

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des Sciences Biologiques**



**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière:** Sciences Biologiques

**Spécialité:** Biotechnologie Végétale

Présenté par: **RIDA Nadjat et MERIOUMA Hadjer**

**Thème**

**Effets allélopathiques de la luzerne (*Medicago sativa* L.)  
(ancienne luzernière) sur certains paramètres biométriques  
du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

**Soutenu le :22/06/2023**

**Devant le jury:**

<b>Président :</b>	<b>DJERROUDI O.</b>	<b>M.C.A.</b>	<b>U.K.M. Ouargla</b>
<b>Examineur :</b>	<b>TELLI A.</b>	<b>M.C.A.</b>	<b>U.K.M.Ouargla</b>
<b>Encadreur :</b>	<b>CHAABENA A.</b>	<b>M.A.A.</b>	<b>U.K.M.Ouargla</b>

**Année universitaire:2022/2023**



## *Remerciements*

*Nous louons "Dieu" tout –puissant et le remercions de nous avoir permis d'accomplir cet humble travail.*

*Je tiens à remercier infiniment professeur **Mr. CHAABENA AHMED** pour tous qu'il nous donne d'orientation, de renseignements et de conseils précieux et ses efforts donnés pendant le travail, Egalement nos sincères remerciements pour toutes les membres du jury.*

*Nous remercions également tous les professeurs et collègues de biotechnologie végétale qui nous ont apporté leur aide, quelle que soit leur nature, et tous ceux qui nous ont encouragés dans la réalisation de ce mémoire.*

*Enfin, nous ne pouvons qu'adresser nos compliments à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir cette humble recherche.*



***HADJER, NADJAT***

# *Dédicace*

*Louange à Dieu tout puissant pour sa miséricorde. Lui qui nous a créés, lui qui nous a donné la connaissance.*

*Quoi de plus beau que de pouvoir partager les meilleurs moments de sa vie avec les gens qu'on aime.*

*Je dédie cet humble travail à:*

*A ma chère famille, que m'a encouragée et soutenue tout au long de mes études a mes chers parents, mon père **BAHRI**, et ma mère **ZOHRA***

*A tous mes frères et sœurs: Yamina, Imane, Isra Dieu repose son âme, Hdile, Amira, AbdElnour, AbdElrahim, AbdElmounaam, Mohamed Yesser*

*Une dédicace spéciale pour tous les enseignants cette année qui m'ont aidé*

*Mes amis*

*Et à ma sœur et collègue: Nadjat*

# *Dédicace*

*Ma mère Zohra, mon père Mohamed vous représentez pour moi le symbole de la beauté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*Soyez sûrs que je continuerai mon chemin.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.*

*A mes sœurs: Fatima, Baya, Bouchra, Saaida, soundos.*

*A mes frères: Lahçane, Hamza, Ibrahime, Sayah.*

*Amis: Amira, Hayat, Amina, Lala, Zohra, Saliha, Razika, Hadjer.*

*A tous les membres de ma famille rida, petits et grands veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection*

# Table de Matières

## *Remerciements*

Dédicace.....	
Liste d'abréviation.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Introduction.....	1
<b>Partie I : Matériels et Méthodes.....</b>	<b>4</b>
I.1- Matériels Utilises .....	4
I.1.1- Matériel végétale.....	4
I.1.1.1- La luzerne ( <i>Medicago sativa</i> L.).....	4
I.1.1.1.1- Caractères généraux.....	4
I.1.1.1.2- Classification botanique de la luzerne.....	4
I.1.1.1.3- Description botanique.....	4
I.1.1.1.4- Importance de la luzerne.....	5
I.1.1.2- Le quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	5
I.1.1.2.1- Origine et distribution du quinoa.....	6
I.1.1.2.2- Classification botanique du quinoa.....	6
I.1.1.2.3- Description morphologie de la plante.....	7
I.1.1.2.4- Intérêts du quinoa.....	7
I.2-Méthodologie.....	8
I.2.1- Protocole expérimental.....	8
I.2.2- Paramètres étudiés.....	11

I.2.2.1-Hauteur et diamètre de la tige de quinoa.....	11
I.2.2.2-Nombre de ramifications par plant.....	11
I.2.2.3- Nombre de fleurs par plant.....	11
I.2.2.4- Poids frais.....	11
I.2.2.5- Poids sec.....	13
I.3- Analyse statistique.....	17
<b>Partie II: Résultats et Discussion.....</b>	<b>17</b>
II.1- Résultats.....	17
II.1.1- Le paramètre significatif.....	17
II.1.1.1- Poids frais des feuilles (g).....	17
II.1.2- Les Paramètres non significatifs.....	18
II.1.2.1- Hauteur de la Tige (cm) .....	18
II.1.2.2- Diamètre de la Tige (mm).....	19
II.1.2. 3- Nombre de Ramifications .....	20
II.1.2.4- Nombre de Fleurs.....	20
II.1.2.5- Poids frais du plant (g).....	21
II.1.2.6- Poids frais des tiges (g).....	22
II.1.2.7- Poids frais des racines (g).....	23
II.1.2.8- Poids frais des fleurs (g).....	24
II.1.2.9- Poids sec de la plante (g).....	25
II.1.2.10- Poids sec des feuilles (g).....	26
II.1.2.11- Poids sec des tiges (g).....	26
II.1.2.12- Poids sec des racines (g).....	27
II.1.3- Analyse factorielle discriminante (AFD).....	28
II.2- Discussion.....	30

Conclusion.....32

Références bibliographiques.....33

# *Liste d'abréviations*

**ITDAS** : Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne.

**APG** : Angiosperm Phylogenetic Group

**FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nations

**ANOVA** : Analyse de variances

**AFD** : Analyse Factorielle Discriminante

# *Liste des figures*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Les graines du quinoa variété Q102	06
<b>02</b>	Site d'expérimentation au niveau de l'exploitation agricole (Google Earth, 2023)	09
<b>03</b>	Schéma de la parcelle	10
<b>04</b>	Plants marqués du quinoa au milieu de la luzerne	10
<b>05</b>	Mesure de la hauteur de la tige	11
<b>06</b>	Mesure du diamètre de la tige	11
<b>07</b>	Poids frais des tiges (g)	12
<b>08</b>	Poids frais des feuilles (g)	12
<b>09</b>	Poids frais des racines (g)	12
<b>10</b>	Poids frais des fleurs (g)	13
<b>11</b>	Poids frais de la plante (g)	13
<b>12</b>	Les plantes avant séchage	14
<b>13</b>	Les plantes dans l'étuve	14
<b>14</b>	Les plantes après séchage	14
<b>15</b>	Poids sec des tiges (g)	15
<b>16</b>	Poids sec des feuilles (g)	15
<b>17</b>	Poids sec des racines (g)	16
<b>18</b>	Poids sec des fleurs (g)	16
<b>19</b>	Poids sec de la plante (g)	16
<b>20</b>	Poids frais des feuilles	18
<b>21</b>	Hauteur de la tige	19

<b>22</b>	Diamètre de la Tige	19
<b>23</b>	Nombre de Ramifications	20
<b>24</b>	Nombre de Fleurs	21
<b>25</b>	Poids frais du plant	22
<b>26</b>	Poids frais des tiges	23
<b>27</b>	Poids frais des racines	24
<b>28</b>	Poids frais des fleurs	25
<b>29</b>	Poids sec de la plante	26
<b>30</b>	Poids sec des feuilles	26
<b>31</b>	Poids sec des tiges	27
<b>32</b>	Poids sec des racines	28
<b>33</b>	Poids sec des fleurs	28
<b>34</b>	Analyse factorielle discriminante (AFD) de l'effet de la présence ou non de la luzerne sur le quinoa ( <b>a</b> : Cercle de corrélation des variables sur le plan 1-2, <b>b</b> : Barycentres et observations)	30

# *Liste des tableaux*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Classification botanique de la luzerne	4
<b>02</b>	Classification botanique de quinoa	7
<b>03</b>	Synthèse de l'analyse de variance pour tous les paramètres	17

# **Introduction**

## Introduction

L'allélopathie est la production et la libération de substances par une plante qui sont toxiques pour les plantes voisines (**Witt, 1999**). De nombreuses plantes contiennent des inhibiteurs de germination et de croissance; ces composés toxiques sont produits lors de la décomposition des résidus de culture dans le sol (**Bonner, 1950**). En plus de la compétition pour la lumière, l'eau et les minéraux, les plantes inhibent la germination des graines et la croissance des plantes voisines en libérant une variété de produits chimiques toxiques, parfois appelés « allelochems ». L'effet délétère direct ou indirect d'une plante sur une autre par la production d'allelochimiques est appelé allélopathie (**Karmer, 1979**). Le principe de l'allélopathie joue un rôle important dans les écosystème naturels et manipulés (**Rice, 1984**).

En **1984**, **Rice** pose les fondements de l'allélopathie « moderne » et la définit comme un effet positif ou négatif, direct ou indirect, d'un végétal - micro-organisme inclus-sur un autre, par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement. Cette définition prévaut aujourd'hui et illustre bien en quoi ce type d'interaction diffère du parasitisme et de la symbiose (où il y a contact direct entre les protagonistes) ainsi que de la compétition (dans laquelle une ressource commune et limitée est exploitée par les protagonistes). Des phénomènes allélopathiques ont pu être détectés à la fois dans des écosystèmes naturels ou soumis à la gestion humaine, et des applications pratiques commencent à voir le jour notamment pour les agrosystèmes (**Regnault-Roger et al., 2008**).

Il existe deux types d'allélopathies (**Witt, 1999**):

1. L'allélopathie vraie qui est la libération de substances toxiques sous la forme sous laquelle elles sont produites dans la plante.
2. L'allélopathie fonctionnelle est la libération de substances qui sont toxiques à la suite d'une transformation par des micro-organismes.

L'autotoxicité est une forme intra spécifique d'allélopathie qui survient lorsqu'une espèce végétale libère une substance chimique qui inhibe ou retarde la germination et la croissance de la même espèce végétale (**Putnam, 1985**). Le rétablissement de la luzerne *Medicago sativa* L. a souvent échoué suite à des effets autotoxiques de la culture sur les semis (**Tissar, 1993**). La luzerne (*Medicago sativa* L.) est connue pour être à la fois autotoxique et allélopathique (**Ramesh et al., 1989**).

La luzerne (*Medicago sativa* L.), plante fourragère de la famille des Fabacées, est le fourrage le plus important en Algérie. Il s'agit d'une culture très bien adaptée au climat saharien et très productive. Elle constitue le fourrage le plus utilisé dans l'alimentation du bétail. Elle peut produire dans de bonnes conditions, jusqu'à 100 tonnes de vert par hectare (**Baameur, 1998**). C'est une plante pérenne largement répandue, hermaphrodite, à pollinisation autogame/allogame, résistante à la sécheresse et aussi c'est une plante fourragère par excellence (**Messioughi, 2016**).

La luzerne cultivée ainsi que les sous-espèces étroitement apparentées sont originaires d'Asie mineure, de Transcaucasie, du Turkménistan et d'Iran. L'espèce pousse à l'état endémique dans tout le bassin méditerranéen, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient, dans la plus grande partie de l'Europe, en Sibérie, dans le nord de l'Inde et en Chine (**Ivanov,1988 ; Michaud et al., 1988 ; Quiros et Bauchan, 1988**).

