs.	11
07	Les dommages causés par le mildiou.	12
08	Localisation de la région d'EL Oued et El M'ghaier.	15
09	Carte de la localisation géographique de Biskra.	16
10	Les régions d'études.	20
11	Les céréales cultivées par les agriculteurs.	20
12	Les années de pratique du quinoa.	21
13	Type de sol.	22
14	Pratique et type de laboure pratiquer.	14
15	Les types d'engrais appliqué avant et après le semis de quinoa.	23
16	Variétés cultivées.	24
17	Le type de semis appliqué.	24
18	Le mois et la dose de semis de culture de quinoa.	25
19	Type et durée d'irrigation.	26
20	Pratique de désherbage par les agriculteurs.	27
21	Les problèmes phytosanitaires les plus fréquents.	27
22	Mois et type de récolte.	28
23	Les rendements obtenus par les agriculteurs.	29

Liste des abréviations

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

INRAA : Institut national de recherche agronomique d'Algérie.

ITDAS : Institut technique pour le développement agricole de la saharienne

ITGC : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie

INRF : Institut national de la recherche forestière.

DSA : Direction des services agricoles

Qx : Quintaux

Ha : Hectare

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) est une plante herbacée annuelle de la famille des Amaranthaceae. Originnaire de la région andine de l'Amérique du Sud, elle a été domestiquée par les peuples autochtones il y a plusieurs milliers d'années. (Herbillon 2015) Cultivée depuis le niveau de la mer jusqu'à près de 4000 m d'altitude sur les hauts plateaux de la Cordillère des Andes, la plante s'est progressivement adaptée à la pauvreté des sols et aux conditions écologiques extrêmes. Principalement cultivé pour la consommation de ses graines qui sont souvent confondues avec celles des céréales comme le blé, le riz ou le maïs (monocotylédones de la famille des Poaceae), le quinoa est actuellement considéré comme une « pseudo céréale » (FAO, 2013)

Consommée sous forme de grains complets, de farine, de flocons ou de graines soufflées, Le quinoa n'est pourtant pas considéré comme une céréale en tant que telle puisqu'elle appartient à la famille des Chénopodiacées et non à celle des Poacées (Carmen et al. 2008). Compte tenu des conditions de culture du quinoa et de la variabilité génétique disponible, le quinoa a une capacité d'adaptation remarquable aux différentes zones agro écologiques. Il s'adapte à différents climats, la culture peut pousser à des humidités relatives de 40% à 88% d'humidité, et des températures comprises entre 15 et 20°C sont idéales pour la culture et peuvent supporter des températures de -4°C à 38°C. Tolérante et résistante au manque d'humidité du sol, obtenant des rendements acceptables avec des précipitations de 100 à 200 mm. (FAO.2011 ; Hinojosa et al. 2018).

Compte tenu de cela, notre objectif de travail vise essentiellement à évaluer l'introduction de cette nouvelle culture dans un milieu aride, tout en étudiant l'impact des techniques culturales sur la production, mettant en œuvre la période opportune de semis et le degré de la réussite de la culture de quinoa dans les régions arides du sud algérien.

Par ailleurs, nous intéresserons à l'avenir de cette culture dans ces régions, à savoir l'importance économique, environnementale (adaptation), alimentaire (qualité), nutritionnel (santé) et agricole (rendements). C'est dans ce cadre, que nous avons adopté une démarche basée sur une enquête fondée sur les objectifs précités. Le présent travail s'articule sur trois parties. La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la culture de quinoa. La deuxième développe les zones d'études ainsi que l'approche méthodologique adoptée. En outre, la troisième partie traite les résultats obtenus et la discussion des résultats. Enfin, nous concluons sur l'ensemble du travail et nous émettons quelques perspectives de travaux ultérieurs.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1- Origine et Historique

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* willd), pseudo-céréale originaire de la région des Andes de Bolivie et du Pérou (Dao et al. 2019). Le quinoa est une plante originaire des Andes en Amérique du Sud (région du lac Titicaca), principalement au Pérou et en Bolivie. Cette culture constituait un aliment de base des populations entre 3000 et 5000 ans avant J.C (Anonyme, 2014). Comme le maïs, le quinoa est cultivé depuis plus de 5000 ans sur les hauts plateaux d'Amérique du Sud. Mais contrairement à son cousin aux épis dorés, le « riz des Incas » n'a pas séduit les conquistadors qui en interdirent la culture. C'est ainsi que cette culture millénaire, qui était la base de l'alimentation des civilisations précolombiennes. (Anonyme, 2018)

Le quinoa a été reconnu pour sa grande biodiversité génétique et sa capacité à s'adapter à différents environnements. Il est considéré comme la « graine miracle » dans l'alimentation et la nutrition mondiales, ce qui a conduit le gouvernement bolivien à proposer que les Nations Unies déclarent la célébration de l'Année internationale du quinoa en 2013. (FAO, 2013)

2- Distribution géographique

Le quinoa peut être considéré comme une espèce Oligo-centrique avec un large centre d'origine et une diversification multiple. Les rives du lac Titicaca sont considérées comme la zone de plus grande diversité et variation génétique. Le quinoa est distribué dans toute la région andine, de la Colombie (Pasto) au nord de l'Argentine (Jujuy et Salta) et au Chili (Antofagasta), où un groupe de quinoas a été trouvé au niveau de la mer dans la région du Bío Bío. (FAO, 2011)

On pourrait récupérer la distribution et la superficie cultivée du quinoa d'avant le 16^e siècle, et augmenter sa culture dans les zones agro-écologiques arides et semi-arides ou marginales. Au Venezuela, on a obtenu de bons résultats en faisant des essais dans les zones de Mérida et de Maracay, en vue d'introduire cette culture dans les départements de Mérida, Trujillo et Lara. En Colombie, ces essais ont été faits dans la savane de Bogotá et les départements de Boyacá, Cundinamarca, Valle, Huila, Narifio, Santander et Antioquia. En Equateur, on a introduit la culture dans toute la région andine, principalement dans les provinces de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja et Tunguragua. Des entreprises privées l'encouragent dans des zones agro-écologiques de basse altitude et plus chaudes, en vue de l'exportation. Au Pérou, on l'a introduite dans toute la région andine depuis Piura jusqu' à Tacna, bien que sur la côte elle présente aussi un bon potentiel, surtout pour l'exportation. En Bolivie, l'introduction intéresse également la région andine ; on peut augmenter le rendement dans la zone des salines et l'introduire dans les vallées chaudes. Il serait faisable d'introduire la culture au Honduras et

au Guatemala et dans les Etats centraux du Mexique (Mexico, Puebla, Guerrero, Tlaxcala, Oaxaca). Aux Etats-Unis, on a mené des études et on entreprend actuellement des cultures au Colorado, au Texas, au Nouveau-Mexique et dans l'Utah. Dans l'Himalaya, cette culture se pratique avec des résultats acceptables. **(Hernández Bermejo et León, 1994)**.



Figure 1 : Distribution géographique de la production mondiale de quinoa. (FAO, 2011)

3- Importance de la culture du Quinoa

3.1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs de quinoa au monde sont le Pérou et la Bolivie avec plus de 90% de la production mondiale soit plus de 70 000 tonnes en 2010. L'évolution de la production mondiale en tonnes pour les principaux pays producteurs est résumée dans le tableau suivant : (base de données de la FAO) **(Anonyme, 2014)**. La distribution mondiale du quinoa a considérablement changé au cours du siècle dernier. D'être produit dans six pays, ce grain est maintenant présent dans plus de 120 pays à travers le monde. Cette adoption a été motivée par l'intérêt croissant, le développement du marché, la recherche et la promotion. Ce nouveau scénario apporte de nouveaux concurrents pour la région andine où le quinoa est produit à la fois dans des systèmes de production traditionnels et intensifs. **(Alandia et al., 2020)**

Après l'Année internationale du quinoa (AIQ), de 2013 à 2018, 76 pays ont testé et produit du quinoa sous différentes latitudes (couleur rouge sur la Fig. 1). La plupart d'entre eux étaient

situés en Afrique (41%), en Asie (32%) et en Europe (20%). En 2018, quatre pays (Belgique, Iran, Suisse et Paraguay) étaient signalés comme producteurs moyens. (Alandia et al. 2020)

3.1. En Algérie

L'introduction de la culture du quinoa en Algérie s'est faite en 2014. Elle est cultivée à titre expérimental dans huit sites appartenant à quatre institutions ayant différentes caractéristiques agroécologiques. **ITDAS**, (Biskra et El-oued), **INRAA**, (Adrar et Ghilizane), **ITGC**, (Sétif, Tiaret et Guelma) et **INRF** (Alger). la récolte a été effectuée de fin décembre pour se poursuivre en janvier. Au niveau des deux sites, le meilleur rendement obtenu en grain est de l'ordre de 26 qx / ha, toutes variétés confondues. (Hafida et al. 2020)

4. Classification de quinoa

4.1. Classification scientifique et taxonomie

Le quinoa est une plante dicotylédone angiosperme de la famille des Chenopodiaceae. (Hernández Bermejo et León, 1994)

D'après Herbillon (2015), depuis 2009 une nouvelle classification dite phylogénétique (APG III) range le quinoa dans la famille des Amaranthaceae, mais nous continuerons de nous référer à la classification de Cronquist (Tableau 1).

Tableau 1 : Classification botanique du quinoa.

