DEDICATION

This work is dedicated to:

My parents

My wife and sons

My brother and sisters

With love

AKNOWLEDGMENT

I would like to express my full thanks to Allah firstly, who gave me the health and patience to conduct and accomplish this study.

I am indebted to many who have helped me to make this work possible. I would like to express my appreciation to my supervisor, Associate professor Dr. Ahmed Mohmed Adam Eldoma, Sudan University of Science and Technology, College of Forestry and Range Science, Soba for his careful supervision, help, encouragement, advice and patience. I would like to offer my sincere thanks to Professor Dr. Sayda Mahgoub Mohamed, National Tree Seed Center- Soba for her unfailing efforts, dedication and guidance.

A lot of thanks go to the Regional Tree Seed Center El Obied Sudan, special thanks to Dr. Wedaa Ahmed Eltaib, University of Eldalang, Amien Alzan Ibrahim, Gedaref and Tarig Rabeh Saleh, Ministry of Agriculture –Elfasher who assisted in seed and other sorts of data collection.

Sincere thanks are also expressed to staff members of the Faculty of Natural Resources and Environmental Studies University of Kordofan, for their kind support and encouragement. Also my thanks are due to Dr.Saleh Omer Tutu for his help and inspiration.

Finally, my gratitude and special respects go to my parents and beloved wife Kawther, dearest son Mohamed and daughters Fatima and Knooz for their patience during long absence, as well as to my beloved brothers, and sisters, relatives and friends who always encouraged me and wished me success.

Abstract

The main aim of the present work was to assess the variation of the neem provenances and their extended areas and the adaptation to the different eco-climatic conditions in its occurrences in Sudan. The specific objective was to study the variation in seed morphometric characteristics, seedlings growth performance and drought tolerance among seven neem (*Azadirachta indica* A. Juss) provenances (Elfasher, Elobied, Bara, Eldalang, Abassya, Senga and Gedaref) representing western, central and eastern parts of the country.

Three experiments were performed to fulfill the objectives of the study. The first two experiments were conducted at the lab of the nursery of the Regional Tree Seed Center, Elobied Sudan, while the third was carried out at the nursery of the Faculty of Natural Resources and Environmental Studies, University of Kordofan.

The first experiment, investigated seed morphometric and physiological characters (seed weight, number of seed/kilogram, seed length, seed width, seed moisture content and effect of normal and cool storage on seed germination percentage and its variation among the seven provenances). The second experiment investigated was conducted in seedling growth in nursery pots using Completely Randomized Design (CRD) with five replicates for seedling parameters measurement (root collar diameter, shoot length, root length, root fresh weight, number of leaves, leaf area, shoot/root length ratio, root dry weight, root fresh weight). The third experiment investigated the variation in drought tolerance in four selected provenances (Elfasher, Eldalang, Senga and Gedaref). A factorial experiment in a CRD with three replications was used by applying four level of irrigation regimes (25%, 50%, 75% and 100% Field capacity (FC)) and two soil types (sand and clay soils). Measurements of seedling parameters were recorded using destructive sampling method.

The obtained data from the three experiments was analyzed using analysis of variance and SAS software version 6.12. and the means were separated using Duncan New Multiple Range Test.

Results obtained from the analysis showed significant variations between the provenances in most of the measured variables indicating that neem tree in Sudan is adapted to the different eco-climatic zones in Sudan. In this regard, Elfasher provenance is excelled in having significantly superior morphometric characteristics (seed length, seed width) and recording the least number of seed per kilogram, which

is vice versa in Gedaref provenance. The storage and moisture content experiments showed that Abassya provenance seeds have the highest moisture content (9.7%) with least germination percentage (%) in both normal and cool conditions. While seeds from Bara, Senga and Elfasher recorded the highest germination percentage (%) (moderate/least moisture content). The provenances showed high significant ($p<0.0001$) in growth performance (root collar diameter), however, there is no significant in leaf area among the provenances. Elfasher provenance showed significant ($p<0.0001$) in the seedling parameters (root length and leaf area), while Senga provenance is significant only with seedlings length. It is concluded that a multi site field provenance trial is required for more useful information about the studied seed sources for the eco-climatological adaptations.

The obtained from the experiment of drought tolerance seedlings of different seed sources showed clear trend of adaptation with provenances (smaller root collar diameter).

The study revealed that then was substantial variation between the seed sources provenances in their ability to tolerate induced drought in the early growth stages thus helping for better selection of planting materials of neem suite that can the different environmental conditions regarding rainfall. In this study it was clear found that the neem tree in Sudan, although it is generated from one tree (in Shambat), it established in different provenances in various geographical locations and ecotype over Sudan, due to its adaptation ability.

