



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 :
MiLi Rima

Le : 28/06/2022

Effet de différents modes de semis manuel sur le taux d'azote de quelques variétés de quinoa

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

Merci à Allah de m'avoir donné le courage, la volonté ainsi que la conscience pour que je puisse terminer mes études et réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Mme Boukhalifa Hassina mon encadrante, qui a bien voulu, par son aimable bienveillance, diriger ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.

Mes reconnaissances respectueuses vont aussi à Mme Habbas Mahdjouba, pour avoir accepté de me guider ainsi que pour ses précieux conseils et orientations, sa disponibilité, sa gentillesse, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour mon travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail, je dis merci.

Dédicaces

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur,
ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de
joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi
mon père.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères et
mes sœurs, je dédie ce travail dont le grand plaisir leur revient en premier lieu
pour leurs conseils, aides, et encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à
mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures
Chaima, Imane, Hafssa, Amina, Malika, Chani, Lwiza, Nahla, Salsabile, et mes
aimables amis et frères de cœur.

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction Générale.....	1

CHAPITRE 01 : Synthèse bibliographique

1.	Origine et historique du Quinoa.....	03
2.	Classification du quinoa.....	03
2.1.	Classification scientifique.....	03
3.	Description de la plante.....	04
3.1.	Les racines.....	04
3.2.	La tige.....	05
3.3.	Les feuilles.....	05
3.4.	Les ramifications.....	06
3.5.	Les fleurs.....	07
3.6.	Les fruits et les graines.....	07
4.	Cycle de vie de plante.....	08
5.	Techniques culturales	11
5.1.	Exigences climatiques.....	12
5.2.	Type de sol.....	12
5.3.	Semis.....	12
5.4.	Pratique culturales.....	12
5.5.	Mode et dose de semis.....	12
5.6.	Fertilisation.....	13
5.7.	Besoins en eau.....	13
5.8.	Contrôle des mauvaises herbes.....	13
5.9.	Maladies.....	13
5.10.	Insectes et ravageurs.....	14
5.11.	Récolte.....	14
6.	Composition chimique et nutritionnelle de quinoa.....	14
6.1.	Les protéines.....	15
6.2.	Les minéraux.....	16
6.3.	Les fibres.....	16
6.4.	Saponines (triterpenoïde glycosides).....	16
6.5.	Les vitamines.....	17

CHAPITRE 02 : Matériels et Méthodes

1.	Objectif de l'essai	18
2.	Matériel végétal.....	18
3.	Préparation des échantillons	19
4.	Dosage d'azote total (méthode Kjeldahl).....	19
4.1.	Minéralisation.....	19

4.2.	Distillation.....	20
4.3	Titration.....	20
5.	Teneur de protéines.....	21
6.	Analyse statistique.....	21

CHAPITRE 03 : Résultats et Discussion

I.	Résultats.....	22
I.1.	Taux d'azote.....	22
I.1.1.	Effet de la variété	22
I.1.2.	Effet du mode de semis	23
I.2.	Taux des protéines.....	24
I.2.1.	Effet variété.....	24
I.2.2.	Effet mode de semis.....	25
II.	Discussion.....	26
	Conclusion générale.....	29
	Références bibliographiques	
	Résumés	

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification scientifique du quinoa	04
02	Teneur en macroéléments du quinoa comparant à d'autres grains (g/100g).....	15
03	Teneur en acides aminés essentiels comparé aux autres céréales (g/ 100g).....	15
04	Teneur en sels minéraux du quinoa comparés à d'autres grains (mg/100g).....	16
05	Teneur en vitamines du quinoa comparant à d'autres grains (µg/g).....	17
06	Caractéristiques variétés.....	des 19
07	Tests de normalité.....	22
08	Variation des taux d'azote en fonction des variétés.....	22
09	Variation des taux d'azote en fonction du mode de semis	23
10	Variation des taux de protéines selon la variété	24
11	Variation des taux de protéines en fonction du mode de semis.....	25

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	Distribution géographique de la culture traditionnelle de quinoa en Amérique du Sud	03
02	Racines du quinoa Amarillasacaca.....	04
03	La tige de quinoa Amarillasacaca.....	05
04	Feuilles du quinoa Amarillasacaca.....	06
05	Ramification de la plante de quinoa.....	07
06	Fruits et graines de la plante de quinoa.....	08
07	Phénologie de quinoa.....	11
08	Matériel végétal utilisée (A : Giza 02 ; B : Q 105 ; C : Q noir).....	18
09	Broyage des graines (A : avant ; B : après).....	19
10	Mélanger les réactifs.....	20
11	Minéralisateur.....	20
12	Les réactifs (A : acide borique ; B : indicateur de tashirau).....	20
13	Distillateur.....	20
14	Colorant orange de méthyle.....	21
15	Burette automatique.....	21
16	Moyenne taux d'azote pour les trois variétés.....	23
17	Moyenne taux d'azote selon les modes des semis.....	23
18	Moyenne taux de protéine pour les trois variétés.....	24
19	Moyenne taux de protéine pour les modes de semis.....	25

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

g : gramme

Kcal : kilocalorie

PMG : Poid de mille grains

N: Azote

NH₃: Ammoniac

H₂SO₄: acidesulfirique

H₃BO₃: Acideborique

Introduction générale

Introduction générale

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 dans les régions du Proche-Orient et d'Afrique du Nord, étant une plante alternative aux céréales sans gluten. Cette espèce végétale est considérée aujourd'hui comme un aliment sain à haute valeur nutritionnelle. **(Del Castillo et al., 2008)**

Cependant, la période la plus critique dans la culture de quinoa est le temps de semis **(Jacobsen, 2003)**. Cette activité diffère selon que le système de culture utilise des outils traditionnels ou des machines agricoles. La manière de semis varie aussi selon les régions de production, les caractéristiques pédoclimatiques et les conditions environnementales. **(Del Castillo et al., 2008)**

La méthode de Semis en lignes est réalisée en Septembre-Octobre selon l'occurrence de premières pluies. La densité de semis est d'environ 8 à 9 kg/ha (200 plants/m²), et la profondeur entre 3 et 5cm. Si le semis de quinoa ne suit pas une récolte de pomme de terre mais une jachère, il faut au préalable enlever tout ce qui est paille ou thola. **(Lebonvallet, 2008)**

D'après **(FAO, 2011)**, la manière de Semis en poquet dans l'Altiplano sud se fait par l'ouverture des trous appelés (hoyo) par une sorte de houe appelée (taquiza) pour atteindre le sol humide après les graines sont déposées immédiatement. Ensuite, sont recouverts par une couche de terre de 4 à 10cm d'épaisseur. La distance entre les hoyos et entre les rainures (surco) varient entre 1 et 1.20m.

Le semis de quinoa se fait à la volée lorsqu'il y a suffisamment d'humidité dans le sol et pas de risque d'inondations. Dans le cas de manque d'outils pour créer des sillons, et dans les systèmes waruwaru, où les parcelles sont étroites ne permettant le passage des outils, après la préparation du sol, les semences sont semées à la volée et ensuite couvertes par le passage d'une branche ou une peau de mouton, pour protéger les graines contre les oiseaux et le rayonnement solaire et assurer une émergence uniforme des plantes. **(Aguilar et Jacobsen, 2003)**

Les grains de quinoa contiennent beaucoup plus de protéines, de calcium, de magnésium, de potassium, de fer et de zinc ainsi de vitamines A et E que le blé, le maïs, l'orge, le riz et l'avoine. En outre, le quinoa n'a pas de gluten et est la seule plante comestible connue à fournir les principaux acides aminés. **(Diaz, 2015 in Hadj Hammou, 2019)**

Cette espèce a tendance à avoir une teneur en protéines totales plus élevée par rapport aux autres grains (**El hafid, 2005**) variant de 8% à 22%. La plus grande partie de la protéine se trouve dans l'embryon (**Jancurová et al., 2009**). Elle sont composées principalement de globulines et albumines (**AlvarezJubete et al., 2010**).