Classification de Cronquist (1981)	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsidae
Sous-classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	Chenopodium
Classification APG III (2009)	
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Nom binomial	
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd., 1798	

Il est ainsi considéré comme l'une des plus anciennes cultures de la région andine. Selon plusieurs classifications phylogénétiques, le genre *Chenopodium* appartient aux Caryophyllales. Il existe des variétés de quinoa douces et amères. La classification dépend de

la teneur en saponines. Si la teneur en saponine est inférieure à 0,11% la variété est considérée comme variété sucrée. (Taylor et Awika, 2017)

4.2. Classification botanique et morphologique

4.2.1. Racines

Le quinoa (*C. quinoa*) est une dicotylédone herbacée, autogame, annuelle, de la famille des Chénopodiacées. Dans des conditions optimales de température et d'humidité, les grains germent en une dizaine d'heures environ et, au champ, les cotylédons apparaissent généralement vers le 7^e jour après l'émergence. La croissance racinaire est en rapport étroit avec celle de la partie aérienne, et des plantes exceptionnelles atteignant 1,70 m de hauteur ont développé des racines de 1,50 m. (Carmen et al. 2008)

4.2.2. Tige

Plus communément, la tige a une taille comprise entre 0,5 et 1,5 m selon la variété et les conditions de croissance, les quinoas des vallées ou des zones protégées et fertiles étant plus grandes que celles qui poussent au-delà de 4.000 m ou dans les zones arides et froides. (Bhargava et Srivastava, 2013)

Les branches naissent à l'aisselle de chaque feuille sur la tige. Leur longueur varie selon la variété et les conditions environnementales, allant de quelques centimètres jusqu'à une longueur équivalente à celle de la tige principale. (FAO, 2011)



Figure 2 : Le système racinaire et la tige de quinoa. (Gómez Pando et Castellanos, 2016)

4.2.3. Feuilles

Les feuilles ont un polymorphisme marqué : en losange, deltoïdes ou triangulaires. (Hernández Bermejo et León, 1994). Les feuilles d'une même plante sont nettement polymorphes, celles

de la tige principale étant plus longues que celles des ramifications, Les feuilles d'une même plante sont nettement polymorphes, celles de la tige principale étant plus longues que celles des ramifications. Les feuilles, alternes, ont un limbe en forme de losange, de triangle ou lancéolé, plat ou onduleux, charnu et tendre (celles de jeunes plantes se consomment comme légume). Le nombre de dents ou de lobes des feuilles serait une caractéristique variétale. (Bhargava et Srivastava, 2013 ; Carmen et al., 2008)



Figure 3 : Polymorphisme des feuilles de quinoa. (Gómez Pando et Castellanos, 2016)

4.2.4. Inflorescence

L'inflorescence sous forme d'une panicule typique, c'est-à-dire une inflorescence composée d'un axe principal d'où émergent des axes secondaires et tertiaires supportent les glomérules (groupes de fleurs). (Jael calla, 2012)

La longueur de la panicule varie selon les génotypes et l'environnement. Elle peut atteindre 30 à 80 cm de long pour 5 à 30 cm de diamètre. Le nombre de glomérules par panicule varie entre 80 et 120 et le nombre de graines par panicule entre 1000 et 3000. (FAO, 2011).



Figure 4 : Inflorescence de quinoa de type panicule. (Gómez Pando et Castellanos, 2016)

4.2.5. Fleurs

Les fleurs incomplètes (apétales) et très petites (3 mm au maximum) peuvent être hermaphrodites en position apicale, ou pistillaires dans la région inférieure de la panicule, dans des proportions diverses selon la variété. En général le quinoa est une espèce autogame, avec environ 10 % de pollinisation croisée. Cependant, dans quelques variétés, l'allogamie atteint jusqu'à 80 %, ce qui est expliqué par la rareté des fleurs pistillaires. (Carmen et al., 2008)

4.2.6. Fruits et les graines

Le fruit est un akène indéhiscent contenant un grain pouvant atteindre jusqu'à 2,66 mm de diamètre. Selon les variétés, le péricarpe recouvre la graine et s'efface facilement. L'épisperme entourant le grain est composé de quatre couches, la couche externe qui détermine la couleur de la graine est rugueuse, cassante, facilement éliminée avec de l'eau et contient de la saponine. (FAO, 2011)

Il existe trois formes de graines : conique, cylindrique et ellipsoïdale ; qui pourraient être réparties dans trois catégories de taille : grande taille (2,2 à 2,6 mm), taille moyenne (1,8 à 2,1 mm) et petite taille (< 1,8 mm). Les différentes couleurs du péricarpe, du péricarpe et de l'épisperme (Tableau 3) sont la raison pour laquelle l'inflorescence du quinoa présente autant de couleurs variées (Gandarillas 1979 in Herbillon 2015). Les grains de quinoa sont généralement beiges ou roses mais certaines variétés produisent des grains noirs, orange ou blancs. (PNTTA, 2005)



Figure 05 : Les formes de graines de quinoa. (Gómez Pando et Castellanos, 2016)

5. Physiologie de quinoa

Le quinoa est une plante originaire de la région andine de l'Amérique du Sud, cultivée depuis le niveau de la mer au Chili jusqu'à près de 4000 m d'altitude sur l'Altiplano boliviano-péruvien où la qualité du sol est pauvre et sous des climats allant du froid aride jusqu'au tropical humide (Carmen et al. 2008). D'après Bhargava et Srivastava (2013). Le quinoa est considéré comme une culture résistante à plusieurs des facteurs abiotiques défavorables qui limitent la production agricole dans les Andes. Cependant, la recherche sur les mécanismes physiologiques de ces types de résistance et leur réponse aux niveaux de stress réels conférés par l'environnement n'a été lancée que récemment.

Compte tenu des conditions de culture du quinoa et de la variabilité génétique disponible, le quinoa a une capacité d'adaptation remarquable aux différentes zones agro écologiques. Il s'adapte à différents climats, la culture peut pousser à des humidités relatives de 40% à 88% d'humidité, et des températures comprises entre 15 et 20°C sont idéales pour la culture et peuvent supporter des températures de -4°C à 38°C. Tolérante et résistante au manque d'humidité du sol, obtenant des rendements acceptables avec des précipitations de 100 à 200 mm. (FAO.2011 ; Hinojosa et al. 2018)

6. PHÉNOLOGIE

Selon Tapia et al. (1979), in Carmen et al. (2008) le cycle de croissance de quinoa peut être différencié en cinq périodes :

- du semis à l'émergence, 11-57 jours,
- de l'émergence à l'apparition de la première paire de feuilles, 5-9 jours,
- de la première paire de feuilles à l'apparition des panicules, 45-56 jours,
- des panicules à la floraison, 11-31 jours,
- de la floraison à la maturation, 60-109 jours.

D'autre part, **Gómez Pando et Castellanos. (2016) et Espindola (1992) in Carmen et al. 2008** ; distinguent les étapes morpho-anatomiques pour le quinoa, qui sont :

- étape d'émergence,
- étape cotylédonaire
- étape des 2 feuilles de base,
- étape de 5 feuilles alternes (différenciation paniculaire),
- étape de 13 feuilles alternes (pré-émergence paniculaire),
- étape d'émergence de la panicule,
- étape de floraison,
- étape de grain laiteux,
- étape de grain pâteux,
- étape de grain dur (maturité physiologique).

7. Gestion de culture

Le quinoa est une culture annuelle que les producteurs sèment entre le mois de septembre et novembre et récoltent de mai à juillet (**PNTTA, 2005**). Le travail cultural pour la production de quinoa est généralement limité à la préparation du terrain, au semis, au contrôle des maladies, des parasites et, plus rarement, des mauvaises herbes et à la récolte. (**Carmen et al., 2008**)

7.1. Préparation de sol

C'est la première activité de la conduite de la culture au champ, qui consiste à casser l'horizon superficiel du sol, ou c'est aussi l'enlèvement initial de la couche arable ou de la zone de croissance racinaire. L'objectif principal est d'assurer la germination de la graine, de faciliter l'émergence des semis et la croissance et le développement ultérieurs du système racinaire pivotant du quinoa. (**Jael calla. 2012**)

7.2. Semis

La technique traditionnelle de culture consiste à semer en période sèche, en alternance avec la culture de la pomme de terre ou en bandes dans les cultures de maïs, avec peu de préparation du sol, en profitant seulement des engrais organiques résidus de la culture précédente. (**Hernández Bermejo et León, 1994**)

Le semis doit être fait immédiatement après avoir terminé la préparation du sol. De cette façon, les graines auront une humidité adéquate et la concurrence avec les mauvaises herbes sera réduite. Les graines de quinoa sont petites et doivent être semées avec soin pour obtenir une bonne germination et un bon établissement de la culture. Le quinoa peut être semé directement ou par repiquage. (**Gómez Pando et Castellanos, 2016**). La manière de semer varie aussi selon les régions de production, se faisant par poquets (*hoyos*) dans les régions méridionales arides et sur des sillons (*surcos*) ou à la volée dans les régions mieux arrosées de l'Altiplano central et nord et les vallées inter-andines. La densité de semis est de 10 à 15 kg. ha⁻¹ de graines. (**Carmen et al., 2008**).

7.3. Fertilisation

Le quinoa réagit bien aux engrais azotés, mais des niveaux élevés d'azote disponible diminuent le rendement en raison d'une maturité lente et d'une verse intense. Cependant, des études récentes suggèrent que le quinoa réagit fortement à la fertilisation azotée et que le rendement en grains n'a pas diminué avec l'augmentation des taux d'azote. L'application d'azote est connue pour augmenter le rendement en graines ainsi que la teneur en protéines des graines. (**Bhargava et al., 2006**)

Bhargava et Srivastava (2013), ont également déclaré que le quinoa ne réagissait ni au potassium ni au phosphore. Aucune réponse claire n'a été observée à l'ajout de phosphore. Des engrais organiques sont utilisés dans l'Altiplano bolivien pour répondre à la demande croissante de quinoa biologique. Une augmentation du rendement a été constatée après l'épandage de fumier de mouton et de lama. Une réponse favorable du rendement a également été observée après l'application d'engrais organiques et inorganiques ensemble, par rapport à l'un ou l'autre engrais seul.

7.4. Irrigation

L'irrigation doit être effectuée de manière à fournir au quinoa la quantité d'eau nécessaire pour une croissance et un développement optimal. L'agriculteur qui irrigue sa ferme connaît la pente, identifie les endroits les plus difficiles à irriguer, le secteur où l'eau s'accumule et autres. Avec ces connaissances et à l'aide d'une carte topographique, le système d'irrigation et de drainage peut être établi. Il est important de souligner que le quinoa est fortement affecté dans sa croissance et son développement dans les zones inondées du champ. (**Gómez Pando et Castellanos, 2016**). Cependant l'application d'un peu d'eau est susceptible d'augmenter considérablement le rendement en graines. Des études détaillées sur la volonté des agriculteurs d'accepter les recommandations d'irrigation ont démontré que la technologie d'irrigation

déficitaire est plus susceptible d'être adoptée dans les zones où les agriculteurs possèdent de plus grands champs où ils peuvent obtenir un surplus de production à vendre et où il existe déjà un certain type d'irrigation.

7.5. Contrôle des mauvaises herbes

Le contrôle des mauvaises herbes a un impact majeur sur le rendement en grain. La plus grande prudence doit être apportée à la réglementation des dates de semis du quinoa en raison de la lenteur de la croissance pendant les deux premières semaines après la levée, au cours desquelles la concurrence des adventices à croissance rapide est plus importante. Un semis précoce permettrait au quinoa d'avoir une longueur d'avance sur les mauvaises herbes car la plante peut atteindre une bonne croissance pendant cette période. Ceci est plus important, car il n'y a aucune recommandation ou utilisation d'herbicides pour contrôler les populations de mauvaises herbes dans le quinoa et généralement le désherbage manuel est effectué. (Bhargava et al., 2006)

7.6. Maladie et ravageurs

Le quinoa est affecté par des facteurs biotiques comme les maladies et les insectes qui réduisent considérablement le rendement et la qualité du produit. (Carmen et al., 2008)

Pendant la période végétative, la culture du quinoa est affectée par un large éventail d'insectes, dont environ 17 espèces ont été identifiées. Parmi les ravageurs les plus importants sur le plan économique figurent les papillons du quinoa (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) et le complexe ticona (*Copitarsia turbata*, *Feltia* sp, *Heliothis titicaquensis*, *Spodoptera* sp). Les pertes causées par ces ravageurs peuvent aller de 5 à 67 %. (FAO, 2011)



Figure 06 : Dégâts causés par les insectes ravageurs (A : *Eurysacca melanocampta* ; B : *Spodoptera* sp). (Gómez Pando et Castellanos, 2016)

Sur le plan proprement pathologique, la maladie la plus importante de quinoa est le mildiou provoqué par le champignon *Peronospora farinosa*. Il cause des dommages aux feuilles, provoquant une réduction de la photosynthèse et, par conséquent, une perte de rendement. Cette

maladie provoque le nanisme et la défoliation prématurée, lesquels se traduisent par des chutes de rendement allant de 10 à 30 %. Seuls des traitements chimiques préventifs sont connus mais restent peu appliqués du fait de leur coût élevé pour les producteurs andins. (**Carmen et al., 2008**)



Figure 07 : Dommages causés par le mildiou. (**Gómez Pando et Castellanos. 2016**)

7.7. Récolte

La récolte commence généralement vers la fin du mois d'avril et le travail peut s'étaler sur deux mois car la maturité des plantes au sein du terroir n'est pas uniforme (**Carmen et al. 2008 ; PNTTA. 2005**)

Les plantes atteignent la maturité physiologique après 5 à 8 mois, selon la variété et les conditions environnementales. Le séchage de la plante et la chute des feuilles dénotent le stade de maturité de la plante. Les feuilles deviennent orange, jaunes ou rouges selon les variétés, et les grains sont visibles dans la panicule par l'ouverture du périgone, caractéristique au stade de maturité physiologique. Le processus post-récolte consiste à récolter ces plantes et à nettoyer les graines. Cela comprend la collecte, le pré-séchage, le stockage et le battage des plantes, ainsi que le nettoyage, le séchage et le stockage des graines. (**Bhargava et Srivastava. 2013**)

7. Valeur notionnelle

Du point de vue nutritionnel, le quinoa apporte autant d'énergie que les aliments utilisés de façon similaire, comme les haricots, le riz, le maïs ou le blé. Il est en outre une source importante de protéines de qualité, de fibres alimentaires, d'acides gras et de sels minéraux (**Anonyme, 2014**). Les feuilles de quinoa sont mangées comme des épinards et les graines très abondantes et petites. (**Carmen et al., 2008**)

Le quinoa est riche en protéines et en micronutriments. Selon la variété, la teneur en protéines des grains peut varier de 11 à 18 %. C'est plus élevé que la teneur en protéines du riz et du blé (tableau 2), ce qui rend le quinoa optimal pour la consommation humaine. La haute valeur nutritionnelle du quinoa réside dans sa teneur en acides aminés, les composants individuels des protéines. Le quinoa contient les 10 acides aminés essentiels, y compris la lysine, un élément clé d'une croissance normale et responsable d'un système immunitaire fort. (**Henríquez et Jäger, 2013**)

La teneur totale en minéraux (cendres) du quinoa est environ le double de celle des céréales et il est particulièrement riche en calcium, magnésium, fer et zinc. Les minéraux, tels que le potassium et le magnésium, sont situés dans l'embryon, tandis que le calcium et le phosphore sont associés aux composés pectiques de la paroi cellulaire du péricarpe. (**Taylor et Awika, 2017**)

Tableau 2 : Compositions chimique des principales céréales pour 100 g de produit sec. (**E Ballon 1987 in PNTTA, 2005**)

	Quinoa	Riz	Blé	Orge
Protéines (g)	13.8	7.4	11.5	10.6
Glucides (g)	59.1	74.6	59.4	57
Lipides (g)	5.0	2.2	2.0	2.1
Minéraux	3.4	1.2	1.8	2.2
Calcium (mg)	85	39	41	26
Magnésium (mg)	204	119	90	57
Fer (mg)	4.2	2.0	3.3	2.0

8. Utilisations

Les principales utilisations du quinoa peuvent être résumées comme suit :

8.1. Alimentation humaine : On peut consommer les graines, les feuilles tendres jusqu'au début de la panicule (teneur en protéines peut atteindre 33% de la matière sèche). (**Anonyme, 2014**)

8.2. Industrie alimentaire : Les grains et la farine de quinoa peuvent servir à la préparation de la plupart des produits de l'industrie de la farine. Le quinoa peut être associé à

des légumineuses telles que les fèves séchées et les haricots pour améliorer la qualité de l'alimentation, en particulier pour les enfants d'âge préscolaire et scolaire grâce au petit déjeuner scolaire. Actuellement, plusieurs sous-produits transformés ou semi-transformés sont disponibles. **(FAO, 2011)**

8.3. Alimentation animale : La plante entière sert de fourrage vert.

8.4. Utilisations médicinales : L'utilisation du quinoa à des fins médicinales a rarement été rapportée. La plante serait utilisée dans l'inflammation, comme analgésique et comme désinfectant des voies urinaires. Il est également utilisé dans les fractures et les hémorragies internes et comme insectifuge. Ces rapports peuvent ouvrir de nouvelles voies pour son utilisation comme culture médicinale. **(Bhargava et al., 2006)**

8.5. Autres utilisations industrielles : Les saponines, substances anti nutritives qui sont présentes dans les grains et les jeunes feuilles, sont éliminées par lavage ou frottement. Après avoir fait l'objet d'une sélection négative par les améliorateurs les saponines sont devenues un sous-produit recherché par l'industrie cosmétique et des perspectives existent aussi pour les utiliser comme pesticides naturels. **(Carmen et al., 2008).**

Chapitre II

Matériel et Méthodes

I. Présentation des Régions d'étude

I.1 El-Oued

La région d'Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude est Située au Sud-Est du pays au centre d'une grande cuvette synclinale. Elle forme une wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 4 458 600 ha. Oued Souf se trouve à environ 700 Km au Sud – Est d'Alger et 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie).

Elle est limitée :

- au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa,
- à l'Est par la Tunisie,
- à l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla,
- au Sud par la wilaya d'Ouargla.

Cette région tire son originalité de son architecture typique, caractérisée par les coupoles et par ses palmeraies plantées dans les Ghouts. (Mebrek, 2017)

I.2 El Mghaier

La situation géographique d'Al - Mughayer est au centre de l'État occupe une superficie de 5392,80 kilomètres carrés. Elle est bordée au nord par la Wilayat de Biskra, à l'est par la Wilayat de l'Oued Souf, à l'ouest par la Wilayat d'Awlad Jalal, et au sud par la Wilayat de Touggourt et Ouargla, et la Route Nationale N°1. 3 le traverse, ce qui lui a donné un emplacement stratégique. (Mebrek, 2017)

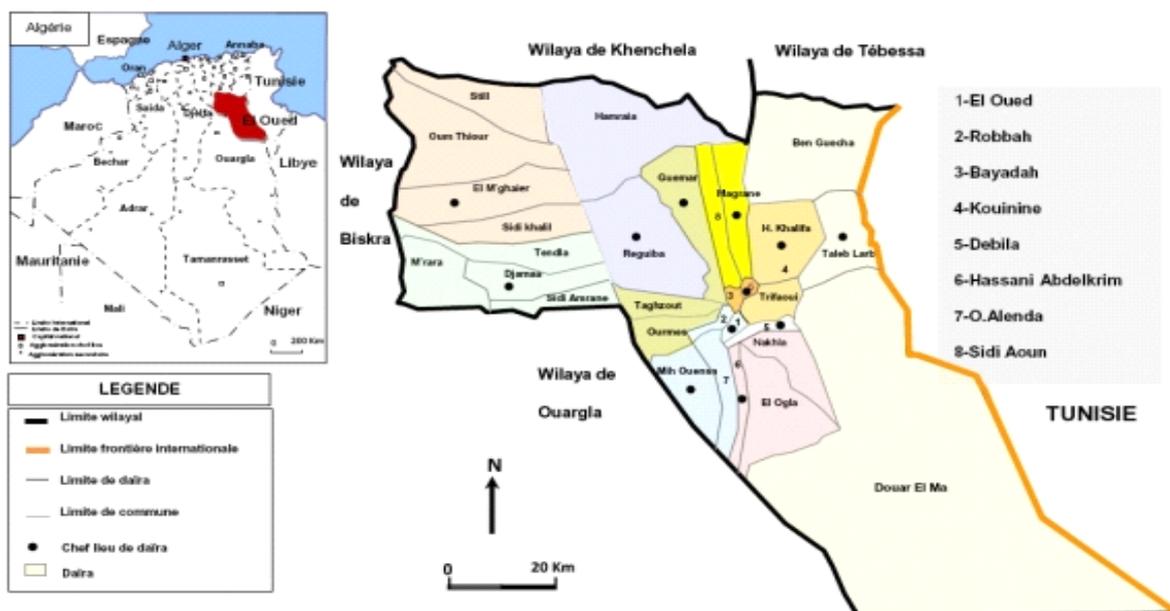


Figure 08 : Localisation de la région d'EL Oued et El M'ghaier. (Medarag et al., 2009)