En Algérie, pour la période 1995 à 1997, la superficie consacrée à la luzerne pérenne (*Medicago sativa* L.) se situe entre 0.37 et 0.71% de la superficie réservée aux cultures fourragères. Par rapport aux cultures herbacées, sa superficie représente entre 1.86 et 3.03% pour la même période (**Chaabena, 2001**).

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.),une plante originaire des hautes terres andines, a d'abord été endémique autour du lac Titicaca, qui se trouve à une altitude de 3800 mètres le long des frontières entre le Pérou et la Bolivie. C'est une plante herbacée dicotylédone appartenant à la famille des Amaranthaceae, et son fruit est un petit chancre aux couleurs allant du blanc, jaune, violet et noir .Le quinoa a long temps été un aliment de base des Andes et occupe, à ce jour, une grande partie de la consommation humaine de céréales. C'est aussi l'une des plus importantes cultures vivrières. Important pour de nombreuses personnes, la capacité de cette plante à s'adapter à divers environnements et conditions climatiques, y compris les climats désertiques, froids, tempérés et pluvieux et les zones chaudes à forte humidité, avec la possibilité de sa croissance dans des conditions stressantes telles que la salinité et l'acidité du sol, tolérance au gel et à la sécheresse et cela a incité les chercheurs à l'extraire des Andes pour balayer d'autres parties du monde (**Jacobsen et al., 1994 et Maamri et al., 2022**).

Le quinoa peut être utilisé dans plusieurs domaines. Il est utilisé comme aliment pour le bétail. Les feuilles, les tiges et les graines sont utilisées pour un but médicinal depuis longtemps par les habitants des Andes afin de guérir les blessures, réduire l'enflure, calmer la douleur des dents et désinfecter le canal urinaire. La richesse du quinoa en protéines lui permet d'être utilisé comme supplément nutritionnel pour l'homme et les animaux. Le quinoa se caractérise par une teneur élevée en protéines : 14 à 21% par 100 g de sa matière sèche, contre 7 à 12% chez la plupart des autres céréales (blé, riz, maïs, orge, etc.) (**Bhargava et al., 2006**). Cependant, son principal intérêt nutritif réside dans sa composition équilibrée et complète en acides aminés essentiels (la lysine fait généralement défaut dans les autres céréales), comparable à celle du lait et supérieure à celle du blé et d'autres céréales (**Chauhan et al., 1992**). En outre, elle offre un contenu en minéraux très supérieur à celui des céréales classiques, en particulier en phosphore, magnésium, potassium et fer. Enfin, des études récentes indiquent que le quinoa est une excellente source de vitamines, d'antioxydants et d'acides gras ainsi que l'absence de gluten qui cause des problèmes nutritionnels aux malades cœliaques (**Dini et al.,2004**).

Le quinoa est une pseudo-céréale et considéré comme une alternative aux céréales traditionnelles pour des populations en situation d'insécurité alimentaire (**Bhargava et al., 2006**). Le quinoa devient de plus en plus populaire, et sa culture est parmi les plus rapides dans le

monde, ce qui lui permet de contribuer significativement à la sécurité alimentaire et à la nutrition (A.P.S., 2014).

Vu que la plupart des exploitations agricoles (anciennes et nouvelles) cultivent la luzerne et que le quinoa prend de plus en plus de l'ampleur, il serait judicieux d'apprécier l'interaction entre ces deux plantes et surtout l'effet de la luzerne (plus ancienne) sur le quinoa (nouvellement installé). Des études (au laboratoire), aux stades germination et post-germination ont eu lieu dont : **Benhammouda et Ghilani (2018) ; Tabet (2018) ; Bounaceur et Chebouat (2020) ; Guermit et Messous (2020) ; Hamrouni et Mansouri (2020) ; Bahaz et Djerid (2021) ; Benoumena et Debba (2022) ; Khemis et Boucetta (2022) ; Bougrinat et Benguerba (2022) ; Mekhadmi et Benabdelouahed (2022) ; Benlaribi et Bouzegag (2022) ; Bekirat et Gamiche (2022).**

Dans notre cas, nous nous proposons cette approche des effets allélopathiques d'une ancienne luzernière (âgée de plus de 3 ans) sur certains paramètres biométriques du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Les deux cultures étant conduites sous palmier dattier au niveau de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla.

**Partie I**  
**Matériels et Méthodes**

## Partiel : Matériels et Méthodes

### I.1-Matériel utilisé

#### I.1.1- Matériel végétal

##### I.1.1.1- La luzerne (*Medicago sativa* L.)

La luzerne (source probable d'allélopathie) est une culture d'une variété locale, datant de plus de 3 ans sous palmiers dattiers au niveau du secteur A1 de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla et irriguée par submersion avec une eau du Mio-pliocène.

##### I.1.1.1.1- Caractères généraux

La luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.) appartient à la famille des Fabacées qui constituent la troisième famille la plus importante du monde végétal (environ 12000 espèces) après les Astéracées et les Orchidacées.

La luzerne possède par ailleurs de nombreux avantages agronomiques (pérennité, rusticité, production estivale économie d'intrants) et zootechniques (richesse en protéines, richesse en substance minérales, forte ingestibilité). De plus dans un contexte socio- économique qui se caractérise par une préoccupation forte de la protection de l'environnement, et de la sécurité alimentaire, la luzerne produit beaucoup de protéines avec un impact faible sur l'environnement (Hamom, 2001).

##### I.1.1.1.2- Classification botanique de la luzerne

Selon Singh (2009), la classification botanique de la luzerne est exposée dans le tableau 01.

**Tableau 01:**Classification botanique de la luzerne.

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Fabales
<b>Famille</b>	Fabaceae (Leguminosae)
<b>Tribu</b>	Trifolieae
<b>Espèce</b>	<i>Medicago sativa</i> L.

##### I.1.1.1.3- Description botanique

La luzerne est de 50 à 80 cm de hauteur, à fortes racines pivotantes profondes et à tige rameuse, présentant une grande variabilité morphologique. Elle présente des tiges plus ou moins

ligneuses et très ramifiées avec des feuilles ovoïdes et oblongues avec trois folioles et finement dentés au sommet, d'environ 3 cm de long chacune ; ses fleurs sont disposées au niveau axillaire et de couleur bleu-violacé sous forme d'inflorescences en grappes de 10 à 20 fleurs (**Camille,1980**).

#### **I.1.1.1.4- Importance de la luzerne**

La luzerne est souvent connue comme la «reine des fourrages». Certaines caractéristiques spécifiques importantes de la luzerne cultivée, qui renforcent sa position parmi les cultures fourragères les plus utilisées, sont décrites :

- Elle est très appréciée en tant qu'aliment supérieur pour les bovins laitiers et de boucherie, car il est rapidement digéré, riche en solutés cellulaires et faible en fibres de détergent cellulaire et neutre (**Conrad et Klopfenstein, 1988**).
- C'est une excellente source de protéines de haute qualité (**Bouton, 2001**), une caractéristique particulièrement importante pour les bovins laitiers et de boucherie ainsi que pour d'autres animaux d'élevage. C'est aussi une excellente source de calcium, de magnésium, de phosphore, de carotène et de vitamine D.
- Bien connue pour sa capacité à améliorer la structure du sol et, en tant que légumineuse, constitue une source efficace d'azote biologique (**Bouton, 2001**). En outre, les nouvelles utilisations de la luzerne incluent les germes pour les salades, les compléments alimentaires pour l'alimentation humaine, une bioénergie, un système de bioremédiation pour l'élimination des nitrates nocifs, une source de pâte pour la fabrication du papier et une usine pour la production d'enzymes industrielles. (**Bouton, 1996**).

#### **I.1.1.2- Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) provient d'une récolte précédente (2022) de la variété Q102, au niveau de l'institut technique de développement de l'agronomie saharienne (ITDAS) à El Arfiane, Djamaa, Algérie (**fig.1**).



**Figure 01** : Les graines du quinoa variété Q102 (Référence électronique)

#### **I.1.1.2.1- Origine et distribution du quinoa**

"Quinoa" est un mot d'origine quechua désignant une plante annuelle à feuilles triangulaires et panicules composées. Selon les traces archéologiques découvertes dans les grottes d'Ayacucho au Pérou, cette Chénopodiacée aurait été domestiquée il y a 6400 à 7800 ans (**Brack Egg., 2003**).

Selon la **F.A.O. (2013)**, la culture du quinoa est en pleine expansion et on la trouve désormais dans plus de 70 pays. En 2002, 80000 hectares étaient semés en quinoa, essentiellement dans la région des Andes. D'après **Cauda et al. (2013)**, cette plante est appelée la « graine d'or » des Andes. Sa culture a franchi les frontières pour atteindre la France, le Royaume-Uni, la Suède, le Danemark, les Pays-Bas et l'Italie. Aux Etats-Unis, la plante est cultivée au Colorado et au Nevada, et au Canada, dans les prairies de l'Ontario.

Grâce à ces générations d'agriculteurs, le matériel génétique de cette espèce, comme celui d'autres plantes cultivées, a pu être conservé, avec les caractéristiques propres de ce que l'on pourrait appeler un système de conservation adéquat in-situ (**Tapia, 2002**).

#### **I.1.1.2.2- Classification botanique du quinoa**

Le Quinoa appartient au genre *Chenopodium* qui contient environ 250 espèces. On connaît environ 1800 variétés de Quinoa (**Foucault, 2014**). Depuis 2009, une nouvelle classification dite phylogénétique (APGIII puis IV) range le quinoa dans la famille des Amaranthaceae (**Giusti, 1970 in Herbillon, 2015**).

Selon **Cronquist (1981)**, la classification botanique du quinoa est exposée dans le tableau 02.

**Tableau 02:**Classification botanique de quinoa.

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsidae
<b>Sous-classe</b>	Caryophyllidae
<b>Ordre</b>	Caryophyllales
<b>Famille</b>	Amaranthaceae (Chenopodiaceae)
<b>Genre</b>	<i>Chenopodium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd., 1798

#### **I.1.1.2.3- Description morphologie de la plante**

Le quinoa est une dicotylédone autogame annuelle. Elle comporte une racine pivotante, qui dans le processus initial de germination est le premier organe à se développer après quelques heures d'humectation. Sa croissance est en rapport étroit avec celle de la partie aérienne, des plantes de 1.70 m pouvant développer une racine de 1.50 m (**Tapia et al., 1979**).

- **Les racines** :le quinoa a un système racinaire pivotant, vigoureux, profond, bien ramifié et fibreux qui assure sa résistance à la sécheresse et sa bonne stabilité. (**Herbillon, 2015**).
- **La tige** :cylindrique au niveau du colletet puis anguleuse à partir des ramifications (**Gandarillas, 1979**), a une taille comprise entre 0.5 et 1.5 m selon la variété et les conditions de croissance.
- **Les feuilles** : les feuilles d'une même plante sontnettement polymorphes, celles de la tige principale étant plus longues que celles des ramifications (**Del Castillo et al., 2008**).
- **Les fleurs** : le quinoa présente des fleurs hermaphrodites disposées en inflorescences en grappes, considérées comme de faux épis (panicules)(**Del Castillo et al., 2008**).
- **Les fruits** :le fruit est un akène comprenant plusieurs couches, (**Galwey et al., 1989 in Herbillon,2015**) :à savoir de l'extérieur vers l'intérieur, péricone, péricarpe et épisperme. Chaque fruit contient une seule graine dont la couleur, la forme et la taille sont variables (**Gandarillas, 1979**).
- **Les graines** :principales parties comestibles de la plante, peuvent être de trois formes différentes : conique, cylindrique ou ellipsoïde (**Quispe et al., 1976 inHerbillon, 2015**). Recouvertes de saponine (Une substance anti-nutritive amère qui éloigne naturellement les oiseaux, éliminée par lavage)(**Del Castillo et al., 2008**).

