

# VASCULARIZAÇÃO ARTERIAL DO NÓ ATRIOVENTRICULAR E TRONCO DO FASCÍCULO ATRIOVENTRICULAR EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

## ARTERIAL SUPPLY OF THE ATRIOVENTRICULAR NODE AND TRUNK OF THE ATRIOVENTRICULAR FASCICLE IN BOVINES OF THE NELORE RACE

**Alan-Kardec MARTINS<sup>1</sup>; Renato Souto SEVERINO<sup>2</sup>; Julio Roquete CARDOSO<sup>3</sup>; Andrei Antonioni FIDELIS<sup>4</sup>, Talita Vicino RODRIGUES<sup>4</sup>**

1. Médico Veterinário, MSc., graduando em Medicina, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. [Julio01963@upis.br](mailto:Julio01963@upis.br); 2. Professor, Doutor, Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento de Morfologia – UFU; 3. Professor, MSc, Departamento de Medicina Veterinária, UPIS – Faculdades Integradas, Brasília, DF, Brasil; 4. Graduando em Medicina Veterinária – UPIS – Faculdades Integradas, Brasília, DF.

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi identificar os vasos responsáveis pela irrigação do nó atrioventricular (NAV) e do tronco do fascículo atrioventricular (TFAV) em corações de bovinos da raça Nelore. Utilizou-se para tanto, 30 corações de bovinos fêmeas entre 35 e 48 meses de idade. Estes foram fixados em solução aquosa de formol a 15%. Para melhor visualização de seus ramos, as artérias coronárias direita e esquerda foram injetadas com solução corada de Neoprene látex 450. Por meio de criteriosa dissecação da região ocupada pelos respectivos componentes do sistema excitocondutor cardíaco, constatou-se que o nó atrioventricular é irrigado por colaterais provenientes do ramo ventricular direito, ramo atrial direito proximal, ramo atrial esquerdo proximal, ramo atrial esquerdo distal e ramo septal. Destes, o ramo ventricular direito é o mais freqüente, contribuindo com colaterais para o NAV em 96,66% dos corações estudados. O tronco do fascículo atrioventricular é irrigado por colaterais oriundos do ramo septal, ramo ventricular direito, ramo atrial proximal direito e ramo septal interventricular. O ramo septal foi o mais presente, irrigando o TFAV em 83,33% dos corações estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bovinos. Nó atrioventricular. Tronco do fascículo atrioventricular. Vascularização.

### INTRODUÇÃO

O sistema excitocondutor cardíaco é composto pelo nó sinoatrial, vias internodais, nó atrioventricular, tronco do fascículo atrioventricular e seus ramos direito e esquerdo. Estes últimos terminam se ramificando ao longo do subendocárdio ventricular em feixes de fibras de Purkinje (CARDOSO et al., 2003). O nó sinoatrial é o responsável por gerar o impulso rítmico normal do coração, por isso, ele é considerado o marcapasso cardíaco. O nó atrioventricular, ou nó de Tawara, representa a única conexão elétrica normal entre os átrios e os ventrículos. Essa localização estratégica, juntamente com o conjunto de propriedades eletrofisiológicas extremamente complexas e o fino controle autonômico fazem dessa estrutura um dos principais elos da corrente do sistema de condução. Ele possui uma importante função no que diz respeito ao retardo da transmissão do impulso elétrico dos átrios para os ventrículos, sincronizando assim a contração dos miocárdios atrial e ventricular, de forma que a contração atrial preceda a contração ventricular. O tronco do fascículo atrioventricular (TFAV) (mais comumente denominado feixe de His), e seus ramos conduzem os impulsos para todas as partes dos ventrículos (SCHUMMER et al., 1981).

Histologicamente, estas estruturas são distintas; o nó sinoatrial e o atrioventricular são constituídos por pequenos e especializados miócitos nodais, enquanto o TFAV e seus ramos por grandes fibras modificadas, os miócitos cardíacos condutores, mais conhecidos como fibras de Purkinje (CARDOSO et al., 2003).