I.3 Biskra

Biskra est limitée au Nord par la wilaya de Batna, au Sud par les wilayas d'Ouargla, d'El Oued, et de Laghouat, à l'Est par la wilaya de Khenchela et à l'Ouest par les wilayas de Djelfa et Msila (Figure 1). Elle se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du Barrémien à la base jusqu'au quaternaire calcaro-gypseux avec des alluvions sableuses et argileuses, tandis que le Tertiaire est formé de bancs de grès et d'argiles sableuses ainsi que de formations carbonatées. (Bouchahm et al. 2016)

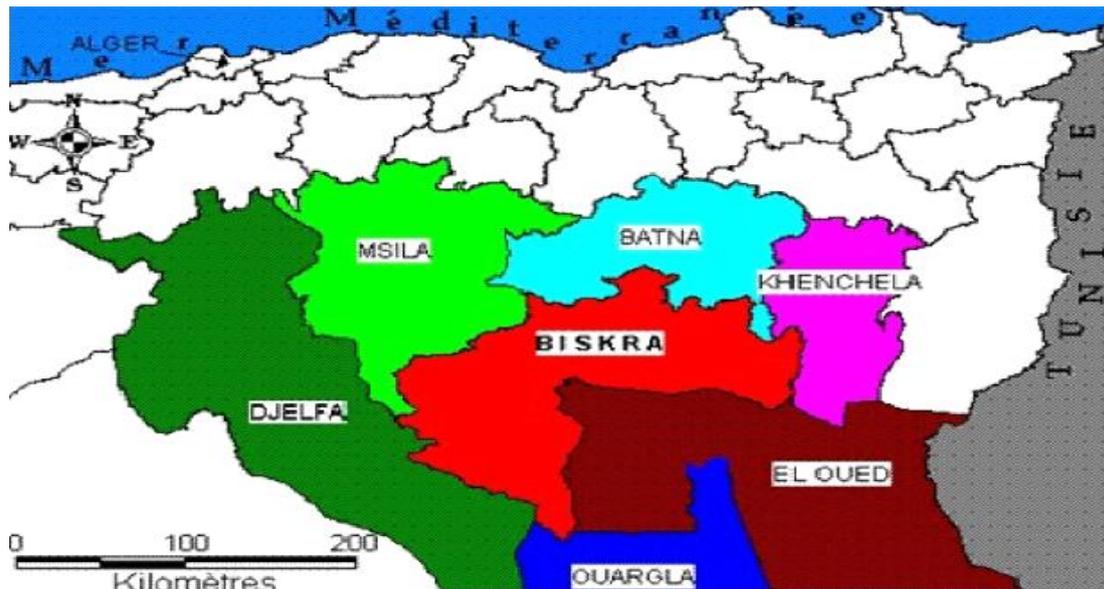


Figure 09 : Localisation géographique de BISKRA. (Bouchahm et al. 2016)

2. Caractérisation des zones d'études

2.1. El'Oued et Mghaier

Le climat est typiquement saharien, caractérisé par une forte aridité où la pluviométrie est aléatoire de l'ordre de 60 mm, ce qui ne favorise pas le développement de la végétation. La température est très élevée en été avec une humidité faible. (Belksier, 2009)

2.1.1. Température

La température moyenne annuelle est de $22,6^{\circ}\text{C}$, la température moyenne minimal du mois le plus froid (janvier) est de $5,06^{\circ}\text{C}$, la température moyenne maximal du mois le plus chaud (Juillet) est de $42,21^{\circ}\text{C}$. (Anonyme, 2017)

2.1.2. Précipitation

Les précipitations moyennes maximales sont enregistrées au mois de janvier (11,49mm) et les précipitations minimales sont enregistrées au mois de juillet (0,05mm). (Anonyme, 2017).

2.1.3 Evaporation

L'évaporation dans cette région est très élevée, elle est en moyenne de 309,8 mm au mois d'Août et de 90,5mm au mois de Décembre, soit 2412 ,13 mm moyenne annuelle, elle est très variable suivant les années, les mois et aussi les semaines. (Anonyme, 2017).

2.1.4. Vent

La vitesse du vent moyenne annuelle est de 9m/s. la vitesse la plus faible est enregistrée en Janvier (8,40 m/s) et la plus élevée est enregistrée en Avril (10, 71 m/s). (Anonyme, 2017)

2.1.5. Insolation

Cette région est caractérisée par une forte insolation. La durée d'insolation moyenne annuelle Est de 288,6 heures/an avec un maximum de 363,6 heures au mois de Juillet et un minimum de 239 ,8 heures au mois de Février. (Anonyme, 2017).

2.1.6. Sols

Selon **Lebdi (2001) in Chemala (2005)**, les sols cultivés, dans la région d'Eloued et Mghaier sont de texture sablonneuse à sablo limoneuse et à structure particulière. Ce sont des sols peu évolués d'origine alluviale, ils sont meubles en surface mais salés et parfois encroûtés en profondeur. Ils sont aussi caractérisés par une forte perméabilité, une faible teneur en matière organique (inférieure à 0.5 %), le pH est de l'ordre de 7.5 à 8.5.

2.1.7. Végétation

La culture du palmier dattier reste la principale activité dans la région d'Eloued et Mghaier, elle est développée et occupe entre 10 % et 15 % de la superficie de la région (Belksier, 2009). Les palmeraies sont de loin la principale richesse de la région et représentent 23.000 ha avec plus de 2600 000 palmiers dont presque 3/4 de Deglet Nour. Les autres cultures sont beaucoup plus restreintes, 2600 ha de cultures légumières, 2 000 ha de céréales et 1 500 ha de fourrages. Les cultures industrielles et condimentaires sont tout à fait marginales (250ha), il s'agit principalement de menthe et de coriandre et quelques fois de carthame. Les 144 ha d'arboriculture, sauf pour les 36 ha du M'Rara, sont essentiellement sous palmeraie avec des abricotiers, figuiers et grenadiers. (Anonyme, 1998)

2.2. Biskra

2.2.1. Température

La température est un facteur très important à étudier car il matérialise le pouvoir évaporant du climat. Elle joue un rôle primordial dans le développement des végétaux et dans la formation du sol. (Assaoui, 2019).

2.2.2. Précipitation

La région des Ziban se caractérise par de très faibles précipitations et d'une manière irrégulière. Elles ne dépassent généralement pas les 200 mm par an. La pluviosité moyenne la plus élevée est enregistrée durant le mois d'octobre avec 28.72 mm et la plus faible au mois de juillet (1.01 mm). (Assaoui, 2019)

2.2.3. Vent

Dans les régions arides les vents ont joué et jouent un rôle primordial dans la formation des reliefs et des sols, dans la dégradation de la végétation et la destruction des sols (Halitim, 1988). Les vents sont relativement fréquents dans cette région en fin du printemps et en été, ce sont surtout les vents de sable venant du Sud – Ouest qui sont les plus dominants. En période hivernale ce sont principalement les vents froids et humides venant du Nord – Ouest. Durant la période 2004 - 2013, la vitesse moyenne mensuelle du vent la plus élevée est enregistrée dans le mois d'Avril (5.8 m/s), alors que, la plus faible est obtenue en octobre (3.60m/s). (Assaoui, 2019)

2.2.4. Insolation

La radiation solaire est importante dans la région car l'atmosphère présente une grande clarté durant toute l'année. (Assaoui, 2019)

2.2.5. Sols

Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques des sols qui ont une action écologique sur les êtres vivants (Dreux, 1974). D'après Halilat (1998), les sols de la région de Biskra sont hétérogènes mais ils sont constitués des mêmes catégories rencontrées dans l'ensemble des régions arides de l'Algérie. (Assaoui, 2019)

2.2.6. Végétation,

Selon ANAT(2003), la phœniciculture (Palmeraies des Ziban), la plasticulture introduite dans les années 1990 et le maraîchage font leur extension dans le cadre du développement agricole. Du point de vue agricole, la wilaya de Biskra est caractérisée par la phœniciculture qui est la principale spéculation pratiquée dans la région des Ziban. L'espace entre les palmiers dans la plupart des cas est occupé par des cultures intercalaires, comme les arbres fruitiers et les autres cultures vivrières. A partir des années 1990, les cultures légumières ont enregistré un développement considérable, ce qui a permis à la wilaya de devenir le premier pôle en Algérie en matière de cultures protégées. Elle occupe également un premier rang en production de primeurs de plein champ (fève, petit pois, melon et pastèque). Les espèces fruitières les plus cultivées dans la région sont l'abricotier, le figuier, l'olivier, le grenadier, le pommier et les agrumes. Les productions céréalières et fourragères sont souvent instables d'une année à une

autre, à cause des phénomènes naturels (sécheresse, sirocco). Les plus grandes superficies sont occupées par la culture des céréales, la phœniciculture et le maraichage. Les autres cultures occupent des superficies plus ou moins importantes comme les fourrages, l'olivier et les arbres fruitiers. (Anonyme, 2009 in Mehaoua, 2014 ; Assaoui, 2019)

3. Déroulement de L'enquête

L'enquête est réalisée durant la campagne agricole 2021-2022, auprès des agriculteurs et les instituts de recherche agricole dans les régions d'étude. Par ailleurs, un questionnaire structuré a été destiné uniquement aux producteurs et aux ingénieurs ayant participé au programme de la culture du quinoa du semis à la récolte pour recueillir leur appréciation sur la pratique de cette dernière.

Le questionnaire utilisé pour l'enquête est divisé en trois sections essentielles abordant plusieurs aspects en relation avec la culture du quinoa :

3.1. Présentation de l'exploitation ; localisation, superficie cultivée, expérience dans la culture du quinoa ...

3.2. Pratique culturales: cette partie prend en considération les étapes de la culture, du semis à la récolte en considérant toutes les techniques culturales (système de culture, variété, type d'irrigation...) qui peuvent avoir une influence sur la productivité et le rendement de la culture du quinoa.

3.3. Identification des contraintes de la culture : pour une meilleure prospection, nous avons enregistré toutes les contraintes observées dans la culture de quinoa notamment la date de semis, les maladies et les ravageurs qui attaquent la culture et les moyens de lutte.

4. Traitement statistiques des données

Les données collectées ont été dépouillées à l'aide du logiciel SPSS. (21). Les valeurs des paramètres quantitatives et qualitatifs sont traités et leurs variations sont représentées par des histogrammes et des diagrammes.

Chapitre III

Résultats et discussion

1. La région d'exploitation

D'après les résultats obtenus, le nombre le plus élevé des agricultures qui ont pratiqué sur la culture de quinoa est observée dans la région de Biskra et El M'ghaier (36,36%), alors que la wilaya d'Oued souf enregistre le nombre le plus faible des agricultures (27,27%) (Fig 10).

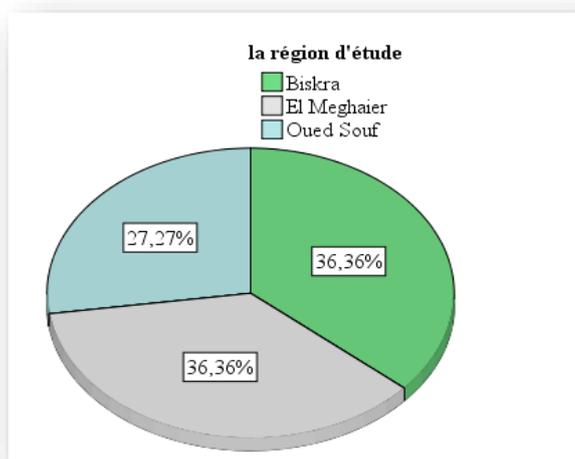


Figure 10 : Les régions d'exploitation

2. Les céréales cultivées

La figure (11). représente les céréales cultivées par les agricultures. On trouve que la plus part des agricultures cultivent le quinoa (63,64%) ; et 36,36% représenté par les agricultures qui travaillent d'autre types de céréales (blé, orge, avoine,).



Figure 11 : Les céréales cultivées par les agriculteurs

3. La culture de quinoa (ans)

D'après l'étude qui nous avons fait on trouve que la plus part des agricultures travaillent sur la culture de quinoa seulement une année (36.36%), et pour le reste des agricultures la durée de pratique de cette culture est varié de deux ans à plus de quatre ans comme le montre dans la figure ci-dessous.

Ces différences observation dans les 3 régions sont probablement dues à la faible maîtrise par les agriculteurs de cette nouvelle culture introduite depuis 2014. De plus, ces différences sont fortement liées à l'état de la culture, qui est encore aujourd'hui à l'essai, et par conséquent, le manque de papier Usine technique en rapport avec les conditions des zones d'étude.

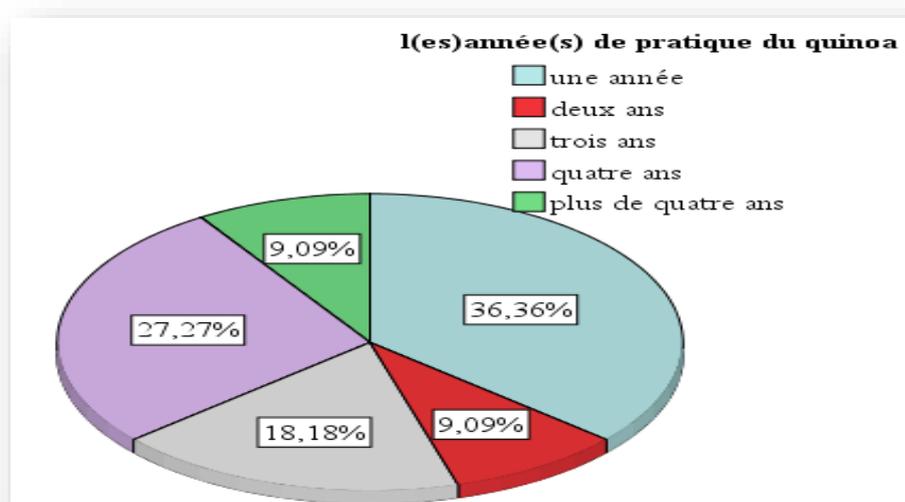


Figure 12 : les années de pratique du quinoa

4. Le type de sol

Les résultats de l'enquête ont permis de déduire le type du sol des exploitations étudiées dans les 3 zones d'étude dont 45,45% des sols sont de texture sableuse- argileuse, 36,36% sont de type sableux et 18,18% à limon sableux. En effet la texture sableuse – argileuse est considérée comme meilleure texture qui favorise la croissance de la culture de quinoa et en donnant des meilleurs rendements.

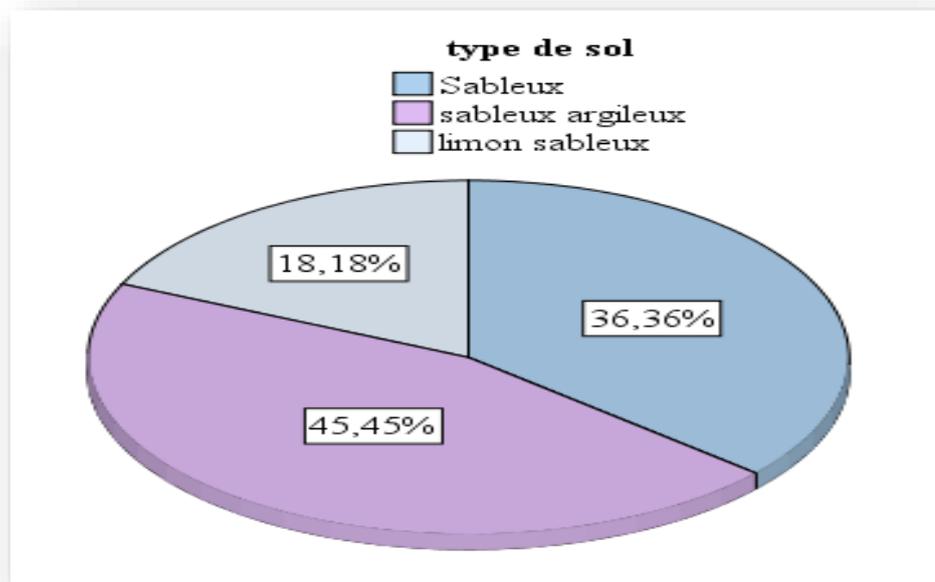


Figure 13 : Type de sol

5. La pratique et type de labour

Les résultats obtenues (fig. 13) montre que 63.64% des sites enquêtés dans les wilayas pratiquent le labour ; et le reste non (36.36%). D'autre part la plus part des agriculteurs (71.43%) dépendent du labour profond avant l'installation de la culture. Cependant 28.57 % des agriculteurs dépendent du laboure superficiel.

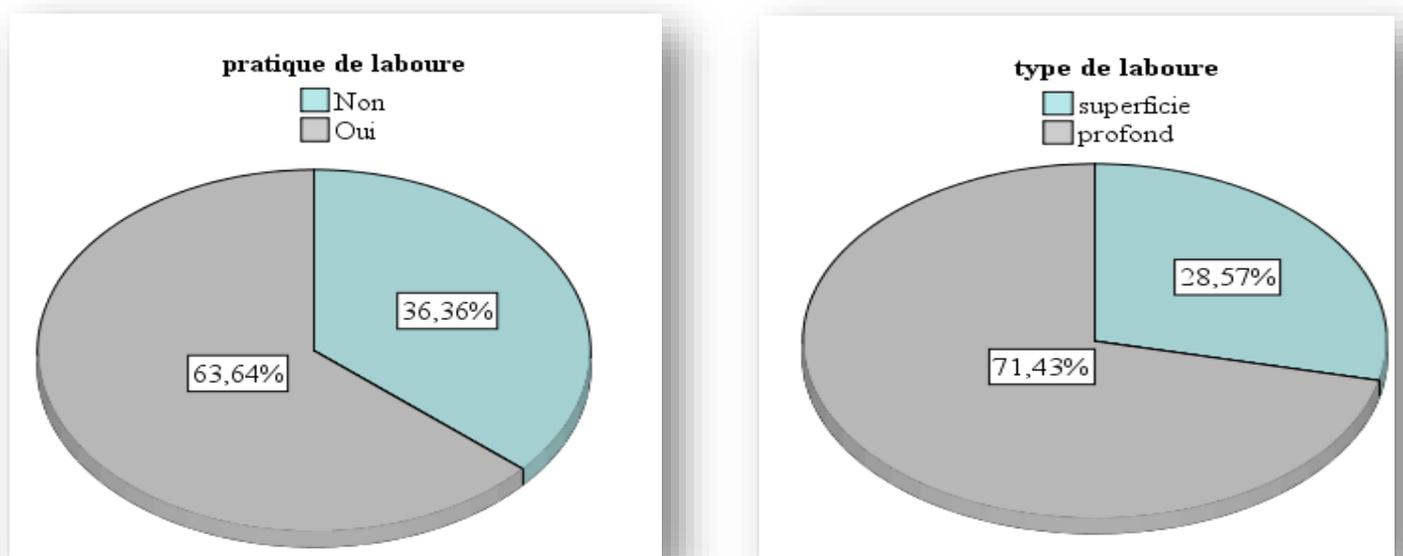


Figure 14 : pratique et type de laboure pratiquer

6. La fertilisation

En ce qui concerne la fertilisation de la culture de quinoa, les résultats que nous avons obtenus (fig 15) montrent que, 45,45% des agricultures appliquent la fertilisation organique de type ovin avant le semis, en effet ses agricultures représentent la majorité des agriculteurs que nous avons enquêtés. Cependant 9,09 % des agricultures utilisent principalement la fertilisation minérale (NPK) et représentent une faible proportion.

D'autre part au cours de cycle de la culture de quinoa, les agricultures utilisent deux types d'engrais minéraux (Urée et NPK) ; mais la plus part des agricultures (55,56%) appliquent NPK, et le reste (44,44%) appliquent l'Urée.

