

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului
„Regele Mihai I al României” din Timișoara



Facultatea de Medicină Veterinară

MATEUȚĂ SÎRBU VICTOR DANIEL

TEZĂ DE DOCTORAT

***CARYOSPORA (AVISPORA) SPP. LA FALCONIFORMELE DIN
ORIENTUL MIJLOCIU: PREVALENȚĂ, INCIDENTĂ,
TAXONOMIE, CICLU BIOLOGIC, TERAPIE, PREVENȚIE***

Conducători Științifici

Prof. Emeritus dr. Dr.h.c. GHEORGHE DĂRĂBUȘ

JAIME SAMOUR MVZ (Hons), PhD, Dip ECZM (Avian)

Timișoara

2021

Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine

"King Michael I of Romania" from Timisoara



Faculty of Veterinary Medicine

MATEUȚĂ SÎRBU VICTOR DANIEL

DOCTORAL THESIS

***CARYOSPORA (AVISPORA) SPP. IN FALCONIFORMES IN
THE MIDDLE EAST: PREVALENCE, INCIDENCE,
TAXONOMY, LIFE CYCLE, THERAPY, PREVENTION***

Scientific coordinators

Prof. Emeritus dr. Dr.h.c. GHEORGHE DĂRĂBUȘ

JAIME SAMOUR MVZ (Hons), PhD, Dip ECZM (Avian)

Timișoara

2021

REZUMAT

CARYOSPORA (AVISPORA) SPP. LA FALCONIFORMELE DIN ORIENTUL MIJLOCIU: PREVALENȚĂ, INCIDENTĂ, TAXONOMIE, CICLU BIOLOGIC, TERAPIE, PREVENȚIE

Teza de doctorat include redactarea în limba română și engleză: cuprins, lista cu abrevierile și simbolurile folosite în teză, rezumatul tezei, o introducere și cele două părți importante ale tezei: **Stadiul actual al cunoașterii și Cercetările proprii**. Pe baza cercetărilor proprii au fost elaborate și redactate: **Concluziile generale, recomandările și Elementele de originalitate**. Urmează Bibliografia și lista lucrărilor științifice publicate ca doctorand.

În **Introducere** sunt prezentate importanța temei de cercetare, actualitatea temei alese, prezentarea conținutului și obiectivele științifice propuse studiului.

Stadiul actual al cunoașterii este extins pe 28 de pagini.

Cercetările proprii sunt extinse pe 53 de pagini.

Numărul tabelor este 10.

Numărul figurilor este 75.

Bibliografia cuprinde 66 de titluri (articole, cărți, teze de doctorat, referate și website-uri).

I. Stadiul actual al cunoașterii este structurat în cinci capitole:

- 1. Date generale despre șoimi**
- 2. Etiologia în avisporoză**
- 3. Epidemiologie în avisporoză**
- 4. Diagnosticul parazitismului cu speciile *Avispora* la șoimi**
- 5. Controlul parazitologic al avisporozei la șoimi**

În **primul capitol** sunt prezentate informații despre șoimi, taxonomia, rolul lor în șoimărit, înmulțirea în captivitate și modul în care sunt influențați de avisporoză.

În **al doilea capitol** speciile *Avispora* sunt descrise general și morfologic. Este prezentată cea mai recentă reîncadrare/reclasificare taxonomică.

În **al treilea capitol** sunt prezentate datele epidemiologice, reprezentate de prevalența, sursele și căile de infestație, factorii favorizanți.

În **al patrulea capitol** sunt prezentate date privind diagnosticul clinic și paraclinic în avisporoză.

În **al cincelea capitol** sunt prezentate date privind controlul parazitologic al avisporozei.

II. Cercetările proprii sunt structurate în șapte capitole:

- 6. Etiologia în parazitismul cu speciile *Avispora* la șoimi în Emiratele Arabe Unite**
- 7. Prevalența parazitismului cu speciile *Avispora* la șoimi în Emiratele Arabe Unite**
- 8. Cercetări experimentale privind rolul șobolanilor, șoarecilor, porumbeilor și prepelițelor în epidemiologia infecției cu *Avispora* spp. la șoimi**
- 9. Cercetări privind sursele de infecție în parazitismul cu speciile de *Avispora* la șoimi**
- 10. Studiul molecular al speciilor *Avispora* identificate la șoimi**
- 11. Studiul anatomopatologic al speciilor *Avispora* identificate la șoimi**
- 12. Cercetări terapeutice în parazitismul cu speciile *Avispora* la șoimi**

Fiecare capitol este structurat în patru subcapitole:

- o Scop și obiective;
- o Materiale și metode;
- o Rezultate și discuții;
- o Concluzii.