O sistema excitocondutor do coração é susceptível a lesões isquêmicas, podendo gerar o aparecimento de ritmo cardíaco bizarro e alterações morfofuncionais na contração das câmaras cardíacas. Por conseqüência, a eficiência do bombeamento sanguíneo fica gravemente comprometida (GUYTON; HALL, 1997). Em função disso, o conhecimento da origem e distribuição dos vasos direcionados a este sistema é de suma importância em procedimentos cirúrgicos (NDIAYE et al., 1994; ABUIN; NIEPONICE, 1998).

Pode se observar na literatura uma detalhada descrição da irrigação dos componentes do sistema excitocondutor cardíaco em corações de humanos, porém em animais, e, especialmente em bovinos, uma descrição mais completa acerca da origem e distribuição dos vasos que nutrem estes componentes é escassa. Os primeiros estudos sobre aspectos da irrigação do NAV e TFAV foram desenvolvidos no início do século passado por Haas

(1911) e Crainicianu (1921). Todavia, apenas recentemente, estudos realizados por Teixeira Filho et al. (1993) e Cardoso et al. (2003) descrevem de maneira mais criteriosa e com uma nomenclatura padronizada os vasos envolvidos com a irrigação do NAV e TFAV em corações de bovinos.

Visando contribuir com o conhecimento da anatomia do coração bovino, este estudo teve como objetivo identificar os vasos responsáveis pela nutrição do nó atrioventricular e tronco do fascículo atrioventricular em bovinos da raça Nelore.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo 30 corações de bovinos da raça Nelore, fêmeas com idade entre 36 e 48 meses e pesando entre 350 e 450 kg. As peças foram cedidas pelo Frigorífico Luciana Ltda, localizado no município de Uberlândia - MG.

Após o abate dos animais, os corações foram removidos dos blocos de vísceras torácicas, preservando-se ao máximo a integridade dos segmentos iniciais dos vasos da base cardíaca.

As artérias coronárias, esquerda e direita, foram canuladas. Injetamos, primeiramente uma solução fisiológica para desobstrução da luz do sistema arterial coronariano e na seqüência, uma solução corada de Neoprene Látex 450 (Du Pont do Brasil - Ind. Químicas, SP). Após este procedimento, os corações foram fixados em solução aquosa de formol a 15%, por um período mínimo de 72 horas para serem posteriormente dissecados.

O acesso à região ocupada pelos componentes do sistema excitocondutor cardíaco em questão foi obtido a partir da remoção das paredes atrial e ventricular direitas. Em seguida, tomou-se como referência para a dissecação do nó atrioventricular e do tronco do fascículo atrioventricular a região cranial ao óstio do seio coronário, dorsal à inserção da válvula septal da valva atrioventricular direita. Confeccionamos desenhos esquemáticos de todos os corações dissecados e as peças com melhor qualidade foram fotografadas.

A terminologia dos vasos envolvidos com a irrigação das estruturas em questão foi baseada na Nômina Anatômica Veterinária (1994). Todavia, os vasos não citados pela Nômina foram identificados de acordo com a terminologia adotada por Schummer et al. (1981), Teixeira Filho et al. (1993) e Cardoso et al. (2003).

## RESULTADOS

### Topografia do nó atrioventricular (NAV) e do tronco do fascículo atrioventricular (TFAV)

Os resultados desta pesquisa permitiram-nos verificar que o nó atrioventricular (NAV) localiza-se caudo-ventralmente ao osso cardíaco e dorsalmente à inserção da válvula septal da valva atrioventricular direita. O tronco do fascículo atrioventricular (TFAV) segue-se ao NAV, progredindo ventralmente em aproximadamente um milímetro para o interior da parede da porção dorsal do septo atrioventricular, em direção à face direita do septo interventricular. Cranialmente ao osso cardíaco e à valva atrioventricular direita ele se divide, a partir de uma ligeira dilatação, em ramos direito e esquerdo (Figura 1).

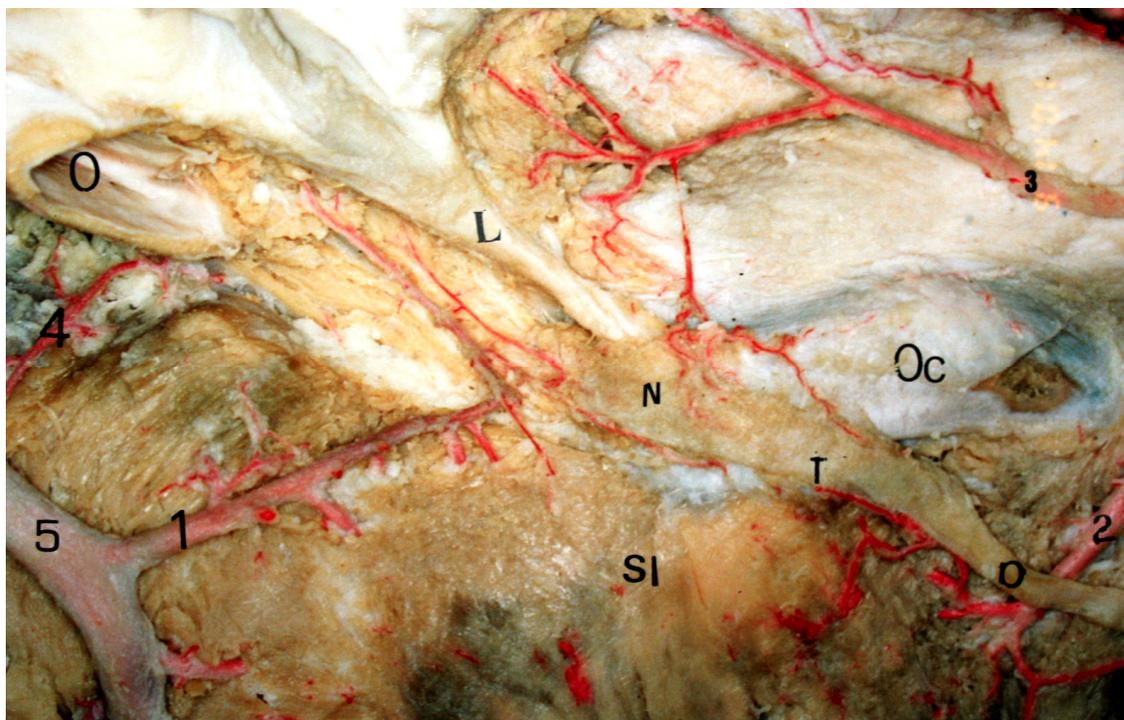
### Origem e distribuição dos vasos arteriais envolvidos com a irrigação do nó atrioventricular (NAV) e tronco do fascículo atrioventricular (TFAV)

O ramo arterial ventricular direito (Figura 1) origina-se da porção inicial do ramo arterial interventricular subsinuoso. Após curto trajeto, divide-se em dois contingentes, um em direção ao seio coronário e o outro que segue cranialmente sob o endocárdio para atingir a região do nó e tronco do fascículo atrioventricular.

O ramo arterial atrial proximal direito (Figura 1) origina-se da face caudal da artéria coronária direita e percorre a margem dorsal do osso cardíaco, pela face direita do septo interatrial, emitindo vasos colaterais para este septo e para o tecido de condução cardíaco em questão.

O ramo arterial septal (Figura 1) origina-se da artéria coronária direita junto ou ligeiramente separado da origem do ramo atrial proximal direito. Descreve trajeto caudoventral, sob variável quantidade de tecido miocárdico, emitindo vasos colaterais que ao atingirem o território deste tecido exito-condutor situam-se profundamente ou junto às margens do mesmo.

O ramo arterial septal interventricular origina-se do ramo interventricular paraconal e percorre o interior do septo interventricular. Emite ramos colaterais que atingem a região subendocárdica, irrigando o nó e o tronco do fascículo atrioventricular.



**Figura 1.** Cavidades atrial e ventricular direita de coração de bovino da raça nelore, mostrando os principais vasos envolvidos com a irrigação do nó atrioventricular e tronco do fascículo atrioventricular. OC - osso cardíaco, SI - septo interventricular, O - óstio do seio coronário, L - tendão de Todaro, N - nó atrioventricular, T - tronco do fascículo atrioventricular e seu ramo direito (D), e ramo esquerdo (E), 1 - ramo ventricular direito, 2 - ramo septal da A. coronária direita, 3 - ramo atrial proximal direito - 4 - ramo atrial esquerdo distal.

O ramo arterial atrial esquerdo distal (Figura 1) origina-se do ramo circunflexo esquerdo, na altura da desembocadura da veia cardíaca magna no seio coronário. Dirige-se crânio-dorsalmente para a raiz da veia cava caudal, subdividindo-se em numerosos ramos que participam da irrigação do seio coronário, regiões vizinhas ao sulco coronário, paredes dos átrios direito e esquerdo, raiz da veia cava caudal, septo interatrial e nó atrioventricular.

O ramo arterial atrial esquerdo proximal apresentou origem procedente do ramo arterial circunflexo esquerdo, entre 0,5 a 1,0 centímetro após sua emergência da artéria coronária esquerda, quando a seguir dirige-se caudodorsalmente, entre o átrio esquerdo e a artéria tronco pulmonar. Em seu trajeto envia ramos para o NAV.

A frequência com que estes vasos participam da nutrição do NAV e TFAV está demonstrada na Tabela 1.

#### Irrigação do nó atrioventricular (NAV)

O nó atrioventricular em corações de bovinos da raça Nelore é irrigado por vasos colaterais oriundos dos ramos arteriais ventriculares direito, atrial direito proximal, atrial esquerdo proximal, atrial esquerdo distal e septal (tabela 1). Dentre estes, o ramo ventricular direito é o mais freqüente, contribuindo com colaterais para o NAV em 96,66% dos corações estudados.

As freqüências com que cada um destes vasos está presente e suas associações estão sumarizadas na Tabela 2.

**Tabela 1.** Freqüência (%) dos vasos destinados à irrigação do nó atrioventricular e tronco do fascículo atrioventricular em corações de bovinos da raça Nelore.

	RVD	RAPD	RAED	RAEP	RS	RSI
NAV	96,66	76,66	3,33	3,33	3,33	0,0
TFAV	30,0	53,33	0,0	0,0	83,33	3,33

NAV - nó atrioventricular; TFAV - tronco do fascículo atrioventricular; RVD - ramo ventricular direito; RAPD - ramo atrial proximal direito; RAED - ramo atrial esquerdo distal; RAEP - ramo atrial esquerdo proximal; RS - ramo septal; RSI - ramo septal interventricular.

### Irrigação do tronco do fascículo atrioventricular (TFAV)

O tronco do fascículo atrioventricular em corações de bovinos da raça Nelore é irrigado por artérias colaterais oriundas dos ramos: septal, ramo ventricular direito, ramo atrial proximal direito e ramo septal interventricular da artéria coronária esquerda (Tabela 1). O ramo septal foi o mais presente, irrigando o TFAV em 83,33% dos corações estudados (Tabelas 1 e 2).

### Anastomoses arteriais entre ramos colaterais destinados ao nó atrioventricular e tronco do fascículo atrioventricular

O ramo ventricular direito estabeleceu anastomose com o ramo septal em 33,33% dos corações e o ramo atrial proximal direito com o ramo septal em 16,66%.

**Tabela 2.** Vasos responsáveis pela irrigação do nó atrioventricular (NAV) e tronco do fascículo atrioventricular (TFAV), isoladamente ou em associação com outros vasos.

Denominação dos vasos	NAV (%)	TFAV (%)
RS	–	26,66
RVD	20	6,66
RAPD	3,33	6,66
RVD + RAPD	66,66	–
RVD + RAEP	3,33	–
RVD + RS	–	13,33
RAPD + RSI	–	3,33
RVD + RAED + RAPD	3,33	–
RS + RAPD	–	33,33
RS+RVD+RAPD	3,33	10

Legenda: Não contribuiu na irrigação ( - ); RVD - ramo ventricular direito; RAPD - ramo atrial proximal direito; RAED - ramo atrial esquerdo distal; RAEP - ramo atrial esquerdo proximal; RS - ramo septal; RSI - ramo septal interventricular.

## DISCUSSÃO

A compilação de dados acerca da irrigação das estruturas relacionadas com a irrigação dos componentes do sistema excitocondutor cardíaco é dificultada pela carência de informações sobre os vasos derivados das artérias coronárias. Mesmo a Nômina Anatômica Veterinária (1994) contempla apenas as principais artérias que irrigam o coração.

