

*DEDICATION*

To my mother

To the soul of my father and  
my daughter Aseel

To my wife Mashair

To my daughters

To my sons

With love and respect

**El-Fadil**

## *Acknowledgement*

I would very much like to express my deep thanks and gratitude to my supervisor Dr. Ahmed Khalil Ahmed for his keen guidance, enthusiasm, most valuable assistance and advice, and encouragement throughout the study, this study was only completed with his wise advice patience and help.

My thanks are also extended to Dr. Salah Elturaby for his valuable assistance during computer analysis.

I should not forget to extend my thanks to my colleagues Dr. Kamal Abdelbagi and Dr. Salah Sid Ahmed for their help and cooperation.

I'm very much grateful to my colleagues in the Dairy farm, especially Abbas, A. Gadir; Tag Elsir A. Elhadi and Shaaban Hassan, A. Galil who assisted me in the data collection. Also I should not forget to extend my thanks to Dr. Ismail Fagiri and Dr. Adil M.A. Salman for their help and cooperation

I would like to show my deep gratitude to my colleagues Zahir Morgani for allowing me to his computer and office facilities. I'm very indebted to the researcher Mohammed Sulman Ali in the National Center Research, Khartoum – Sudan.

My thanks are also due to the staff members of the Department of Animal Production, Agricultural Studies, Sudan University of Science and Technology, especially Mohamed Elhalfawi and the milkers, Sharif, Elnour, Musa and Magok who helped me in this study. My thanks are also due to Mr. Abdelhamed Abdelrahim for his great effort in typing this thesis.

My thanks and appreciations are extended to every body who helped me during this study.

Above all, my thanks and praise to Allah who gave me patience and will to accomplish this work.

## ABSTRACT

The objective of this study was to compare milk yield, milking time, milk flow rate, cows handled per person and milk quality under the two milking systems of machine and hand milking on 12 cross breed cows (Kenana × Friezian) during February – May 2002, in the farm of the College of Agricultural Studies, Sudan University of Science and Technology. For the a mobile milking machine was used Data was collected. The parameters studied were statistically analysed using student t-test.

The results indicated that the mean milking time of the hand and machine milking was  $7.9 \pm 0.73$  and  $6.5 \pm 0.80$  minutes respectively. The analysis of variance revealed a significant differences ( $P < 0.01$ ) between these two values.

The results of daily milk production (pound/day) showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the hand and machine milking with means of  $15.06 \pm 3.36$  and  $15.33 \pm 3.32$  pounds respectively.

The results of milk flow rate (pound/minute) revealed a significant effect of machine milking in the milk flow rate ( $P < 0.05$ ). The mean of milk flow rate of machine milking was  $2.34 \pm 0.30$ , where is that of hand milking was  $1.888 \pm 0.262$ .

Milk quality, measured by SCC was evaluated by collection of samples from six farms: Two farms was machine milk (Arab Company Farms and Sudan University Farm) and four farms used hand milking (Sudan University Farm, Jebel Torria, Kuku and

Maygoma). The statistical analysis revealed significant differences ( $P < 0.05$ ) between the hand milking and machine milking group.

The results showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the hand and machine milking with means  $655.167 \pm 88.133$  and  $389.167 \pm 60.131$  Scc/ml (1000) respectively.

The data indicated that the maximum and minimum SCC were observed in Jebel Torria and Arab Company respectively.

For number of cows handled per person the study showed that in machine milking (by mobile milking machine) one stockman can handle an average of 12 cows compared to 5 cows handled per person by hand milking. A significant different ( $P < 0.05$ ) were observed with respect to the number of cows handled per person.

بسم الله الرحمن الرحيم

خلاصة الأطروحة

هدفت هذه الدراسة إلى المقارنة بين استخدام النظامين للحليب الآلي واليدوي في الأبقار السودانية المهجنة (فريزيان × كنانة) ومقارنة كمية الحليب المنتجة من البقرة بالرطل/اليوم، الزمن المستغرق لحليب البقرة الواحدة بالدقيقة، معدل إنزال الحليب بالرطل/الدقيقة وكذلك مقارنة عدد الأبقار الحلوبة التي يمكن أن تدار بواسطة الحلاب في زمن متساوي للنظامين وكذلك الفرق في جودة ونظافة الحليب المنتج من الأبقار في النظامين الآلي واليدوي.