الهدف الرئيسي من الدراسة هو تقييم التباين الوراثي بمناطق جغرافيه مختلفة وممتدة لشجرة النيم والتكيف مع ظروف البيئة المناخية المختلفة بالسودان. اما الهدف التفصيلي فهو دراسة التباين في الخصائص المرفولوجية لبذور النيم واداء الشتلات وتحملها للجفاف لبذور جمعت من سبع مناطق هي (الفاشر والابيض وبارا والدلنج والعباسية وسنجه والقضارف) تمثل الاجزاء الغربية والوسطى والشرقية من القطر.

لتحقيق اهداف الدراسة اجريت ثلاث تجارب. اجريت التجربة الاولى والثانية بالمركز الاقليمي لبذور الاشجار بالابيض, اما التجربة الثالثه فاجريت بمشتل كلية الموارد الطبيعية والدراسات البيئية جامعة كردفان.

في التجربة الاولى, تم فحص الخصائص المرفولوجية والفسيولجية للبذور (وزن البذور وعدد البذور في الكيلوجرام وطول البذرة وعرض البذرة والمحتوى الرطوبي للبذرة وتأثير التخزين البارد والعادي على نسبة الانبات والتنوع في البذور). اما في التجربة الثانية فنفذت في اوعيه بالمشتل باستخدام التصميم الكامل العشوائية بخمس مكررات وذلك لفحص خصائص الشتلات (القطر عند عنق الجذر وطول الساق وطول الجذر ووزن الجذر الرطب وعدد الاوراق ومساحة سطح الورقة ونسبة طول الساق الخضري/المجموع الجذري ووزن المجموع الجذري الجاف ووزن المجموع الخضري الجاف). في التجربة الثالثة تمت دراسة التباين في تحمل الجفاف للشتلات من اربعة مناطق جغرافيه (الفاشر والدلنج وسنجه والقضارف) اختيرت من السبع مناطق جغرافية. استخدمت التجربة العاملية بالتصميم الكامل العشوائية بثلاثة مكررات وعلى اربع مستويات للري (25%، 50%، 75% و 100% سعة حقلية) ونوعين من التربة (رمل وطين). ثم سجلت قياسات الشتلات عن طريقة العينات المدمرة.

البيانات المتحصلة من التجارب بالدراسة تم تحليلها عن طريق تحليل التباين (ANOVA) وبرنامج SAS اصدار 6.12 كما تم الفصل بين المتوسطات باستخدام اختبار دنكن.

اظهرت نتائج الدراسة وجود فروقات معنوية بين المناطق الجغرافية لشجرة النيم في معظم المتغيرات المقاسة، موضحة ملائمة شجرة النيم لتباين البيئة المناخية بالمناطق الجغرافية المختلفة في السودان. اظهرت البذور من الفاشر تفوقا في بعض الخصائص المورفولوجية (طول البذور وعرض البذور) بينما سجلت اقل عددا من البذور للكيلوجرام الواحد، والعكس الصحيح لبذور منطقة القضارف. اما فى تجربة التخزين والمحتوى الرطوبي للبذور، سجلت بذور العباسية اعلى نسبة رطوبة 9.7%)) واقل نسبة انبات بالتخزين العادي ( ) والبارد ( ). كما سجلت اعلى نسبة انبات من بذور بارا وبذور سنجه وبذورالفاشر (ذات محتوى رطوبي معتدل اوقليلي). كما وجد ان هنالك فروقات معنوي ($p<0.0001$) في بعض خصائص نمو الشتلات (القطر عند عنق الجذر) بالمناطق الجغرافية المختلفة، لا توجد فروقات معنوية لمساحة الورقة. واظهرت بذورمنطقة الفاشر اختلافا معنويا في نمو الشتلات (طول الجذر ومساحة الورقة). بينما اظهرت بذور سنجة فرقا معنويا في طول الشتلات. خلصت الدراسة الى ان تعدد مصادر البذور يؤدي الى معرفة مزيد من المعلومات المفيدة للتكيف مع البيئة المناخية المناسبة.

النتائج المتحصل عليها من تجربة تحمل الشتلات من مصادر البذور للجفاف اظهرت اتجاه واضح للتكيف مع البيئة الجغرافيه (القطر عند عنق الجذر) مع قلة المياه بالبيئة.

اثبتت الدراسة بان هنالك تباين كبير بين مصادر البذور في اختبار قدرة الشتول حديثة الانبات (البادرات) على تحمل الجفاف في مراحل النمو المبكرة مما يساعد على الاختيار الافضل للعوامل التي تناسب زراعة لشجار النيم في الظروف البيئية المختلفة خاصة فيما يتعلق بالامطار. واتضح من الدراسة ان اشجار النيم في السودان رغم انها انشئت من شجرة واحدة (شمبات)، الا انها كونت لنفسها مواقع جغرافية مختلفة تحت تنوع بيئي في كل انحاء السودان مما يوضح قدرتها على التأقلم.

Table of contents

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES