

Etología aplicada a resolver problemas de alimentación del ganado*

M. H. Cassini ^{1,2}

¹Univ. Nacional de Luján, 6700 Luján, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

²YBYME, Obligado 2490, 1428 Buenos Aires, Argentina.

ABSTRACT. *Applied Ethology to resolve the problems of livestock feeding.*- Applied Ethology studies the genetics, development, physiology, psychology and ecology of a wide range of behaviours of domestic and wild animals, with the aim of improving or developing animal production techniques or pest management strategies. This work describes the mechanisms and functions of the foraging behaviour of ungulates, and their application to three problems of animal production: phytotoxicosis, pasture utilization and food supplement supply.

KEY WORDS. Applied Ethology, Diet choice, Foraging, Habitat selection, Ungulates

Introducción

La Etología Aplicada es una disciplina que se nutre de conocimientos provenientes de todas las ciencias del comportamiento y que se ha caracterizado por la acumulación de múltiples aplicaciones específicas a una enorme diversidad de aspectos del manejo de animales domésticos y silvestres, más por haber realizado grandes aportes unitarios como ha ocurrido, por ejemplo, en la Parasitología Veterinaria. En un libro de reciente aparición, Cassini & Hermitte (1993) realizaron un extensivo análisis de los logros y alcances de esta disciplina en sus primeros treinta años de existencia. Como conclusiones de esta revisión, se propuso que

la Etología Aplicada debe evolucionar hacia el alcance de dos objetivos principales: (1) incorporar los nuevos desarrollos teóricos, especialmente aquellos provenientes de la Ecología del Comportamiento, para alcanzar una mayor comprensión de los "porqué" del comportamiento animal, y (2) introducir una nueva visión de los sistemas de producción animal consistente en adaptar las técnicas de manejo a los patrones de comportamiento de los animales de producción y no ignorarlos como ha ocurrido típicamente en el pasado.

Este trabajo se concentra en (1) el análisis de la información proporcionada por la Etología a la descripción de los mecanismos y funciones del comportamiento alimentario de los ungulados y (2)

* Conferencia presentada en el IV Congreso Nacional y I Iberoamericano de Etología, Cáceres, España, 30 de Setiembre de 1992.

su aplicación a la resolución de tres problemas de la producción pecuaria: la fitotoxicosis, el aprovechamiento de pasturas y el suministro de raciones.

Etología aplicada a evitar el consumo de plantas tóxicas por el ganado

Se considera planta tóxica a la que ingerida por un animal le produce trastornos a nivel de los distintos sistemas fisiológicos, y que pueden llevar a la muerte (Gallo, 1987). Las plantas tóxicas para el ganado han constituido desde siempre un problema muy importante para la producción ganadera de aquellos países que utilizan métodos extensivos de explotación. Un estudio realizado para los siete estados del sur de los Estados Unidos de Norteamérica, arrojó el resultado de que la ingestión de plantas tóxicas produce pérdidas económicas del orden de los 350 millones de dólares por año (James et al., 1992). Y esta estadística sólo incluye las pérdidas debidas a la muerte de los animales, es decir no contempla otros efectos menos drásticos pero no menos relevantes en términos económicos como pérdida de peso, aumento en la tasa de abortos o en el intervalo entre pariciones. En la Argentina se han descrito nada menos que 112 plantas tóxicas, cada una de ellas con una amplia distribución dentro del país (Gallo, 1987).

El mayor problema de la fitotoxicosis como peligro para la ganadería es la dificultad para controlarla. A diferencia de muchas enfermedades producidas por parásitos y otros agentes patógenos, las plantas tóxicas son prácticamente imposibles de erradicar de muchas regiones aún con grandes inversiones de dinero porque es muy difícil manejar la pastura para evitar la aparición del fenómeno. Un ejemplo típico es el del timpanismo (empaste o

meteorismo) que es una indigestión espumosa del rumen observable en rumiantes que pastorean en praderas de alta calidad y producción. Esta patología aparece esporádicamente, ocurre en forma repentina y el animal puede morir en cuestión de una hora (Delville, 1990).

En este trabajo se discute una nueva aproximación al problema de la fitotoxicosis y se sugieren nuevas técnicas de manejo para reducir el efecto de las plantas tóxicas para el ganado. Esta aproximación está basada en la idea que, como en otros aspectos relevantes de la producción animal, el consumo de las plantas venenosas depende de la decisión del animal de consumirlas, es decir, de la selección alimentaria que realizan los animales. Mientras que las estrategias convencionales de manejo consisten en manipular el ganado o el alimento a través de suplementación, de movilizar los animales, o de cambios en la composición del forraje, esta propuesta tiene una actitud global diferente: propone manipular el comportamiento de la hacienda, reduciendo el consumo de las plantas tóxicas. Para ello, es necesario conocer en detalle las características del comportamiento alimentario y del desarrollo de preferencias alimentarias en los rumiantes domésticos. Es decir, el primer paso consiste en responder a la pregunta de por qué el ganado consume plantas tóxicas.

Como veremos existen diversos mecanismos conductuales y fisiológicos que los animales pueden utilizar para minimizar el efecto de las toxinas, pero al mismo tiempo el funcionamiento de estos mecanismos se ve entorpecido por la complejidad de las condiciones en las cuales los animales deben elegir los componentes de su dieta. Por lo tanto, la búsqueda de soluciones requiere de un profundo conocimiento tanto de los mecanismos que determinan las preferencias alimentarias del ganado como de las condiciones en las que se produce la sobre-ingestión de toxinas. Es por eso que este capítulo enfatiza la descripción de los conocimientos

adquiridos sobre estos tópicos, provenientes fundamentalmente de la investigación básica.

Mecanismos de elección de la dieta en los mamíferos

Los tipos, partes y proporciones de alimentos que un animal incluye en su dieta depende de dos factores fundamentales: la accesibilidad o disponibilidad del alimento y las preferencias alimentarias. La accesibilidad se ve afectada por factores sociales, la forma en que los tipos de alimentos se distribuyen espacial y temporalmente, el efecto de la predación y otros factores ambientales como la protección contra estresores climáticos. A continuación voy a mencionar brevemente los mecanismos fisiológicos y conductuales involucrados en el desarrollo de preferencias alimentarias en los mamíferos, para luego analizar la manera como estos mecanismos operarían en la evitación de la ingestión de toxinas en los ungulados.

Para orientarse en la búsqueda de áreas donde alimentarse, los mamíferos utilizan principalmente la vista. En el reconocimiento de los tipos de alimento pueden participar los sentidos del tacto y del olfato; sin embargo, la decisión final de ingerir o no un alimento en los mamíferos está mediada por el sentido del gusto, en el momento de introducirse un bocado en la boca (Arnold & Hill, 1972; Chapman & Blaney, 1979).

Pero ¿de qué manera son modulados los sentidos para que operen en favor o en contra de la incorporación de un tipo vegetal en la dieta, lo que resulta en la expresión de preferencias alimentarias? Se han propuesto varios mecanismos para explicar las reglas de decisión de los animales en la elección de la dieta.

Algunos investigadores enfatizan las características "innatas" o los mecanismos

genéticamente determinados de las preferencias. Dentro de éstos, se encuentra la neofobia, mecanismo que restringe el rango de la dieta por la supresión o reducción del consumo de alimentos nuevos (Domjan, 1977). La neofobia es un mecanismo inespecífico que expresaría la tendencia de ciertas especies animales a minimizar el consumo de alimentos potencialmente dañinos. Se ha propuesto que la neofobia está presente como un mecanismo innato en los mamíferos omnívoros como las ratas, para los cuales correría el proverbio "mas vale malo conocido que bueno por conocer". Estos animales tienden a consumir pequeñas cantidades de alimentos nuevos como un mecanismo de prevención de envenenamiento. Si bien existe una tendencia innata a evitar alimentos nuevos, la intensidad de la neofobia puede ser incrementada o disminuida dependiendo de la experiencia acumulada con diferentes tipos de alimentos a lo largo de la vida del animal.

Otro mecanismo innato es el propuesto por Richter (1943), quien sugirió que los animales nacen con una batería de "hambres específicas" que los orientan en el reconocimiento de la presencia de sustancias específicas en las plantas, cuando tienen un estado de deficiencia interno por esas sustancias. Richter pensaba que este mecanismo actuaba para resolver la mayoría de los problemas dietarios de los animales, como por ejemplo, para cubrir las necesidades de vitaminas y proteínas. Sin embargo, posteriormente se demostró que ese no es el mecanismo que opera en muchos casos y sólo se ha demostrado para el caso de la sal (Rozin, 1976).

Mucha literatura relacionada a cuestiones de "palatabilidad" en los mamíferos asume implícita o explícitamente que los sabores son intrínsecamente "buenos" o "malos" para los animales, independientemente de sus consecuencias. Es así que se considera que los alimentos de sabor amargo son instintivamente rechazados mientras que aquellos de sabor dulce son preferidos sin necesidad de haber

experimentado anteriormente el alimento. Como en ciertos casos la intensidad del sabor dulce está asociada a la cantidad de energía disponible en forma de hidratos de carbono, mientras que el sabor amargo está relacionado con la presencia de ciertas toxinas, se argumenta que los sabores considerados "ricos" evolucionaron para seleccionar las plantas por sus beneficios mientras que los sabores "feos" evitan consumir venenos (Harborne, 1988).

Además de los criterios genéticamente determinados de elección de componentes de la dieta, existen sabores, olores y características visuales de los alimentos que pueden cambiar su valor hedónico dependiendo de la experiencia. Es así como un sabor inicialmente neutro puede posteriormente ser rechazado o aceptado dependiendo de las consecuencias que la ingestión del alimento poseedor de ese sabor hubo acarreado al animal. Este mecanismo se conoce con el nombre de aprendizaje de preferencias por ensayo y error o aprendizaje de condicionamiento por el alimento, por el cual las toxinas son evitadas o los nutrientes en déficit son consumidos porque el animal aprende las relaciones entre un estímulo condicionado, por ejemplo un sabor o un color, con las consecuencias internas negativas o positivas de la ingestión de un estímulo incondicionado, sea una toxina (García & Koelling, 1966) o un nutriente (Rozin & Kalat, 1971) respectivamente.

Las preferencias alimentarias pueden ser influenciadas no sólo por las consecuencias de la ingesta de alimentos por un animal individual sino también por el ambiente social. Ya el feto recibe estímulos gustativos de la madre y todavía más intensa sería la influencia de los sabores transmitidos a través de la leche. Thorhalldottir et al. (1987, 1990) demostraron que la conducta de la madre afecta la elección de la dieta de los borregos y se ha postulado la existencia de una "impronta alimentaria" en los rumiantes, ésto es un período crítico durante las etapas tempranas de la vida de los

animales en los que hay una mayor tendencia a aprender (Immelmann, 1975).

Cómo operan los mecanismos conductuales para reducir la intoxicación en los mamíferos herbívoros