أجريت هذه الدراسة بمزرعة كلية الدراسات الزراعية بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، لعدد 12 بقرة في الفترة من فبراير حتى مايو 2002. أستخدم في هذه الدراسة حلابة آلية فردية متنقلة لحلب عدد 2 أبقار في آن واحد. بعد رصد وجمع المعلومات المطلوبة تم إخضاعها للتحليل الإحصائي بطريقة إختبار (ت) للتحليل الإحصائي لمقارنة النتائج للنظامين في الحليب الآلي واليدوي. وكانت النتائج كالآتي:

لقد كان متوسط الزمن المستغرق لحليب البقرة في النظام اليدوي  $7.9 \pm 0.73$  دقيقة بينما كان متوسط الزمن المستغرق لحليب البقرة في النظام الآلي  $6.5 \pm 0.80$  بفروقات معنوية ( $P < 0.05$ ). أما متوسط الإنتاج من الحليب للبقرة في اليوم رطل/يوم فقد كانت هناك فروقات معنوية ( $P < 0.05$ ) بين استخدام النظامين في الحليب بمتوسط  $3.36 \pm 15.06$  رطل/اليوم للحليب اليدوي و  $3.32 \pm 15.33$  رطل/اليوم للحليب الآلي: أما معدل إنزال الحليب رطل/الدقيقة فقد كانت هنالك فروقات معنوية ( $P < 0.05$ ) حيث كان متوسط إنزال الحليب في الدقيقة للحليب الآلي بمعدل بلغ  $2.34 \pm 0.30$  رطل/الدقيقة بينما كان المعدل بالحليب اليدوي يعادل  $1.888 \pm 0.262$  رطل/الدقيقة في الحليب اليدوي. لمقارنة جودة ونظافة الحليب المنتج في النظامين تم

أخذ عينات من الحليب لعدد 6 مزارع مختلفة، إثنان منهم يستخدم نظام الحليب الآلي (الشركة العربية للألبان ، أبقار التجربة بشمبات) و 4 مزارع (شمبات، حلة كوكو، جبل طوربة والمايقوما) للحليب اليدوي وتمت مقارنة العد المجهرى للخلايا الجسمية في الحليب (Scc) في الملليمتر. بالتحليل الإحصائي لم يكن هنالك فرق معنوي ( $P < 0.05$ ) بين مجموعة الحليب اليدوي (شمبات، حلة كوكو، جبل طوربة والمايقوما) بينما كانت هنالك فروقات معنوية ( $P < 0.05$ ) بين مجموعة الحليب الآلي (الشركة العربية، أبقار التجربة بشمبات) ومجموعة الحليب اليدوي (شمبات، حلة كوكو، جبل طوربة والمايقوما). وأوضح التحليل الإحصائي بأن أعلى معدل للعد المجهرى للخلايا الجسمية (Scc) كان في جبل طوربة (حليب يدوي) وبينما أدنى معدل كان في الشركة العربية. بينما أوضحت النتائج بأن هنالك فروقات معنوية ( $P < 0.05$ ) بين عينات الحليب من النظامين الآلي واليدوي، حيث كان متوسط العد المجهرى للخلايا الجسمية (Scc) في الملليمتر يساوي  $88.133 \pm 655.167$  (ألف خلية جسمية في الملي) كعينة اللبن في الحليب اليدوي و  $389.167 \pm 60.131$  (الف خلية جسمية في الملي) للحليب الآلي. متوسط عدد الأبقار المحلوبة بالحلاب الواحد (بإستخدام حلابة آلية فردية) كان 12 بقرة بينما 5 أبقار للحلاب في الحليب اليدوي بفروقات معنوية ( $P < 0.05$ ) بين إستخدام النظامين الآلي واليدوي.