Haas (1911) e Crainicianu (1921) descreveram que o ramo septal origina-se da artéria coronária direita e dirige-se para a área do nó atrioventricular. Este vaso foi observado em 100% dos corações deste estudo, sendo que em 83,33% dos casos enviou ramos para o TFAV e em 3,33 % para o NAV. Tratadistas clássicos que também estudaram a irrigação do coração em bovinos, como Hegazi (1958) e Schummer et al. (1981) não fizeram alusão ao vaso em questão.

Em bovinos, o ramo septo fibroso, assim denominado por Haas (1911) e também por Tondo (1939), é um dos vasos citados pelo primeiro autor como responsáveis pela irrigação do NAV e o único citado pelo segundo autor. Ambos mencionam que este vaso se origina caudalmente ao NAV e segue cranialmente junto ao septo interatrial para a área do NAV. Foi identificado neste estudo um vaso com estas características; o ramo ventricular direito, que

parte do ramo interventricular subsinuoso, segue cranialmente junto à face direita do septo interatrial e envia, em 96,66% dos casos, colaterais para o NAV, e, em 30,0% dos casos, para o TFAV. Presumimos se tratar do mesmo vaso descrito pelos autores acima, mas adotamos a nomenclatura atribuída por Hegazi (1958), Schummer et al. (1981), Teixeira Filho et al. (1993) e Cardoso et al. (2003).

Há uma grande diversidade de nomenclatura atribuída aos vasos cardíacos, o que torna difícil estabelecer uma compilação precisa dos dados. Neste aspecto, destaca-se o ramo septo ventricular (HEGAZI, 1958), que se origina da porção inicial do ramo descendente paraconal e penetra no septo interventricular. Por outro lado, Schummer et al. (1981) mencionam este vaso como sendo o ramo septal interventricular. Teixeira Filho et al. (1993) o denomina ramo septal do ramo interventricular paraconal e, ainda, Martini (1965) o descreve como artéria septal anterior. No presente estudo, adotamos o termo ramo septal interventricular relatado por Schummer et al. (1981) e Cardoso et al. (2003), por tratar-se de um vaso que irriga preferencialmente o septo interventricular.

As artérias observadas neste estudo também estiveram presentes em bovinos da raça Girolando estudados por Cardoso e colaboradores (2003), a

exceção do ramo atrial esquerdo proximal e ramo septal interventricular. Os autores descreveram o primeiro ramo septal do ramo interventricular paraconal, como outro vaso responsável pela irrigação do NAV e TFAV nos corações daquela raça, porém este vaso não esteve presente nos corações do presente estudo. O padrão de irrigação do NAV e TFAV também é similar ao descrito por Teixeira Filho et al. (1993) em bovinos da raça Hereford, todavia o ramo atrial proximal direito e o ramo atrial esquerdo distal não foram observados nesta raça.

Considerando-se a origem dos vasos envolvidos com a irrigação das estruturas em questão, observa-se que o NAV é nutrido em 73,33% dos casos por sangue proveniente de ambas as coronárias; em 23,33% dos casos somente por colaterais da coronária esquerda e apenas em 3,33% dos casos, unicamente por ramos derivados da artéria coronária direita. Por outro lado, a nutrição do TFAV deriva principalmente da artéria coronária direita (63,33% dos casos), enquanto que a associação de ramos provenientes de ambas coronárias esteve presente em 26,66% dos casos. A artéria coronária esquerda foi a única responsável pela irrigação do TFAV em apenas 10% dos exemplares.

## CONCLUSÕES

Ambas as coronárias contribuem com a irrigação do NAV e TFAV, por meio dos seguintes vasos: ramo ventricular direito, ramo proximal para o átrio direito, ramo proximal para o átrio esquerdo, ramo distal para o atrial esquerdo, ramo septal e o ramo para o septo interventricular da artéria coronária esquerda;

O vaso mais freqüente na irrigação do nó atrioventricular foi o ramo ventricular direito, derivado do ramo interventricular subsinuoso da artéria coronária esquerda, estando presente em 96,66% dos corações dissecados;

O vaso mais freqüente na irrigação do tronco do fascículo atrioventricular foi o ramo septal, derivado da artéria coronária direita, estando presente em 83,33% dos corações dissecados;

## AGRADECIMENTOS

Aos responsáveis pelo Frigorífico Luciana (Uberlândia – MG), por ceder os corações, objeto deste estudo.

---

**ABSTRACT:** The aim of this study was to identify the vessels responsible for the blood supply of the atrioventricular node and trunk of the atrioventricular fascicle in Nelore female bovine hearts. With this purpose, it was used 30 hearts taken from adult female bovine hearts of the Nelore race aged between 35 and 48 months. The hearts were fixed in a 15% formol aqueous solution. Both coronaries were injected with dyed Neoprene latex 450. Thought careful dissection of the region occupied by the respective components of the cardiac conducting system, it was observed that the atrioventricular node was supplied by collaterals of the right ventricular branch, right proximal atrial branch, left proximal atrial branch and septal branch. Of these, the right ventricular branch was the most frequent, supplying the atrioventricular node in 96,66% of the studied hearts. The trunk of the atrioventricular fascicle was supplied by collaterals of the septal branch, right ventricular branch, right proximal atrial branch and interventricular septal branch. Of these, the septal branch was the most frequent, supplying de trunk of the atrioventricular fascicle in 83,33% of studied hearts.

**KEYWORDS:** Bovines. Atrioventricular node. Trunk of the atrioventricular fascicle. Vascularization

---

## REFERÊNCIAS

ABUIN, G.; NIEPONICE, A. New findings on the origin of the blood supply to the atrioventricular node. Clinical and surgical significance. **Tex. Heart Inst. J.**, Houston, v. 25, n. 2, p. 113-117, mar 1998.

CARDOSO, J. R.; SEVERINO, S. R.; MOTA, F. C. D.; MARTINS, A. K. e CARNEIRO E SILVA, F. O. Aspectos da irrigação do nó atrioventricular e tronco do fascículo atrioventricular em bovinos mestiços girolando. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 314 – 320, jan. 2003.

CRAINICIANU, A. L. Anatomische studien uber die coronararterien ud experimentelle utersuchugen uber ihre durchgangigkeit. **Virchow's Archiv. Path. Anat.**, Berlim, v. 238, n. 1, p. 1-75, 1921.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 1014.

HAAS, G. Gefassfersorgung des reizleitungssystem des herzens. **Anat. Hefte.**, Berlim, v. 43, n. 1, p. 629-683, 1911.

HEGAZI, H. **Die blutgeföassversorgung des herzens von rind, schaf und ziege**. 1958. 72 f. Thesis (Docktorgrades) - Sachbereish Veterinärmedizin und Tiervuzht der Justus Liebig Universität, Giessen, 1958.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina anatomica veterinaria**. 4. ed. Zurich, 1994. 198 p.

MARTINI, E. La vascolarizzazione arteriosa del cuore di alcuni mammiferi domestici. **Arch. Ital. Anat. Embr.**, Firenze, v. 70, n. 2, p. 351-380, 1965.

NDIAYE, M.; LO, E. A.; DIA, A.; NDIAYE, A.; NDIAYE, P. D.; SOW, M. L. Arterial vascularization of the sinoatrial and atrioventricular node (preliminary study apropos of 15 anatomic parts. **Dakar Med.**, Dakar, v. 39, n. 1, p. 1-4, aug. 1994.

SCHUMMER, A.; WILKENS, H.; VOLLMERHAVS, B.; HABERMEHL, K. **The circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the domestic mammals**. Berlim: Verlag Paul Parey, 1981. v. 3. 610 p.

TEIXEIRA FILHO, A.; GUARENTI, V. P. J.; FERNANDES, A. F.; VALENTE, A. L. S.; SINCOK, A. L. Vascularização arterial do sistema de condução de estímulos em bovinos da raça Hereford. **Rev. Bras. Ciênc. Morfol.**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 48-52, 1993.

TONDO. M. Analisi delle strutture vascolari del tessuto specifico nel cuore di alcuni mammiferi. **Riser. Morf.**, v. 17, n. 2, p. 185-189, 1939.