C'est cette composition nutritionnelle équilibrée en acides aminés de la protéine qui a suscité un intérêt particulier (**El hafid, 2005**). Le quinoa contient également les acides aminés essentiels déficients dans de nombreuses légumineuses, principalement la valeur élevée de lysine.

Dans ce présent travail, notre objectif est d'étudier d'effet de différents modes des semis sur le taux de protéine dans les graines de quelques variétés de quinoa.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. Origine et historique du Quinoa

Le quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) est une espèce de plante herbacée annuelle de la famille des Chénopodiacees originaire de l'andine de l'Amérique de Sud, cultivée depuis jusqu'après de 4000 m d'altitude boliviano-péruvien. Elle présente des caractéristiques singulières dans sa morphologie, sa coloration et son comportement dans différentes zones agro écologiques. Cette pseudo-céréale dont la domestication remonte à 7000 ans environ (**Mujicaet, 2001**) a été cultivée et consommée pendant des siècles par les populations paysannes indigènes de Colombie, Équateur, Pérou, Bolivie et Chili. (**Gandarillas, 1979**) Grâce à ces générations d'agriculteurs le matériel génétique de cette espèce, comme celui d'autres plantes cultivées, a peut-être conservé, avec les caractéristiques propres de ce que l'on pourrait appeler un système de conservation adéquat in situ. (**Tapia, 2002**)



Figure 01: Distribution géographique de la culture traditionnelle de quinoa en Amérique du Sud (la densité des points reflète l'importance relative de la culture). (**Boubaiche, 2015**)

2. Classification du quinoa

2.1. Classification scientifique

Le quinoa est une pseudo-céréale, de la famille des Chenopodiaceae. (**Jyoti et Chanu, 2018**)

Selon **Rojas et al., (2010)** la classification botanique du quinoa est comme suit :

Tableau 01: Classification scientifique du quinoa.

Règne	<i>Plantae</i>
Sous –embranchement	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous –classe	<i>Caryophyllidae</i>
Ordre	<i>Caryophyllales</i>
Famille	<i>Chenopodiaceae</i>
Genre	<i>Chenopodium</i>
Espèce	<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>

3. Description de la plante

La plante montre une grande diversité génétique et donc morphologique d'une variété à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même variété. Verte, orange, rose, rouge ou pourpre, tachetée ou non ... les couleurs de la tige, des feuilles, des épis et des graines variété, mais aussi des conditions de croissance. (Herbillon, 2015)

3.1. Les racines

La plante 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 ; Izquierdo et al., 2001)



Figure 02: Racines du quinoa *Amarillasacaca*. (Benyaya et Bouhanna, 2020)

3.2. La tige

La tige a une forme cylindrique au niveau du collet et anguleuse plus haut, peut atteindre une taille de 0.5 à 2 m selon la variété et les conditions de croissance, les quinoa des vallées ou des zones protégées et fertiles étant plus grandes que celles qui poussent au-delà de 4000 m, ou celles des zones froides. (Gandarillas, 1979 ; Cáceres, 1993 ; Mujica et Jacobsen, 1999)

La couleur de la tige est également très variable. Elle peut être uniformément verte, verte avec des aisselles colorées (surtout rouges), verte avec des stries violettes ou rouges, ou bien uniformément rouge. A l'intérieur de la tige, on trouve une moelle de couleur blanche à crème, de texture molle chez les jeunes plants puis devenant aérée et spongieuse à l'approche de la maturité. En revanche, le cortex est ferme et compact, constitué de tissus solides. (Gandarillas, 1979)



Figure 03 : La tige de quinoa *Amarillasacaca*. (Benyaya et Bouhanna, 2020)

3.3. Les feuilles

D'après Mujica et al. (2001), les feuilles de la plante sont alternes et se composent d'un pétiole et d'un limbe. Les pétioles sont longs, fins et cannelés sur la face supérieure et de longueur variable au sein de la même plante. Le plus souvent, les limbes sont plans mais ils peuvent parfois être ondulés. Les feuilles inférieures sont grandes, jusqu'à 12 cm, rhomboïdales (en forme de losange) ou triangulaires ; tandis que les feuilles supérieures sont petites, d'environ 2 mm, lancéolées ou triangulaires (Mujica et al., 2001). La couleur des feuilles varie en fonction des génotypes, elles sont généralement vertes lorsqu'elles sont jeunes puis elles virent au jaune, rouge ou violet. Ces couleurs sont le résultat de la présence de pigments végétaux appelés bétalaines qui sont de deux types: Bétacyanines (rouge-violet) et bétaxanthines (jaune) (Gallardo et al., 1996). L'un des caractères les plus constants est le nombre de dentelures qui

bordent les feuilles qui varie de 0 à 20 selon les différents écotypes (**Gandarillas, 1968b**). Les feuilles présentent des adaptations morphologiques variées qui les aident à résister à la sécheresse pendant la croissance, parmi lesquelles une cuticule cireuse, des stomates protégés par un épiderme épaissi et des papilles sur les deux faces (**Jacobsen et Stolen, 1993**). Ces papilles, grâce à leur forte teneur en oxalate de calcium, fonctionnent comme des agents hygroscopiques. Cela signifie qu'elles sont capables de capter l'humidité atmosphérique nocturne, de contrôler l'évapotranspiration excessive mais également de réfléchir les rayons solaires, empêchant ainsi le phénomène de réchauffement des feuilles. (**Mujica et al. 2001**)

Figure 04: Feuilles du quinoa *Amarillasacaca*. (**Benyaya et Bouhanna, 2020**)

3.4. Les ramifications



Selon **Jacobsen et Stolen (1993)**, 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. Il existe des génotypes très ramifiés (quinoa des vallées), parfois même à partir de la base (quinoa du niveau de la mer), tandis que d'autres présentent une tige unique (quinoa des hautes plaines). Il existe également des génotypes intermédiaires (**Mujica et al. 2001**). D'un point de vue commercial, la ramification des plants est indésirable pour la production des graines de quinoa ; c'est pourquoi dans le cadre d'une culture à grande échelle, l'ensemencement est effectué avec une densité ne laissant aucune opportunité aux plants de se ramifier. (**Jacobsen et Stolen, 1993**)

Figure 05 : Ramifications de la plante de quinoa. (Benyaya et Bouhanna, 2020)

3.5. Les fleurs

Tous les membres de la famille des Chenopodiaceae, y compris le genre *Chenopodium*. Présentent des fleurs incomplètes, sessiles et dépourvues de pétales (**Jacobsen et Stolen, 1993**). Une caractéristique importante du quinoa est la présence de fleurs femelles unisexuées localisées à l'extrémité distale d'un groupe, et de fleurs hermaphrodites localisées à l'extrémité proximale. (**Hunziker, 1943 ; Valencia-Chamorro, 2003**)

La fleur hermaphrodite est constituée d'un périgone sépaloïdes (cinq sépales), d'un gynécée (ou pistil) avec un ovaire ellipsoïdal et deux ou trois stigmates entourées par l'androcée, lui-même composé de cinq étamines recourbées et courtes. La fleur femelle se compose seulement d'un périgone et d'un gynécée. La taille de la première varie entre 2 et 5mm contre 1 à 3 mm pour la seconde. Le pourcentage de chacune d'elle dans la glomérule dépend de la variété. (**Gandarillas, 1979**)

3.4. Les fruits et les graines

Le fruit est un akène comprenant plusieurs couches, à savoir de l'extérieur vers l'intérieur : périgone, péricarpe et épisperme. Chaque fruit contient une seule graine dont la couleur, la forme et la taille sont variables (**Risi et Galwey, 1984**). Il existe trois formes de graines : conique, cylindrique et ellipsoïdale ; qui pour raient 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) (**Quispeet al., 1976**). Les différentes couleurs du périgone, du péricarpe et de l'épisperme sont la raison

pour laquelle l'inflorescence du quinoa présente autant de couleurs variées (**Gandarillas, 1979**).