În **capitolul 6**, a fost studiată etiologia în parazitismul cu speciile *Avispora* la șoimi în Emiratele Arabe Unite, ținând cont de importanța șoimilor pe care a dobândit-o în ultimii ani. Scopul acestui studiu a fost acela de a identifica speciile de *Avispora*, pentru a putea stabili diagnosticul de avisporoză și de a realiza un control parazitologic adecvat.

Obiectivele prezentului studiu au fost următoarele: identificarea speciilor de *Avispora* și a gradului de infestare în rândul diferitelor specii de șoimi, diferite ferme, programe (înmulțire, vânatoare, competiții), precum și a șoimilor admiși în spitalele de șoimi. În vederea identificării probelor pozitive au fost realizate examene coproscopice calitative. Speciile *Avispora* implicate în parazitismul șoimilor cu avisporoză studiați au fost determinate pe baza caracterelor morfometrice. Acestea au fost *A. kutzeri*, *A. neofalconis*, *A. megafalconis*, *A. falconis*, *A. cherrugi* și *A. boeri*. Dimensiunile oochiștilor cariosporieni identificate în acest studiu au fost comparate cu rezultatele publicate anterior. Acestea au fost similare cu dimensiunile citate în publicațiile anterioare, cu minore diferențe.

Speciile de șoimi diagnosticate pozitiv au fost: gyr, peregrin, sacru, hibrid gyr x peregrin, hibrid gyr x sacru, vinderel eurasian, red napped shaheen și vinderel american.

Au fost identificate în numeroase cazuri parazitoze concurente cu avisporoza. Acestea au fost reprezentate de *Porrocaecum* spp., *Serratospicillum* spp. și *Capillaria* spp.

În **capitolul 7**, a fost studiată prevalența parazitismului cu speciile *Avispora* la șoimi în Emiratele Arabe Unite. Obiectivul acestui studiu a fost acela de a determina prevalența speciilor *Avispora* la populația de șoimi prezentă în Emiratele Arabe Unite, diferențiate taxonomic pe baza caracterelor morfologice specifice. Studiul a acoperit, de asemenea, prevalența infecției în funcție de specia, vârsta, sexul, originea și scopul folosirii șoimilor.

Determinarea speciei *Avispora* s-a realizat morfometric, oochiștii sporulați fiind vizibil diferențiați în funcție de specie. Din 3975 probe de fecale examinate, 297 (7.47%) au fost pozitive pentru prezența oochiștilor *Avispora* spp. iar distribuția speciilor a fost: *A. kutzeri* 41.41%, *A. neofalconis* 25.59%, *A. megafalconis* 18.18%, *A. falconis* 10.44%, *A. cherrugi* 3.7%, și *A. boeri* 0.67%. Specia *Avispora* cu cea mai înaltă prevalență a fost *A. kutzeri* (41.41%), acest rezultat datorându-se distribuției largi în rândul speciilor de șoimi și infectivității înalte. Această specie reprezintă una dintre majorele cauze de morbiditate în rândul șoimilor din centrele de înmulțire, reabilitare sau scop șoimăristic.

Prevalența speciilor *Avispora* în rândul speciilor de șoimi studiate a fost: hibrid gyr x peregrin 27.27%, gyr 25.59%, peregrin 20.54%, sacru 16.50%, hibrid gyr x sacru 8.08%, vinderel eurasian 1.01%, red napped shaheen 0.67%, și vinderel american 3.34%. Rezultatele acestui studiu au demonstrat cea mai înaltă prevalență a avisporozei la șoimul hibrid gyr x călător (27.27%). Cererea de către șoimarii emiratezi pentru acest hibrid este mereu crescută pentru performanța ce au demonstrat-o de-a lungul timpului în vânatoare și competiții.

