WATER AND FERTILIZATION REQUIREMENTS OF *JATROPHA CURCAS* L. UNDER SEWAGE WATER IRRIGATION CONDITIONS

By

MAGDI ISMAIL BAHNASY SAIED AHMED

B.Sc. Agric. Sci. (Ornamental Horticulture), Fac. Agric., Cairo Univ., 1997
M.Sc. Agric. Sci. (Ornamental Horticulture), Fac. Agric., Cairo Univ., 2003

THESIS

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

In

Agricultural Sciences
(Ornamental Horticulture)

Department of Ornamental Horticulture
Faculty of Agriculture
Cairo University
EGYPT

2010

APPROVAL SHEET

WATER AND FERTILIZATION REQUIREMENTS OF *JATROPHA CURCAS* L. UNDER SEWAGE WATER IRRIGATION CONDITIONS

Ph.D. Thesis
In
Agric. Sci. (Ornamental Horticulture)

By

MAGDI ISMAIL BAHNASY SAIED AHMED

B.Sc. Agric. Sci. (Ornamental Horticulture), Fac. Agric., Cairo Univ., 1997
M.Sc. Agric. Sci. (Ornamental Horticulture), Fac. Agric., Cairo Univ., 2003

Approval Committee

Dr. EMAM SABER NOFAL .....
Professor of Ornamental Horticulture, Fac. Agric., Kafr El-Sheikh University

Dr. EFFAT ISMAIL EL-MAADAWY .....
Professor of Ornamental Horticulture, Fac. Agric., Cairo University

Dr. TAREK ABOU DAHAB MOHAMED .....
Professor of Ornamental Horticulture, Fac. Agric., Cairo University

Dr. ATEF MOHAMED ZAKARIA SARHAN .....
Professor of Ornamental Horticulture, Fac. Agric., Cairo University

Date: / /

SUPERVISION SHEET

WATER AND FERTILIZATION REQUIREMENTS OF *JATROPHA CURCAS* L. UNDER SEWAGE WATER IRRIGATION CONDITIONS

Ph.D. Thesis
In
Agric. Sci. (Ornamental Horticulture)

By

MAGDI ISMAIL BAHNASY SAIED AHMED

B.Sc. Agric. Sci. (Ornamental Horticulture), Fac. Agric., Cairo Univ., 1997
M.Sc. Agric. Sci. (Ornamental Horticulture), Fac. Agric., Cairo Univ., 2003

SUPERVISION COMMITTEE

Dr. ATEF MOHAMED ZAKARIA SARHAN
Professor of Ornamental Horticulture, Fac. Agric., Cairo University

Dr. TAREK ABOU DAHAB MOHAMED
Professor of Ornamental Horticulture, Fac. Agric., Cairo University

Dr. AHMED MAHMOUD ABD EL-DAYEM
Head of Research of Timber Trees and Forestry, Hort. Res. Inst., A.R.C., Giza

Name of Candidate: Magdi Ismail Bahnasy Saied Ahmed **Degree:** Ph.D.
Title of Thesis: Water and Fertilization Requirements of *Jatropha curcas* L. Under Sewage Water Irrigation Conditions
Supervisors: Dr. Atef Mohamed Zakria Sarhan
Dr. Tarek Abou Dahab Mohamed
Dr. Ahmed Mohamed Abd El-Dayem
Department: Ornamental Horticulture
Approval: / /

ABSTRACT

This study was carried out at Dept. of Ornamental Hort. Fac. Agric., Cairo Univ. and the applied part was carried out at Holding Company of Water and Sewage farm in Abou Rawash, 6th October Governorate for 20 months, aiming to define the optimal irrigation intervals (7, 14 and 21 days) and P:K fertilizer requirement, which the treatments were 0:0, 50:25, 75:37.5 and 100:50 P:K g/plant. Jatropha in this study was planted using two methods, by seeds and stem cuttings, all in farrows at 3×3 m apart, and using primary treated sewage water in irrigation.