Figure 06 : Fruits et graines de la plante de quinoa. (**Benyaya et Bouhanna, 2020**)

4. Cycle de vie de plante



Plusieurs échelles de développement ont été décrites pour le Quinoa, telles que celle de (**Espindola, 1994**) ou (**Canahua, 1989**). C'est cette dernière que nous avons choisi de présenter ici, dont ils ont défini le cycle de vie par 12 stades. Les durées indiquées de chaque phase sont des nombres de jours moyens. Un stade est atteint lorsque 50% des plantes sont à ce stade. Les différents stades phénologiques du quinoa sont présentés dans la **Figure 07**.

a. Stade levée

Elle correspond à la sortie de la plantule et au déploiement des feuilles cotylédonaires (germination épigée). Elle se produit entre sept et dix jours après le semis, en conditions de germination optimales. (**Tidjani et Ababsa, 2019**)

b. Stade deux feuilles vraies

Les deux premières feuilles vraies apparaissent 15 à 20 jours après le semis, conjointement à une croissance rapide des racines. Elles sont de forme rhomboïdale au contraire des feuilles cotylédonaires, lancéolées. Elles sont très sensibles aux attaques d'insectes. (**Touati, 2018**).

c. Stade quatre feuilles

La deuxième paire de feuilles vraies se déploie 25 à 30 jours après le semis. Les feuilles cotylédonaires sont toujours vertes. La plantule montre dans cette phase une assez bonne

résistance au froid et à la sécheresse, mais ses feuilles tendres constituent une alimentation de choix pour les ruminants.

d. Six feuilles

L'apparition de la troisième paire de feuilles vraies se produit 35 à 45 jours après le semis, alors que les feuilles cotylédonaire commencent à se flétrir. L'apex végétatif est nettement protégé par les feuilles les plus âgées, en particulier lorsque la plante est soumise à un stress (thermique, hydrique ou salin). **(Bousselaoui, 2018)**

e. Ramification

A partir du stade huit feuilles, soit 45 à 50 jours après le semis, on peut observer pour les variétés qui ramifient la présence de bourgeons axillaires jusqu'au troisième nœud. Les feuilles cotylédonaire, jaunies, tombent et laissent une cicatrice sur la tige. L'inflorescence n'est pas encore visible, recouverte et protégée par les feuilles. **(Tidjani et Ababsa, 2019)**

f. Début de formation de la panicule

L'inflorescence commence à apparaître à l'apex de la plante au bout de 55 à 60 jours, entourée d'une agglomération de feuilles de toute petite taille qui la recouvrent encore en partie. Parallèlement, la première paire de feuilles vraies jaunit et n'est plus photo synthétiquement active. La tige s'allonge et son diamètre augmente. **(Bousselaoui, 2018)**

g. Panicule

L'inflorescence est désormais clairement visible au-dessus des feuilles, ainsi que les glomérules qui la composent. Des boutons floraux individualisés apparaissent, 65 à 70 jours après le semis. **(Touati, 2018)**

h. Début de floraison

Les premières fleurs s'ouvrent 75 à 80 jours après le semis. La plante commence à être plus sensible au froid et à la sécheresse. **(Bousselaoui, 2018)**

i. Floraison

L'ouverture de 50% des fleurs de l'inflorescence se produit aux environs du 90 ième ou 100 ième jour. Cette observation doit se faire à la mi-journée, les fleurs se refermant pendant la nuit. C'est durant cette phase que la plante est la plus sensible aux gelées. **(Tidjani et Ababsa, 2019)**

j. Grain laiteux

Le grain est qualifié de laiteux 100 à 130 jours après le semis, car un liquide blanchâtre en sort lorsqu'une pression est exercée sur le fruit. Un déficit hydrique pendant cette phase peut entraîner une forte diminution du rendement. **(Touati, 2018)**

k. Grain pâteux

L'intérieur des fruits devient d'une consistance pâteuse, toujours de couleur blanche, 130 à 160 jours après le semis. **(Tidjani et Ababsa, 2019)**

L. Maturité physiologique

Le grain, plus résistant à la pression, est à maturité au bout de 160 à 180 jours, avec une teneur en eau inférieure à 15%. Pendant le remplissage des grains depuis la floraison, la plupart des feuilles ont jauni et sont tombées si bien que la défoliation est presque complète à maturité. **(Lebonvallet, 2008)**

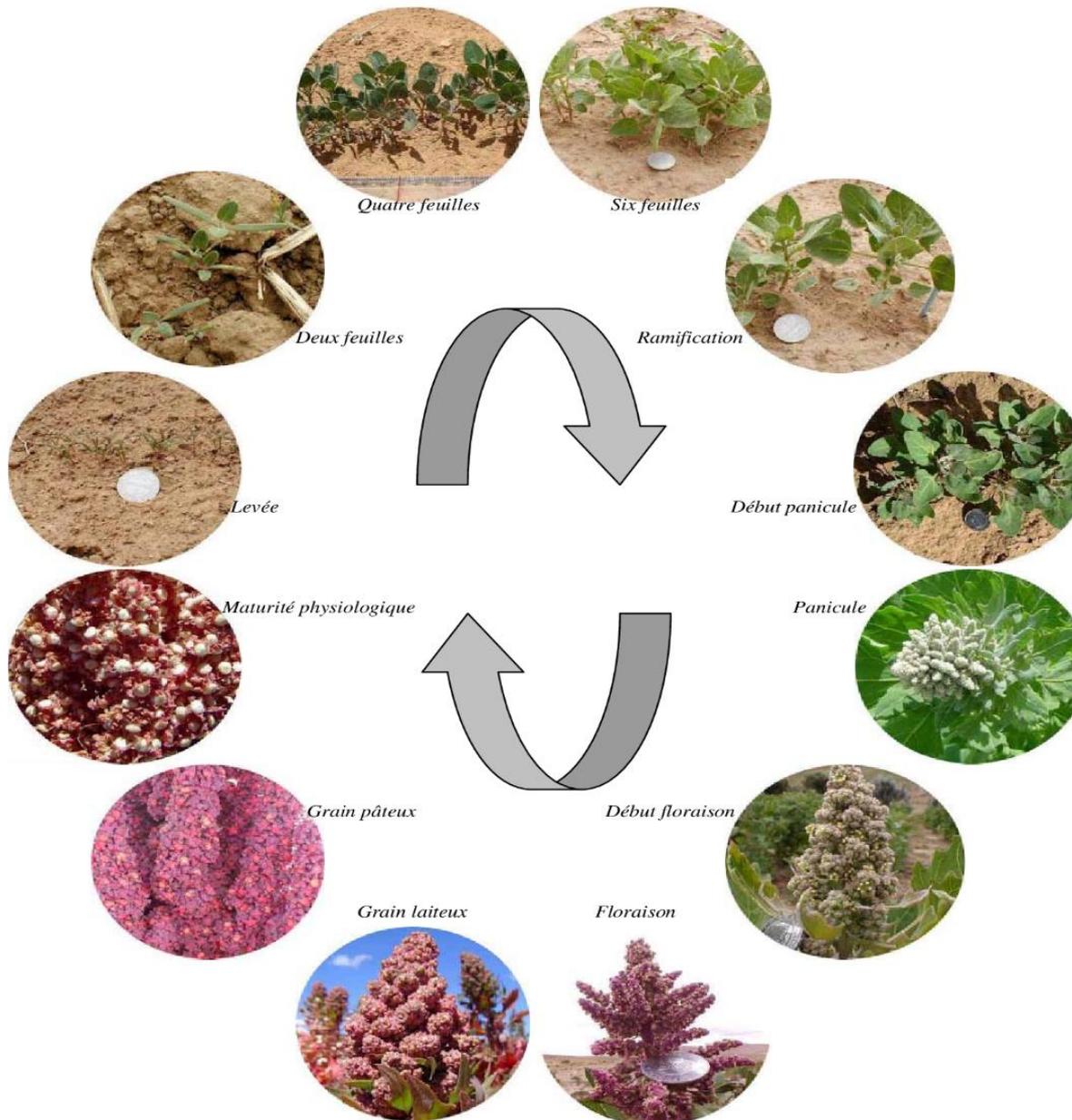


Figure 07: Phénologie du quinoa. (Lebonvallet, 2008)