Distribuția pe vârstă a fost 50.51% pentru adulți și 49.49% juvenili, iar în funcție de sex a fost 82%, raportat la numărul total de șoimi luați în studiu, pentru femele și 18% pentru masculi. A fost întâlnit mai ales monoparazitismul în infecția cu *Avispora* spp. Mai rar a fost întâlnit poliparazitismul cu două specii (*A. kutzeri* și *A. neofalconis*) și cu trei specii (*A. kutzeri*, *A. neofalconis* și *A. falconis*).

În **capitolul 8**, a fost studiat rolul șobolanilor, șoarecilor, porumbeilor și prepelițelor în epidemiologia infecției cu *Avispora* spp. în diseminarea infecției la șoimi, acestea fiind oferite usual ca și hrană. S-a dorit

demonstrarea atributului de non-gazdă intermediară al acestor animale în avisporoză. Animalele au fost infectate oral cu oochiștii sporulați de *A. kutzeri*, *A. neofalconis* și *A. megafalconis*, folosind un inocul de 10^3 . Animalele experimentale au fost ținute în viață cu apă și hrană ad libidum timp de două săptămâni. Mixt de fecale provenite de la fiecare grup în parte au fost examinate microscopic zilnic în vederea identificării oochiștilor eliminați. După 14 zile, prepelițele, șoarecii, șobolanii și porumbeii au fost eutanasiați în vederea realizării examenului post mortem. Conținutul intestinal a fost colectat și examinat. Probele au fost procesate prin intermediul metodelor histologice standard.

Rezultatele experimentului au demonstrat eliminarea prin fecale a oochiștilor sporulați *Avispora* spp. inoculați în primele trei zile de la inoculare. Conținutul intestinal examinat nu a prezentat oochiști sau stadii de dezvoltare ale speciilor. În secțiunile histologice realizate din organele specimenelor nu s-a identificat nici o formă de oochist sau stadiu *Avispora* spp.

Deoarece s-a demonstrat rolul de non-gazdă intermediară al șobolanilor, șoarecilor, porumbeilor și prepelițelor în avisporoză, nu se exclude însă potențialul acestora de a juca rolul de vectori în cazul în care au fost expuși la oochiști *Avispora* spp.

În **capitolul 9**, au fost studiate sursele de infecție în parazitismul cu speciile de *Avispora* la șoimi. S-au luat în vedere principalele aspecte și modalități de transmitere, contaminare a mediului, rezistenței oochiștilor în mediu, măsuri de prevenire și decontaminare. Transmiterea avisporozei la șoimi este polifactorială și complexă. În acest studiu am cuprins principalele mecanisme prin care infecția este facilitată prin intermediul propagării reproduției și șoimăritului. Modalitățile investigate au fost cele prin intermediul vaselor de apă, mânușilor de piele folosite la hrănirea șoimilor, substratul volierelor. Șoimii luați în studiu au făcut parte atât din lotul de competiție și vânătoare, precum și cei incluși în programul de înmulțire sau năpârlire, sau centre de vânzare.

Vasele de apă a patru șoimi (doi gyri, un călător și un vinderel) preconfirmați pozitiv pentru avisporoză (*A.kutzeri* + *A.megafalconis*) au fost monitorizate în vederea identificării oochiștilor sporulați, infestați. În fiecare vas s-au turnat doi litri de apă și au fost lăsate, timp de 72 ore, astfel încât șoimii să aibe acces să bea și să se îmbăieze, timp în care s-a evaluat comportamentul șoimilor: de câte ori au băut apă și de câte ori au intrat cu picioarele în recipientele cu apă pentru a se îmbăia. După 48 de ore, iar apoi după 72 de ore, un litru din fiecare vas a fost prelevat și examinat. Șoimilor de antrenament ale căror vase cu apă au fost examinate, le-a fost studiat comportamentul pe durata celor 72h. Cei patru șoimi au intrat în vasul cu apă de trei – opt ori pe durata studiului pentru a bea apă sau a se curăța, timp necesar pentru diseminarea oochiștilor. În fiecare dintre cele patru vase cu apă s-au identificat oochiști sporulați în diferite stadii de sporulare.

După 48 de ore 550 ± 108 oochiști au fost identificați per g. sediment iar după 72 de ore 925 ± 165 oochiști au fost identificați per g. sediment. Din punct de vedere al procentului de sporulare, după 48 de ore $49 \pm 7\%$ din oochiști au sporulat, iar după 72 de ore $83 \pm 6\%$, ceea ce demonstrează că schimbarea apei zilnic este importantă pentru a împiedica potențialul de reinfestare. Acest experiment a demonstrat importanța sanitației vaselor cu apă servite șoimilor. În cazul în care șoimii au fost deparazitați, dar pe degete și gheare au încă aderă materii fecale cu oochiști nesporulați, în momentul în care apa este servită, se recontaminează, oochiștii sporulează și infecția se reia.

Mănușile de piele folosite la hrănirea șoimilor au fost luate în considerare prin potențialul rolului lor în ciclul biologic în avisporoză. O mănușă este în general folosită la hrănirea unui număr variabil de șoimi perioadă variabilă de timp chiar ani. Pentru acest experiment, șapte mănuși de piele folosite la hrănirea șoimilor au fost colectate dintr-un centru de comercializare de păsări răpitoare. Oochiști nesporulați în diferite stadii de viabilitate au fost identificați pe două din șapte mănuși examinate.

În urma examinării secțiunilor din larvele de *Coleoptera* spp. ce cohabitează în volierele de șoimi nu s-au identificat oochiști sau stadii intermediare de *Avispora* spp.

Considerăm că atunci când măsurile de igienă nu sunt respectate, oochiștii sporulați pot fi diseminați cu ușurință în mediu prin ustensile ca mănuși, mangala, suporturi, carpete, vase cu apă, hrană.

În **capitolul 10** s-a analizat prin biologia moleculară speciile cele mai comune de *Avispora* spp. întâlnite la șoimii din EAU. Obiectivul a urmărit compararea rezultatelor obținute cu cele din studiile anterioare și clasificarea filogenică. *A. kutzeri* nu a fost identificată molecular în alte studii iar cercetările noastre au demonstrat identitatea genetică dintre *A. kutzeri* și *Eumonospora henryae*. Genul *Avispora* este termenul cel mai recent folosit sinonim cu *Eumonospora*, fiind unul și același gen. De la *Eumonospora* a fost redenumit *Caryospora*, iar recent a devenit *Avispora* [33]. Prin urmare, *E. henryae* este denumirea veche a aceași specii iar termenul actual folosit este *A. kutzeri*. Secvențele de nucleotide 18s pentru *A. neofalconis* au fost identice în proporție de 95% cu secvențele de nucleotide depozitate în GenBank pentru *C. neofalconis* (aceeași specie), dar secvențele de nucleotide 28s și CytB au fost 97-98% identice cu *E. henryae* (*A. kutzeri*) ceea ce demonstrează apropierea genetică dintre cele două specii.

În **capitolul 11** s-au studiat anatomopatologic speciile *Avispora* identificate la șoimi. Studiul a dorit examinarea în detaliu al tractului digestiv la șoimii paraziți cu speciile *Avispora*, întrucât nu s-a realizat până în prezent. A fost important de stabilit cu exactitate unde în tractul intestinal se localizează stadiile intermediare și evoluția acestora. Acest aspect a fost important din perspectiva ciclului biologic. O femelă de șoim gyr în vârstă de doi ani a fost recuperată ca și carcasă din unul din compartimentele centrului de înmulțire Dubai falcon center. Diagnosticul post mortem a fost amiloidoză hepatică și renală, cauza subcombării fiind guta cauzată de blocajul renal. Postmortem, tractul digestiv a fost examinat macroscopic și microscopic, urmat de raclare intestinală, citologie, histopatologie, imunohistochimie și biologie moleculară [16].

Tractul digestiv s-a separat de restul organelor, urmat de inspectia macroscopică exterioară a acestuia de la faringe la cloacă. Tractul intestinal a avut 115 cm. În prima treime a intestinului (duoden, jejun) macroscopic s-au observat numeroase hemoragii petechiale, mai ales între 20-30 cm. Conținutul intestinal a fost semi-fluid, neaderent. În a doua treime a intestinului (ileon, colon) macroscopic s-au observat puține hemoragii petechiale. Conținutul intestinal a fost semi-fluid, neaderent. În a ultima treime a intestinului (colon) macroscopic s-a observat conținut intestinal maroniu, vâscos, aderent la mucoasă, cu reduse hemoragii petechiale. Microscopic, s-au identificat macrogamoni imaturi ce au măsurat 18,6 x 13 um, și au prezentat un nucleu localizat central, intens colorat. Merozoizi ce au măsurat 11,6 x 3,5 um s-au obținut din preparate obținute din ultima treime a intestinului subțire.

În **capitolul 12**, s-a evaluat eficacitatea toltrazurilului și diclazurilului în tratamentul șoimilor cu avisporoză prezenți în Emiratele Arabe Unite. Obiectivele urmărite au fost: instaurarea unui control parazitologic adecvat și tratarea eficientă a șoimilor. Evaluarea eficacității substanțelor antiparazitare prezintă o importanță deosebită în realizarea unui plan strategic de control parazitologic. Tratamentele administrate au fost toltrazuril în doză de 25mg/kg PD x2 zile, diclazuril în doză de 7mg/kg PD x2 zile.

Șoimii luați în experiment au fost monitorizați pe toată perioada studiului în ceea ce privește: condițiile de întreținere, hrănirea, curățenia, sanitația, semnelor clinice, apetitului, statusului general. În timpul experimentului șoimii au fost expuși la antrenamente ce s-au organizat în același mediu timp de 30 de zile, după care au fost antrenați la stația de antrenament din deșert. Aceștia au participat la numeroase competiții, ocazii în care au intrat în contact cu numeroși șoimi proveniți din diferite surse. Șoimii de reproducție au fost crescuți în camere

construite din panouri sandwich, complet închise, cu podele de beton pe care au fost așezate carpete, iar apa a fost servită în vase de plastic schimbate la fiecare două zile.

Eficacitatea celor două protocele de tratament a fost evaluată 14 zile post tratament. Tratamentele asupra șoimilor reproducători a avut 100% eficacitate, pentru ambele substanțe. Pentru șoimii de competiții și vânătoare eficacitatea a fost de 89% pentru toltrazuril și de 98% pentru diclazuril. Aceste rezultate demonstrează imunitatea parțială a șoimilor de reproducție ce au avut o greutate corespunzătoare și stres limitat. Eficacitatea mai scăzută a medicației la șoimii supuși antrenamentelor ar putea fi datorată tinereții lor și factorilor de stress.

În cazul toltrazurilului șoimii de reproducție au necesitat patru tratamente lunare, iar șoimii de vânătoare șapte, pentru asigurarea controlului complet. În cazul diclazurilului șoimii de reproducție au necesitat patru tratamente, iar șoimii de vânătoare cinci pentru asigurarea controlului complet.

Rezultatele au demonstrat eficiența sporită a diclazurilului în comparație cu toltrazurilul dar și diferențe în imunitatea șoimilor de reproducție față de cei antrenați.

Diclazurilul nu a determinat nici un efect secundar. Toltrazurilul, în schimb, a avut ca efecte: scăderea performanței la antrenament, zbor letargic și răspuns scăzut la apeluri.

SUMMARY

CARYOSPORA (AVISPORA) SPP. IN FALCONIFORMES IN THE MIDDLE EAST: PREVALENCE, INCIDENCE, TAXONOMY, LIFE CYCLE, THERAPY, PREVENTION

The doctoral thesis contains the following structure written in Romanian and English: table of contents-, list of abbreviations and symbols used in thesis, an introduction and the two important parts of the thesis: The current state of knowledge and Personal research. Based on our personal research, the following were elaborated: General conclusions, recommendations and Elements of originality. The references are presented at the end of the second part, followed by the list of scientific articles published by the PhD student.

The paper is structured into two parts. The first part is entitled **Introduction** and the second one- **Contents**. The second part is organized into four main chapters:

- I. The current status of knowledge.**
- II. Personal research.**
- III. General conclusions and recommendations.**
- IV. Originality elements.**

The first part is 28 pages long.

The second part is 53 pages long.

There are 10 tables and 75 figures.

There references comprise 66 titles (articles, books, doctoral theses, reports and websites).

In the **Introduction** are presented the importance of this research theme, the actuality of the chosen theme and a presentation of the content and scientific objectives proposed in this research.

I. The current status of knowledge is structured into five chapters:

- 1. General information about falcons.**
- 2. Etiology in avisporosis.**
- 3. Epidemiology in avisporosis.**
- 4. Diagnosis in falcon avisporosis.**
- 5. Parasitologic control in falcon avisporosis.**

In the **first chapter** information about falcons is presented regarding taxonomy, their role in falconry, captive breeding, how avisporosis influence falcons.

The **second chapter** presents descriptions of *Avispora* spp. and their morphology, most recent taxonomic reclassification.

The **third chapter** describes epidemiologic data represented by prevalence, infection sources, influencing factors.

The **forth chapter** are presented diagnosis data in avisporosis: clinic and paraclinic.

The **fifth chapter** describes the parasitological control in aviosporosis.

II. The Individual research section is structured into five chapters:

- 6. Etiology in *Avispora* species parasitism in the United Arab Emirates.**
- 7. Prevalence of *Avispora* species parasitism in United Arab Emirates.**
- 8. Research regarding the role of rats mice, pigeons and quails in the epidemiology of *Avispora* spp. Infection.**
- 9. Research regarding the infection sources in *Avispora* spp. Parasitism in facons**
- 10. Molecular study of *Avispora* species identified in falcons**
- 11. Anatomopathological study of *Avispora* species identified in falcons**
- 12. Therapeutic research in *Avispora* species parasitism in falcons.**

Each chapter is structured into 4 four chapters:

- o Aim and objectives.
- o Materials and methods.
- o Results and discussion.
- o Conclusions.

In Chapter 6, the aetiology of *Avispora* species in falcons in the United Arab Emirates was studied, taking into account the importance of the falcons that it has gained in recent years. The purpose of this study was to identify the *Avispora* species in order to establish the diagnosis of avisporosis.

The objectives of this study were the following: identification of *Avispora* species and infestation among different species of falcons, different farms, programs (breeding, hunting, competitions) as well as falcons admitted to the falcon hospitals. In order to identify positive samples, qualitative coproscopic examinations were performed. The *Avispora* species found in the studied falcons were determined based on morphometric characters. These were *A. kutzeri*, *A. neofalconis*, *A. megafalconis*, *A. falconis*, *A. cherrugi* and *A. boeri*. The dimensions of the avisporian oocysts identified in this study were compared with the previously published results. These were similar to the dimensions reported in previous publications, with minor differences.

The falcon species diagnosed positive were: gyr, peregrine, saker, hybrid gyr x peregrine, gyr x saker hybrid, eurasian kestrel, red napped shaheen, and American kestrel.

In many cases concurrent parasitoses were identified. They were represented by *Porrocaecum* spp., *Serratospicillum* spp. and *Capillaria* spp.

In Chapter 7, the prevalence of *Avispora* spp. parasitism in falcons in the United Arab Emirates was studied. The aim of this study was to determine the prevalence of *Avispora* species in the falcon population present in the United Arab Emirates, differentiated taxonomically on specific morphological characters. The study also covered the prevalence of infection according to the species, age, sex, origin and purpose of the falcons.

The determination of the *Avispora* species was performed morphometrically, the sporulated oocysts being visibly differentiated according to the species. From 3975 samples of faeces examined, 297 (7.47%) were positive for the presence of *Avispora* spp. and the distribution of the species was: *A. kutzeri* 41.41%, *A. neofalconis* 25.59%, *A. megafalconis* 18.18%, *A. falconis* 10.44% , *A. cherrugi* 3.7%, and *A. boers* 0.67%. The *Avispora* species with the highest prevalence was *A. kutzeri* (41.41%), this result owing to the large distribution among the species of falcons and high infectivity. This species is one of the major causes of morbidity among the falcons in the breeding, rehabilitation or recreational centers.

The prevalence of *Avispora* species among the falcon species studied was: gyr x peregrine hybrid 27.27%, gyr 25.59%, peregrine 20.54%, saker 16.50%, gyr x saker 8.08%, Eurasian kestrel 1.01%, red napped shaheen 0.67%, and American kestrel.34%. The results of this study demonstrated the highest prevalence of avisporosis in gyr x peregrine hybrid (27.27%). The demand for this hybrid in the UAE is always increasing for the performance they have demonstrated over time in hunting and competitions.