The obtained results indicated that, 7 days irrigation interval, 100:50g P:K/plant and its combination significantly enhanced all studied growth traits, fruit and seed yield, oil yield and oil% in the seeds of jatropha either planted by seeds or by stem cuttings. Also, 100:50g P:K combined with 7 days irrigation interval increased total carbohydrates %, (N, P, K%) and heavy metals (Pb and Cd ppm). Seven days irrigation interval combined with 100:50 g/plant P:K maximized water use efficiency for jatropha planted by seeds. However, 14 days irrigation interval combined with 100:50 g P:K maximized WUE for stem cuttings planted jatropha.

Saponification value, unsaponifible matter, iodine value, acid value, peroxide No., refractive index and specific gravity were 196.7, 0.8, 112.9, 2.73, 0.7, 1.46 and 0.91, respectively for the studied oil. Fatty acid composition was, saturated (palmitic 15.8, stearic 6.9 and arachidic 1.0%), unsaturated (palmitolic 1.1, oleic 38.6, linoleic 34.1, linolenic 1.1 and eicosenoic 0.5%).

These results indicated that *Jatropha curcas* L. can be planted in the Egyptian desert using sewage water, and its oil can be used as biodiesel and in the manufacture of soap, candles and other purposes.

Key words: Fertilization, irrigation, evaluation of oil, *Jatropha curcas* L., sewage water.

DEDICATION

I dedicate this work to whom my heart felt thanks to my mother and brothers for all the support they lovely offered along the period of my post graduation, as well as to my wife, my sons Assem and Ismail and my daughter Norhan for their patience and help.

ACKNOWLEDGEMENT

First and foremost, I would like to express my gratitude to ***Allah****, my God, for protecting me and being with me and my family, enabling me to do this study and this work, and giving us the life we enjoy. May his guidance be with us and his peace envelops the world.*

I wish to express my sincere thanks, deepest gratitude and appreciation to ***Dr. Atef Mohamed Zakaria Sarhan*** *and* ***Dr. Tarek Abou Dahab Mohamed*** *Professors of Ornamental Horticulture, Faculty of Agriculture, Cairo University for suggesting the problem, supervision, continued assistance and their guidance through the course of study and revision the manuscript of this thesis. Sincere thanks are due to* ***Dr. Ahmed Mahmoud Abd El-Dayem*** *Head of Research of Timber Trees and Forestry, Hort. Res. Inst., Agric. Res. Center, Giza for sharing in supervision.*

Grateful appreciation is also extended to all staff members of Ornamental Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Cairo University.

Great thanks, are sincerely directed to ***Dr. Mamdouh Poraas*** *,* ***Dr. Nematallah Yossif*** *Researchers of Soil, Water and Environment Res. Inst., Agric. Res. Center and* ***Dr. Amer Rabie*** *Researcher of Hort. Res. Inst., Agric. Res. Center, Giza*

CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	**1**
REVIEW OF LITERATURE	**5**
1. Effect of irrigation intervals	**5**
2. Effect of chemical fertilization	**21**
3. Chemical and physical properties of the oil	**35**
4. Fatty acids of the oil	**37**
MATERIALS AND METHODS	**39**
RESULTS AND DISCUSSION	**45**
1. First experiment (planted by seeds)	**45**
a. Effect of chemical fertilization and irrigation interval treatments on vegetative growth of *Jatropha curcas* L. plants at 12 and 20 months old	**45**
1. Plant height	**45**
2. Stem diameter	**46**
3. Branch number/plant	**48**
4. Crown circumference	**49**
5. Vegetative parts fresh weight/plant	**51**
b. Effect of chemical fertilization and irrigation interval treatments on fruit and seed yield of *Jatropha curcas* L. plants at 20 months old	**54**
1. Fruit yield/plant	**54**
2. Fruit yield/ feddan	**55**
3. Seed yield/plant	**57**
4. Seed yield/feddan	**58**
c. Effect of chemical fertilization and irrigation interval treatments on oil characteristics of *Jatropha curcas* L. plants at 20 months old	**61**
1. Seed oil percentage	**61**
2. Oil yield/plant	**62**
3. Oil yield/feddan	**63**
d. Effect of chemical fertilization treatments and irrigation interval treatments on some chemical	