5. Techniques culturales

Le Quinoa est une culture d'automne à cycle court qui entre à maturité après 90 à 125 jours. Les variétés précoces sont généralement recommandées pour les hautes altitudes ou la période favorable à la croissance est courte. Les graines de taille proche à celle du millet (1.75 à 2 mm) sont produits sur des panicules est sont de forme aplatie sur deux cotés et arrondie autour. Leur couleur varie en fonction de la teneur en saponine du péricarpe (2 à 6%).L'embryon occupe

60% du volume de l'endocarpe ce qui donne à la graine une richesse en protéine supérieure à celle de toutes les céréales. (Touati, 2018)

5.1. Exigences climatiques

D'après Touati (2018), la culture de quinoa nécessite une photopériode courte et une température basse pour une bonne croissance. Le Quinoa est cultivé sur des sols marginaux peu fertiles, tolère le déficit hydrique, Le gel (-1 à 0C°) et s'adapte bien aux hautes altitudes de 2000 à 3000 mètres. Le Quinoa est par contre très sensible aux fortes températures au stade floraison ; celles supérieures à 35C° causent la dormance et les stérilités du pollen.

5.2. Type de sol

Selon Yazar (2014), les sols préférés pour la culture du quinoa sont les sols légers bien drainés riche en matière organique, mais la plante peut se développer dans des sols pauvres et salins avec un ph comprise entre 4.8 et 8.5. Le quinoa préfère les sols sableux. (Moore, 2017)

5.3. Semis

Le quinoa est une plante annuelle. Elle est généralement plantée en semis direct à une profondeur de 1,5 à 2,5 cm (0,5 à 1 po), dans des rangs de 38 à 76 cm (15 à 30 po) de largeur. Le taux de semis cible est de 325 000 graines/ha (131 500 graines/ac). La disponibilité des semences de certains cultivars courants est parfois limitée. Il faut choisir minutieusement le taux de semis pour tenir compte des grandes différences sur les plans de la taille des semences et du pourcentage de germination. (Guide agronomique des Grandes cultures)

5.4. Pratique culturales

La préparation du lit de semis est essentielle. Le Quinoa doit être semé en Octobre novembre comme les céréales d'automne pour profiter de la saison des pluies, des jours courts et de la fraîcheur des températures et aussi pour éviter les grandes chaleurs au stade floraison. En haute altitude, un semis de février convient mieux. (Touati, 2018)

5.5. Mode et dose de semis

La profondeur de semis doit être située entre 1 à 2.5 cm selon le type de sol et son humidité. La taille des graines les rend sensible à la dessiccation en surface et au risque d'asphyxie en profondeur. L'écartement entre lignes est varié avec un minimum de 35cm. Le peuplement d'environ 320000 pieds/ha est optimal sous des conditions favorables de culture. La dose de

semis correspondante se situe entre 0.55 à 0.85 kg/ha. La dose de semis doit être doublée sous des conditions de levées contraignantes. Les meilleurs rendements ainsi que des plants moins ramifiés. (Anonyme, 2005)

5.6. Fertilisation

Selon ITDAS (2014), les éléments fertilisants sont apportés comme suite :

- ✓ L'azote 10kg pour 500m² soit 02 q/ha fractionné en trois apports ;
 - Au stade deux feuilles vraies
 - Au stade ramification
 - Au stade grain laiteux
- ✓ Phosphore (TSP) 10 kg pour 500 m² soit 02 q/ha
- ✓ Potassium (sulfate de potassium) 05 kg pour 500 m² soit 01 q/ha.

5.7. Besoins en eau

La culture de Quinoa tolère le stress hydrique et s'adapte bien aux régions où la pluviométrie annuelle avec irrigation se situe entre 250-400 mm sur des sols limono-sableux ou sablo limoneux. En deçà, la taille des plantes est améliorée, le rendement est réduit avec le risque de verse. (Anonyme, 2005)

5.8. Contrôle des mauvaises herbes

Le contrôle de la mauvaise herbe 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. Les herbicides de réémergence sont les plus préconisées. Le semis tardif favorise la compétition entre espèces puisque la culture de quinoa est déjà bien établie à leur émergence. (Anonyme, 2005)

5.9. Maladies

Les maladies et ravageurs peuvent apparaître rapidement après l'introduction du quinoa dans une région car celle-ci a des agents pathogènes en commun avec la betterave et les épinards. Plusieurs virus sont transmis par les pucerons. Les maladies comme la sclérotiniose (*Sclerotium rolfsii*), le mildiou (*peronosporafarinoso*), le phoma (*phomaexigua*), Les taches foliaires (*Ascochytahyalospora*), la pourriture grise (*Botritiscinerea*) et une bactériose

(*Pseudomonas* sp) causent de sérieux dégâts dans les pays d'origine d'Amérique du nord et en grand Bretagne.

5.10. Insectes et ravageurs

Plusieurs insectes et ravageurs peuvent attaquer la culture de Quinoa du stade germination jusqu'à la récolte et le stockage des graines comme les altises et les chenilles. La meilleure méthode de lutte contre les pucerons est d'irriguer quand la forme ailée apparaît sur les galles des pétioles des feuilles. Les dégâts causés les oiseaux sont aussi à craindre, mais les variétés riches en saponine sont moins exposées.

5.11. Récolte

Les panicules du Quinoa sont similaires à ceux du sorgho. la récolte commence quand les graines se détachent facilement par simple pression entre les mains. Les machines de battage possèdent des filtres à petites mailles à cause de la taille des graines et leur poids léger. En l'absence de machines, le battage est réalisé aisément après séchage des panicules. Le vannage et la séparation gravitaire sont nécessaires pour éliminer les débris.

Le niveau de rendement en station expérimentale dans la région de khénifra est de 34 qx/ha. Avant d'utiliser le quinoa dans la consommation humaine ou animale, les graines sont soit lavées ou polis pour éliminer la saponine du péricarpe. Le polissage est fait à l'aide de machines de polissage du ris ou de blé. (**Anonyme, 2005**)

6. Composition chimique et nutritionnelle de quinoa

Les grains de quinoa sont des aliments complets à haute valeur nutritive (**Abugochet al., 2009**). Pour raison de sa composition inhabituelle et de son équilibre exceptionnel entre huile, protéine et graisse. Le quinoa est un excellent exemple de « nourriture fonctionnelle » qui vise à réduire le risque de diverses maladies. (**Vega-Gálvez et al., 2010**)

En raison de l'excellente qualité nutritive de cet aliment, les populations autochtones et les chercheurs l'appellent la « céréale d'or des Andes ». L'importance de cette espèce ne fait que croître dans le monde, qu'elle soit consommée fraîche ou transformée. (**FAO, 2011**)

Une propriété qui représente un avantage pour la santé généralement associée à la présence de composés phytochimiques bioactifs. Le quinoa est reconnu comme une bonne source de plusieurs bioactifs, saponines et composés phénoliques, les caroténoïdes...etc. (**Lutz et Bascuñán Godoy, 2017**)

Les teneurs en macronutriments du quinoa par rapport à d'autres aliments (pour 100 grammes de poids secs) sont repris dans le tableau (02) suivant :

Tableau 02 : Teneur en macroéléments du quinoa comparant à d'autres grains (g/100g).