Distribution by age was 50.51% for adults and 49.49% for juveniles, and by gender was 82% for females and 18% for males. In particular, monoparasitism in *Avispora* spp infection was encountered. Two-species polyparasitism (*A. kutzeri* and *A. neofalconis*) and seldom three species (*A. kutzeri*, *A. neofalconis* and *A. falconis*) were encountered.

In Chapter 8, the role of rats, mice, pigeons and quail in the epidemiology of *Avispora* spp. has been studied. Demonstration of the non intermediate host attribute of these animals in avisporosis was desired. The animals were orally infected with sporulated oocysts of *A. kutzeri*, *A. neofalconis* and *A. megafalconis* using an inoculum of 10^3 . The experimental animals were kept alive with water and food ad libitum for two weeks. Mixed faeces from each group were examined microscopically daily to identify the number of oocysts shed. After 14 days, the quails, mice, rats and pigeons were euthanized and the post-mortem exam was performed. The intestinal contents were collected and examined. Samples were processed using standard histological methods.

The results of the experiment demonstrated the elimination in feces of sporulated oocysts *Avispora* spp. inoculated within the first three days of inoculation. The intestinal contents examined did not show any oocysts or development stages of the *Avispora* species. No form of oocyst of *Avispora* spp. was identified in histological sections performed from the hystological preparations.

The role of the non-intermediate host of rats, mice, pigeons and quail in avisporosis has been demonstrated, although their potential to play the role of vectors when exposed to *Avispora* spp. still stands.

In chapter 9, the sources of infection in the parasitism with *Avispora* species in falcons were studied. The main aspects and modalities of transmission, environmental contamination, resistance of the oocysts to the environment, preventive and decontamination measures were considered. The transmission of avisporosis to falcons is multifactorial and complex. In this study we covered the main mechanisms of infection facilitated by propagation, reproduction and export. The investigated ways were those through water vessels, leather gloves used to feed the falcons, substrate of the aviaries. The falcons studied were part of the competition and hunting groups, as well as those included in the breeding or show program and sale centers.

Four falcons (two gyrs, a peregrine and a kestrel) preconfirmed positively for avisporosis (*A.kutzeri* + *A.megafalconis*) were monitored to identify sporulated, infecting oocysts. Two litters of water were poured into each pot and were left for 72 hours so that the falcon had access to drink and bathe. The behaviour was evaluated during this period: whenever they drank water and how many times they got their feet in the water vessels to bathe. After 48 hours, and then after 72 hours, one liter of each vessel was collected and examined. The four falcons entered the water vessel three to eight times during the study to drink water or clean up, time necessary for the dissemination of the oocysts. In each of the four water vessels were identified sporulated oocysts in various sporulation stages.

After 48 hours 550 ± 108 oocysts were identified per g of sediment and after 72 hours 925 ± 165 oocysts were identified per g of sediment. From the point of view of the sporulation percentage, after 48 hours $49 \pm 7\%$ of the oocysts sprouted, and after 72 hours $83 \pm 6\%$. This experiment has demonstrated the importance of sanitation of water vessels served to falcons. If the falcons were dewormed, but fingers and claws adhered faecal with unsporulated oocysts, when the water is served, the water vessel is contaminated, the oocysts sporulate and the infection is resumed.

The leather gloves used to feed the falcons have been considered to have a potential role in the biological cycle in avisporosis. A glove is generally used to feed a variable number of falcons and species. For this

experiment, seven leather gloves used to feed the falcons were collected from a falcon selling center.

Unsporulated oocysts in various stages of viability were identified on two of the seven examined gloves.

Following the examination of the sections of *Coleoptera* spp. larvae cohabiting in the falcon chambers, no oocysts or intermediate stages of *Avispora* spp. were identified.

We believe that when hygiene measures are not observed, sporadic oocysts can be easily spread in the environment through utensils such as gloves, mangalas, supports, carpets, water pots, food.

