

CONTRIBUCIÓN DEL ESCARABAJO ESTERCOLERO AFRICANO EN LA MEJORA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Cesar Heraclides Behling Miranda

Embrapa, Ganado de Carne, Campo Grande, MS, Brasil
E-mail: miranda@cnpqg.embrapa.br

INTRODUCCIÓN

Un rebaño brasileiro de bovinos con cerca de 204 millones de cabezas en el 2004 posibilitó la exportación en el 2005 de 2,2 millones de toneladas de carne, obteniendo 3,15 billones de dolares, siendo todavía mejores las proyecciones para el 2006 en el sector (MDIC, 2006). A pesar de este potencial, la producción pecuaria bovina todavía enfrenta problemas que limitan la producción efectiva, relacionados con alimentación, sanidad, manejo sanitario y potencial genético de las razas utilizadas.

La agropecuaria brasileira está basada principalmente en la utilización de pasturas, destacándose las pasturas introducidas en el área Central de Brasil (cerrados, semejantes a los llanos de Colombia) por ejemplo, donde son producidas el 50 % de la carne nacional. Se estima que hoy existen cerca de 60 millones de hectáreas de pastura con especies de gramíneas exóticas, importadas de África, principalmente de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*. Antes de la introducción de esas gramíneas, la capacidad animal típica era de 0,3 a 0,4 animales/ha, los bovinos solo alcanzaban la edad de sacrificio después de los 48 meses. Luego de la introducción de *B. decumbens*, en el inicio de la década de los 70, esta especie se adaptó muy bien a los suelos ácidos y de baja fertilidad natural de la región. Esa capacidad aumentó en 2005 a 1,15-1,20 cabezas/ha (Macedo, 2005). La tasa de sacrificio pasó de 12 % a cerca de 22 % en el mismo período (Zimmer y Barbosa, 2005).

Aunque el promedio del beneficio diario de peso vivo conseguido normalmente en los pastos tropicales no alcanza el proporcionado para el forraje templado, la productividad animal puede ser alta, en razón del gran potencial de

producción de materia seca de las especies tropicales durante el período de lluvias. Para la expresión de ese potencial, es necesario considerar que los forrajes de gramíneas son tan o más exigentes que los cultivos agrícolas tradicionales.

De esta forma, para la exploración intensiva de los pastos en tierras abiertas, la corrección de la tierra y la fertilización están entre los factores más importantes determinar el nivel de la producción de los forrajes. En sistemas intensivos con amplias áreas de pastura, el abonado se torna prohibitivo en términos de costos y de disponibilidad de fertilizantes. Normalmente los fertilizantes disponibles en el país son más difíciles de ubicar para la producción de granos, de retorno económico más inmediato. En función a esto, alternativas de manejo que maximizan la producción con bajos inputs de fertilizantes son importantes para la sustentabilidad de los sistemas de producción de carne. Dentro de estos se destacan la utilización de forrajes leguminosos y el reciclaje de nutrientes.

Con relación a los aspectos sanitarios, dado el tamaño de los rebaños en las propiedades rurales, se torna importante los cuidados profilácticos en lugar de los curativos. Por tanto se debe hacer un manejo integrado de las enfermedades principales de los bóvidos, maximizándose la explotación de las facilidades naturales de control, esto debe ser incentivado.

Un caso del éxito en la pecuaria brasileira, en el área sanitaria es el control integrado de la mosca de los cuernos y de los parásitos gastrointestinales, que desarrolla parte de su ciclo biológico en el estiércol del ganado, usando escarabajos coprófagos como complemento de tratamientos con los productos químicos, según lo descrito en el trabajo de Saueressig (2003).

En paralelo, en el interior del estiércol bovino los escarabajos coprófagos tienen un papel importante en la limpieza de pastos y el reciclaje de alimentos, de esta forma contribuye al mantenimiento de la fertilidad de la tierra, como será discutido en este trabajo.

PAPEL DE LOS ESCARABAJOS ESTERCOLEROS EN LA LIMPIEZA DE LOS PASTOS Y RECICLAJE DE LOS NUTRIENTES

La producción de carne de bovino en Brasil se basa en la explotación del alto potencial productivo de los forrajes de clima tropical, es sin duda, una actividad económica importante. Sin embargo, para garantizar altos niveles de producción de forraje con valor alimenticio elevado es necesario aplicar fertilizantes o similares para introducir leguminosas en pastos herbáceos.

La productividad y la persistencia de los pastos dependen de la adaptación de la especie de forraje usada y las condiciones del suelo y el clima de la región. Entre los nutrientes requeridos para las plantas, el fósforo (P) es importante en el establecimiento de las plantas, mientras que el nitrógeno (N) llega a ser muy importante en el mantenimiento de la productividad de los forrajes herbáceos.

El nitrógeno es el componente principal de las proteínas que participan activamente en la síntesis de los compuestos orgánicos que forman la estructura y confieren calidad al vegetal, mientras que el fósforo provee la energía usada en las reacciones enzimáticas.

Debido a su naturaleza cíclica, con los beneficios y las pérdidas en el sistema, al contrario de P o N, requieren estudios de mayor criterio en el manejo de fertilización y mantenimiento de pastos. El uso de la fertilización nitrogenada en pastos, además de estimular el crecimiento, da lugar a una producción más grande de la materia seca, con un mejor valor alimenticio. Las plantas van creciendo únicamente con deficiencia en N presentando un crecimiento lento, limitaciones de tamaño y perfil, con bajos tenores de proteína bruta.

Aún cuando haya abundancia en la atmósfera, el N se encuentra presente en mínimas concentraciones en la mayoría de los suelos. Este elemento mineral no es un componente de roca madre y se encuentra principalmente en materias orgánicas. La deficiencia de N se acentúa con el declive en tenores de materia orgánica de un suelo, quedando este elemento retenido en los residuos vegetales de elevada relación C:N, así bien inmovilizado temporalmente en microorganismos del suelo, que actúan en la descomposición de estos residuos.

Una forma eficiente de acrecentar N el pasto y el uso de forrajes leguminosos (Miranda *et al.*, 1999; 2002; Valentim y Andrade, 2004), debido a su enriquecimiento en proteínas, las leguminosas forman una simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (N₂), normalmente denominadas rizobios, abrigándose y proveyendo productos de fotosíntesis en los nódulos formados en sus raíces. Las bacterias compensan la reducción del N₂ a formas asimilables, exportándolos directamente a las plantas.

Los datos de la investigación con leguminosas de los forrajes tropicales, sugieren que éstos puedan agregar cantidades de N al mantener la oscilación del ciclo de N de los pastos (Thomas, 1992; 1995). Infelizmente, el uso de los forrajes leguminosos sigue restringido por razones diversas (Giller y Cadisch, 1995). Se tiene poco conocimiento de su importancia para los productores, normalmente existe carencia de semillas en el mercado y los pocos productores que utilizan forrajes leguminosos lo hacen con un manejo inapropiado, lo que eleva la baja persistencia de la planta al sistema y en consecuencia en su potencial.

La contribución más grande de los forrajes leguminosos es la cantidad de N₂ que puede fijar. Los valores de hasta 180 kilogramos de N/ha en tres meses de crecimiento, en el verano, habían sido medidos para *Stylosanthes capitata* que crecía en la tierras de pasto abierto de Brasil (Miranda *et al.*, 1999). Más adelante, cuando los residuos de las leguminosas se decaen en la tierra (o vuelven al estiércol del animal), este N

se convertirá en parte activa de la reserva orgánica de N en el suelo.

De manera general del 5 al 30 % de los nutrientes conseguido por los animales se incorporan en su cuerpo, siendo posteriormente, parte retirada en el área como producto animal y otra retornada como desechos.

En un animal adulto de 500 kilogramos se encuentra retenida la masa corporal 12 kg N, 3,5 kg de P y 1 kg de K. Por otro lado los animales son parte activa del reciclaje de nutrientes. Gran parte de los nutrientes ingeridos por los animales son excretados de regreso al pasto en forma de heces y orina. Betteridge *et al.* (1986), en estudio con bovinos en pasto de alta calidad, se había verificado que entre el 40 y 51 % de la N ingerida para los animales eran excretados de regreso en el pasto, diariamente a través de la orina.

En relación a los demás nutrientes ingeridos, 33 al 76 % del K eran igualmente excretado en la orina, mientras que solamente 2 al 4 % del P eran excretado de esta forma. Ahora en las heces eran excretados diariamente entre el 16 y el 24 % del N, entre el 8 y 21 % de K ingerida y entre el 44-74% del P. Las variaciones verificadas eran debido a diferencias entre animales y el efecto de los días durante el estudio.

Graz *et al.* (2002), en estudio con animales pastando en pasto de *Brachiaria decumbens* por 10 semanas, estimaron que lo ingerido por los animales, 93 % de N, 77 % de P, 18 % de K, 74 % de Ca y 62 % de Mg retornó al pasto como desecho, tales porcentajes corresponden al 18 % de N, 35 % de PO, 5 % de K, 30 % de Ca y 15 % de Mg presente en el forraje disponible en el periodo de pastoreo, respectivamente.

Estos desechos lamentablemente no son distribuidos uniformemente en el campo, lo que contribuye a un ciclo de nutrientes deficientes. En sistemas de pastoreo continuo los animales normalmente se concentran cerca de pozos o bebederos para rumiar. En estas áreas quedan concentradas la mayor parte de desechos,

ocurriendo una concentración de nutrientes retirados del resto del área. Ahora en el sistema de pastaje rotatorio hay una probabilidad mayor de desechos que serán distribuidos uniformemente en un área mayor, una vez que los animales no tengan tiempo de crear el hábito de rumeo en puntos específicos. Por otro lado si hubiese puntos fijos de pozos o bebederos esta ventaja pudiera ser perdida. El área de pastoreo alrededor del bolo fecal es normalmente rechazada en el pastoreo de bovinos (Haynes y Williams, 1993). En un pastizal esto puede corresponder hasta un tercio de área de pastaje, cuando el área es usada en rotación (Afzal y Adams, 1992). Siendo enterrado el bolo fecal se evita la formación de estas áreas de rechazo.

En general el bolo fecal es descompuesto físicamente por la acción de las lluvias y el pisoteo animal, biológicamente, por la acción de los escarabajos estercoleros, hongos, bacterias, lombrices del suelo, hormigas y termitas, o permanece intacto por largo periodo (Andersen, 1984), lo que favorece las pérdidas del N por la volatilización de la urea, la principal forma de N en las heces. Ferreira *et al.* (1995a), por ejemplo, estimaron que al rededor de 10 % del N de las heces, en la forma de amonio, se pierden por volatilización hasta tres días después de la deyección. Las pérdidas del N de la orina llegan hasta 30 % en suelo con planta o 76 % en suelo sin plantas (Ferreira *et al.*, 1995b).

Extrapolando estos datos (área de rechazo de pastoreo, pérdida de N), considerándose el gran volumen de animales en extensas áreas de crianzas, típicas del sistema de producción pecuaria, llegando a valores muchos más altos de áreas de pastaje poco aprovechado, viene como pérdida de eficiencia en el reciclaje de N. Ejemplos de estos estimados pueden ser vistos en trabajos de Fincher (1981), Anderson (1984) e Miranda *et al.* (2000).

Miranda *et al.* (2000), por ejemplo considerando un rebaño efectivo de 51 millones de cabeza en la región de Cerrados del Brasil, estimaron que serían producidos diariamente por los animales cerca de 150 millones de toneladas de estiércol, cubriendo un área de 2.731 hectáreas de pastoreo. Multiplicándose esta área hasta 12 veces, llevando en cuenta que el área

no sería pastoreada por animales agrandando aún más el problema. Aun considerando que apenas 50 % de este total sería depositado directamente en el pasto, siendo el restante depositado en áreas como aguadas próximas a cercas, etc. Aun así se puede estimar un área significativa, siendo restringida de ser pastoreada por animales diariamente.

De la misma forma, este volumen de estiércol, con una medida de 1,0 % de N, resultaría en una deposición de 1.500.000 toneladas de N diariamente que fue retirado directamente de los pastos. Siendo parte significativa de ese N, que fue perdido por la volatilización, teniendo como resultado pérdidas sustanciosas de ese elemento del sistema suelo-planta, con serias consecuencias para la estabilidad del sistema productivo. Esta puede ser una de las razones del por que cerca de 80 % de las pasturas introducidas en el Cerrado brasileiro, presentan degradación. Esto quiere decir que presentan un proceso evolutivo de pérdida de vigor, de productividad y de su capacidad de su recuperación natural, tornándose incapaz de sustentar los niveles de producción y calidad exigidos por los animales, así como superar los efectos nocivos de plagas, dolencia y plantas invasoras, culminando con la degradación de los recursos naturales (Macedo, 1995).

En este sentido, los escarabajos estercoleros tienen un importante papel, dada su capacidad de incorporación de heces al suelo. Normalmente los escarabajos excavan galerías en el suelo por debajo de las heces (los escarabajos llamados "toneleros", mientras otro tipo, los "peloteros", hacen pequeñas pelotas, las cargan y las entierran en las cercanías), hacia donde cargan porciones de masa fecal, formando estructuras en las cuales depositan un huevo. La larva resultante de éste huevo se alimentará de heces del bolo formado hasta el estadio adulto, cuando sale para completar su ciclo biológico.

América del sur estuvo desprovista de grande herbívoros antes de la colonización ibérica, los escarabajos existentes que estuvieron acostumbrados a un volumen del estiércol dispersado y relativamente pequeño

en áreas amplias, así como de baja calidad producido por los bóvidos.

Con la introducción de bóvidos, el volumen de estiércol creció considerablemente y con ello los escarabajos nativos – se estima por lo menos en 950 especies de escarabajos coprófagos en Suramérica (Fincher, 1981) – no tenían capacidad de ocuparse de tal volumen, tanto en su eficacia individual en el enterrio del estiércol como para la respuesta en el aumento de la población. Una especie típica del Brasil, *Dichotomius anaglypticus*, revela que es eficiente en el entierro de estiércol de bóvidos (Calafiori y Alves, 1980; Costa *et al.*, 1992) pero como produce solamente una generación por año, no tienen suficiente biomasa para ocuparse de la cantidad de estiércol producida.

Este problema no fue exclusivo solamente en Suramérica, también ocurrió en Norteamérica y Australia. Solamente en Europa, la India y África los escarabajos nativos son capaces para manipular grandes cantidades de estiércol de grandes herbívoros. Con esto, los países con amplia población de bóvidos habían hecho la introducción de especies de escarabajos más eficientes que los coprófagos. Australia, a partir de 1966, tenía introducción de por lo menos 52 especies diferentes, en un programa que continuó hasta el año 1980 (Bornemissza, 1960; 1976; Ferrar, 1975; Doube *et al.*, 1991). En Norteamérica, donde tienen por lo menos 1500 especies conocidas (Ratcliffe, 1970), tenían iniciativa similar, en la búsqueda de una especie más eficiente, especialmente para los estados más meridionales, de temperaturas más elevadas (Fincher, 1981). En ambos programas de introducción, la especie de mayor potencial encontrada era *Onthophagus gazella*, especie suficientemente prolífica, donde cada hembra puede producir hasta 80 descendientes por mes (Honer *et al.*, 1982). Esta especie fue reclasificada más adelante como *Digitonthophagus gazella* (Barbero y López-Guerrero, 1992).

Esta especie también fue introducida en Brasil, a finales de 1980, como parte de un programa integrado de control de helmintos gastrointestinales y la mosca de los cuernos (*Hematobia irritans*) (Bianchin *et al.*, 1992). Esta

mosca, entró en el país a finales de 1980, causando daños severos al ganado, como será discutido a continuación. La introducción fue hecha por el Centro Nacional de Investigación de Ganado de Carne de la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria, en Campo Grande, MS, que montó un sistema de crianza y de distribución de esta especie para el resto del país.

Los resultados de la experimentación ayudaron a demostrar el gran potencial de este escarabajo en el entierro del estiércol de los bóvidos y por consiguiente el reaprovechamiento de alimentos, tales como N y P para las plantas (Miranda *et al.*, 1990a; 1990b; 1998; 2000).

Otros investigadores habían realizado trabajos similares, que confirman y amplían la información sobre el reciclaje de los alimentos (Schalsh Jr *et al.*, 2005; Andreucci y Corsi, 2005). Los trabajos en esta línea con otras especies de escarabajos coprófagos también demuestran este potencial (Galbiati *et al.*, 1995; Bertone *et al.*, 2006).

En Cuadro 1 los pesos de masa fecal y el contenido de N y de P se presentan incorporado por diferentes cazales de *D. gazella*, según lo presentado por Miranda *et al.* (1998), en cubetas con 10 kilogramos de suelo, a los cuales habían sido agregados 1,0 kilogramos de estiércol bóvido fresco durante un período de seis días. Cada tratamiento tenía 15 repeticiones. En el décimo día el estiércol no enterrado por los escarabajos no fue quitado de la superficie de la tierra y después de 20 días habían sido transplantadas siete plántulas pre-germinadas para cada cubo.

A los 45, 65 y 85 días después de la plantación, cinco repeticiones habían sido cosechadas en cada tratamiento, separando la parte aérea y las raíces, las cuales fueron sacadas y pesadas para determinar la producción de la masa seca y analizada en cuanto a sus contenidos de N y P. Los resultados conseguidos (Cuadros 2 y 3) demuestran que el entierro del estiércol para los escarabajos tiene efecto directo en la fertilidad de la tierra, con contenidos más grandes y disponibles de N y del P para las plantas, así como estimular la producción de la masa de éstos.

Este estudio fue continuado posteriormente en pasto *B. decumbens* en el campo, y fue estandarizado a 10 cm de altura, para determinar el efecto del estiércol enterrado por *D. gazella* en brotes de plantas (Miranda *et al.*, 2000). Se usó armazones contenedores cuadrados con 1,0 m². Fueron colocados 10 kg de heces frescas (equivalentes a 1952 g de estiércol seco), se compararon los siguientes tratamientos: a) Testigo, sin estiércol y el escarabajo; b) Adición de 10 kg de excrementos frescos de bovinos; c) Adición de 10 kg de excrementos frescos de bovinos y 30 pares de *D. gazella*; d) Sin la adición de los excrementos de bovinos, no obstante con la adición del equivalente los 100 kg de N/ha (en forma de urea), 100 kg P₂O₅/ha (una forma estupenda y simple) y 100 kg de K₂O/ha (en forma de cloruro del potasio). Cuando se convirtió la adición fresca del estiércol, el tratamiento (b) fue invadido por los escarabajos locales *D. gazella*, dado su abundancia en el área experimental. Después de 10 días de la adición del estiércol los armazones cuadrados fueron abiertos. Se colectó un primer brote de plantas, cortándolas a 10 cm del suelo 50 días

Cuadro 1. Peso seco de la masa fecal de bovinos fresca (g) de N de P (mg/cubeta) incorporados a un suelo latosol rojo por distintos cázales de *Digitonthophagus gazella* en un periodo de 10 días, a partir del 159,0 g de masa seca de estiércol de bovinos.

Tratamientos	Masa incorporada (g/cubeta)	N incorporado (mg/cubeta)	P incorporado (mg/cubeta)
Testigo	trazos	trazos	trazos
3 cazales	75,1	225,0	379,5
6 cazales	110,8	332,4	554,0
12 cazales	132,5	397,5	662,5
CV (%)	28,5	-	-

Fuente: Miranda *et al.*, 1998.

*: cada valor es promedio de 15 repeticiones.

Cuadro 2. Peso seco de la parte aérea y raíces (g/cubeta) de *Brachiaria decumbens* que crecen en el suelo en el cual fue enterrada masa fecal fresca de bovinos para diferente número de cazales de *Digitonthophagus gazella.**

Tratamientos	Parte aérea			Raíces		
	Días después de plantado			Días después de plantado		
	45	65	85	45	65	85
Testigo	0,31 f	1,40 f	7,07 e	0,11 e	0,41 e	2,19 c
3 cazales	0,84 f	3,69 ef	19,36 c	0,18 e	0,69 de	4,05 b
6 cazales	1,19 f	7,31 e	24,65 b	0,28 e	1,38 cd	5,88 a
12 cazales	2,02 f	11,70 d	30,72 a	0,40 e	1,68 c	5,46 a
CV (%)	29,95			33,17		

Fuente: Miranda *et al.*, 1998.*: Cada valor es promedio de cinco repeticiones. Valores seguidos de misma letra en columna no difieren entre si (Duncan, $p < 0,05$).**Cuadro 3. Totales de N y de P (mg/cubeta) en la parte aérea, raíces y planta entera de *Brachiaria decumbens* que crecen en suelo, la cual fue enterrada en diferentes cantidades de masa fecal fresca de bovino, para diversos número de cazales de *Digitonthophagus gazella*.**

Tratamientos	N total				P total			
	Parte aérea	Raíz	Total	Exceso ¹	Parte aérea	Raíz	Total	Exceso ¹
Testigo	158,0 c	21,7 c	179,7 c	-	7,7 c	1,8 b	9,6 c	-
3 cazales	281,0 b	30,6 b	311,6 b	131,9	26,4 b	4,6 a	31,0 b	21,4
6 cazales	265,2 b	30,3 a	295,5 a	115,8	35,5 a	5,9 a	41,4 a	31,8
12 cazales	349,5 a	34,8ab	384,3 a	204,6	38,3 a	5,4 a	43,7 a	34,1
CV (%)	14,8	28,1	15,1	-	22,3	28,6	21,6	-

Fuente: Miranda *et al.*, 1998.

*: Cada valor es promedio de 5 repeticiones

1: Contenido del elemento en exceso, comparativamente al contenido del tratamiento testigo. Los valores seguidos de la misma letra en la columna no diferencian entre si (Duncan, $p < 0,05$).

después. Más adelante, a los 110 días, se recolectó de nuevo. Se determinó que era masa seca de las fracciones de las plantas (material verde de hojas y tallos, y material muerto), así como sus contenidos en N y P. Los resultados conseguidos confirman la ventaja causada para el entierro del estiércol por los escarabajos en el campo (Cuadros 4 y 5), confirmando lo que se había observado ya en condiciones

controladas en invernadero (green house).

Schalsh Jr *et al.* (2005), condujeron un estudio similar en campo, con pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Cuatro tratamientos habían sido comparados, que son: a) los 2,250 kilogramos de excrementos frescos de bovino sin presencia de escarabajo; b) 2,250 kilogramos de excrementos frescos de bovino y tres cázales; c)

Cuadro 4. Producción de materia seca de la parte aérea de *B. decumbens* (g/m^2), en dos cortes, en tratamientos testigos con o sin incorporación de *Digitonthophagus gazella* y con fertilizantes.

Tratamientos	Cosecha (días)	Materia seca (g/m^2)			
		Hojas	Cúmulo	Mat. Muerta	Planta
Testigo absoluto	50	84,5 c	88,8 d	-	173,3 d
	110	135,2 b	100,7 cd	28,4	264,3 bc
Escarabajos introducidos	50	96,7 c	117,6 bcd	-	214,3 cd
	110	153,1 ab	137,0 b	28,0	318,1 ab
Escarabajos locales	50	87,6 c	97,4 cd	-	185,0 d
	110	162,2 ab	191,8 a	29,2	383,2 a
Testigos con fertilizante	50	156,9 ab	201,9 a	-	358,8 a
	110	173,4 a	126,2 bc	29,8	329,4 ab

Fuente: Miranda *et al.*, 2000

* Cada valor es promedio de ocho repeticiones.

Medidas seguidas de misma letra en columna no difieren entre si (Duncan, $P < 0,05$).

Cuadro 5. Total de contenido de N en la sustancia seca de la parte aérea de *B. decumbens* (mg/m²), en dos épocas del corte, bajo tratamientos testigos con o sin incorporación de *Digitonthophagus gazella* locales o introducidos*.

Tratamientos	Cosecha (días)	Valores totales (mg/m ²)			
		Hojas	Cúmulo	Mat. Muerta	Planta
Testigo absoluta	50	936,5 c	850,4 c	-	1786,9 c
	110	1831,9 ab	985,0 bc	140,8	2957,7 b
Escarabajos introducidos	50	1036,9 c	1044,9 bc	-	2081,8 c
	110	1943,6 ab	1291,8 b	138,1	3373,5 ab
Escarabajos locales	50	1083,1 c	955,6 bc	-	2038,7 c
	110	2032,4 ab	1734,8 ab	120,7	3887,9 a
Testigos con fertilizante	50	1596,5 b	1765,8 a	-	3362,3 ab
	110	2261,3 a	1158,1 bc	149,9	3569,3 ab

Fuente: Miranda *et al.*, 2000.

*: Cada valor es promedio de ocho repeticiones. Medidas seguidas de misma letra en columna no difieren entre si (Duncan, P < 0,05).

2,250 kilogramos de excrementos frescos de bovino y seis cázales; d) 2,250 kilogramos de excrementos frescos de bovino y nueve cázales; siendo conducidos en áreas de pastos con dos tipos de forraje para los animales, el 5 % y el 10 %, o cualquiera, 5 kilogramos y 10 kilogramos de masa seca total /100 kg del peso animal/día, respectivamente. Después de 30 días los armazones contenedores que limitaron cada tratamiento habían sido quitadas y se convirtieron en el muestreo de la tierra a los 40 y 80 días después de la implantación, recogándose las muestras en diversas profundidades.

Los resultados del entierro de estiércol (Cuadro 6) en dos análisis de suelo (Cuadro 7) resalta una vez más el papel de los escarabajos en la mejora de la fertilidad del suelo.

Un efecto poco medido en el trabajo de los escarabajos, fue muy citado, su influencia en la mejora de las condiciones físicas del suelo. Al cavar túneles en el suelo obviamente les estaba creando mejores condiciones de

aireación, entrada de agua, y quiebra de capas endurecidas. Entretanto ningún estudio conducido concluyo sobre el tema hasta el momento.

EL PAPEL DE LOS ESCARABAJOS ESTERCOLEROS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA MOSCA DE LOS CUERNOS Y DE LOS PARÁSITOS GASTROINTESTINALES DE LOS BOVINOS

El bolo fecal de herbívoros es medio de desarrollo de varios organismos nocivos para la agropecuaria, tales como larvas parásitos gastrointestinales de bovinos y diversas moscas indeseables, dentro de las cuales está la mosca de los cuernos (Blume 1972, Fincher, 1975), plaga que ha causado serios problemas a la agropecuaria bovina en el continente americano (Kunz *et al.*, 1991; Byford *et al.*, 1992).

La mosca de los cuernos, *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758) (Diptera; Muscidae), es

Cuadro 6. Estiércol de bovino enterrado (g/MS) a partir de 2250 g de estiércol fresco, realizado por los escarabajos coprófagos *Digitonthophagus gazella* en función de las ofertas de forraje (%) y tratamientos durante 30 días de validación.

Oferta de forraje (%)	Tratamientos				Media
	Testigo	3 cázales	6 cázales	12 cázales	
5	287,39	271,04	299,73	261,69	279,96 A *
10	269,99	248,03	285,25	251,94	263,80 B *
Media	278,69 ab **	259,53 bc **	292,49 a **	256,81 c **	-

Fuente: Schalsh Jr. *et al.*, 2005.

Los promedios seguidos de distinta letra presentaron diferencia (Tukey, (P>0,05); letras minúsculas para tratamientos y mayúsculas para oferta de forraje.

Cuadro 7. Los valores del pH, contenidos de materia de orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), hidrógeno más aluminio (H+Al), el aluminio cambiante (Al), suma de bases (SB), capacidad de intercambio catiónico (CTC) saturación por aluminio (m%) en función de días y profundidad.

Medidas	Días	Profundidad, cm				
		0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25
pH (H ₂ O)	0	5.3 a	5.2 a	5.0 a	5.1 a	5.0 a
	40	5.6 b	5.4 b	5.2 ab	5.2 ab	5.2 ab
	80	5.7 bc	5.4 bc	5.3 b	5.3 b	5.2 b
MO (g/dm ³)	0	34 a	24 a	22 a	20 a	19 a
	40	40 b	29 b	24 b	22 ab	20 a
	80	41 bc	28 bc	26 bc	23 b	24 a
P (mg/dm ³)	0	20 a	7 a	3 a	3 a	3 a
	40	41 b	12 b	7 b	7 b	6 b
	80	43 bc	11 bc	8 bc	8 bc	7 bc
K (mmol _c / dm ³)	0	2.9 a	1.8 a	1.4 a	1.1 a	0.9 a
	40	10.7 b	4.1 b	2.5 b	2.2 b	2.1 b
	80	8.5 bc	4.5 bc	2.9 bc	2.3 bc	2.1 bc
H+Al (mmol _c / dm ³)	0	41 a	44 a	45 a	45 a	45 a
	40	33 b	43 a	42 ab	43 ab	42 ab
	80	32 bc	40 a	40 b	39 b	40 b
Al (mmol _c / dm ³)	0	0 a	1 a	4 a	3 a	3 a
	40	0 a	1 a	1 b	2 a	2 ab
	80	0 a	1 a	1 b	1 a	1 b
SB	0	59 a	34 a	32 a	28 a	24 a
	40	72 a	43 a	44 a	42 a	35 a
	80	75 a	37 a	39 a	36 a	33 a
CTC (mmol _c / dm ³)	0	99 a	78 a	77 a	72 a	69 a
	40	105 a	86 a	86 a	85 a	77 a
	80	108 a	77 a	79 a	75 a	73 a
M (%)	0	1 a	4 a	9 a	10 a	13 a
	40	0 a	2 a	3 ab	5 ab	6 ab
	80	1 a	4 a	2 b	3 b	4 b

Fuente: Schalsh Jr *et al.*, 2005.

Medidas seguidas de letras distintas pero diferente prueba de contraste de Tukey- Kramer (P>0.05) una columna para cada variable y profundidad.

uno de los dos más importantes parásitos de bovinos en muchos países, incluyendo Brasil, en un díptero pequeño (3-5mm) hematófago, estado parásito o se hospeda día y noche, dejando huevos en el estiércol fresco (después de 15 minutos de dejado el estiércol no es atractivo) según estudios de Honer et al. (1993).

Una mosca tiene una vida útil entre cuatro y seis semanas, durante las cuales una hembra puede producir entre 80 y 300 huevos. Felizmente la fertilidad de los huevos es muy baja y su mortalidad muy alta (cerca del 90 %). El proceso de desarrollo de la mosca a veces puede ocurrir en un periodo de 8 a 12 días (en estación lluviosa) y de 12 a 30 días (en estación seca). La mosca se concentra en partes del

animal que están fuera del alcance del movimiento de la cabeza y la cola (costados, barriga, piernas, etc.) prefiriendo animales de raza europea, mestizos y animales de pelaje oscuro o con mancha oscuras. Prefieren igualmente machos enteros, o que están relacionados con mayor tamaño o mayor actividad de las glándulas sebáceas, bien como concentración de testosterona (Christensen y Dobson, 1979). Pueden atacar también becerros, equinos y animales silvestres como el ciervo, muy raramente ataca perros, ovinos o el hombre. Presente en América del norte desde 1887, al poco tiempo avanzó hasta América Central, siendo encontrada en la región amazónica brasilera en 1976. A partir de ahí se esparció por todas las regiones del país (Valério

y Guimarães, 1983), y prácticamente toda América del sur (Mariategui, 2001).

Su principal daño está relacionado con el stress que causa a los animales, no solo por la pérdida de sangre, sino por la inquietud generada al tratar de librarse de ellas, con gasto de energía, menos tiempo de pastoreo e ingestión de agua. Con eso se ha reducido la producción de carne y leche. En las condiciones brasileras se estima que el animal sufre daños económicos. Si existen más de 50 a 200 moscas por animal el daño es alto.

El control químico de las mosca de los cuernos es realizado con mosquicidas o insecticidas químicos a base de avermectina (Ivermectina, Doramectina e Epinomectina), Milbectina (Moxidectina) piretróides y emulsión concentrada, piretróides por clorados y fosforados, dentro de otros. El control biológico es hecho a través de los escarabajos coprófagos los cuales entierran los bolos fecales, y son acarreados junto a huevos y larvas de moscas para el interior del suelo, dificultando la sobrevivencia (Honer *et al.*, 1990).

De la misma forma cuando se alimentan, causan daños a los huevos de las moscas. Una de las posibles razones del por que la mosca de los cuernos no tiene de forma general, en el daño que le causó inicialmente a la bovinocultura en Brasil fue por la introducción de *D. gazella* en anticipación a su diseminación por todo el territorio, aliado a un control estratégico con insecticidas.

Uno de los primeros trabajos en esta área Bornemissza (1970) verificó la reducción de 95 % en las emergencias de la mosca de los cuernos en estiércol enterrado por *D. gazella* en comparación al estiércol no enterrado. En Argentina, Mariategui (2001) determinó que los escarabajos nativos *Ontherus sulcator* y *Onthophagus hirculus*, son eficientes en la disminución de la infección de mosca de los cuernos, por la destrucción del bolo fecal antes del desarrollo larval de la mosca. Entre las dos especies, *O. sulcator*, es más efectivo debido a su tamaño en el entierro de estiércol. Varios parásitos de bovinos tienen parte de su ciclo de

desarrollo en el bolo fecal, especialmente helmintos gastrointestinales. Estos causan serios problemas económicos a la pecuaria bovina en toda Sur América. Los huevos de la mayoría de ellos salen junto a las heces, posteriormente emergen larvas que se desplazan al pasto, y son consumidos junto a esta, infectando nuevamente los animales, completando así su ciclo de vida.

De la misma forma que la mosca de los cuernos, el control puede ser efectivo de forma química o biológica o con el auxilio de los escarabajos coprófagos (Bianchin *et al.*, 1992). Por otro lado, la eficiencia en el control biológico depende de varios factores, obviamente la principal es la presencia de los escarabajos. Bryan (1976) por ejemplo demostró que 2, 10 y 30 cazales de *D. gazella* reducían un número de larvas de *Strongyloides* en las plantas alrededor de los bolos fecales en 40, 74 y 66 % respectivamente, en comparación al control de bolos fecales sin escarabajos. De la misma forma, Sommers *et al.* (1992) demostraron el efecto de otro escarabajo coprófago *Diastellopalpus quinquegens*, en el control de las larvas infecciosas de *Cooperia* sp. Después de 33 días de exposición de huevos de parásito en estiércol con escarabajos, verificaron que el número de larvas infectivas fue reducido en 88 % con entierro de cerca de 40 % de estiércol por los escarabajos.

Otros factores pueden influenciar en la eficiencia del control biológico. Fincher (1973) y Fincher y Stewart (1979) afirmaron que la masa fecal debe estar enterrada al menos a 15 cm de profundidad para evitar el retorno de las larvas a la superficie.

De la misma forma, existe un efecto pronunciado de las condiciones ambientales en la eficiencia del control por cocos, como fue demostrado por Bryan (1973). Este autor estudió el efecto causado por lo entierro del estiércol por *D. gazella*, en la emergencia de larvas de helmintos en la pastura, colocando estiércol que contenga huevos de nemátodos gastrointestinales en áreas con o sin riego. Los cocos se muestran eficientes en el entierro del estiércol, ocasionando la reducción de hasta 84 % del número de larvas en la pastura adyacente, en comparación a bolos fecales sin

cocos en el área regada. En el área sin irrigación el control fue aún más eficiente, con reducción de hasta el 93 % del número de larvas. El autor concluyó que en condiciones de humedad satisfactoria, las larvas pueden migrar satisfactoriamente a la superficie. Por otro lado, en condiciones de poca humedad, las cámaras de cría del coco pueden proteger las larvas contra variaciones de temperatura y de baja humedad y éstas, eventualmente, pueden retornar a la pastura. Con esto el control basado solamente en la acción de los cocos puede ser variable, debiendo ser complementado, o ser complemento de tratamiento químico, dependiendo del nivel de infestación de la pastura.

CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente, se puede deducir que los cocos coprófagos tiene un importante papel en el control biológico de la mosca de los cachos y en parásitos gastro-intestinales, así como también en la sustentabilidad de las pasturas. De esa forma, para mantenerse las condiciones para su sobrevivencia en el campo debería ser una preocupación de todo criador de bovinos. El énfasis de este trabajo fue dada al papel de la especie *D. gazella*, reconocidamente como de gran importancia. Entretanto, varias especies de cocos nativos también tienen papel relevante en este proceso, pues están adaptadas a las condiciones locales. Koller *et al.* (1997), por ejemplo, relataron la ocurrencia de 8 especies nativas además de *D. gazella*, en bolos fecales en la región de Campo Grande, MS, Brasil, donde esta especie fue inicialmente distribuida. De la misma forma, Flechtmann y Rodrigues (1995) reportaron la presencia de 8 diferentes especies nativas en bolos fecales en la región más al sur del país, algunas especies prefieren áreas más húmedas y otras más secas.

Uno de los puntos claves en este sentido, es el uso racional de vermícidas y pesticidas, buscándose aquellos que causen el mínimo daño al estadio de desarrollo del escarabajo. Varios estudios han demostrado los efectos de diferentes principios activos en el control de parásitos internos y externos, su paso en el

tracto digestivo y presencia en heces, de esta forma son potencialmente capaces de afectar la fauna asociada a la desintegración del estiércol. Excelentes revisiones sobre este punto fueron realizadas por Lumaret y Erroussi (2002) y Suarez (2002).

De forma general, han sido reportados efectos nocivos al desarrollo de los cocos de los productos comerciales a base de avermectinas (abamectina, doramectina, eprinomectina, ivermectina), como se puede ver en Strong (1992), Erroussi *et al.* (2001) y de piretroides sintéticos (Wardaugh, 2002). Por otro lado, existen trabajos en la literatura demostrando un menor efecto de productos a base de moxidectina, como se puede ver en Fincher y Wang (1992), Doherty *et al.* (1994), Saueressig (2003), Wardaugh y Ridsdill-Smith (1998) y de Albendazole e Levamisole (Wardaugh, 2002).

Con esto el productor tiene a su mano herramientas que pueden auxiliarlo en la toma de decisiones sobre como conducir de forma ambientalmente amigable a la cría de su ganado, cuidando tanto sus animales como su mayor patrimonio, el suelo.

La naturaleza ya hizo su parte, generando los cocos o escarabajos coprófagos, cuya contribución puede ser sintetizada de la siguiente forma:

- Mantenimiento de la fertilidad del suelo, debido a la contribución del reciclaje de nutrientes retirados de las pasturas, especialmente el nitrógeno.
- Creación de espacios que faciliten la infiltración de aire y agua, debido a pequeñas escavaciones y túneles en su interior.
- Limpieza de las pasturas, por el entierro de bolos fecales, con esto se eliminan las restricciones al pastoreo y aumentando la utilización efectiva del área.
- Disminución de las infestaciones de las mosca de los cachos y parásitos gastro-intestinales, por la destrucción y entierro de bolos fecales.
- Contribución para el uso racional de vermícidas e insecticidas en el control

de parásitos gastro-intestinales y mosca de los cachos, disminuyendo su necesidad y posible riesgos de contaminación ambiental.

- Demostración de que no existe trabajo sin importancia en la naturaleza, resaltando al hombre y su responsabilidad como modificador o mantenedor de ese equilibrio, del cual depende directamente nuestra sobrevivencia.

REFERENCIAS

- Afzal, M., Adams, W.A. 1992. Heterogeneity of soil mineral nitrogen in pasture grazed by cattle. *Soil Sci. Soc Amer. J.* 56:1160-1166.
- Andersen, J.R., Merritt, R.W., Loomis, E.C. 1984. The insect-free cattle dropping and its relationship to increased dung fouling of rangeland pastures. *J. Econ. Entomol.* 77: 133-141.
- Andreucci, M.P., Corsi, M. 2005. Efeito do besouro *Digitonthophagus gazella* na fertilidade do solo, resistência do solo à penetração e umidade. *In 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais em CD ROM. Goiânia, Go: SBZ. p. 3.*
- Barbero, E., López-Guerrero, Y. 1992. Some considerations on the dispersal power of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) in the New World (Coleoptera: Scarabeidae, Scarabeinae). *Tropic. Zool.* 5: 115-120.
- Bertone, M., Stringham, M., Green, J., Washburn, S., Poore, M., Hucks, M. 2006. Dung Beetles of Central and Eastern North Carolina Cattle Pastures. <http://www.cals.ncsu.edu/entomology/guidetondungbeetles.pdf>, acessado em 10/02/2006.
- Betteridge, K., Andrews, W.K.G., Sedcole, J.R. 1986. Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. *J. Agric. Sci.* 106: 393-404.
- Bianchin, I., Honer, M.R., Gomes, A. 1992. Controle integrado da mosca-dos-chifres na Região Centro-Oeste. *Hora Vet.* 65:43-46.
- Bianchin, I., Honer, M.R., Soller, W.W., Gomes, A., Schenk J.A.P. 1993. Dinâmica populacional e efeito da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) sobre vacas e bezerros nelore. 8º Sem. Bras. Parasitol. Vet., Londrina, PR. P. 30.
- Bianchin, I., Honer, M.R., Dode, M.A.N., Soller, W.W., Gomes, A., Vaz, E.C. 1995. Population dynamics and effect of the hornfly (*Haematobia irritans*) on Nellore cows and calves. *In IX Semin. Bras. Parasitol. Vet., Campo Grande, MS. P.13.*
- Bianchin, I. 1996. Mosca-dos-chifres: comportamento e danos em bovinos Nelore. 1º Simpósio sobre Controle de Parasitos. Programa e palestras: controle de parasitos em ruminantes. *Anais...Campinas-SP. Pp. 46-49.*
- Bianchin, I., Alves, R.G.O., Soller, W.W. 1997. Efeito de carrapaticidas/inseticidas aspersão sobre adultos do besouro coprófago africano *Onthophagus gazella* (F.). *Ecossistema* 22:116-119.
- Bianchin, I., Alves, R.G.O., Soller, W.W. 1998. Efeito de carrapaticidas/inseticidas "pour-on" sobre adultos do besouro coprófago africano *Onthophagus gazella* Fabr. (Coleoptera: Scarabaeidae). *Anais Soc. Entomol. Bras.* 27: 275-279.
- Blume, R.R. 1972. Additional insects associated with bovine droppings in Kerr and Bexar Counties, Texas. *J. Econ. Entomol, College Park* 65: 62-71.
- Bornemissza, G.F. 1960. Could dung-eating insects improve our pastures? *J. Aust. Inst Agric. Sci.* 26: 54-56.
- Bornemissza, G.F. 1970. Insectary studies on the control of dung breeding flies by the activity of the dung beetle, *Onthophagus gazella* F. (Coleoptera: Scarabaeidae). *J. Aust. Entomol. Soc.* 9: 31-41.
- Bornemissza, G.F. 1976. The Australian dung beetle project 1965-1975. *Aust. Meat Res. Comm. Rev.* 30:1-30.
- Bryan, R.P. 1973. The effects of dung beetle activity on the numbers of parasitic gastrointestinal helminth larvae recovered from pasture samples. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 161-168.
- Bryan, R.P. 1976. The effect of the dung beetle, *Onthophagus gazella*, on the ecology of the infective larvae of gastrointestinal

- nematodes of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 27 (4): 567-574.
- Byford, R. L., Craig, M.E., Crosby, B.L. 1992. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. *J. An. Sci.* 70: 597-602.
- Christensen, C.M., Dobson, R.C. 1979. Effects of testosterone propionate on the sebaceous glands and subsequent attractiveness of Angus bulls and steers to horn flies, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae). *J. Kans. Entomol. Soc.* 52:386-391.
- Calafiori, M. H., Alves, S.B. 1980. Influência de casais do *Dichotomius anaglypticus* (Mannerheim, 1829) (Coleoptera-Scarabaeidae) na fertilização do solo e no desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.). *Ecosistema* 5: 8-16.
- Costa, M.J.R.P. da, Rodrigues, L.R. de A., Souza, R.C. de, Moryama, C.M. 1992. Disintegration of dung pats in coastcross pastures grazed by holstein cows. *International Scientific Conference IFOAM. Organic Agriculture, a key to a sound development and a sustainable environment. Proceedings.* São Paulo. Pp. 226-232.
- Dobson, R.C., Kutz, F.W., Sanders, D.P. 1970. Attraction of horn flies to testosterone-treated steers. *J. Econ. Entomol.* 63(1): 323-324.
- Doherty, W.M., Stewart, N.P., Cobb, R.M., Keiran, P.J., 2002. Comparação da atividade larvívora in-vitro da moxidectina e da abamectina contra o *Onthophagus gazella* (besouro "rola-bosta") e *Hematobia irritans exigua* ("mosca-do-chifre"). *Revista Veterinária* 126: 23-26.
- Doube, B.M., McQueen, A., Ridsdill-Smith, T.J., Weir, T.A. 1991. Native and introduced dung beetles in Australia. *In* Hanski, I y Cambefort, Y., eds. *Dung beetle ecology.* Princeton University Press, Princeton, New Jersey. Pp. 255-278.
- Dung Beetles of Central and Eastern North Carolina Cattle Pastures. <http://www.cals.ncsu.edu/entomology/guidetondungbeetles.pdf>, acessado em 10/02/2006.
- Erroussi, F., Alvinerie, M., Galtier, P., Kerboeuf, D., Lumaret, J.P. 2001. The negative effects of the residues of ivermectin in cattle dung using a sustained-release bolus on *Aphodius constans* (Duft.) (Coleoptera: Aphodiidae). *Vet. Res.* 32: 421-427.
- Ferrar, P. 1975. Preamble for a symposium on effects of dung beetles. *J. Appl. Ecol.* 12: 819-821.
- Ferreira, E., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey, R.M. 1995 a. Perdas de N derivado das fezes bovinas depositadas na superfície do solo. *In* 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília. Anais... Brasília: SBZ. Pp.125-126.
- Ferreira, E., Resende, A., Alves, B.J.R., Boddey, R.M., Urquiaga, S. 1995 b. Destino do 15N-urina bovina aplicado na superfície de um solo Podzólico descoberto, ou sob cultura de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *In* 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília. Anais... Brasília: SBZ. Pp.109-110.
- Fincher, G.T. 1973. Dung beetles as biological control agents for gastro intestinal parasites of livestock. *J. Parasitol.* 59: 396-369.
- Fincher, G.T. 1975. Effects of dung beetle activity on the number of nematode parasites acquired by grazing cattle. *J. Parasitol.* 61: 759-762.
- Fincher, G.T., Stewart, T.B. 1979. Vertical migration by nematode larvae of cattle parasitism through soil. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 4: 43-46.
- Fincher, G.T. 1981. The potential value of dung beetles in pasture ecosystems. *J. Geórgia Entomol. Soc.* 162: 301-316.
- Fincher, G.T., Wang, G.T. 1992. Moxidectin for cattle: effects on two species of dung-burying beetles. *Southwestern Entomologist* 17: 303-306.
- Fletcher, C.A.H., Rodrigues, S.R. 1995. Insetos fímícolos associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC. 1. Besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae). *Rev. Brasil. Ent.* 39: 303-309.
- Giller, K.E., Cadish, G. 1995. Future benefits from biological nitrogen fixation: an ecological approach to agriculture. *Plant and Soil* 174: 255-277.
- Galbiati, C., Bensi, C., Conceição, C.H.C., Florcovski, J.F., Calafiori, M.H. 1995. Estudo comparativo entre besouros do esterco *Dichotomius anaglypticus*

- (Mann., 1829) e *Onthophagus gazella* (F.), sobre as pastagens, em condições brasileiras. *Ecossistema* 20: 109-118.
- Graz, S.P., Nascimento Jr., D. do, Cantarutti, R.B., Regazzil, A.J., Martins, C.E., Fonseca, D.M. da, Barbosa, R.A. 2002. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31 (2): 858-865.
- Halffter, G., Edmonds, W.D. 1982. The Nesting Behavior of Dung Beetles (Scarabaeinae): an Ecological and Evolutionary approach. Instituto Ecologia, Mexico, D.F. Pub. 10.
- Haynes S., R.J., Willians, P.H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Adv Agron.* 49: 119-199.
- Honer, M.R., Bianchin, I., Gomes, A. 1987. Desenvolvimento de um programa integrado de controle dos nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos Cerrados. Fase 1 Embrapa CNPGC, Campo Grande, MS. Pesquisa em Andamento 36. 4 p.
- Honer, M.R., Gomes, A. 1990. O manejo integrado da mosca-dos-chifres, berne e carrapato em gado de corte. EMBRAPA Gado de Corte, Circular Técnica 22. 60 p.
- Honer, M.R., Bianchin, I., Gomes, A. 1993. Mosca-dos-chifres: histórico, biologia e controle. Documentos 45, Embrapa-CNPGC, Campo Grande. 34 p.
- Honer, M.R., Bianchin, I., Gomes, A. 1998. Desenvolvimento de um programa integrado de controle dos nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos Cerrados. Fase 2. Observações sobre a dinâmica populacional dos besouros coprófagos autóctones. Embrapa CNPGC, Campo Grande, MS. Pesquisa em Andamento 40. 5 p.
- Koller, W.W., Gomes, A., Flechtmann, C.A.H., Rodrigues, S.R., Bianchin, I., Honner, M.R. 1997. Ocorrência e sazonalidade de besouros copro/necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) em massas fecais de bovinos, na região de Cerrados do Mato Grosso do Sul. Pesquisa em Andamento 48. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. 5 p.
- Kunz, S. E., Murrell, K.D., Lambert, G., James, L.F., Terril, C.E. 1991. Estimated losses of livestock to pests. In Pimentel, D., ed. CRC handbook of pest management in agriculture. Boca Raton: CRC, v. 1. Pp. 69-98.
- Lumaret, J.P., Erroussi, F. 2002. Use of antihelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. *Vet Res.* 33: 547-562.
- Macedo, M.C.M. 1995. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros, Brasília. Anais... Brasília: SBZ. Pp. 28-62.
- Macedo, M.C.M. 2005. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros, Goiânia, Anais... Goiânia: SBZ. Pp. 56-84.
- Mariategui, P.G. 2006. *Ontherus sulcator* (Fabricius), su importancia en el control de *Haematobia irritans* (Linneus) en campos de la cuenca del río Salado. 2001. Rev. Electrónica Escuela de Posgrado Univ. Nac. San Martín, Buenos Aires, Argentina: <http://www.posgrado.unsam.edu.ar/paginas/revista/rev15.htm>, acessado em 10/02/2006.
- Miranda, C.H.B., Nascimento, Y.A., Bianchin, I. 1990a. Desenvolvimento de um programa integrado de controle dos nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos cerrados. Fase 3. Potencial de *Onthophagus gazella* no enterrio de fezes bovinas. EMBRAPA Gado de Corte, Pesquisa em Andamento, 42. 5 p.
- Miranda, C.H.B., Nascimento, Y.A., Bianchin, I. 1990b. Desenvolvimento de um programa integrado de controle dos nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos cerrados. Fase 4. Contribuição de *Onthophagus gazella* à fertilidade do solo pelo enterrio de fezes bovinas. EMBRAPA Gado de Corte, Pesquisa em Andamento 43. 5 p.
- Miranda, C.H.B., Santos, J.C.C., Bianchin, I. 1998. Contribuição de *Onthophagus gazella* à melhoria da fertilidade do solo pelo

- enterrio de massa fecal bovina fresca. 1. Estudo em casa de vegetação. Rev. . Brasil. Zootecnia 27: 681-685.
- Miranda, C.H.B., Fernandes, C.D., Cadisch, G. 1999. Quantifying the nitrogen fixed by *Stylosanthes*. Past. Tropic. 21: 64-69.
- Miranda, C.H.B., Santos, J.C.C., Bianchin, I. 2000. The role of *Digitonthophagus gazella* on pasture cleaning and production as a result of burial of cattle dung. Past. Tropic. 22: 14-18.
- Ratcliffe, B.C., Jameson, M.L. 2000. Key to the families and subfamilies of Scarabaeoidea of the New World. URL: <http://www-museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/ScarabaeoideaK.htm>. In Ratcliffe, B.C and Jameson, M.L., eds. *Generic Guide to New World Scarab Beetles* (URL: <http://www-museum.unl.edu/research/entomology/Guide/index4.htm>).
- Sauaressig, T.M. 2003. Ação de lactonas macrocíclicas sobre o desenvolvimento e a sobrevivência do besouro coprófago *Digitonthophagus gazella*. Hora Veterinária 23: 49-52.
- Schalsh Jr., F.J., Marchesin, W.A., Herling, V.R., Luz, P.H. de C., Vieira, J.C; Lima, C.G de 2005. Contribuição de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius) na fertilidade do solo pelo enterrio de fezes bovina frescas em pastagens de capim-braquiaraõ *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandú. In 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais em CD ROM. Goiânia, Go: SBZ. 6 p.
- Sommer, G.J., Holter, P., Nansen, P. 1992. Reduced splash dispersal of bovine parasitic nematodes from cow pats by the dung beetle *Diastellopalpus quinque-dens*. J. Parasitol. 78: 845-8.
- Strong, L. 2002. Avermectin: a review of their impact on insects of cattle dung. In *Insect control and biology: a review*. Bull. Entomol. Res. 82: 265-274.
- Suarez, V.H. 2002. Helminthic control on grazing ruminants and environmental risks in South America. Vet. Res. 33: 563-573.
- Thomas, R.J. 1992. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. Grass For. Sci. 47: 133-142.
- Thomas, R.J. 1995. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. Plant and Soil. 174: 103-118.
- Valentim, J.F., Andrade, C.M.S. 2004. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. In 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Campo Grande, MS, 2004. SBZ. Pp. 142-154.
- Valério, J.R., Guimarães, J.H. 1983. Sobre a ocorrência de uma nova praga, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera, Muscidae), no Brasil. Rev. Brasil. Zool. 1: 417-418.
- Wardaugh, K.G., Ridsdill-Smith, T.J. 1998. Antiparasitic drugs, the livestock industry and dung beetles - cause for concern? Aust. Vet. J. 76: 259-261.
- Wardaugh, K.G. 2002. Insecticidal activity of antiparasitic drugs other than macrocyclic lactones. CSIRO Tech. Report 9. 37 p.
- Zimmer, A.H., Barbosa, R. A. 2005. Manejo da pastagem para produção sustentável. ZOOTEK 2005, Campo Grande, MS. Anais. Em CD ROM. 4 p.