#### **I.1.1.2.4- Intérêts du quinoa**

La culture de quinoa connaît depuis une quinzaine d'années un grand succès commercial. En effet, selon **Jacobsen et al. (1994)**, sa production peut contribuer à la sécurité alimentaire surtout dans les régions méditerranéennes. Cette plante plusieurs utilisations :

- **Consommation humaine** : 35 aliments préparés avec du quinoa ont été identifiés.
- **Utilisation médicinale** : depuis l'antiquité, des applications des grains dans la médecine traditionnelle andine sont connues, dans les communautés de l'Altiplano et dans les vallées sont mentionnées par les guérisseurs (**ZALLES et LUCCA, 2006**).
- **Utilisation comme fourrage** : le quinoa est également utilisé comme fourrage pour les vaches, les moutons et les lamas, dans certains cas, sont utilisés pour l'alimentation des ânes.

Le quinoa se caractérise par une teneur élevée en protéines : 14 à 21 % par 100 g de sa matière sèche, contre 7 à 12 % chez la plupart des autres céréales (blé, riz, maïs, orge, etc.) (**Bhargava et al., 2006**). Cependant, son principal intérêt nutritif réside dans sa composition équilibrée et complète en acides aminés essentiels, comparable à celle du lait et qui est supérieure à celle du blé et d'autres céréales (**Chauhan et al., 1992**). En outre, elle offre un contenu en minéraux très supérieur à celui des céréales classiques, en particulier en phosphore, magnésium et fer. Enfin, des études récentes indiquent que le quinoa est une excellente source de vitamines, d'antioxydants et d'acides gras (**Dini et al., 2004**).

## **I.2- Méthodologie**

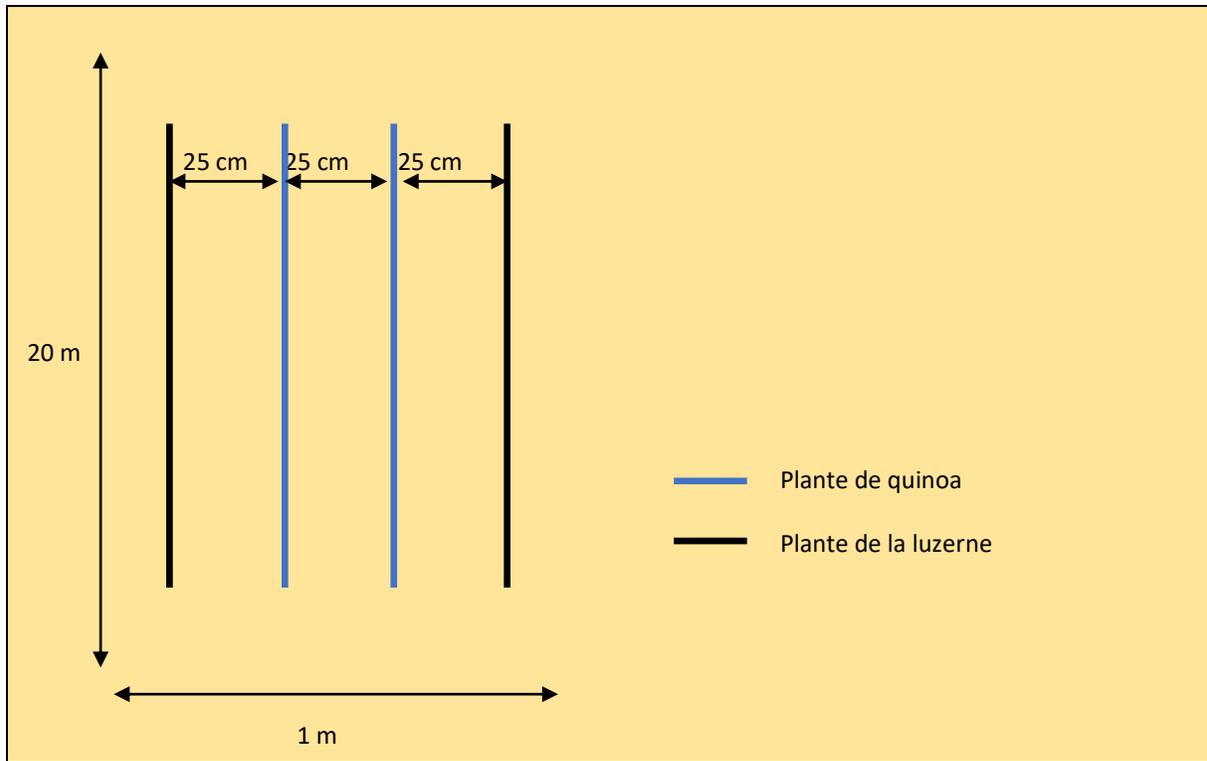
### **I.2.1- Protocole expérimental**

Nous avons fait cette expérience pour étudier la plante de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) au niveau de l'exploitation de la Faculté des sciences de la nature et de la vie au niveau de l'Université de Ouargla (Figure 02).



**Figure 02** : Site d'expérimentation au niveau de l'exploitation agricole (Google Earth, 2023)

- 📍 Tout d'abord, nous avons nettoyé l'endroit à semer, qui mesure environ 20 m de long et 1 m de large.
- 📍 Après cela, nous avons semé le quinoa sur deux lignes au milieu avec un écartement de 25 cm et 25 cm entre poquets, le 12.12.2023.
- 📍 L'arrosage s'est fait à l'arrosoir au début puis par submersion une ou deux fois par semaine selon l'humidité du sol (**Figure03**)



**Figure 03** :Schéma de la parcelle



**Figure 04**:Plants marqués du quinoa au milieu de la luzerne

## I.2.2- Paramètres étudiés

### I.2.2.1-Hauteur et diamètre de la tige de quinoa

Une fois que le plant de quinoa ait atteint le stade floraison, dix plantes sont prélevées, et nous mesurons, sur terrain, la hauteur (cm)(Figure 05) et le diamètre de la tige (mm) (Figure 06)de chaque plant avec un pied à coulisse (mm).



**Figure 05:** Mesure de la hauteur de la tige



**Figure 06:** Mesure du diamètre de la tige

### I.2.2.2-Nombre de ramifications par plant

Pour chaque plant mesuré, on compte le nombre de ramifications par plant.

### I.2.2.3- Nombre de fleurs par plant

Pour chaque plant mesuré, on compte le nombre de fleurs par plant.

### I.2.2.4- Poids frais:

Après ces mesures, on coupe les plantes (31/05/2023), puis on passe aux mesures de poids frais et sec au niveau du laboratoire (Figures 07, 08, 09, 10 et 11) :

- 📊 Poids frais des tiges (g)
- 📊 Poids frais des feuilles(g)
- 📊 Poids frais des racines (g)
- 📊 Poids frais des fleurs (g)
- 📊 Poids frais de la plante (g)



**Figure 07 : Poids frais des tiges (g)**



**Figure 08 : Poids frais des feuilles (g)**



**Figure 09 : Poids frais des racines (g)**



**Figure 10** : Poids frais des fleurs (g)



**Figure 11** : Poids frais de la plante (g)

## **2- Poids sec:**

Après la fin de l'étape de pesée des plantes, nous insérons des plantes dans l'étuve pendant 24 heures à 105 °C (Figures 12, 13, 14)



**Figure 12 :** Les plantes avant séchage



**Figure 13 :** Les plantes dans l'étuve



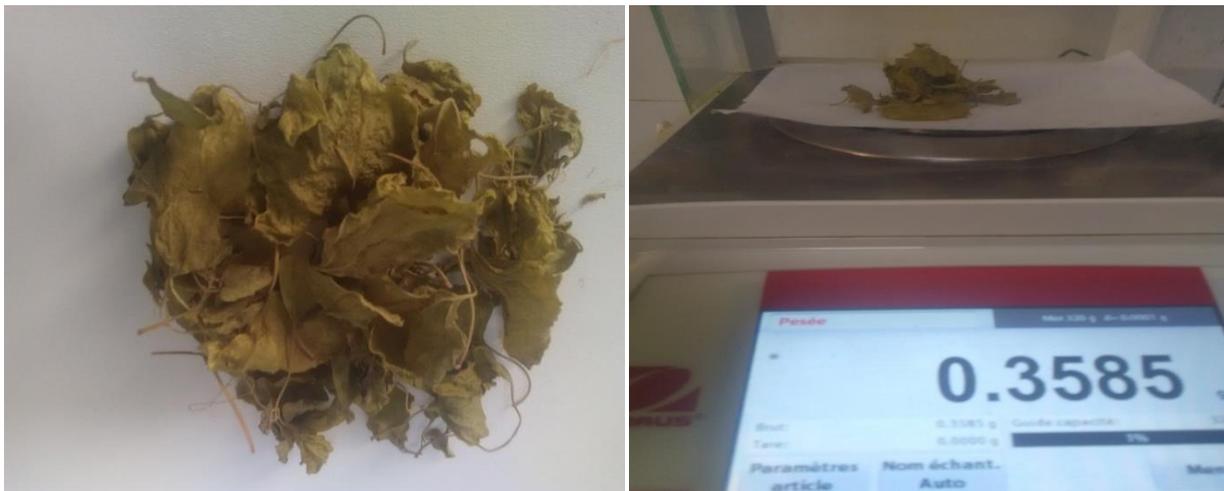
**Figure 14 :** Les plantes après séchage

Après 24 heures à l'étuve, nous reprenons les mesures des poids des parties de plante (Figures 15, 16, 17, 18 et 19) :

- 📊 Poids sec des tiges (g)
- 📊 Poids sec des feuilles (g)
- 📊 Poids sec des racines (g)
- 📊 Poids sec des fleurs (g)
- 📊 Poids sec de la plante (g)



**Figure 15** Poids sec des tiges (g)



**Figure 16** :Poids sec des feuilles (g)



**Figure 17:**Poids sec des racines (g)



**Figure 18 :**Poids sec des fleurs (g)



**Figure 19 :**Poids sec de la plante (g)

### **I.3- Analyses statistiques**

À la fin des mesures, nous avons effectué des analyses de variance pour les différents paramètres biométriques au seuil  $\alpha = 5\%$  avec un test de Dunnett (bilatéral). Ainsi qu'une analyse factorielle discriminante (AFD) synthétique regroupant tous les paramètres à la fois. Ceci avec le logiciel XLSTAT 2014.5.03.

# **PartieII**

## **Résultats et Discussion**

## Partie II: Résultats et Discussion

### II.1- Résultats

Après le suivi de la culture de quinoa dans une parcelle contenant la luzerne depuis plus de trois années, nous avons obtenu des résultats que nous avons analysé statistiquement. Le **Tableau 03** regroupe la synthèse de l'analyse de variance au seuil  $\alpha = 0.05$  pour tous les paramètres retenus.