constituents of *Jatropha curcas* L. plants leaves at 20 months old **66**
1. Total carbohydrates (%) **66**
2. Nitrogen percentage (N%) **68**
3. Phosphorus percentage (P%) **69**
4. Potassium percentage (K%) **70**
5. Lead (Pb) and cadmium (Cd) contents **73**
2. Second experiment (planted by stem cuttings) **74**
a. Effect of chemical fertilization and irrigation interval treatments on vegetative growth of *Jatropha curcas* L. plants at 12 and 20 months old **74**
1. Plant height..... **74**
2. Stem diameter..... **76**
3. Branch number/plant **77**
4. Crown circumference **79**
5. Vegetative parts fresh weight/plant **81**
b. Effect of chemical fertilization and irrigation interval treatments on fruit and seed yield of *Jatropha curcas* L. plants at 12 and 20 months old **85**
1. Fruit yield/plant **85**
2. Fruit yield/ feddan **86**
3. Seed yield/plant **88**
4. Seed yield/feddan **89**
c. Effect of chemical fertilization and irrigation interval treatments on oil characteristics of *Jatropha curcas* L. plants at 20 months old **92**
1. Seed oil percentage **92**
2. Oil yield/plant **94**
3. Oil yield/feddan **95**
d. Effect of chemical fertilization treatments and irrigation interval treatments on some chemical constituents of *Jatropha curcas* L. plants leaves at 20 month old **98**
1. Total carbohydrates (%) **98**
2. Nitrogen percentage (N%) **100**
3. Phosphorus percentage (P%) **100**
4. Potassium percentage (K%) **101**

5. Lead (Pb) and cadmium (Cd) contents ……..... **104**
3. Evaluation of jatropha oil **105**
a. Chemical and physical properties of the oil of *Jatropha curcas* L. **105**
b. Fatty acids of *Jatropha curcas* L. oil **106**
4. Water relations **108**
SUMMARY ……..……..……... **115**
REFERENCES ……..……..……...… **119**
ARABIC SUMMARY

اسم الطالب: مجدي اسماعيل بهنسي سيد أحمد **الدرجة:** دكتوراه الفلسفة

عنوان الرسالة: الاحتياجات المائية و السمادية لنبات الجاتروفا *Jatropha curcas* L. تحت ظروف الري بمياه الصرف الصحي

المشرفون : دكتور: عاطف محمد زكريا سرحان
دكتور: طارق ابو دهب محمد
دكتور: أحمد محمود عبد الدايم

قسم: بساتين الزينة **تاريخ منح الدرجة:** / /

المستخلص العربي

أجريت هذه الدراسة في قسم بساتين الزينة، كلية الزراعة – جامعة القاهرة و تم تنفيذ الجزء العملي في مزرعة الشركة القابضة لمياه الشرب و الصرف الصحي بمنطقة أبو رواش محافظة السادس من أكتوبر لمدة ٢٠ شهراً تهدف الى تحديد فترات الري المثلى (٧، ١٤، ٢١ يوماً) و الإحتياجات من التسميد الفوسفوري و البوتاسي حيث سمدت النباتات بمعدلات صفر، ٥٠ : ٢٥، ٧٥ : ٣٧,٥، ١٠٠ : ٥٠ جرام سماد/نبات.

و قد زرعت الجاتروفا في هذه الدراسة بطريقتين بواسطة البذور و بواسطة العقل الساقية و ذلك بنظام الخطوط على مسافة ٣×٣ متر و رويت النباتات بإستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أولياً و الناتجة من محطة الصرف الصحي بأبو رواش.