	Quinoa	Haricots	Maïs	Riz	Blé
Energie (Kcal/100 g)	399	367	408	372	392
Protéines (g/100 g)	16.5	28.0	10.2	7.6	14.3
Lipides (g/100 g)	6.3	1.1	4.7	2.2	2.2
Glucides totaux (g/100 g)	69.0	61.2	81.1	80.4	78.4

6.1. Les protéines

Le quinoa contient davantage de protéines que la plupart des céréales et il se distingue surtout par la qualité de ses protéines (celles-ci composés d'acides aminés, dont huit sont considérés comme essentiels pour les enfants comme pour les adultes). (Anonyme, 2014)

Selon Gordillo-Bastidas et al. (2016), le quinoa contient : 180% d'histidine (his), 274% isoleucine (ile), 338% de lysine (lys), 212% de méthionine + cystéine (met + cys), 320% de phénylalanine + tyrosine (phe + tyr), 331% de thréonine (thr), 228% de tryptophane (trp) et 323% de valine (val). Pour ces raisons, le quinoa pourrait représenter une source précieuse de nutritionnelle, en particulier pour les nourrissons et les enfants, et peut être utilisé aliments nutritifs et boissons.

Le tableau (03) suivant montre clairement que le quinoa dépasse les valeurs recommandées par la FAO pour les enfants de trois à dix ans pour les huit acides aminés essentiels comparé aux autres céréales telles que le maïs, le riz et le blé (en grammes pour 100 grammes de protéines).

Tableau 03 : Teneur en acides aminés essentiels comparés aux autres céréales.

	FAO	Quinoa	Maïs	Riz	Blé
Isoleucine	3.0	4.9	4.0	4.1	4.2
Leucine	6.1	6.6	12.5	8.2	6.8
Lysine	4.8	6.0	2.9	3.8	2.6
Méthionine	2.3	5.3	4.0	3.6	3.7
Phénylalanine	4.1	6.9	8.6	10.5	8.2
Thréonine	2.5	3.7	3.8	3.8	2.8
Tryptophane	0.66	0.9	0.7	1.1	1.2
Valine	4.0	4.5	5.0	6.1	4.4

6.2. Les minéraux

Le quinoa contient davantage de sels minéraux que la majorité des autres céréales (**Anonyme, 2014**), la teneur minérale totale (cendres) du quinoa est fortement influencée par les conditions environnementales durant la croissance des graines, et en particulier par la disponibilité des minéraux du sol. (**Alvarez-Jubete, 2009**)

Comme indiqué dans le tableau (04) ci-joint (teneurs en sels minéraux du quinoa et d'autres aliments en milligrammes pour 100 grammes de poids secs) :

Tableau 04 : Teneur en sels minéraux du quinoa comparés à d'autres grains (mg/100g).

	FAO	Quinoa	Mais	Riz
Calcium	148.7	17.1	6.9	50.3
Fer	13.2	2.1	0.7	3.8
Magnésium	249.6	137.1	73.5	169.4
Phosphore	383.7	292.6	137.8	467.7
Potassium	926.7	377.1	118.3	578.3
Zinc	4.4	2.9	0.6	4.7

6.3. Les fibres

Le quinoa est riche en fibres alimentaires : Une portion de 125 ml de quinoa contient une quantité de fibres qui se rapproche de celle d'une tranche de pain de blé entier ou de celle de 125 ml de riz brun cuit. (**Anonyme, 2014**)

Par ailleurs, le quinoa ne contient pas de gluten (recommandé pour les gens qui souffrent de la maladie coeliaque) et comparé à d'autres céréales, il a un contenu relativement élevé en huile.

Comprenant environ 2.6% à 10% du poids total du grain ; environ 78% de sa teneur en fibres est insoluble et 22% soluble. (**GordilloBastidas et al., 2016**)

6.4. Saponines (triterpénoïde glycosides)

D'après Abougoch et al. (**2009**), les saponines sont un large groupe de glycosides trouvés dans les plantes. Qui se présentent en deux groupes. Selon la nature de la fraction sapogénine, ils sont conjugués avec des hexoses, des pentoses ou des acides uroniques. Les sapogénines sont des stéroïdes (C27) ou des triterpénoïdes (C30). Le péricarpe de la graine de quinoa contient des saponines (**Jancurová et al., 2009**). Les saponines sont anti-nutriments (**Lovejoy, 2015**),

peuvent donner un goût amer leur séparation de la graine de quinoa est facilement accomplie en rinçant la graine dans l'eau froide alcaline ou l'abrasion mécanique. Le quinoa son contenu varie entre 0.1% et 5 % des saponines. (Jancurová et al., 2009)

6.5. Les vitamines

Les graines de quinoa présentent des quantités significatives de vitamines, tout particulièrement en thiamine, riboflavine, vitamine B6 et folates. Les niveaux de riboflavine et de folates sont plus élevés que dans les céréales conventionnelles telles que le blé, le riz, le maïs ou l'orge. A l'inverse, la teneur en niacine est nettement inférieure aux quantités retrouvées dans les céréales comparatives (Tableau 5).

Tableau 05: Teneur en vitamines du quinoa comparant à d'autres grains ($\mu\text{g/g}$).

Vitamines	Quinoa(1)	Blé(2)	Riz(2)	Maïs(2)	Orge
Thiamine (B1)	3.6	4.19	4.01	3.85	6.46
Riboflavine (B2)	3.1	1.21	0.93	2.01	2.85
Niacine (B3)	15.2	67.38	50.91	36.27	46.04
Vitamine B6	48.7	4.19	5.09	6.22	3.18
Folate total	18.4	0.43	0.2	0.19	0.19
Vitamine E (Total)	50.8	49.4	/	/	/

Chapitre II

Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'essai

Le but de ce présent travail est d'étudier l'effet de différents modes de semis manuel sur le taux de protéine dans les graines de trois variétés de quinoa.

2. Matériel végétal

L'expérimentation est effectuée sur trois variétés de quinoa : GIZA 02, QUINOA NOIR et Q 105 (figure 08). Les semences de ces variétés ont été fournies par l'ITDAS de Biskra, et testées sous essai afin de déterminer l'effet des trois modes de semis manuel, en poquet, en ligne et à la volée. Différentes doses de semis (poquet 6 kg /ha ; ligne 12 kg/ha ; volée 15kg /ha) sont appliquée. Les caractéristiques des variétés expérimentées sont regroupées dans le tableau (06).

Figure 08 : Le matériel végétal utilisée (A : Giza 02 ; B : Q 105 ; C : Q noir).



Tableau06 : Caractéristiques des variétés

	GIZA 02	Q NOIR	Q105
Origine	Egypte		<i>Pérou</i>
Cycle	Court	Moyenne	Tardive
Grain (taille et couleur)	2 à 2.5 mm Blanc	2 à 2.5 mm Noir	1.75 à 2mm Jaune blanchâtre
Productivité	Bonne	Moyenne	Moyenne

Faculté germinative	98.64 %	88%	94.64%
PMG	4.92	4.52	4.03

3. Préparation des échantillons

Après la maturation des grains des plantes et le séchage complet des parties de plantes à l'aire libre. Les échantillons des graines ont été collectés et nettoyés à la main. Les graines obtenues ont été broyées en poudre fine et préparés pour l'analyse.



Figure 09 : Broyage des graines (A : avant ; B : après).

4. Dosage d'azote total (méthode Kjeldahl)

L'azote totale est dosé selon la méthode de Kjeldahl, appliqué aux céréales Elle s'effectue en trois étapes : la minéralisation de l'échantillon, la distillation de la solution minéralisée et enfin, la titration de la solution distillée.

4.1. Minéralisation

L'échantillon est minéralisé en milieu acide sulfurique en présence de cuivre et d'un catalyseur (les plus employés sont le sélénium mélangé à du sulfate de cuivre). Dans les conditions de minéralisation, l'azote organique est retrouvé sous forme ammonium. Les ions ammonium sont

transformés en ammoniac par passage en milieu alcalin. On entraîne NH_3 à la vapeur d'eau et on dose le condensât recueilli par dosage volumétrique acide/base.

Figure10 : Mélanger les réactifs.



Figure11 : Minéralisateur.



4.2. Distillation

Les ions ammonium sont transformés en ammoniac par passage en milieu alcalin. On entraîne NH_3 à la vapeur d'eau et on dose le condensât recueilli par dosage volumétrique acide/base.

L'ammoniac est recueilli dans de l'acide borique en solution à 20 à 40 g/l. En général on utilise 10 ml de solution borique et on recueille le distillat sous un volume de 40 à 100 ml.

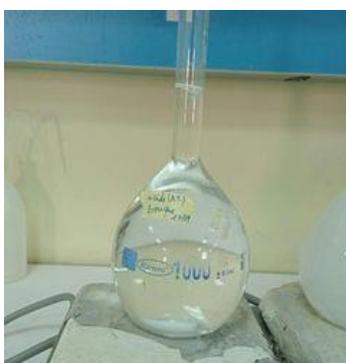


Figure 12 : Les réactifs
(A : acide borique ; B : indicateur de tashirau).



Figure 13 : Distillateur

4.3. Titration

La solution de distillat obtenus par la distillation titrée d'acide fort H_2SO_4 0.1 N jusqu'au virage de couleur vert au rose ou violet (selon l'indicateur coloré utilisé). (ISO, 1995 in Anonyme, 2011)

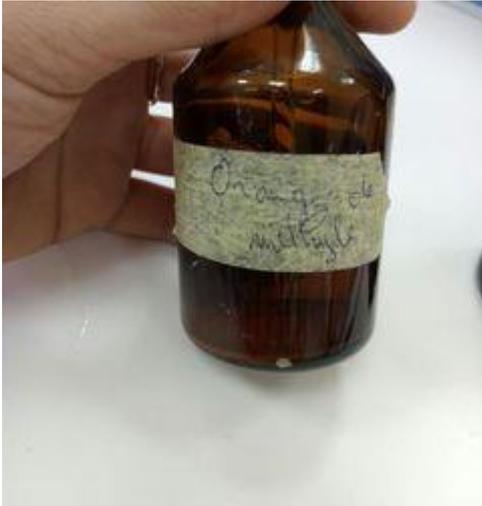


Figure 14 : Colorant orange de méthyle.



Figure 15 : Burette automatique.

5. Teneur de protéines

La teneur en protéines brutes des graines a été estimée en multipliant la valeur de N total par un facteur de conversion de 6,25. (Geren, 2015 ; Wali et al., 2022)

6. Analyse statistique

Les données collectées ont été analysées avec le logiciel SPSS 21, L'ANOVA a été utilisée dans l'analyse de la variance dans le but de comparer les moyennes. Elle a été suivie de la séparation des moyennes qui a été faite par le test (F-test) au seuil de 5%.

Chapitre III

Résultats et discussion

I. Résultats

Du fait de l'importance du choix du test statistique à appliquer selon le cas, nous avons appliqué un test de normalité sur les variables étudiées pour vérifier leur distribution et pouvoir choisir le test adéquat à appliquer en fonction de cette distribution.

Les résultats sont reportés sur le tableau 07 ci-dessous.

Tableau 07 : Tests de normalité

	mode de semi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
taux d'azote	volée	0,172	9	0,200*	0,936	9	0,544
	ligne	0,183	9	0,200*	0,929	9	0,476
	poquet	0,162	9	0,200*	0,974	9	0,928

*. Il s'agit d'une borne inférieure de la signification réelle.

a. Correction de signification de Lilliefors

I.1. Taux d'azote

I.1.1. Effet de la variété

Les résultats de l'effet des variétés sur le taux d'azote sont présentés dans le tableau (08). La comparaison des moyennes de ce paramètre est statistiquement révèle un effet non significatif ($p > 0.05$).

Tableau08 : Variation des taux d'azote en fonction des variétés.

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: taux d'azote

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
VR	0,076	2	0,038	2,205	0,132

a. R deux = ,155 (R deux ajusté = ,085)

Selon les résultats présentés sur la figure (16), le taux d'azote le plus élevé (2.30 %) enregistré est celui de la variété de quinoa 105, tandis que la variété Giza enregistre le taux d'azote le plus faible (2.17%).

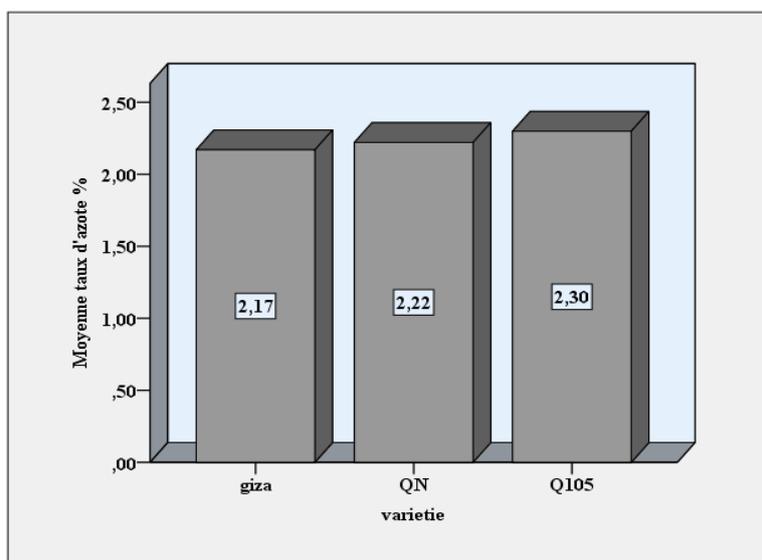


Figure 16 : Moyennes des taux d'azote des trois variétés.

I.1.2. Effet du mode de semis

Le tableau 09 représente l'effet des modes de semis sur le taux d'azote, d'après les résultats obtenus on constate que la différence entre les moyennes de ce paramètre sont statistiquement non significatives ($p > 0.05$).

Tableau 09 : Variation des taux d'azote en fonction des modes de semis.

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: taux d'azote

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
ms	0,053	2	0,027	1,462	0,252

a. R deux = ,109 (R deux ajusté = ,034)

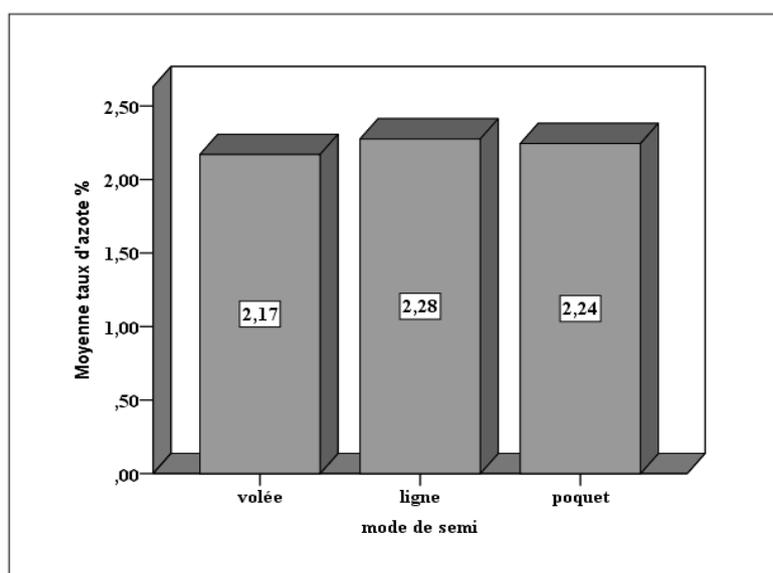


Figure 17 : Moyennes des taux d'azote des trois modes des semis.

Les résultats exposés dans la figure ci-dessus indiquent que le mode de semis en ligne enregistre le taux d'azote le plus élevé (2,28%) par rapport le mode à la volée qui enregistre un faible taux d'azote (2,17%).

I.2. Taux des protéines

I.2.1. Effet variété

La comparaison des moyennes des taux de protéines révèle qu'il n'existe aucune différence significative entre les trois variétés testées.

Tableau 10 : Variation des taux de protéines selon la variété.

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: taux de protéine

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
VR	2,971	2	1,486	2,205	0,132

a. R deux = ,155 (R deux ajusté = ,085)

Le résultat exposé dans la figure 18, montre que la variété Q105 produit un taux de protéine le plus important (14,37) par rapport la variété Giza 02 (13,56) et le Q noir (13,88).

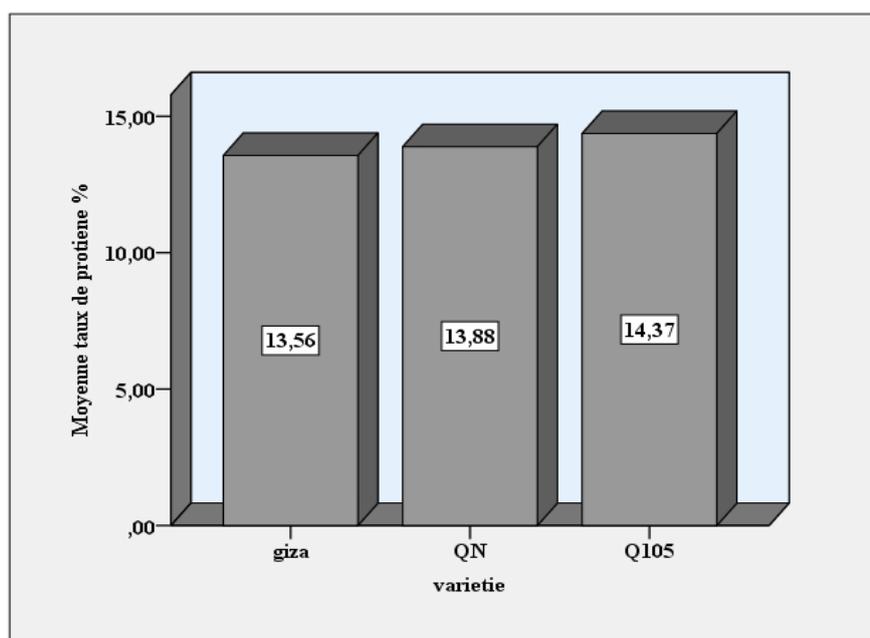


Figure 18 : Moyennes des taux de protéines pour les trois variétés.

I.2.2. Effet mode de semis

L'effet des modes de semis sur le taux de protéines est reporté dans le tableau 11. On constate que la comparaison des moyennes de ce paramètre est statistiquement non significative ($p > 0.05$).

Tableau 11 : Variation des taux de protéines en fonction du mode de semis.

Tests des effets inter-sujets

Variable dépendante: taux de protéine					
Source	Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
ms	2,078	2	1,039	1,462	0,252

a. R deux = ,109 (R deux ajusté = ,034)

Selon les résultats obtenus dans le diagramme de la figure 19, on remarque que le taux de protéine le plus élevé est enregistré avec le semis en ligne (14.22%), tandis que le semis à la volée enregistre la plus faible proportion de protéines (13.56%).

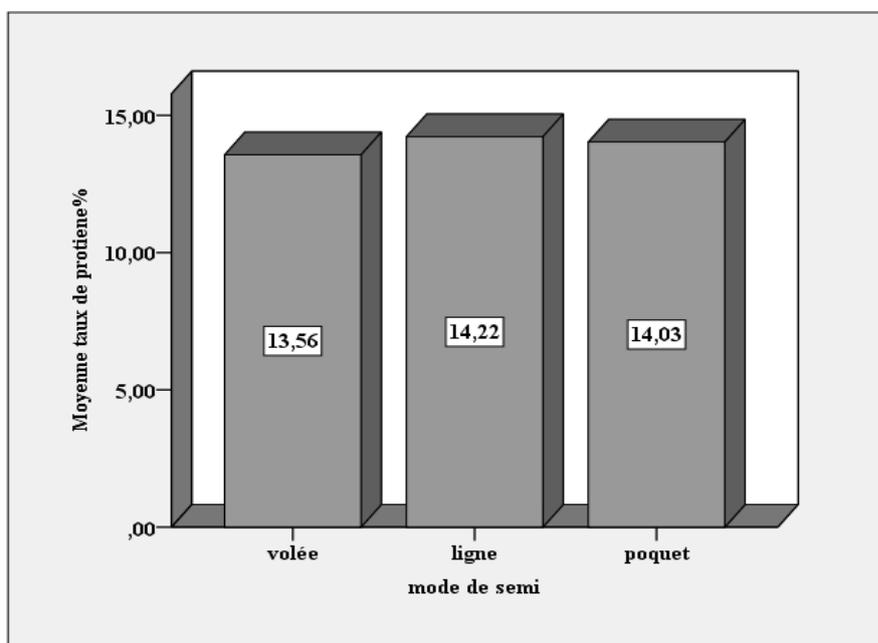


Figure 19 : Moyennes des taux de protéines des trois modes de semis.

II. Discussion

Les résultats obtenus par Anonyme (2014) ont montré que les graines de quinoa contiennent davantage de protéines que la plupart des céréales et il se distingue surtout par la qualité de ces protéines. Par ailleurs, Les résultats de l'analyse statistique ont démontré que les différences entre les valeurs des taux d'azote et de protéines dans les graines de quinoa sont statistiquement non significatives ($P > 0.05$) pour les différents modes de semis testés. Concernent l'effet variété, on note que les variétés testées n'enregistrent pas de différence significative ($P > 0.05$) en terme de taux d'azote et taux de protéine dans les graines.

Cependant, ÇİFTÇİA et al. (2020), dans leur essai sur l'effet des interlignes sur les composantes de rendement du quinoa, ont trouvé que le taux de protéines change en fonction de l'espacement des rangs de 17,40 à 18,20. Cela confirme que les modes de semis n'a pas d'influence significative sur le taux d'azote et de protéines dans le quinoa.

Plusieurs études se sont intéressées aux taux de protéines dans le quinoa. Repo-Carrasco et al. (2003) ont trouvé une moyenne de 14,4 %. Temel et Keskin (2019) ont constaté que la proportion de protéines brutes variait de 13,5 % à 17,7 % lors de l'examen de l'espacement des différentes rangées de plants de quinoa. Ces résultats sont en accord aux notre car le taux de protéines varie entre 13,56 et 14,22 en fonction du mode de semis manuel appliqué. Cependant, une liaison avec la densité de végétation dans les trois modes de semis testés doit être établie afin de mieux expliquer la causalité des variations.

En revanche, un essai sur l'influence de la date et de la densité de semis du quinoa sur le rendement et la composition chimique des grains sur deux saisons, réalisé par Hammad et al. (2021) a eévélé une interaction entre la date de semis et de la densité de plantation sur les taux de protéines. Le taux de protéines le plus élevé enregistré était de 10,75 et 11,68 %.

L'augmentation de la densité des plantes a entraîné une diminution de la teneur en protéines des graines de quinoa (Sief et al., 2015, Ciftci et al., 2020 et Minh et al., 2020). Cette densité est strictement liée aux doses de semis. L'augmentation de la concentration en protéines pourrait être due à une plus grande disponibilité des nutriments dans le sol et à une moindre concurrence entre les plantes à faible densité, ce qui conduit à une meilleure chance pour la plante de quinoa d'absorber ces nutriments. La teneur en protéines brutes du quinoa était de 13,97 d'après les résultats de Shams et Galal (2014). Ces résultats sont très proches aux nôtres allant de 13,56 à 14,34.