**Tableau 03:**Synthèse de l'analyse de variance pour tous les paramètres

	Hauteur Tige (cm)	Diamètre Tige (mm)	Nombre Ramifications	Nombre Fleurs	Poids frais plante (g)	Poids frais feuilles (g)	Poids frais tiges (g)	Poids frais racines (g)	Poids frais fleurs (g)	Poids sec plante (g)	Poids sec feuilles (g)	Poids sec tiges (g)	Poids sec racines (g)	Poids sec fleurs (g)
<b>R<sup>2</sup></b>	0.00	0.15	0.09	0.07	0.24	0.29	0.22	0.12	0.17	0.08	0.26	0.05	0.03	0.15
<b>F</b>	0.02	2.05	1.24	0.88	3.83	4.96	3.45	1.70	2.39	1.08	4.28	0.69	0.37	2.05
<b>Pr&gt;F</b>	0.89	0.18	0.29	0.37	0.07	0.05	0.09	0.22	0.15	0.32	0.06	0.42	0.56	0.18
	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**NS : Non significatif (Différence non significative au seuil  $\alpha = 0.05$ )**

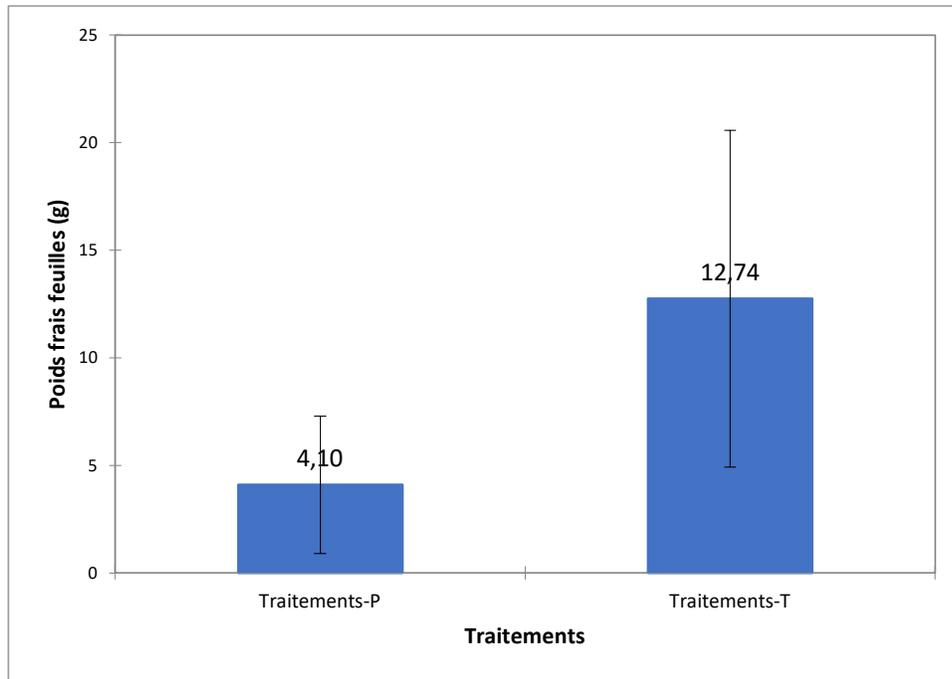
**S : Significatif**

À travers le **Tableau03**, on remarque qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux traitements (culture du quinoa avec ou sans la luzerne) pour tous les paramètres sauf pour le poids frais des feuilles.

#### II.1.1- Le paramètre significatif

##### II.1.1.1- Poids frais des feuilles (g)

La **Figure 20** représente le Poids frais des feuilles du quinoa.



**Figure 20:**Poids frais des feuilles

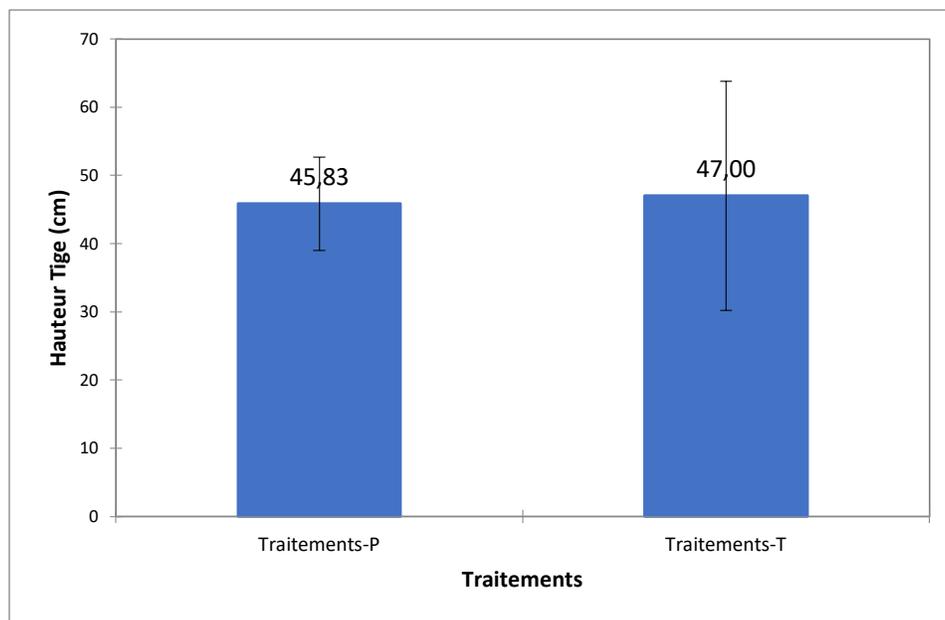
Nous remarquons que les plants témoins (cultivés seuls) ont un poids frais plus important (12.74 g) que celui des plants cultivés avec la luzerne (4.10 g), c'est environ le triple.

## II.1.2- Les Paramètres non significatifs

Bien que l'analyse de variance n'ait pas montré de différences significatives entre les traitements, on remarque que les plants cultivés avec la luzerne (Plants-P) ont un développement différent de celui des plants témoins (Plants-T), variable selon le paramètre.

### II.1.2.1- Hauteur de la Tige (cm)

Les résultats obtenus concernant la Hauteur de Tige de *Chenopodium quinoa* Willd. Sont représentées dans **Figure 21**.

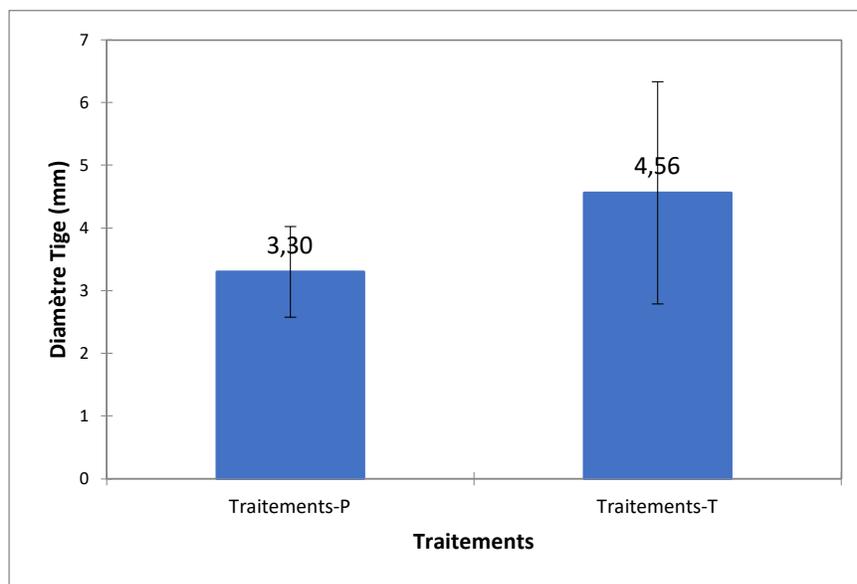


**Figure 21:** Hauteur de la tige

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la hauteur de la tige est sensiblement la même 47.00 cm pour le témoin et 45.83 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

### II.1.2.2- Diamètre de la Tige (mm)

La **Figure 22** représente Diamètre Tige de plante quinoa.

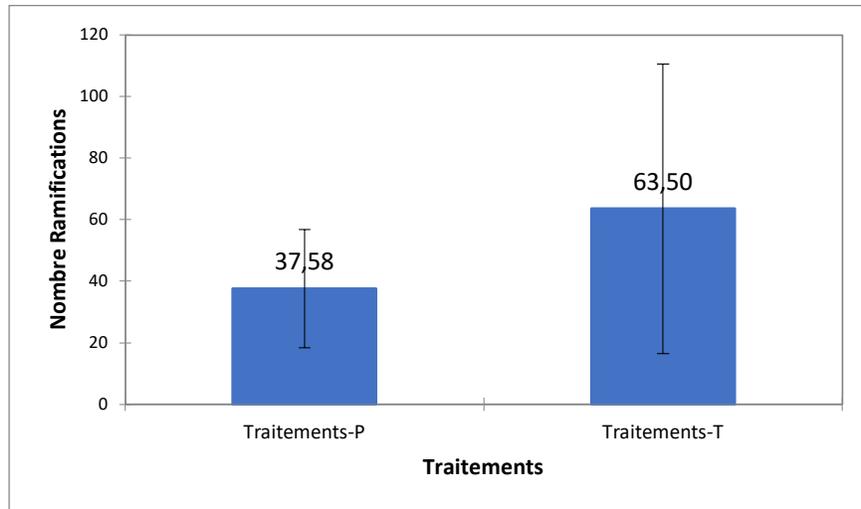


**Figure 22:** Diamètre de la Tige

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que le diamètre de la tige est sensiblement la même 4.56 cm pour le témoin et 3.30 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

### II.1.2. 3- Nombre de Ramifications

La **Figure 23** représente Nombre Ramifications de plante quinoa.

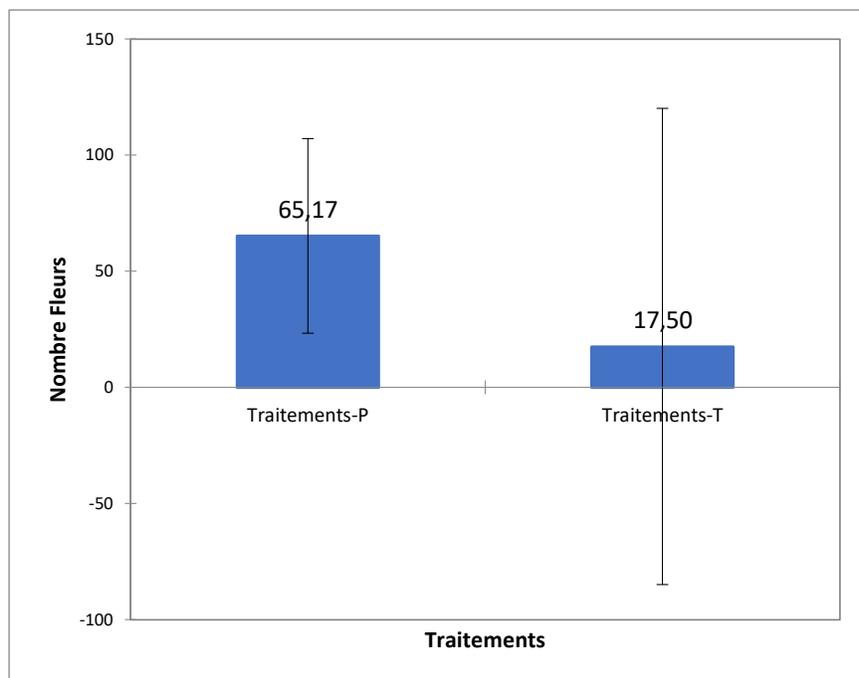


**Figure 23:**Nombre de Ramifications

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la nombre de ramifications est sensiblement la même 63.50 cm pour le témoin et 37.58 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

### II.1.2.4- Nombre de Fleurs

La **Figure 24** représente Nombre de Fleurs de plantes quinoa.

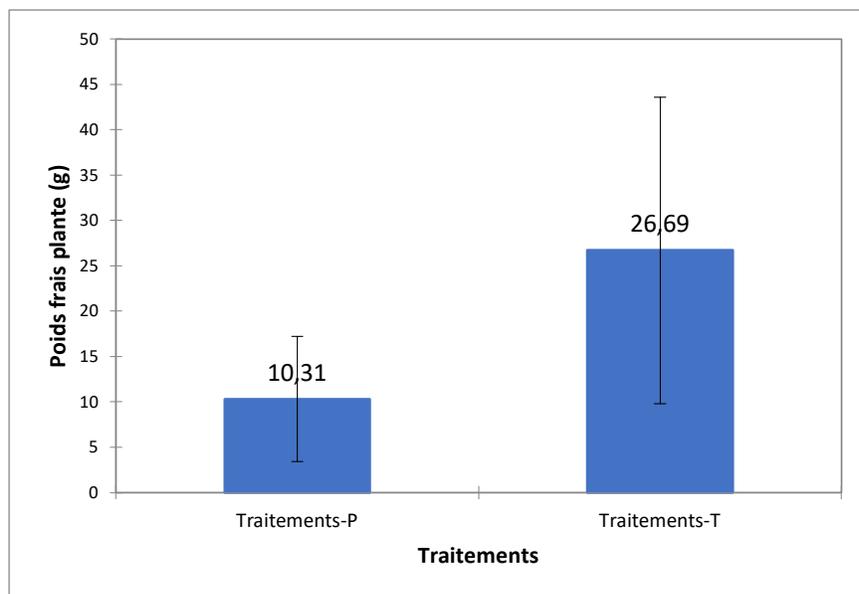


**Figure 24:**Nombre de Fleurs

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la nombre de fleurs est sensiblement la même 17.50 cm pour le témoin et 65.17 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

#### II.1.2.5-Poids frais du plant (g)

La Figure 25 représente Poids frais de plantes quinoa.

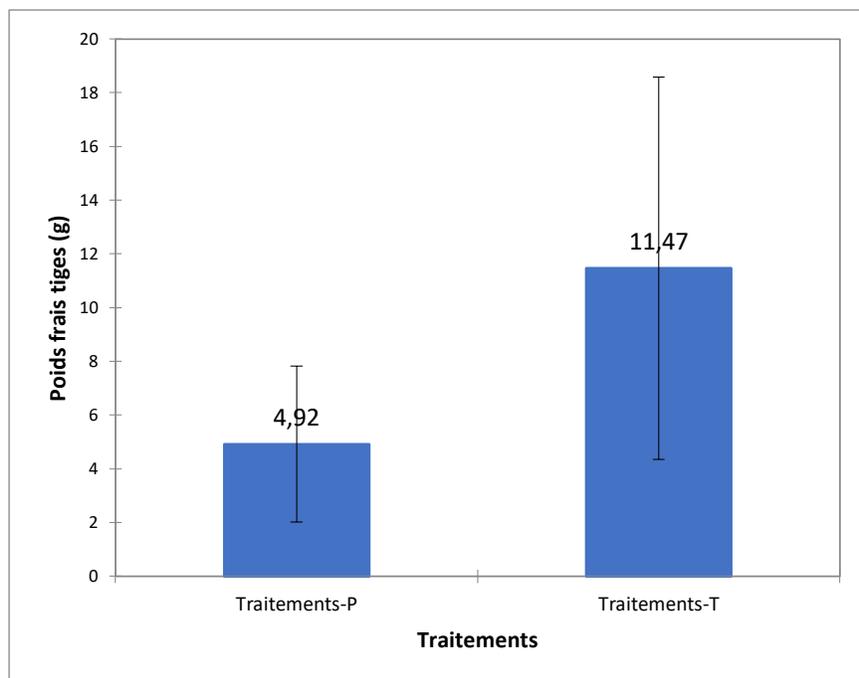


**Figure 25:**Poids frais du plant

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que le poids frais du plant est sensiblement la même 26.69cm pour le témoin et 10.31cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

#### II.1.2.6-Poids frais des tiges (g)

La **Figure 26** représente Poids frais tiges de plantes quinoa.

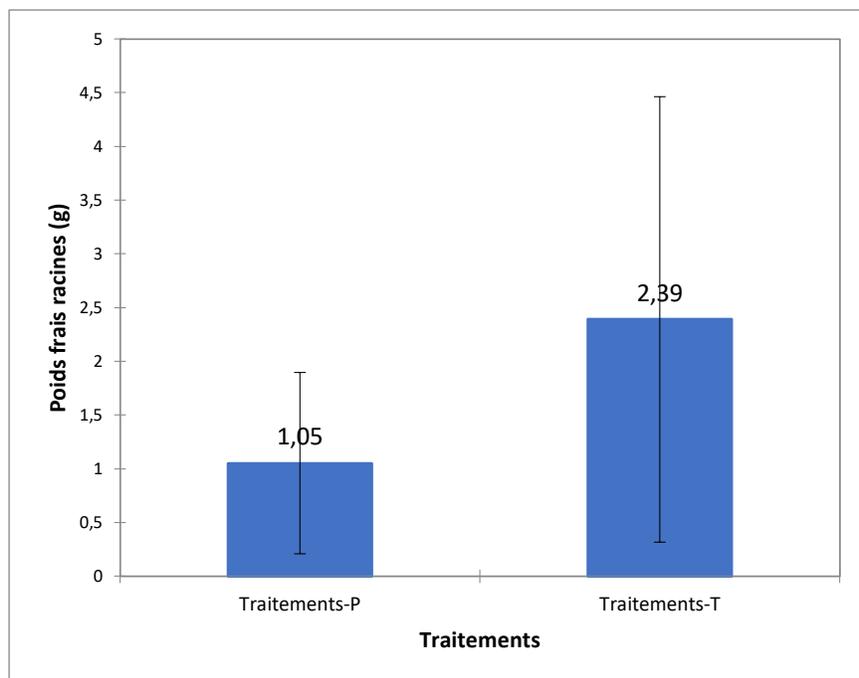


**Figure 26:**Poids frais des tiges

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la poids frais des tiges est sensiblement la même 11.47 cm pour le témoin et 4.92 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

#### II.1.2.7- Poids frais des racines (g)

La **Figure 27** représente Poids frais racines de plantes quinoa.

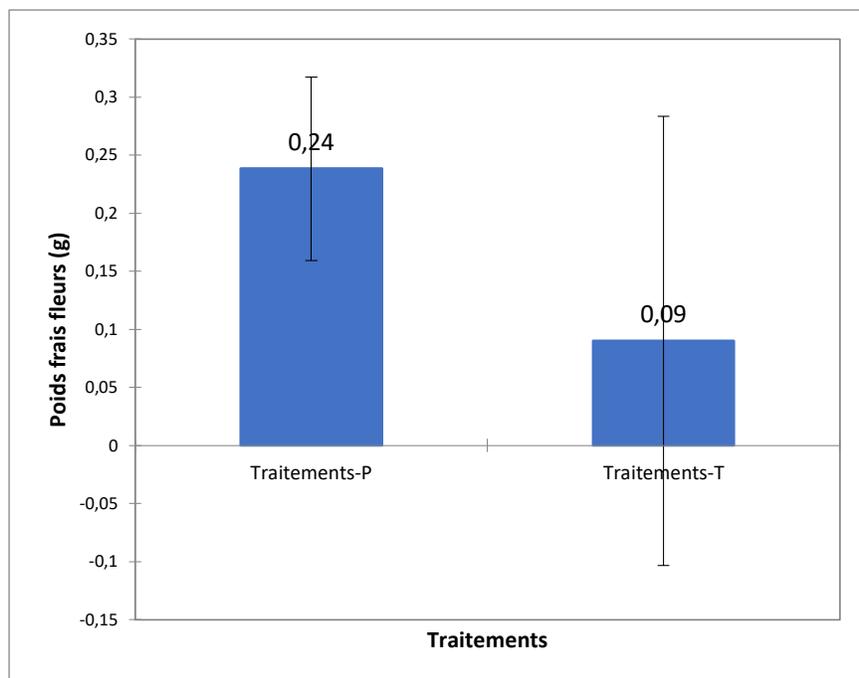


**Figure 27:** Poids frais des racines

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la poids frais des racines est sensiblement la même 2.39 cm pour le témoin et 1.05 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

#### II.1.2.8- Poids frais des fleurs (g)

La **Figure 28** représente Poids de frais fleurs de plantes quinoa.

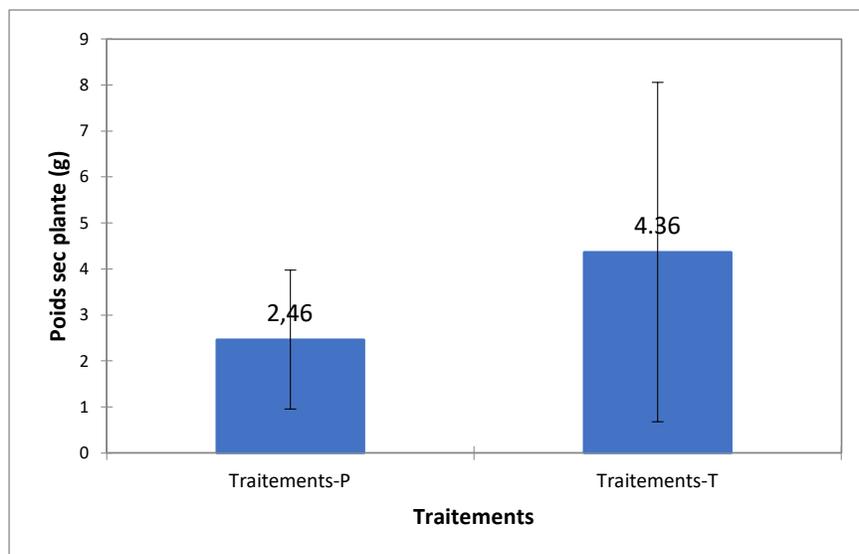


**Figure 28:**Poids frais des fleurs

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la Poids frais des fleurs est sensiblement la même 0.09 cm pour le témoin et 0.24 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

### II.1.2.9- Poids sec de la plante (g)

La **Figure 29** représente Poids sec de plantes quinoa.

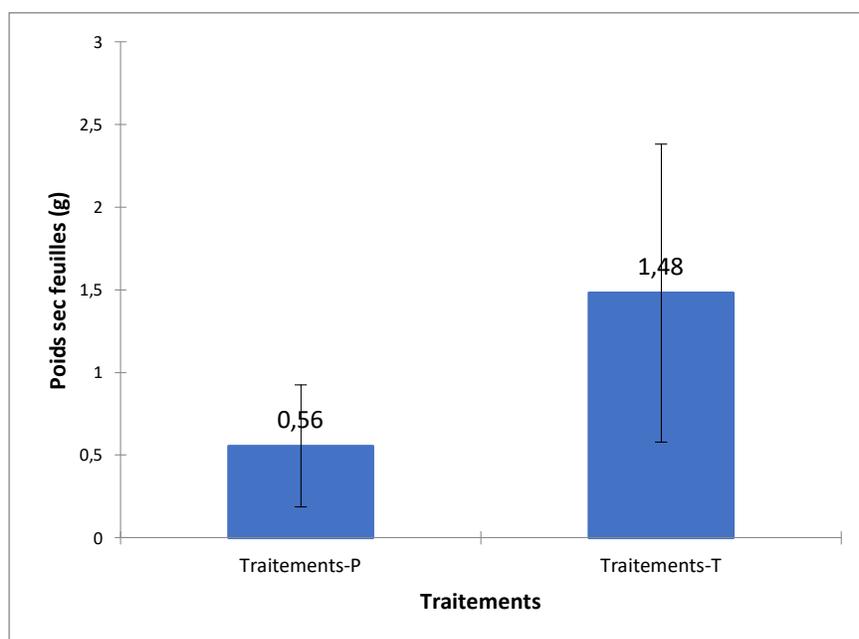


**Figure 29:**Poids sec de la plante

Pour ce paramètre, l'effet de la luzerne semble être antagoniste vu que la quantité de matière sèche synthétisé par toute la plante est plus importante chez les plants de quinoa témoins (4.36 g) que chez les plants cohabitants avec la luzerne (2.46 g).