و يمكن تلخيص النتائج المتحصل عليها في التالي: الري كل ٧ أيام و التسميد بمعدل ١٠٠: ٥٠ جرام سماد/نبات زودت معنوياً صفات النمو المدروسة و زودت محصول الثمار و البذور و محصول الزيت و نسبة الزيت في بذور الجاتروفا و ذلك سواء تلك الناتجة من البذور أو العقل الساقية. و التداخل بين التسميد بمعدل ١٠٠: ٥٠ جرام سماد/نبات مع الري كل ٧ أيام زاد النسبة المئوية لكلاً من الكربوهيدرات و النيتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم و العناصر الثقيلة (الرصاص و الكادميوم).

و الري كل ٧ أيام مع التسميد بمعدل ١٠٠: ٥٠ جرام سماد/نبات أعطى أقصى كفاءة لاستخدام المياه في نباتات الجاتروفا المنزرعة بالبذرة بينما أعطى الري كل ١٤ يوماً مع التسميد بمعدل ١٠٠: ٥٠ جرام سماد/نبات أقصى كفاءة لاستخدام المياه في الجاتروفا المنزرعة بالعقلة.

و بدراسة الصفات الفيزيائية و الكيميائية لزيت بذرة الجاتروفا تبين أن رقم التصبن كان ١٩٦.٧ و المواد غير القابلة للتصبن ٠.٥ و الرقم اليودي ١١٢.٩ و رقم الحموضة ٢.٧٣ و رقم البيروكسيد ٠.٧ و معامل الانكسار ١.٤٦ و الوزن النوعي ٠.٩١.

و كان محتوى الزيت من الأحماض الدهنية كالتالي: أحماض دهنية مشبعة (البالمتيك ١٥.٨ و الاستياريك ٦.٩ و الاراشيديك ١%)، أحماض دهنية غير مشبعة (البالميتوليك ١.١ و الأوليك ٣٨.٦ و اللينوليك ٣٤.١ و اللينولينيك ١.١ و الايكوسينويك ٠.٥%)

و تشير هذه النتائج الى أن الجاتروفا نستطيع زراعتها في صحراء مصر بإستخدام مياه الصرف الصحي و الزيت الناتج يمكن إستخدامه كبيوديزيل (الوقود الحيوي) و يستخدم في صناعة الصابون و الشموع و أغراض أخرى.

الكلمات الدالة: التسميد، الري، تقييم الزيت، الجاتروفا، مياه الصرف الصحي.

الإحتياجات المائية و السمادية لنبات الجاتروفا *Jatropha curcas* L.
تحت ظروف الري بمياه الصرف الصحي

رسالة دكتوراه الفلسفة
في العلوم الزراعية
(بساتين الزينة)

مقدمة من

مجدي إسماعيل بهنسي سيد أحمد

بكالوريوس في العلوم الزراعية (بساتين الزينة)- كلية الزراعة - جامعة القاهرة، ١٩٩٧
ماجستير في العلوم الزراعية (بساتين الزينة)- كلية الزراعـــة - جامعة القاهرة، ٢٠٠٣

لجنة الإشراف

دكتور/ عاطف محمد زكريا سرحان
أستاذ بساتين الزينة- كلية الزراعة - جامعة القاهرة

دكتور/ طارق ابو دهب محمد
أستاذ بساتين الزينة – كلية الزراعة - جامعة القاهرة

دكتور/ أحمد محمود عبد الدايم
رئيس بحوث- قسم بحوث الأشجار الخشبية و الغابات - معهد بحوث البساتين – مركز البحوث الزراعية

الإحتياجات المائية و السمادية لنبات الجاتروفا *Jatropha curcas* L.
تحت ظروف الري بمياه الصرف الصحي

رسالة دكتوراه الفلسفة
في العلوم الزراعية
(بساتين الزينة)

مقدمة من

مجدي إسماعيل بهنسي سيد أحمد

بكالوريوس في العلوم الزراعية (بساتين الزينة)- كلية الزراعة - جامعة القاهرة، ١٩٩٧
ماجستير في العلوم الزراعية (بساتين الزينة)- كلية الزراعـــة - جامعة القاهرة، ٢٠٠٣

لجنة الحكم

دكتور/ إمام صابر نوفل .....
أستاذ بساتين الزينة – كلية الزراعة – جامعة كفر الشيخ

دكتور/عفت إسماعيل المعداوي ....
أستاذ بساتين الزينة – كلية الزراعة – جامعة القاهرة

دكتور/طارق ابو دهب محمد .....
أستاذ بساتين الزينة – كلية الزراعة – جامعة القاهرة

دكتور/ عاطف محمد زكريا سرحان .....
أستاذ بساتين الزينة – كلية الزراعة – جامعة القاهرة

التاريخ / /

الإحتياجات المائية و السمادية لنبات الجاتروفا *Jatropha curcas* L.
تحت ظروف الري بمياه الصرف الصحي

رسالة مقدمة من

مجدي إسماعيل بهنسي سيد أحمد

بكالوريوس في العلوم الزراعية (بساتين الزينة)- كلية الزراعة - جامعة القاهرة، ١٩٩٧
ماجستير في العلوم الزراعية (بساتين الزينة)- كلية الزراعــة - جامعة القاهرة، ٢٠٠٣

للحصول على درجة

دكتوراه الفلسفة

في

العلوم الزراعية
(بساتين الزينة)

قســـــم بساتين الزينة
كليـــــة الزراعـــة
جـامعــة القــاهرة
مصـــــــر

٢٠١٠

INTRODUCTION

Biodiesel as an alternative fuel for diesel engines is becoming increasingly important due to diminishing of petroleum reserves and the environmental consequences of exhausted gases from petroleum fuelled engines. Biodiesel, which is made from renewable sources, consists of the simple alkyl esters of fatty acids. As a future prospective fuel, biodiesel has competed economically with petroleum diesel fuels. One way of reducing the biodiesel production costs is to use the less expensive feed stock, containing fatty acids such as inedible oils, animal fats, waste food oil and by-products of the refining vegetables oils (Veljkovic *et al.*, 2006).

Jatropha curcas L., is a large soft-wood, shrubby, drought resistant perennial plant, growing well even in the marginal or poor soils. It is easy to cultivate because it grows relatively quickly and keeps yielding seeds for some 50 years. The plant is also called as a humble, hardy tree. jatropha is a shrubby tree with smooth grey bark which gives off a whitish colored watery latex containing jatrophine when cut.

Jatropha L. is a genus of Euphorbiaceae family with approximately 175 species that manifest as succulents, shrubs and trees. These plants are the natives of Africa, North America and the Caribbean regions. Jatropha was disseminated as a valuable hedge plant to Africa and India by the Portuguese traders. In many parts of the world the ancient systems of medicine have included jatropha as a medicinal herb. This plant is prevalent in the Indian folklores with tremendous ethno botanical significance (Thomas *et al.*, 2008).

Jatropha L. is a very diverse subtropical and tropical genus which represents succulents and many interesting caudiciforms, herbaceous perennials and woody trees. Like all the members of the Euphorbiaceae family, jatropha contains a milky sap that can irritate skin and can be extremely painful if it reaches the eyes.

The taxonomic position of jatropha (Thomas *et al.*, 2008)

Kingdom : Plantae

Sub-kingdom : Tracheobionta

Division : Magnoliphyta

Class : Magnoliopsida

Sub-class : Rosidae

Order : Euphorbiales

Family : Euphorbiaceae

Genus : *Jatropha* L.

Species : *curcas* L.

The seeds of *Jatropha curcas* L. are dicotyledonous and dark brown in color with an average weight of about 705 mg when dry. The seeds resemble those of *Ricinus communis* in size and shape. The enterior end of the seed bears a caruncle like structure; whereas the posterior end is blunt.

Jatropha produces seeds with an oil content that can be combusted as fuel after processing. It burns with clear smoke- free flame. It has been tested successfully as a fuel for simple diesel engines.(Thomas *et al.*, 2008). The fuel properties of jatropha biodiesel are comparable to those of diesel and conforming to the American and European standards (Tiwari *et al.*, 2007). Because it is highly