Le taux d'azote est généralement influencé directement par la fertilisation azotée. Ceci a été confirmé par Wali et al. (2022) dans son étude qui révèle que les différences de taux de protéines étaient significativement liés teneurs en azote du sol. Il y a eu une augmentation progressivement significative avec l'augmentation de l'apport d'azote à 100 kg N/nourriture, et la valeur la plus élevée était de 12,7 suivie de 12,45 pour 100 et 50 kg N/nourriture. Avec une augmentation de 13,39 et 15,66 par rapport au contrôle, respectivement. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Ning et al. (2020).

Conclusion

Conclusion

Le quinoa « *Chenopodium quinoa Willd* » est une pseudo-céréale native d'Amérique du sud et notamment une source alimentaire important pour la consommation humaine. Elle a été reconnu comme un aliment complet en raison de la qualité de ses protéines, principalement de son excellent équilibre en acides aminés. Ce qui en fait une protéine plus complète que de nombreux légumes.

La présente étude a permis d'évaluer la richesse en protéine de trois variétés de quinoa « Q105 », « Giza » et « Q Noire ». Des taux d'azote et de protéines conformes aux résultats trouvés par un ensemble de chercheurs ayant travaillé pour le même objectif ont été enregistrés.

En ce qui concerne notre essai général, on a pu constater que les modes de semi n'a aucun impact sur le taux d'azote des grains de quinoa et leur contenance en protéines. Nous avons également abouti à la différence non significative des trois variétés testées.

Cependant, un intérêt doit être apporté à l'influence de la densité de végétation liée directement aux doses de semis pouvant favoriser des taux de protéines plus élevés dans les grains de quinoa et à la fertilisation azotée pouvant également contribuer à l'élévation des taux d'azote et par conséquent le taux de protéines.

Donc les agriculteurs intéressés par l'amélioration du taux de protéines ou d'azote dans le Quinoa, devraient engager des mesures techniques d'accompagnement (irrigation, fertilisation, traitement phytosanitaire) et revoir les méthodes et doses de semis utilisées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aguilar P C et Jacobsen S E.2003:** Cultivation of Quinoa on the Peruvian Altiplano.FOOD REVIEWS INTERNATIONAL Vol. 19, Nos. 1 & 2, pp. 31–41.
2. **-Anonyme 2018.** Portraits des céréales d'aujourd'hui. Passion Céréales : une culture à partager. 23-25 avenue de Neuilly 75116 Paris.
3. **Belton P S, Taylor J.2002:** Pseudo cereals and Less Common Cereals.Grain Properties and Utilization Potential. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Softcover reprint of the hardcover 1st edition. 261P
4. **Bhargava A, Shukla S, Ohri D. 2006:** Chenopodium quinoa—An Indian perspective. Industrial Crops and Products 23 (2006) 73–87.
5. **Brown C, Follings J, Moran M, Rosser B. 2017 :** Guide agronomique des grandes cultures
Publication 811F. MAAARO, Toronto, Canada. 492P.
6. **Del Castelo, Grégory M, Thierry W.2008 :** La quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente “ bio équitable ”. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008 **12**(4), 421-435.
7. **Choudhary S, Birla D, Pramanick B and Choudhary M. 2020:** Quinoa: A Potential Crop for Nutritional Security. Just agriculture. Vol.1 Issue-2, (93- 100) .id019. 9 P
8. **D.S.A. de Biskra,2022 :** Statistiques de la production agricoles dans la wilaya deBiskra.Rapport de la Direction Des Services Agricoles de Biskra.
- **D.S.A. de EL-oued,2022 :** Statistiques de la production agricoles dans la wilaya deBiskra. Rapport de la Direction Des Services Agricoles de L'oued
9. **FAO & CIRAD. 2015.** *State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013*, by D. BazileD. Bertero& C. Nieto, eds. Rome.
10. **-FAO, 2011:**Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean.July 2011. 63P
11. **Haros C Met Schoenlechner R. 2017:** Pseudocereals. Chemistry and Technology.John Wiley & Sons, Ltd,The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK 111 River Street, Hoboken, NJ 07030-5774, USA.
12. **Jacobsen S. E., Mujica A., Jensen C. R. 2003:** Theresistance of quinoa(*Chenopodium quinoa* willd.) to adverse abiotic factors. Food Rev. Int. 19 : 99-109.
13. **Khaled H et Hoggui H. 2019 :** Contribution à l'étude de l'introduction de l'espèce deQuinoa dans la wilaya d'El Oued. Mémoire master. Univ Echahid Hamma Lakhdar –El-oued.
14. **Lebonvallet S. 2008 :** Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'altiplano bolivien. Thèse doctorat. Agro Paris Tech. France.
15. **-Tapia M E, Fries A M. 2007 :** GUÍA DE CAMPO DE LOS CULTIVOS ANDINOS.Primera edición. Tiraje 2000 ejemplares. FAO y ANPE. Lima.

16. **VassasToral A.2014** : Partir et cultiver. Essor de la quinoa, mobilités et recompositions rurales en Bolivie.IRD. Collection À travers champs. Marseille. 318 P.

17. **Yazar A, Incekaya Ç, SemihSezen M Et Tekin. 2013**: Quinoa Expérimentation And Production In Turkey. In State-of-The-Art Report on Quinoa around the world in 2013Chapter 6.4.1. CIRAD Montpellier, France. FAO Santiago, Chile.

Résumés

Résumé

Le quinoa est introduit officiellement en Algérie en 2014. Le but du présent travail consiste à étudier l'effet de trois modes de semis manuel (poquet, volée, ligne) sur le taux d'azote et de protéine dans les graines de trois variétés de quinoa (Giza ; Quinoa noire ; Quinoa 105). Cette étude était basée sur la méthode de kjeldahl appliquée aux céréales. Les résultats obtenus montrent que les modes de semis n'ont aucun effet sur le taux d'azote et de protéine dans les graines du quinoa, ainsi que les variétés. L'agriculteur devrait engager des mesures techniques d'accompagnement (irrigation, fertilisation, traitement phytosanitaire) afin d'améliorer les taux de protéines de ses grains de quinoa.

Mots Clés : Quinoa, modes de semis manuel, variétés, taux d'azote et de protéine.

Abstract

Quinoa was officially introduced in Algeria in 2014. The aim of this work is to study the effect of three methods of manual sowing (pocket, row, line) on the rate of nitrogen and protein in the seeds of three varieties of quinoa (Giza; Black Quinoa; Quinoa 105). This study was based on the kjeldahl method applied to cereals. The results obtained show that the sowing methods have no effect on the rate of nitrogen and protein in the seeds of quinoa, as well as the varieties. The farmer should undertake technical support measures (irrigation, fertilization, phytosanitary treatment) in order to improve the protein levels of his quinoa grains.

Keywords: Quinoa, the manual sowing methods, varieties, rate of nitrogen and protein.

تخليص

تم إدخال الكينوا رسميًا في الجزائر في عام 2014. والهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير ثلاث طرق للزرع اليدوي (الجيب ، الصف ، الخط) على معدل النيتروجين والبروتين في بذور ثلاثة أنواع من الكينوا (الجيزة ؛ الكينوا السوداء ؛ الكينوا 105). اعتمدت هذه الدراسة على طريقة kjeldahl المطبقة على الحبوب. أظهرت النتائج أن طرق البذر ليس لها تأثير على معدل النيتروجين والبروتين في بذور الكينوا وكذلك الأصناف. يجب أن يتخذ المزارع تدابير الدعم الفني (الري ، والتسميد ، ومعالجة الصحة النباتية) من أجل تحسين مستويات البروتين في حبوب الكينوا.

الكلمات المفتاحية: الكينوا، طرق البذر اليدوية، الأصناف، نسبة النيتروجين والبروتين