#### II.1.2.10- Poids sec des feuilles (g)

La **Figure 30** représente Poids sec des feuilles de plantes quinoa.

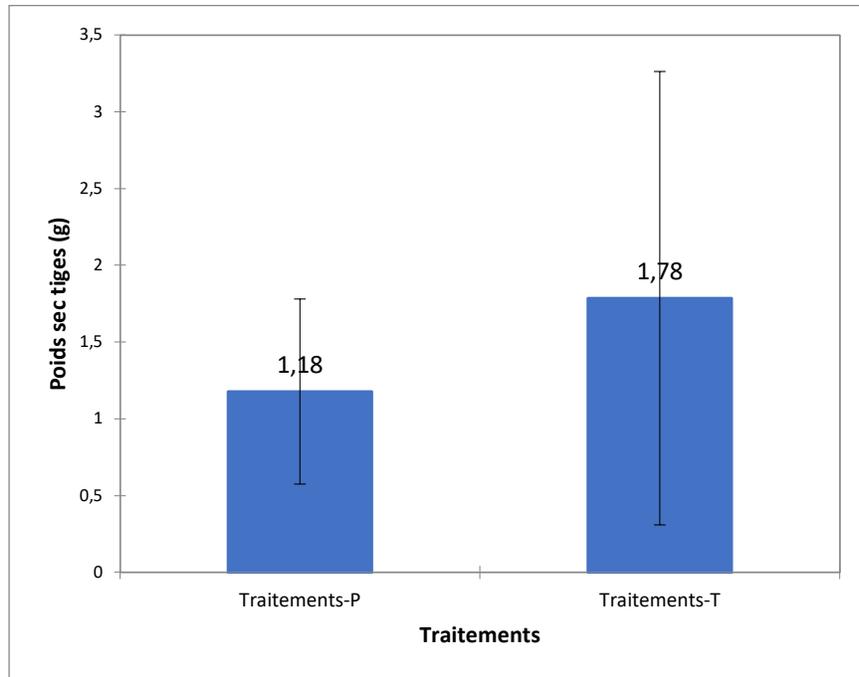


**Figure 30:**Poids sec des feuilles

Pour ce paramètre, l'effet de la luzerne semble être négatif vu que la quantité de matière sèche synthétisé par les feuilles est plus importante chez les plants de quinoa témoins (1.48 g) que chez les plants cohabitant avec la luzerne (0.56 g).

#### II.1.2.11- Poids sec des tiges (g)

La **Figure 31** représente Poids sec tiges de plantes quinoa.

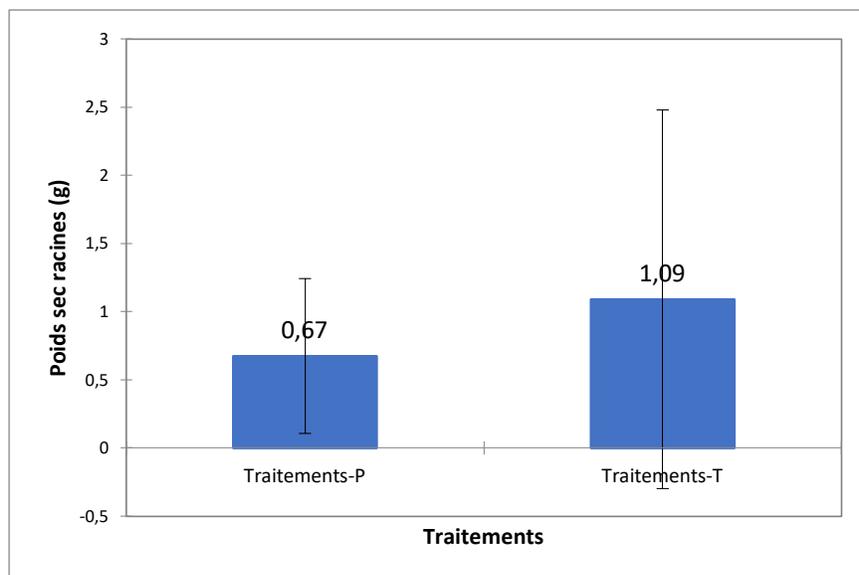


**Figure 31:**Poids sec des tiges

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la poids sec des tiges est sensiblement la même 1.79 cm pour le témoin et 1.18 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

#### II.1.2.12- Poids sec des racines (g)

La **Figure 32** représente Poids sec racines de plantes quinoa.

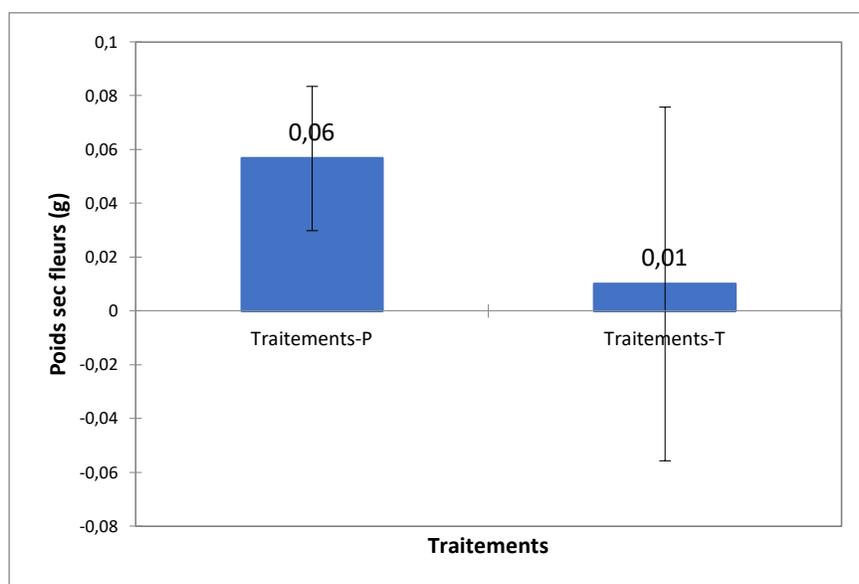


**Figure 32:**Poids sec des racines

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que le poids sec des racines est sensiblement la même 1.09 cm pour le témoin et 0.67 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

### II.1.2.13- Poids sec des fleurs (g)

La **Figure 33** représente Poids sec des fleurs de plantes quinoa.



**Figure 33:**Poids sec des fleurs

Pour ce paramètre, il semble ne pas y avoir d'effets (négatifs ou positifs) de la luzerne sur le quinoa vu que la poids sec des fleurs est sensiblement la même 0.01 cm pour le témoin et 0.06 cm pour les plants cultivés avec la luzerne.

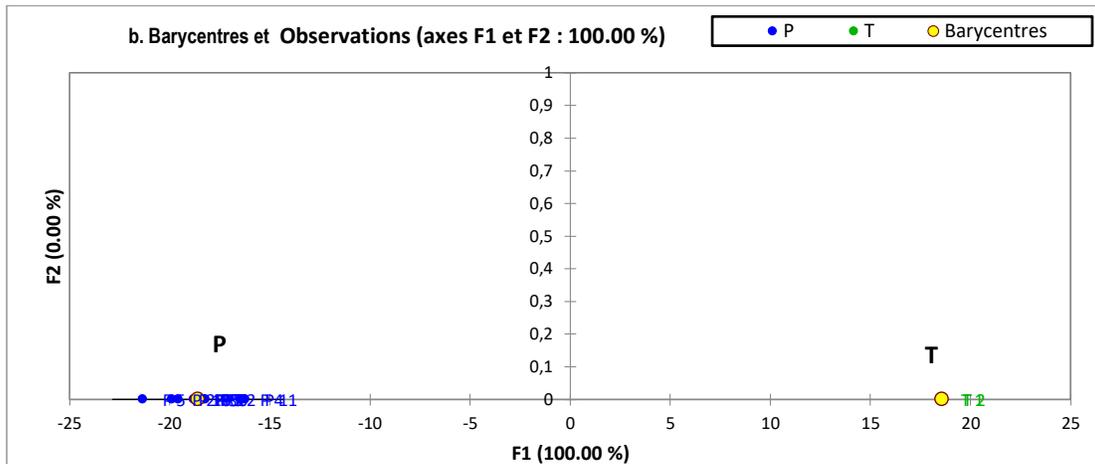
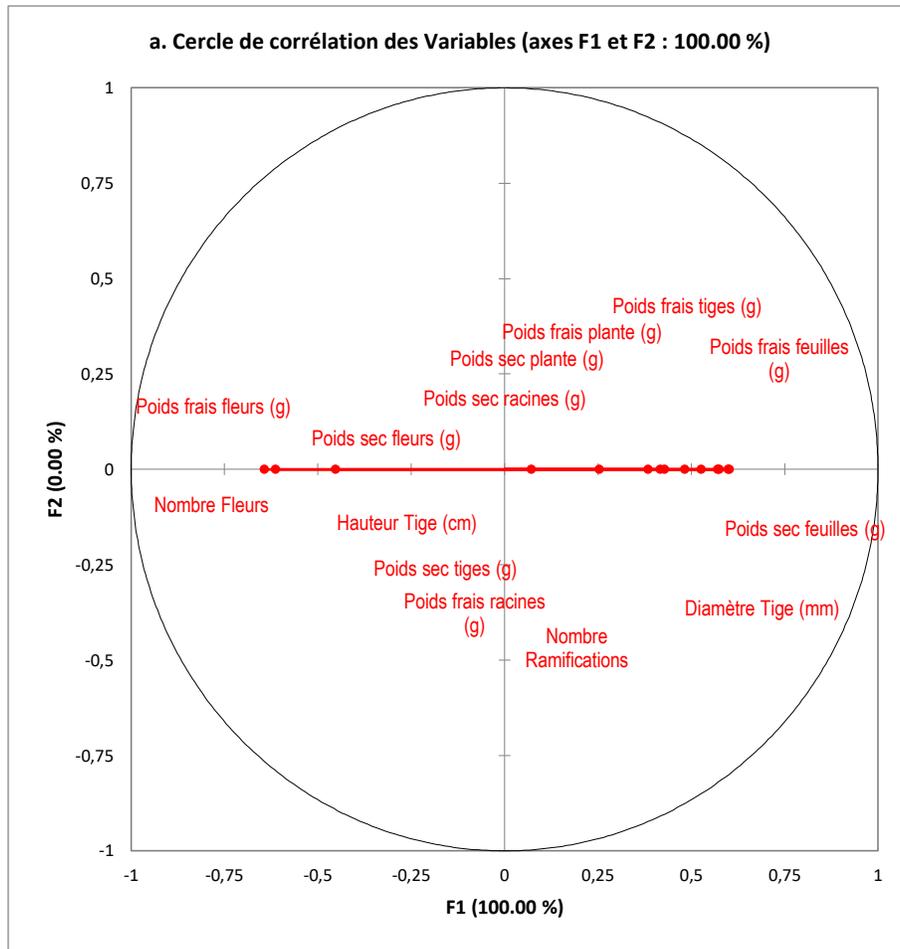
### II.1.3- Analyse factorielle discriminante (AFD)

L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) est une méthode, à la fois explicative et prédictive, peut être utilisée pour :

- Vérifier sur un graphique si les groupes auxquels appartiennent les observations sont bien distincts,
- Identifier quelles sont les caractéristiques des groupes sur la base de variables explicatives,

Elle nous permet aussi de « récapituler » les différents résultats obtenus en un seul graphique.

Dans notre cas (figure 34a) les paramètres **Poids frais des fleurs**, **Poids sec des fleurs** et **Nombre de fleurs** sont du côté négatif de l'axe F1 en opposition aux autres paramètres qui sont du côté positif.



**Figure 34:** Analyse factorielle discriminante (AFD) de l'effet de la présence ou non de la luzerne sur le quinoa (**a** : Cercle de corrélation des variables sur le plan 1-2, **b** : Barycentres et observations)

Au niveau de la figure 34b, nous relevons une opposition nette entre les plants Témoins (T) du côté positif de l'axe F1 avec les plants cohabitants avec la luzerne (P) qui sont du côté négatif. Et en combinant les informations des deux graphiques, les plants témoins ont les valeurs importantes de tous les paramètres sauf le Poids frais des fleurs, le Poids sec des fleurs et le Nombre de fleurs, inversement aux plants ayant « subi le traitement de la luzerne ».

## II.2- Discussion

Le phénomène de l'allélopathie est connu depuis plus de 2000 ans (**Rice, 1984**). Ce phénomène consiste en l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes (**BenMeddour, 2010**).

L'allélopathie est une interaction chimique à distance exercée entre plants d'espèces différentes par l'intermédiaire des substances, généralement toxiques (**Foret, 2004**). **Qasem et Foy (2001)** ont noté que bien que les allélochimiques soient synthétisés dans toutes les parties de la plante, leur concentration varie d'une partie à l'autre. Selon **Muller (1965)**, la division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement, sont sensibles à la présence des composés allélopathiques.

Selon **Abdulrahman et Habib (1989)**, les exsudats et les résidus racinaires de la luzerne contiennent les composés phénoliques suivants : L'acide caféique, l'acide chlorogénique, l'acide isochlorogénique, l'acide p-coumarique, l'acide p-OH-benzoïque, l'acide férulique et la que rcétine. Et selon **Chon et Kim (2002)** les racines de luzerne contiennent Coumarine, acide trans-cinnamique, acide hydro-cinnamique, acide m-coumarique, acide o-coumarique, acide p-coumarique, acide caféique, acide férulique et acide salicylique.

La luzerne (*Medicago sativa* L.) semble avoir un effet allélopathique significatif avec des substances toxiques pour elle-même et pour d'autres espèces ayant la capacité d'inhiber la germination et réduire la croissance de plusieurs espèces cultivées et sauvages (**Bensellam et al., 2017**). Les allélochimiques sont généralement sécrétées par les racines. Cependant, ils sont également présents en quantités variables dans les tiges, les feuilles et les fruits (**Bubel,1988**). Tous les principaux organes de la plante ont le potentiel de stocker les composés allélochimiques. En tant que métabolites secondaires, les allélochimiques ne sont pas répartis dans tous les organes de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement (par exemple durant le développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule). Concernant notre espèce utilisée, **Chung et Miller (1995)** ont déterminé que les allélochimiques sont présents dans diverses parties de la luzerne à différentes concentrations.

En plus de l'effet inhibiteur, les molécules allélochimiques peuvent avoir un effet stimulant en favorisant la croissance d'autres plantes. Ces molécules peuvent aussi, dans d'autres cas, être sans effet négatif ou positif (**Inderjit et Keating, 1999 ;Riotte, 2010**).

Généralement, les phénomènes de la régulation de la croissance chez les végétaux supérieurs dont la germination, la croissance racinaire et caulinaire, sont assurés par les phytohormones. Les phytohormones, comme toutes les substances oligo-dynamiques, n'exercent une action positive que dans une certaine gamme de doses, dites doses physiologiques. Donc, lorsqu'il s'agit de substances solubles, dans une certaine gamme de concentrations. Cette gamme varie selon les hormones mais elle est toujours très large entre les seuils d'efficacité et de la toxicité (**Heller et al., 2000**).

L'exposition des plantes sensibles aux allélochimiques peut affecter leurs germinations, leurs croissances et leurs développements. En effet, la germination des graines est alors retardée ou le développement des plantes est inhibé. Les variations morphologiques sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement : des effets sur l'allongement de la tigelle et de la radicule. Ces variations peuvent être observées aux stades post-levée sur le développement des pousses et des racines. (**Kruse et al. 2000**) ont aussi montré que l'effet des substances allélochimiques se manifeste durant les variations morphologiques qui sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement.

Les plantes réagissent par un abaissement du potentiel hydrique des feuilles permettant l'absorption de l'eau ; c'est le phénomène d'ajustement osmotique (**Kasraoui et al.,2006**). Cette réduction de la longueur et largeur des feuilles (surface foliaire) peut être expliquée par la stratégie adoptée par la plante de quinoa pour réaliser l'ajustement osmotique (**Rjeibi et al., 2015**). Parce que la surface foliaire conditionne la résistance à la sécheresse, vu qu'une surface foliaire élevée perdra plus d'eau qu'une faible surface foliaire (**Belkharchouche et al., 2009**).

Cette augmentation des pigments chlorophylliens, serait probablement la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet du stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (**Siakhene,1984**). D'autre part, cette hausse est probablement due à l'accumulation de la chlorophylle **a** ; et ceci afin d'éviter la perturbation au niveau des réactions photochimiques de la photosynthèse (**Bralam et Lemeur,1994**). Selon (**Jacobse et al. ,2009**), le quinoa est sensible à la fermeture des stomates sous des conditions de sécheresse, ce qui lui permet de maintenir un potentiel hydrique et photosynthétique au niveau foliaire.

À travers les résultats que nous avons obtenus, l'analyse de variance a montré des différences statistiquement non significatives (seuil  $\alpha=0.05$ ) entre les plants témoins (cultivés seuls) et les plants « traités » (cultivés avec une ancienne luzernière) pour tous les paramètres biométriques retenus dans cette expérimentation sauf pour le poids frais des feuilles. Subséquemment, les résultats ont montré qu'il y a une différence entre les deux traitements donc un effet allélopathique de la luzerne sur la croissance des feuilles de quinoa (inhibiteur) par

rapport aux traitements témoins, tandis que pour le poids frais et sec (racines, fleurs et tige, hauteur de la tige, diamètre de la tige), il n'y avait pas de grandes différences, c'est-à-dire aucun effet (statistiquement), ce qui indique que la luzerne n'a pas affecté ces paramètres biométriques. La réduction de la poids enregistrée concorde avec les résultats obtenus par **(Rjeibi et al., 2015)**. D'après **(Graciela et al., 1990)** un déficit hydrique se traduit par une réduction de la production pouvant modifier le nombre potentiel des composantes par son effet dépressif sur la vitesse de formation des organes ou sur la durée de différenciation.

Malgré ces études, nous concluons qu'en étudiant les critères chacun individuellement, nous remarquons qu'il n'y a pas de différences, alors qu'en étudiant tous les critères ensemble, il y a une différence, en d'autres termes, il y a un effet. Mais cela ne nous apparaît pas lorsque l'on étudie chaque critère séparément.

# **Conclusion**

## Conclusion

Au terme de notre étude nous jugeons utile de rappeler l'objectif scientifique essentiel de ce travail qui consiste à étudier les effets allélopathiques de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur certains paramètres biométriques du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) sous les conditions édapho-climatiques de la région de Ouargla.

Au cours des dernières années, le quinoa a suscité un intérêt croissant à l'échelle mondiale et sa culture a commencé à étendre dans de nombreux pays d'Europe, d'Afrique et d'Asie.

À travers les résultats obtenus, de cette expérience ont montré qu'il y a seulement un effet (significatif au seuil  $\alpha=0.05$ ) inhibiteur sur le poids frais des feuilles. Tandis que pour les autres paramètres, il n'y a pas eu de différences significatives entre les plants témoins (cultivés seuls) et ceux cultivés entre les plants de luzerne. Par contre, l'AFD a établi une opposition nette entre les plants témoins avec les plants cohabitants avec la luzerne. Et en combinant les informations, les plants témoins ont les valeurs importantes de tous les paramètres sauf le Poids frais des fleurs, le Poids sec des fleurs et le Nombre de fleurs, inversement aux plants ayant « subi le traitement de la luzerne ».

Des composés allélopathiques dans la luzerne peuvent être utilisés pour préparer des produits naturels alternatifs complémentaires aux herbicides chimiques pour minimiser les risques et les impacts sur la santé humaine, animale, l'environnement et la biodiversité. Cependant, une réduction marginale de l'utilisation d'herbicides au cours du temps sera un avantage économique significatif pour les agriculteurs.

De plus il serait judicieux de pousser davantage ces investigations avec d'autres variétés de luzerne et de quinoa ainsi que dans d'autres conditions de culture.

# **Références bibliographiques**

# Références bibliographiques

- Anonyme, 2014.** L'introduction du quinoa en Algérie ouvre de grandes perspectives de développement. APS (Algérie presse service).
- Baameur M., 1998.** Comportement de quel que variétés introduites et populations sahariennes de luzerne (*Medicago sativa* L.) dans la région de Ouargla. Mémoire Ing., I.T.A.S.,C.U. Ouargla. 94 P.
- Benmeddour, T. 2010.** Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander* L.) et l'ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales (Doctoral dissertation, Université de setif- Ferhat Abbas).p19.78.79.
- Bensellam, Hassane. E.2017.** Effet allélopathique des extraits de la luzerne (*Medicago sativa* L.) sur le souchet (*Cyperus rotundus* L.) et le chiendent (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. Revue Marocaine de Protection des Plantes, 1 (11).
- Bhargava A., Shukala S., Ohri D 2006.** *Chenopodium quinoa* – An Indianperspective. Industrial crops and products 73-87.
- Bonner, J. 1950.** The role of toxic substances in the interaction of higher plants. Botan. Rev. 16, 51-65.
- Bouton JH .,1996.** New uses for alfalfa and other" old" forage legumes. In:Janick J (ed)Progress in new crops. American Society of Horticultural Science, Alexandria, Virginia, pp 251-259.
- Bouton JH., 2001.** Alfalfa. In: J. A. Gomide, Silva SCd, Mattos WRS (eds), Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil, pp 545- 547.
- Bubel, N. 1988.** The new seed-starters handbook. Rodale books, Emmaus. p. 85.
- Brack Egg A., 2003.** Perù: diez mil anos de domesticacion. Lima: Editorial Bruno. 12p.
- Camille M., 1980.** "Fourrages". Ed. La maison rustique. Paris.302 p.
- Chaabena A. et Abdelguerfi A. 2001.**Situation des cultures fourragères dans le sud septentrional du Sahara algérien et caractérisation de quelques variétés introduites et populations sahariennes de luzerne cultivée, Thèse Magister, I.N.A. El Harrach, 124 p.
- Chauhan G.S., Eskin N.A.M., Tkachuk R., 1992.** Nutrients and antinutrientsin quinoa seed. Cereal Chemistry, 69: 85-88.
- Conrad H et Klopfenstein T.,1988.** Role in livestock feeding-greenchop, silage, hay, and dehy. In: Hanson AA, Barnes DK, Hill RR (eds) Alfalfa and Alfalfa Improvement. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

**Chon, S.U., Choi, S.K., Jung S ., Janga, H.G., Pyoa, B.S., et Kim, S.M., 2002.** Effects of alfalfa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seedling growth and root morphology of alfalfa and barnyard grass. *Crop Protection* pp : 1077–1082.

**Del Castillo C., Gregory M., Winkel T., 2008.** Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente « bio-équitable ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(4) : 421-435.

**Foret R., 2004.** Dico de bio. Boeck, Bruxelles:28 p.

**F.A.O. (Food and Agriculture Organization), 2013.** Quinoa année Internationale <https://www.fao.org/quinoa-2013/faqs/fr/>

**Galwey, N. W., Leakey, C. L. A., Price, K. R., & Fenwick, G. R. 1989.** Chemical Composition and Nutritional Characteristics of Quinoa(*Chenopodium quinoa*Willd.). *Food Sciences and Nutrition*, 42(4) :245–261.

**Giusti L. 1970.** El generocenopodiumin ArgentinaI: Numeros de cromosomas. *Darwiniana*, 16,98-105.

**Hamom S., 2001.** Des modèles biologiques à l’amélioration des plantes. Ed. IRD. Paris.657p.

**Herbillon M. 2015.** Le quinoa : intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. Thèse de doctorat d'état, université de Rouen U.F.Rde médecine et de pharmacie, 127p : <https://www.alwosta.tn/ar/-/521--.html>. (Le temps: 03:25 , Date: 2023/04/27).

**Heller.R; Esnault .R Et Claude.L.,2000.** Physiologie végétale. Dunod ,Paris.

**Ivanov, A.I. 1988.** Alfalfa. Amerind Publishing Co., New Delhi.

**Inderjit , Keating K.I. 1999-** Allelopathy: Principles, Procedures, Processes and Promises for Biological Control, *Advances in Agronomy*. Vol 67 : 141-231.

**Jacobsen S.E., Jorgensen I., Stolen, O. 1994.** Cultivation of quinoa(*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *The Journal of agricultural Science* 122(01), 47.

**Janati A., 1990.** Les cultures fourragères dans les oasis ; ; Option Méditerranéenne, série A: Séminaires méditerranéens N°11 : les systèmes agricoles oasiennes, Actes du colloque de Tozeur, (19-21 Nov.1988); CIHAM., Paris, pp 163-169.

**Karmer, Paul J. and Kozowski, Theodore T. (1979).** Physiology of woody plants.

**Kasraoui M.F., Braham M., Denden M., Mehri H., Garcia M., Lamaze T.et Attif.,2006.** Effet du deficit hydrique au niveau de la phase photochimique du PSII chez deux variétés d’olivier. *C. R. Biologie*. Vol.329.Pp.98- 105.

**Kruse M., Strandberg M. et Strandberg B. 2000** Ecological Effects of Allelopathic Plants: a Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. P 66.

**Maamri, K.; Zidane, O.D.; Chaabena, A.; Fiene, G.; Bazile, D.** Adaptation of Some Quinoa Genotypes (*Chenopodium quinoa* Willd.), Grown in a Saharan Climate in Algeria. *Life* **2022**, *12*, 1854.

**Muller C.H., 1965.** Inhibitory terpenes volatilized from *Salvia* shrubs. Bulletin of the Torrey Botanical Club *92* : 38-45.

**Messioughi, 2016.** Etude d'une plante fourragère la luzerne *Medicago sativa* L. : importances phytochimiques, aspects thérapeutiques et essais microbiologiques. Thèse de doctorat. UBMA (université Badjimokhtar Annaba) : 314.

**Michaud, R., Lehman, W. F., et Runbaugh, M. D., 1988.** World distribution and historical development. In: Hanson, A.A., Barnes, D. K., & Hill, R. R., (eds) Alfalfa and alfalfa improvement. Madison, WI, USA, : 25-91.

**Putnam, A. R., 1985.** Weed allelopathy, 131-155. In: S.O.Duke (ed.) Weed physiology. CRC, Boca Raton, Fla.

**Quiros, C. F., Bauchan, G. R., 1988.** The genus *Medicago* and the origin of the *Medicago sativa* complex. In: Hanson, A.A., Barnes, D. K., & Hill, R. R., (eds) Alfalfa and alfalfa improvement. Madison, WI, USA :25-91.

**Ramesh S , Hedge et Miller D. A., 1989.** Allelopathy and Autotoxicity in Alfalfa: Characterization and Effects of Preceding Crops and Residue Incorporation, Crop Science, Université de Illinois at Urbana- Champaign, 6: 1255-1259.

**Regnault-Roger C., Philogene B. JR et Vincent CH., 2008.** Biopesticides d'origine végétale. Ed.TEC&DOC, Paris : 51-60 p.

**Rjjeib W, Kahlaoui B, Hachicha M., 2015.** effet de l'irrigation avec des eaux salées sur une culture de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en Tunisie: Réponses du quinoa aux contraintes hydriques et salées, Editions universitaires européennes, P26.46.48.98.

**Riottel L., 2010.** Les Tomates Aiment les Carottes, Les Secrets du Bon Voisinage des Plantes dans Votre Jardin. Edisud.

**Rice, E. L. 1984.** Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press, New York. 422 p.

**Singh R.J., 2009.** Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. In: Gary R. Bauchan (Ed): Chapter 2. Alfalfa (*Medicago sativa* spp. *sativa* (L.)). CRC. 18p.

**Sophie Foucault A., 2014.** Effets d'un extrait de quinoa enrichi en 20-hydroxyecdysone dans un modèle d'obésité nutritionnelle: Application clinique. Thèse Doctorat Médecine humaine et pathologie. Agro Paris Tech. Français, p:112.

**Tapia M.E., 2002.** Cultivos, andinos. subexplotados y su aporte a la alimentación. In: cultivos Andinos. CD-Rom, version 1.0. FAO, UNA-Puno, CIP. Santiago, Chile. transfert de technologie en agriculture.

**Tissar, M.B. 1993.** Delayed seedling of alfalfa avoids auto toxicity after plowing or glyphosate treatment of established stands. *Agron. J.* 85:256-263.

**Witt, W.W. 1999.** Allelopathy. AGR404, Integrated weed management.

## التأثيرات الأيلوباثية للبرسيم الحجازي (*Medicago sativa* L.) (حقل برسيم قديم) على بعض المعلّمت البيومترية للكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd.)

**ملخص:** الكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) هو نبات ملحي، موطنه جبال الأنديز. تعتمد قيمته الغذائية على وجود البروتينات (جميع الأحماض الأمينية الأساسية) والمعادن والفيتامينات. يقدر ما أن البرسيم (*Medicago sativa* L.) من البقوليات ذات أهمية كبيرة للعلف في الجزائر وخاصة في المناطق الصحراوية. يركز هذا العمل على البحث عن التأثيرات الأيلوباثية (التضاد البيوكيميائي) للبرسيم الحجازي أو الفصة (حقل يزيد عمره عن 3 سنوات) على بعض المعلّمت البيومترية (ارتفاع الساق وقطر الساق وعدد الفروع والزهور، الوزن الطازج والجاف للأوراق والسيقان والجذور والزهور) للكينوا (صنف Q102). أظهرت نتائج هذه التجربة أن هناك تأثيرًا مثبتًا واحدًا فقط (مهم عند العتبة  $\alpha=0.05$ ) على وزن الأوراق الطازجة. بينما بالنسبة للمعلّمت الأخرى، لم تكن هناك اختلافات كبيرة بين الضوابط (المزروعة وحدها) وتلك المزروعة بين نباتات البرسيم. من ناحية أخرى، أثبت تحليل العامل التمييزي مخالفة واضحة بين الشاهد والنباتات التي تنمو مع البرسيم. ومن خلال الجمع بين المعلومات، تمتلك نباتات التحكم القيم المهمة لجميع المعلّمت باستثناء الوزن الطازج للزهور والوزن الجاف للزهور وعدد الزهور، على عكس النباتات التي زرعت بين نباتات الفصة.

**الكلمات الرئيسية:** *Chenopodium quinoa* Willd., *Medicago sativa* L., التضاد الحيوي، القياسات الحيوية، المثبط، النمو.

## Allelopathic effects of alfalfa (*Medicago sativa* L.) (old alfalfa field) on certain biometric parameters of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

**Abstract:** Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is a halophyte, native to the Andes. Its nutritional value is based on the presence of proteins (all essential amino acids), minerals, vitamins. As much as alfalfa (*Medicago sativa* L.) is a Fabaceae of great forage importance in Algeria and mainly in the Saharan regions.

This work focuses on the search for allelopathic effects of alfalfa (alfalfa field over 3 years old) on certain biometric parameters (stem height, stem diameter, number of branches and flowers, fresh and dry weight leaves, stems, roots and flowers) quinoa (variety Q102).

The results of this experiment showed that there is only one (significant at threshold  $\alpha=0.05$ ) inhibitory effect on fresh leaf weight. While for the other endpoints, there were no significant differences between controls (grown alone) and those grown between alfalfa plants. On the other hand, Discriminant Analysis has established a clear opposition between the control plants and the plants cohabiting with alfalfa. And by combining the informations, the control plants have the important values of all the parameters except the fresh weight of the flowers, the dry weight of the flowers and the number of flowers, conversely to the plants having "undergone the treatment of the alfalfa".

**Keywords:** *Chenopodium quinoa* Willd., *Medicago sativa* L., Antibiotic, Biometrics, Inhibitor, Growth.

## Effets allélopathiques de la luzerne (*Medicago sativa* L.) (ancienne luzernière) sur certains paramètres biométriques du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

**Résumé :** Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) est une halophyte, originaire des Andes. Son intérêt nutritionnel repose sur la présence de protéines (tous les acides aminés essentiels), de minéraux, de vitamines. Autant que la luzerne (*Medicago sativa* L.) est une Fabaceae d'une grande importance fourragère en Algérie et principalement dans les régions sahariennes.

Le présent travail porte sur la recherche d'effets allélopathiques de la luzerne (luzernière de plus de 3 ans) sur certains paramètres biométriques (hauteur de la tige, diamètre de la tige, nombre de ramifications et de fleurs, poids frais et secs feuilles, tiges, racines et fleurs) du quinoa (variété Q102).

Les résultats de cette expérience ont montré qu'il y a seulement un effet (significatif au seuil  $\alpha=0.05$ ) inhibiteur sur le poids frais des feuilles. Tandis que pour les autres paramètres, il n'y a pas eu de différences significatives entre les plants témoins (cultivés seuls) et ceux cultivés entre les plants de luzerne. Par contre, l'AFDa établi une opposition nette entre les plants témoins avec les plants cohabitants avec la luzerne. Et en combinant les informations, les plants témoins ont les valeurs importantes de tous les paramètres sauf le Poids frais des fleurs, le Poids sec des fleurs et le Nombre de fleurs, inversement aux plants ayant « subi le traitement de la luzerne ».

**Mots clés:** *Chenopodium quinoa* Willd., *Medicago sativa* L., Antibiotique, Biométrie, Inhibiteur, Croissance.