In Chapter 10 the most common species of *Avispora* spp. found in the UAE falcons were analyzed by molecular biology. The aim was to compare the results obtained with those of previous studies and phylogenetic classification. *A. kutzeri* has not been molecularly identified in other studies and our research has demonstrated the genetic identity between *A. kutzeri* and *Eumonospora henryae*. The genus *Avispora* is the most recently used term synonymous with *Eumonospora*, being one and the same genus. From *Eumonospora* it was renamed *Caryospora*, and recently became *Avispora* [33]. Therefore, *E. henryae* is the old name of the same species and the most current term used is *A. kutzeri*. The 18s nucleotide sequences for *A. neofalconis* were 95% identical to the nucleotide sequences stored in GenBank for *C. neofalconis* (same species), but the 28s nucleotide and CytB sequences were 97-98% identical to *E. henryae* (*A. kutzeri*) which demonstrates the genetic proximity between the two species.

In Chapter 11 the *Avispora* species identified in falcons were studied anatomopathologically. The study followed a detailed examination of the digestive tract in falcons parasitized with *Avispora* species, as it has not been done so far. It was important to establish exactly where in the intestinal tract are located the intermediate stages and their evolution. This aspect was important from the perspective of the biological cycle. A two-year-old female gyr falcon was recovered as a carcass from one of the compartments of the Dubai Falcon Center. The post-mortem diagnosis was hepatic and renal amyloidosis, the cause of subcombination being gout caused by renal blockage. Postmortem, the digestive tract was examined macroscopically and microscopically, followed by intestinal scraping, cytology, histopathology, immunohistochemistry and molecular biology [16].

The digestive tract separated from the rest of the organs, followed by its external macroscopic inspection from the pharynx to the cloaca. The intestinal tract was 115 cm. In the first third of the intestine (duodenum, jejunum) macroscopically, numerous petechial hemorrhages were observed, especially between 20-30 cm. The intestinal contents were semi-fluid, non-adherent. In the second third of the intestine (ileum, colon) macroscopically, few petechial hemorrhages were observed. The intestinal contents were semi-fluid, non-adherent. In the last third of the intestine (colon) macroscopically, brown, viscous intestinal contents were observed, adherent to the mucosa, with reduced petechial hemorrhages. Microscopically, immature macrogamonts were identified that measured 18.6 x 13 μ m, and presented a centrally located, intensely colored nucleus. Merozoites measuring 11.6 x 3.5 μ m were obtained from preparations obtained from the last third of the small intestine.

In Chapter 12 the effectiveness of toltrazuril and diclazuril in the treatment of falcons with avisporosis present in the United Arab Emirates was evaluated. The objectives pursued were: to establish an adequate parasitological control and the efficient treatment of falcons. The evaluation of the efficacy of antiparasitic substances is of particular importance in the implementation of a strategic parasitological control plan. The treatments administered were toltrazuril at a dose of 25 mg / kg PD x2 days, diclazuril at a dose of 7 mg / kg PD x2 days.

The falcons taken in the experiment were monitored throughout the study in terms of: maintenance conditions, feeding, cleanliness, sanitation, clinical signs, appetite, general status. During the experiment, the hawks were exposed to training sessions that were organized in the same environment for 30 days, after which they were trained at the desert training station. They participated in numerous competitions, on which occasions they came into contact with numerous falcons from various sources. Breeding falcons were raised in rooms built of sandwich panels, completely closed, with concrete floors on which carpets were placed, and water was served in plastic pots changed every two days.

The efficacy of the two treatment protocols was evaluated 14 days post-treatment. Treatments on breeding falcons were 100% effective for both substances. For competition and hunting hawks the efficacy was 89% for toltrazuril and 98% for diclazuril. These results demonstrate the partial immunity of breeding falcons that have had adequate weight and limited stress. The lower effectiveness of medication in trained falcons could be due to their youth and stressors.

In the case of toltrazuril, breeding falcons required four treatments per month, and hunting falcons seven, to ensure complete control. In the case of diclazuril, breeding falcons required four treatments and hunting falcons five to ensure complete control.

The results demonstrated the increased efficacy of diclazuril compared to toltrazuril but also differences in the immunity of breeding falcons to those trained.

Diclazuril did not cause any side effects. Toltrazuril, on the other hand, had the following effects: decreased training performance, lethargic flight and low call response.