## LIST OF CONTENTS

	Page
Dedication.....	i
Acknowledgement .....	ii
Abstract .....	iii
Arabic Abstract .....	iv
List of Contents .....	v
List of Tables.....	ix
List of Figures .....	x
List of Plates .....	
<b>CHAPTER ONE: INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPTER TWO: LITERATURE REVIEW.....</b>	<b>6</b>
2.1. The Mammary gland.....	6
2.1.1. The mammary gland structure.....	7
2.1.2. Structure of lactating mammary gland.....	8
2.1.3. Hormones involved in ejection .....	10
2.2. Removal of milk from udder.....	12
2.2.1. Nursing.....	13
2.3. Milk composition .....	13
2.3.1. Milk protein .....	14
2.3.2. Lactose .....	15
2.3.3. Milk fat .....	16
2.3.4. Vitamins .....	17
2.3.5. Milk ash .....	17
2.3.6. Milk enzyme .....	18
2.4. Emptying of the udder .....	18
2.4.1. Hand milking .....	18
2.4.2. Machine milking .....	19
2.4.3. Milking machine units.....	20
2.4.4. The history of milking machine.....	20
2.5. Components of milking machine.....	21
2.5.1. Liner .....	22
2.5.2. Teat cup shell .....	22
2.5.3. Claw .....	23
2.5.4. Cluster .....	23
2.5.5. Vacuum pumps and lines .....	23
2.5.6. Pulsators .....	24
2.5.7. Milk transport .....	24
2.6. The objects of milking machine .....	25
2.3.1. Hand milking.....	18
2.3.2. Numbers of cows handled per person.....	19

2.4.3. Milking unit.....	20
2.5.4.2. Sanitation of the milking machine system.....	21
2.5.5 Mastitis.....	21
2.6. The objects of milking machine.....	23
2.7. Animal learning abilities .....	26
2.7.1 Behaviour general .....	26
2.7.2. The behaviour of animals to milking machine.....	26
2.8. Sanitation of the milking machine system .....	29
2.9. Mastitis.....	29
2.10. Number of cows handled per person.....	30
2.11. Milk flow rate.....	30
2.12. Milk yield and milking time.....	31
2.13. Somatic cell count and their use.....	33
2.13.1 Origin and function of somatic cell count.....	35
2.13.2. Somatic cell count and udder health.....	35
<b>CHAPTER THREE: MATERIALS AND METHODS.....</b>	<b>38</b>
3.1. Materials.....	38
3.1.1. Experimental animals.....	38
3.1.2. Housing system and housing facilities.....	38
3.1.3. Feeding.....	38
3.1.4. Hand milking.....	40
3.2. The set-up and the milking machine.....	40
3.2.1. Apparatus for somatic cell count (SCC) .....	40
3.2.2. Reagents for SCC.....	40
3.3. Methods.....	44
3.3.1 Adaptation period.....	44
3.3.5. Training the milkers.....	44
3.3.6. The milking operations.....	44
3.3.6.1. Before milking.....	44
3.3.6.2. During milking.....	46
3.3.6.3. After milking.....	46
3.4. Somatic cell count (SCC) .....	46
3.4.1 Principles.....	46
3.4.2. Preparation of the Dye solution.....	47
3.5. Data collection.....	48
3.5.1. Milking time.....	48
3.5.2. Milk yield.....	48
3.5.3. Milk flow rate.....	48
3.5.4. Number of cows handled per person.....	48
3.5.5. Somatic cell count.....	49
3.5.5.1 Primary data.....	49



3.5.5.2 Secondary data.....	49
3.6. Statistical analysis.....	49
<b>CHAPTER FOUR: RESULTS.....</b>	<b>50</b>
4.1 Milking time.....	50
4.2 Milk production.....	52
4.3 Milk flow rate.....	55
4.4 Somatic cell count (SCC) .....	55
4.5 Number of cows handled per person.....	60
<b>CHAPTER FIVE: DISCUSSION .....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSION AND RECOMMENDATION .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>67</b>

## LIST OF TABLES

Table	Title	No.
1.1	Effect of somatic cell count on milk production.....	37
3.1	Status of the experimental cows.....	41
4.1	Milking time (minute/day) .....	50
4.2	T-test of milking time (minutes) .....	52
4.3	Milk production (pound lb/day) .....	53
4.4	T-test for daily milk production (pound/day) .....	53
4.5	Milk flow rate pound/minute.....	56
4.6	T-test of flow rate (pound/minute) .....	56
4.7	Sc <sub>c</sub> (10 <sup>3</sup> ) for six different area (SCC/ml) .....	58
4.8.	Means of SCC X 10 <sup>3</sup> for six differents farms.....	58
4.9	Ranked order results for SCC.....	59
4.10	Somatic cell count (SCC/ml) .....	60
4.11	T-test of (SCC/ml) .....	60

## LIST OF FIGURES

Fig.	Title	No.
1.	Milking time.....	51
2.	Milk production .....	54
3.	Milk flow rate .....	57
4.	Somatic cell count .....	62

## LIST OF PLATES

Fig.	Title	No.
5.	Housing system .....	39
6.	The milking machine .....	42
7.	Hand milking .....	43
8.	Training the milkers .....	45