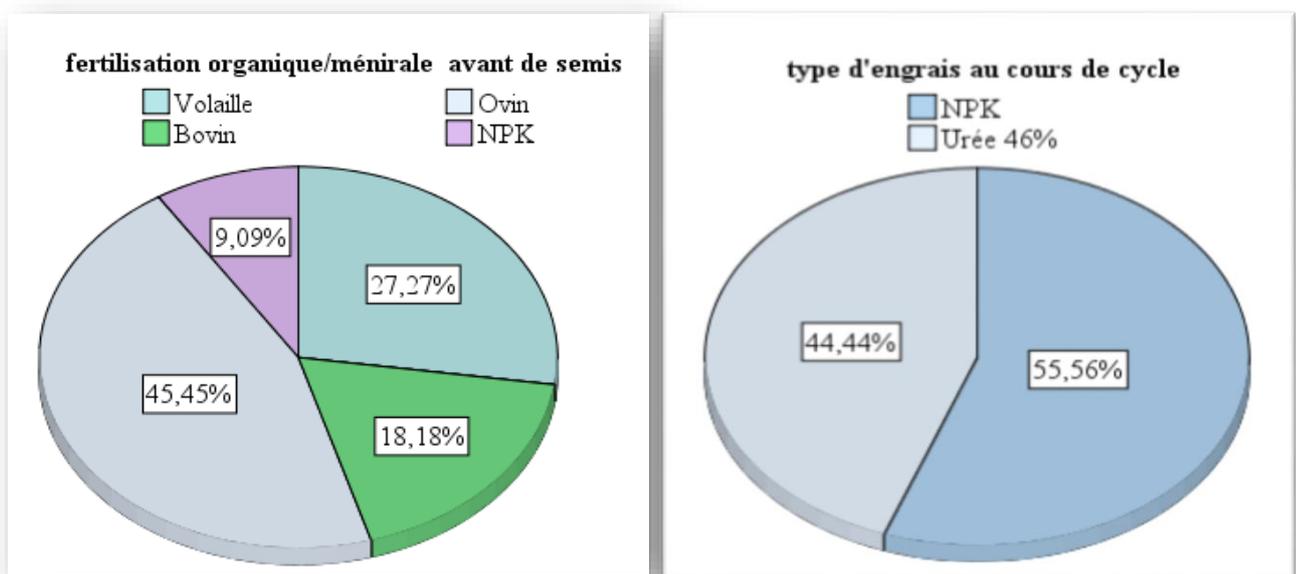


Figure 15 : les types d'engrais appliqués avant et après le semis de quinoa

7. la variété (s) cultivée (s)

D'après notre étude nous avons remarqué plusieurs variétés de quinoa. La variété la plus cultivée dans les exploitations étudiées est celle de ammarilla sacaca (54,55%), suivie par 27,27 % des agricultures cultivent (Q101 ; 102 ; 104 ; 105, Giza01 et 02 ; Santa maria). et Q noir, Q105, Q102 représente 18,18% des agricultures qui cultivent ces variétés.

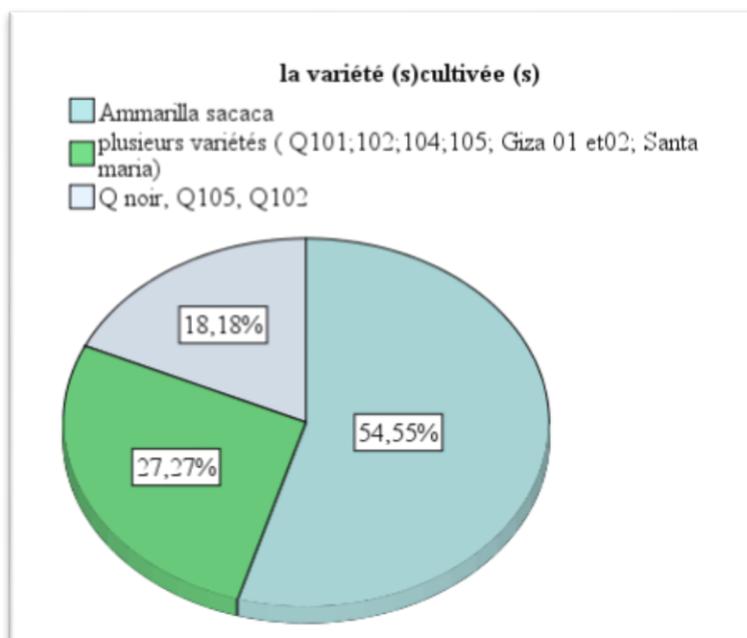


Figure 16 : Variétés cultivées

8. Le type de semis pratiqué

D'après l'enquête qui nous avons fait (fig 16) on remarque que deux type de semis. La plupart des agriculteurs dans toutes les zones prospectées pratiquent un semis manuel (63,64 %) et 36,36 % des agriculteurs adoptent un semis mécanisé.

Ceci est lié à la petite taille des graines de quinoa, qui n'exigent pas un semis profond pour réussir la germination à des taux élevés.

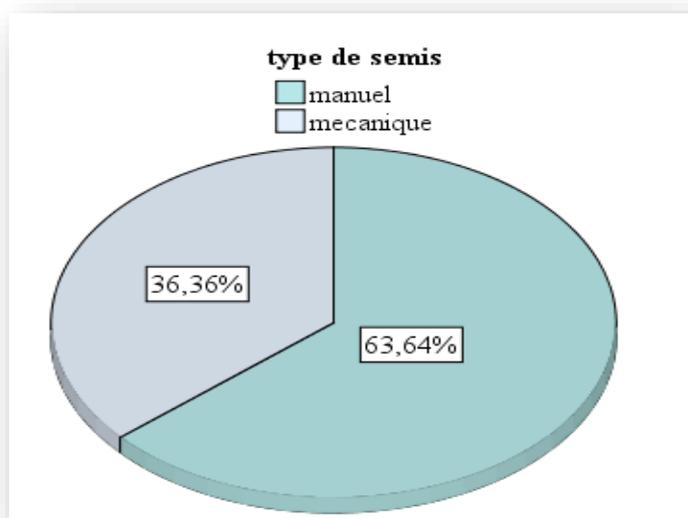


Figure 17 : le type de semis appliqué 9.

9. Période de semis (mois) et la dose de semis (kg/ha)

D'après la figure (18) on observe que la majorité des agricultures cultivent le quinoa au septembre (72.73%), 18.18 % des agricultures à l'octobre et le reste au décembre (9.09%).

D'autre côté concernant la dose de semis est variée entre 2 kg/h et 7 kg/h. 36.36% des agricultures utilisent 3kg/h, alors que 9.09% des agricultures utilisent les doses (2, 4 et 7kg/h).

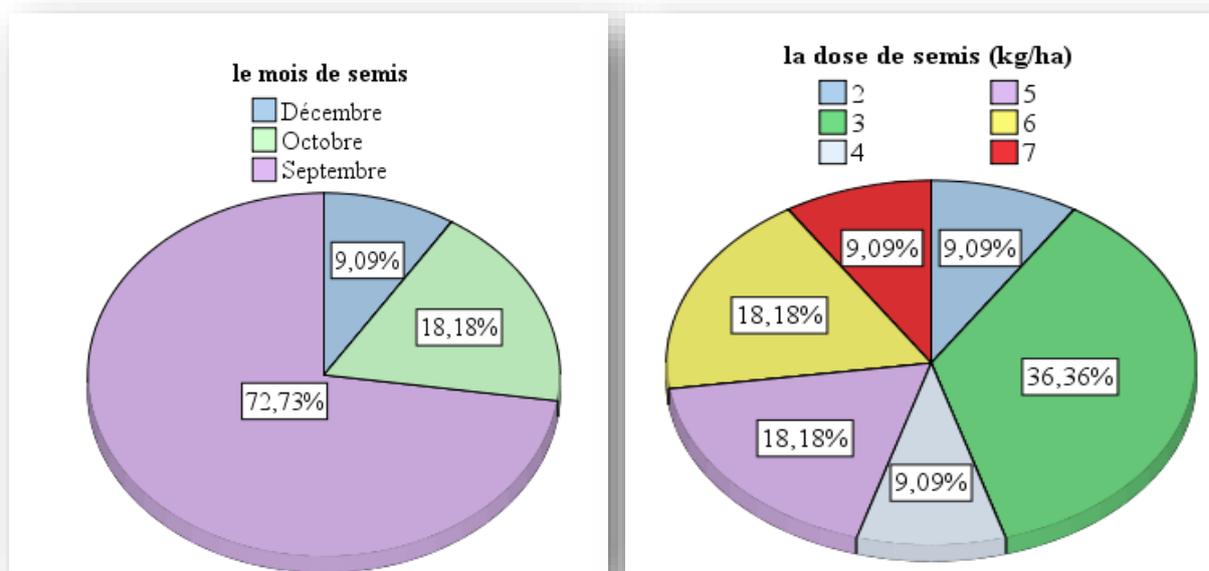


Figure 18: le mois et la dose de semis de culture de quinoa

10. les systèmes et la durée d'irrigation par jour.

Le système d'irrigation le plus utilisé dans les quatre wilayas est le système de goutte à goutte (45,45%). Suivi par l'aspersion (36,36%). En dernier, nous remarquons que 18,18 % des agriculteurs irriguent la culture de quinoa par submersion.

D'autre part la durée d'irrigation variée d'une heure à plus de quatre heures selon l'agriculteur. On remarque que 27.27% des agricultures irriguent la culture de quinoa pendant une heure per jour, ils représentent le pourcentage le plus élevée des agricultures enquêté. Alors que le faible pourcentage d'agricultures enquêté (9.09%) a irrigués pendant quatre heures per jour (fig. 19).

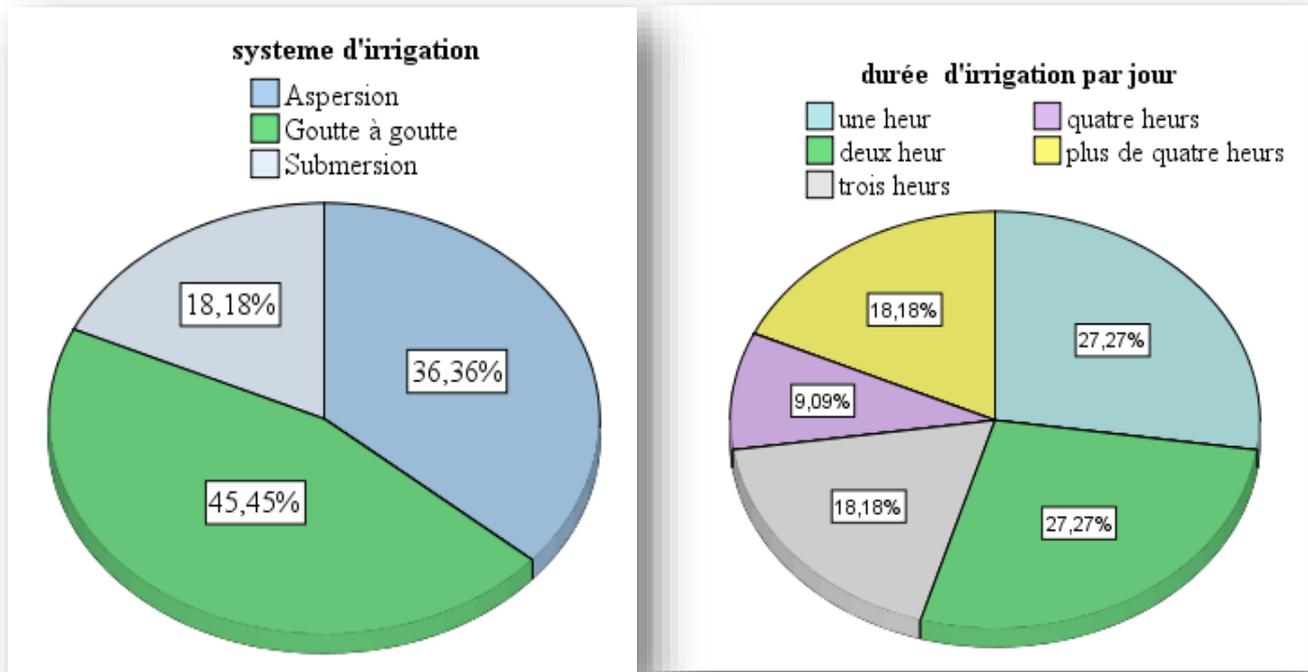


Figure 19 : type et durée d'irrigation

11. Désherbage

La (fig. 02) montre les agricultures qui se pratiquent le désherbage et ceux qui ne le font pas, donc la grande proportion des agriculteurs réalisant le désherbage (63.64%), et le reste des agricultures non (36.36%).

Toutefois, le contrôle de mauvaises herbes n'est pas sans difficulté puisque le quinoa pousse très lentement pendant les deux premières semaines et que la majorité des espèces adventices sont des dicotylédones. Alors que, le semis tardif favorise la compétition entre les espèces puisque la culture de quinoa est déjà bien établie par rapport à l'émergence des plantes adventices. Dans notre cas plusieurs mauvaises herbes ont été observées sur les sites enquêtés de notre culture (du stade germination jusqu'à la récolte).

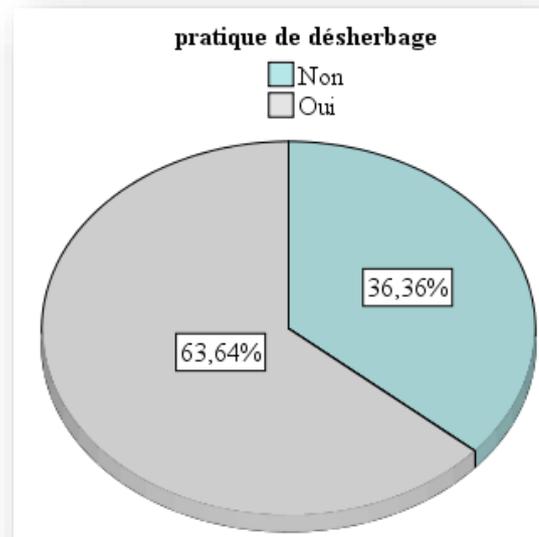


Figure 20 : pratique de désherbage par les agriculteurs

12. Les problèmes phytosanitaires

D'après l'enquête, nous avons remarqué plusieurs problèmes rencontrés par l'agriculture lors de la culture du quinoa, y compris les maladies, les oiseaux et les ravageurs. Alors que les oiseaux sont l'un le plus grand problème auxquels les agricultures sont confrontés (66.67%), par a port a les ravageurs et oiseaux (22.22%). Mais le problème des maladies n'est pas très rependu chez la majorité des agricultures, sauf pour 11.11 % des agricultures.

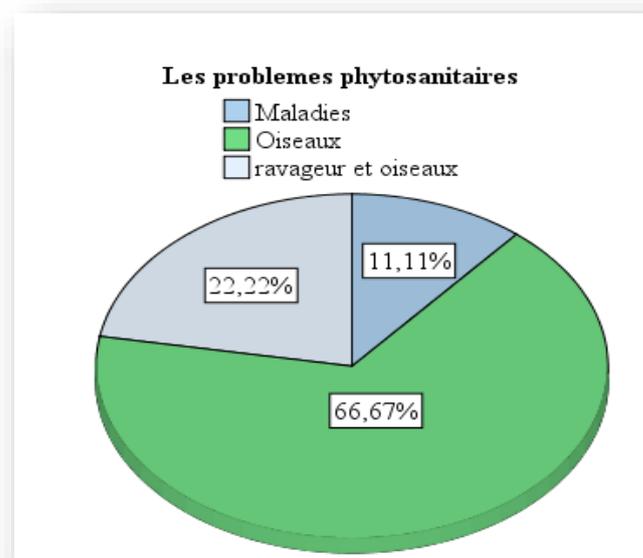


Figure 21 : les problèmes phytosanitaires les plus fréquents

13. La récolte

D'après la (figure 22) on remarque que la récolte de la culture quinoa n'est pas en même temps. La plupart des agricultures (54.55%) a récolté au mois d'avril, 18.18% des agricultures récoltent en mars. Alors 9.09% des agricultures récoltent en janvier, février et juin. D'autre part toutes les agricultures enquêtées pratiquent la récolte manuelle (fig 22).

Les conditions climatiques et édaphiques des zones d'étude peuvent influencer sur la date de récolte. D'autre part, le choix des variétés joue également un rôle important sur les périodes de récolte (précoce, de saison et tardive).

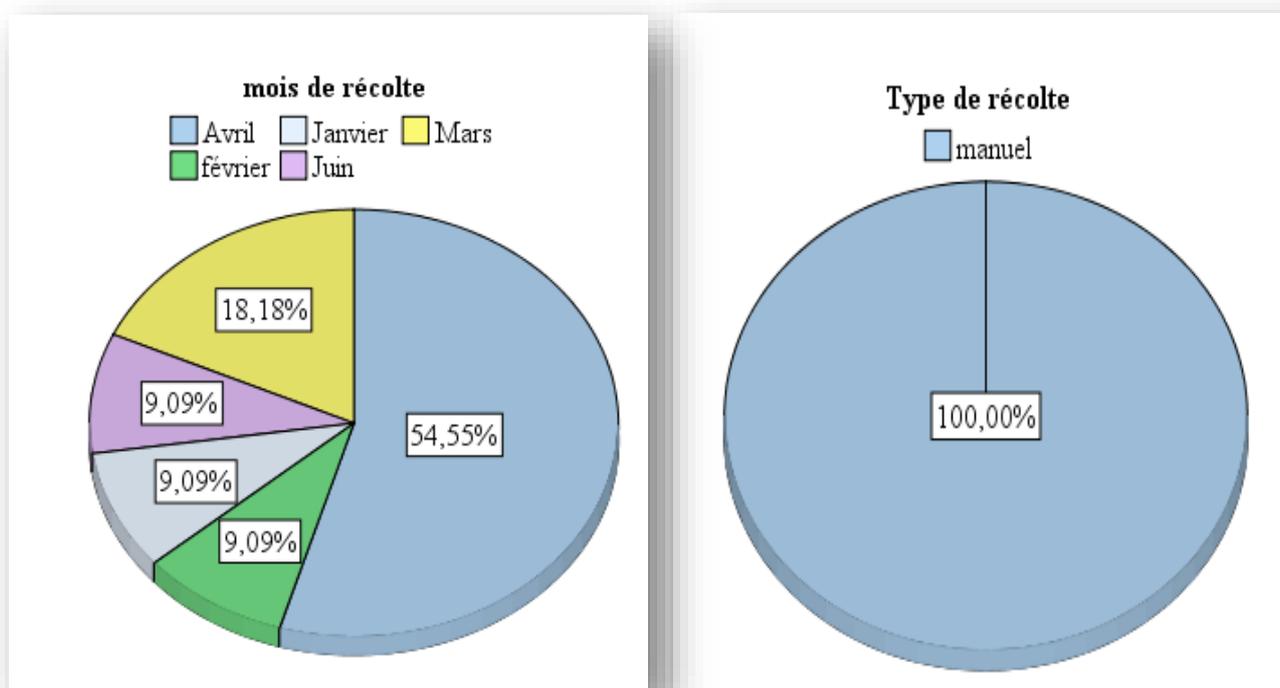


Figure 22 : mois et type de récolte

14. Le Rendement par l'hectare

D'après l'enquête qui nous avons fait, on trouve que le rendement de la culture de quinoa est varié entre 6kg/h et 35kg/h selon les agricultures. 18.18% des agriculteurs leur rendement sont : 35, 16 et 10kg/h, et 9.09 % des agricultures leur rendement sont : 25, 15, 12, 8 et 6kg/h (fig 23). Cela remonte aux variétés choisir, Les conditions et les pratiques culturales.

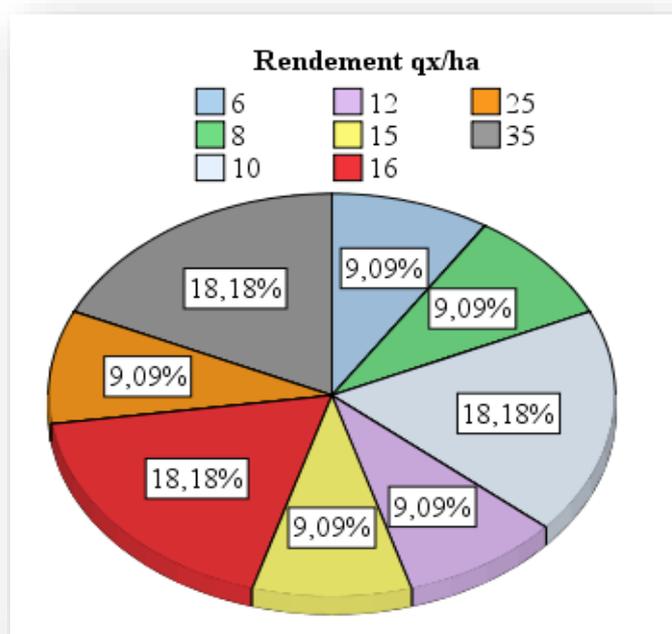


Figure 23 : les rendements obtenus par les agriculteurs

Conclusion

Conclusion

La présente étude est réalisée au niveau de trois régions, Biskra, El-oued, Elmgheir appartenant à l'étage bioclimatique saharien. L'enquête menée sur la culture de quinoa, nous a permis de diagnostiquer la situation de cette nouvelle culture dans ces régions. En effet la texture sableuse-argileuse de ces régions est considérée comme la meilleure texture qui favorise le développement de la culture de quinoa et donner des meilleurs rendements.

La plupart des agriculteurs réalisent le labour comme une étape primordiale à la préparation du lit de semence. A cet effet, nous avons constaté que 63.64 % des agriculteurs effectuent un labour superficiel et 36.36 % d'entre eux ne pratiquent pas de labour.

Cependant, la fertilisation ayant un effet considérable sur le rendement de la culture de quinoa principalement le fumier ovin, les résultats de l'enquête révèlent que 90.9% des agriculteurs amendent leurs sols par les fumiers organiques par contre 9.09% fertilisent par des engrais minéraux.

Les variétés les plus cultivées dans les exploitations étudiées est celle de ammarilla sacaca (54,55%), suivie par (Q101 ; 102 ; 104 ; 105, Giza01 et 02 ; Santa maria) cultivées par 27,27 % des agricultures. Tandis que, Q noir, Q105, Q102 représentent 18.18% des variétés cultivées.

Le semis mécanisé n'est pratiqué que par 36.36% des agriculteurs et le système goutte à goutte est le plus utilisé pour l'irrigation. D'après notre étude, (63.64%) des agriculteurs désherbent leurs parcelles. Alors que les oiseaux restent le plus grand problème auquel les agricultures sont confrontées (66.67%),

Bien que la culture du quinoa soit nouvellement introduite dans ces zones, il est nécessaire d'étudier plus profondément les pratiques culturales et tester leur adéquation dans l'objectif de répondre aux objectifs de développement de cette culture.

A ce niveau nous recommandons de prendre en considération les facteurs climatiques pour l'élaboration et l'adaptation d'un calendrier d'irrigation convenable et une fiche technique appropriée pour les zones arides d'Algérie.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Anonyme, 2014** : QUINOA Une culture à fort potentiel d'adaptation et de production pour le Maroc. Fiche synthés. CERCAM. 5 p
2. **Anonyme, 2018** : Portraits des céréales d'aujourd'hui. Passion céréales, Paris. www.passioncereales.fr
3. **Bhargava A, Shukla S, Ohri D, 2006**: Chenopodium quinoa—An Indian perspective. *Industrial Crops and Products* 23 (2006) 73–87.
4. **Bhargava A, Srivastava S, 2013**: Quinoa Botany, production and uses. CABI Nosworthy Way Wallingford Oxfordshire OX10 8DE UK. 38 Chauncey Street Suite 1002 Boston, MA 0211. 247P.
5. **Bouchahm N, Hecini L & Kherifi W. (2016)**. Adoucissement des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien : cas de la région de Biskra. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 29(1), 37–48. <https://doi.org/10.7202/1035715a>
6. **Carmen D- C, Grégory M, Thierry W.2008** : Le quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente “ bio équitable ”. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008 **12**(4), 421-435.
7. **Gómez Pando L et Castellanos E-A, 2016** : Guía de cultivo de la quinua. ©FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina Lima – Perú.130 P
8. **Hafida R-B, Abed C et Abdelkader L, 2020**: Introduction of Quinoa in Algeria. Quinoa in Algeria Project. TCP/RAB/3403. MADRP/FAO.
9. **Herbillon M, 2015** : Le Quinoa : Intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. Thèse doctorat en pharmacie. Université de ROUEN U.F.R de médecine et de pharmacie.
10. **Hinojosa L, González A, Barrios-Masias F- H, Fuentes F et Murphy K- M, 2018** : Quinoa Abiotic Stress Responses: A Review. *Plants* 2018, 7,106 ; doi : 10.3390/plants7040106.
11. **Jael C-C, 2012** : Manejo Agronómico Del Cultivo De La Quinua.Guia Tecnica. Agrobanco. Manallasac- Chiara.Ayacucho, Peru. 40p.
12. **Medarag H, Boubir N et Farhi A. 2009** : Le rôle des services et des investissements dans l'hypertrophie de la ville d'El Oued au bas Sahara algérien. *Environnement Urbain / Urban Environment [En ligne]*, Volume 3. journals.openedition.org/eue/921.
13. **PNTTA, 2005** : les cultures alternatives : Quinoa, Amarante Et Epeautre. BULLETIN MENSUEL D'INFORMATION ET DE LIAISON DU PNTTA N133. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P : 6598, Rabat. 5P
14. **Taylor J- R-N et Awika J M, 2017**: Gluten-Free Ancient Grains Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-Promoting Foods for the 21st Century. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Elsevier. United Kingdom.358P.
15. **-Alandia G, Rodriguez J.P, Jacobsen S-E. Bazile D et Condori B, 2020**: Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. *Global Food Security*. 2211-9124/© 2020 Elsevier B.V.

16. **-DAO A, NEBIÉ L, SANOU J, GUIRA A, GNANDA A, KANDO C, 2019** : Évaluation du potentiel de rendement du quinoa en milieu paysan et perception des producteurs sur sa culture et son utilisation. Vol. 38, n° 1 — Janvier-juin 2019, *Science et technique*, Sciences naturelles et appliquées.
17. **-FAO, 2014**: STATE OF THE ART REPORT ON QUINOA around the world in 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Santiago. 605P
18. **-FAO,2011**: Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean. July 2011. 63P
19. **Henríquez A- C, Jäger M, 2013**: Quinoa from the Andes to the world. the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development (BMZ); Division of Rural Development, Agriculture and Food Security. Rome, Italy. 17 P
20. **-Hernández Bermejo J.E et León j, 1994** : Culture marginalisé 1492 : une autre perspective. Collection FAO. Production végétale et protection des plantes n°26. Rome. 359 P

Résumés

Résumé

L'objectif scientifique essentiel du présent travail consiste à collecter des données visant essentiellement à évaluer l'introduction de la culture de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) dans un milieu aride en étudiant, l'influence des pratiques culturelles sur la production de cette culture. Pour cette fin, une enquête sur terrain a été menée auprès des agriculteurs des trois régions arides du sud Algérien (Biskra, El Oued, El-Mgheier). En effet, les principaux types de sol sont 45.45% des sols sont de texture sableuse- argileuse, la plupart d'agriculteurs effectuant un labour superficiel, Les variétés cultivées les plus sont de *ammarillasacaca* (54,55%). Le quinoa est irrigué par le système goutte à goutte. La fertilisation est à base de fumier ovin. Les oiseaux sont la menace la plus importante à surveiller ainsi que les adventices. Enfin, un développement de la culture de quinoa en régions arides est nécessaire pour en tirer profit de ses bénéfices.

Mots clés : Enquête, Quinoa, Pratiques culturelles, Production, régions arides.

Abstract

The main scientific objective of this work is to collect data aimed primarily at evaluating the introduction of quinoa cultivation (*Chenopodium quinoa Willd*) in an arid environment by studying the influence of cultural practices on the production of this culture. For this purpose, a field survey was conducted among farmers in three arid regions of southern Algeria (Biskra, El Oued, El-Mgheier). Indeed, the main types of soil are 45.45% of the soils are of sandy-clayey texture, most farmers carrying out superficial plowing, the varieties cultivated the most are *ammarillasacaca* (54.55%). Quinoa was irrigated by the drip system. The Fertilization was based on sheep manure. Birds are the biggest threat to watch out for along with weeds. Finally, the development of quinoa cultivation in arid regions is necessary to take advantage of its benefits.

Keywords: Survey, Quinoa, Cultural practices, Production, Arid regions.

ملخص

الهدف العلمي الأساسي لهذا العمل هو جمع البيانات التي تهدف في المقام الأول إلى تقييم إدخال زراعة الكينوا (*Chenopodium quinoa Willd*) إلى بيئات قاحلة من خلال دراسة تأثير الممارسات الزراعية على إنتاج هذا المحصول. لهذا الغرض، تم إجراء استبيان بين المزارعين في ثلاث مناطق جافة في جنوب الجزائر (بسكرة، الوادي، المغير). وبالفعل، فإن الأنواع الرئيسية للتربة هي 45.45% من التربة ذات قوام رملي -طيني، ويقوم معظم المزارعين بالحرثة السطحية، وأكثر الأصناف المزروعة هي *ammarillasacaca* بنسبة (54.55%). كما أن عملية سقي الكينوا تتم بنظام التنقيط. يعتمد تسميد التربة على روث الأغنام. الطيور هي أكبر تهديد يجب الانتباه إليه مع الأعشاب الضارة. أخيراً، نستخلص أن تطوير زراعة الكينوا في المناطق القاحلة ضروري للاستفادة من فوائدها.

الكلمات المفتاحية: استبيان ، الكينوا ، الممارسات الزراعية ، الإنتاج ، المناطق القاحلة.