La neofobia cumpliría con dos funciones. Por un lado, al consumir poca cantidad de plantas desconocidas, reduce el riesgo de sobredosis de nuevos venenos. Por otro lado, al estabilizar la composición florística y química de la dieta permite al organismo adaptarse a las toxinas presentes en esas plantas. Esto es así porque los herbívoros poseen variados mecanismos fisiológicos para reducir o eliminar los efectos de venenos ya ingeridos que son más eficientes cuando la dieta es estable (Howe & Westley, 1988). Los más importantes son ligar y metabolizar las toxinas. La reducción de los efectos de largo plazo de los taninos es un efecto de ligamiento del compuesto antes de que pueda ejercer su acción. Se ha observado que cuando ciertos herbívoros son alimentados por largos períodos con dietas ricas en taninos, se produce un incremento crónico en el tamaño de las glándulas salivales parótidas. El incremento en la secreción de proteínas ricas en prolinas ayudaría a la formación de complejos proteína-tanino que pasan inactivos a través del tracto gastro-intestinal, como fue demostrado en las ratas. Existen varios mecanismos para metabolizar el compuesto para que no pueda ejercer su acción. El hígado de los rumiantes puede disminuir la toxicidad de los compuestos absorbidos del tracto gastrointestinal a través del incremento o decremento de la producción de enzimas, la multiplicación de organelas específicas, o a través del aumento del tamaño del órgano entero. La mayor protección por catálisis de la toxina se encuentra en el rumen por la habilidad de las papilas ruminales y del tejido de la pared para detoxificar muchos

compuestos, y por las especies microbiales que cambian rápidamente y permiten a los rumiantes ingerir varios fitotóxicos.

Sin embargo, muy pocas veces los herbívoros pueden acceder a los mismos alimentos por largos períodos de tiempo porque la oferta alimentaria se modifica por cambios en las especies vegetales o porque las mismas especies maduran y cambian su composición química a lo largo del tiempo (Howe & Westley, 1988). Por lo tanto, los herbívoros deben ajustar sus dietas a los cambios ambientales, monitoreando la composición química de las plantas nuevas y decidiendo incorporar nuevos componentes a sus dietas. Ya se ha dicho que los únicos nutrientes específicos que pueden detectarse a través de un monitoreo directo son el sodio y el agua y por lo tanto no existirían mecanismos innatos de detección de toxinas específicas al estilo de los "hambres específicos" de Richter. Sin embargo, algunos grupos de toxinas tienen sabores característicos como el gusto amargo de los alcaloides y los glicósidos cardíacos o el gusto astringente de los taninos (Provenza & Balph, 1987). Por lo tanto, la evitación de plantas tóxicas nuevas podría deberse al rechazo "instintivo" de los sabores amargos o astringentes.

El consumo de sobredosis no-letales de venenos produce malestares gastro-intestinales que los animales utilizan como estímulo incondicionado. los cuales se asocian con el sabor u otra señal registrada en el momento de ingerir el alimento con la toxina. De esta manera, los animales pueden aprender que un determinado sabor inicialmente neutro está asociado a la presencia de una toxina y, por lo tanto, aprender a rechazar ciertos tipos de alimento por este mecanismo de aprendizaje de aversiones por alimento.

El aprendizaje social también puede influir en el consumo de toxinas. Se ha observado que ovejas criadas con madres que evitan plantas tóxicas tienden a evitar consumir de esas plantas cuando adultos, lo

que representa otro potencial mecanismo de evitación de toxinas (Thorhalldottir et al., 1987)

Porqué los rumiantes se envenenan

Se han postulado varias causas de la sobre-ingestión de venenos por los rumiantes.

1) *Limitaciones en el mecanismo de aprendizaje.* Las ratas poseen una enorme capacidad para aprender aversiones por gustos. En experimentos en los que sabores inicialmente neutros eran seguidos por malestares gastrointestinales inducidos por inyecciones de cloruro de litio, se encontró que estos animales podían rechazar alimentos aún cuando éstos producían malestar ocho horas después de ser consumidos (García & Koelling, 1966). Estas habilidades no se han encontrado en los rumiantes, los cuales desarrollan aversiones sólo cuando la demora en la presentación del estímulo incondicionado es del orden de minutos (Zahorik et al., 1990).

2) *Restricciones debidas a los patrones alimentarios y a la fisiología digestiva.* A diferencia de las ratas que consumen entre seis y 12 comidas por día con intervalos bien definidos sin alimentación, los rumiantes pasan entre un cuarto y medio día comiendo y gran parte del resto rumiando. Durante el pastoreo, los animales prueban muchas plantas diferentes, aún en pasturas muy bien mantenidas. Los rumiantes grandes como las vacas frecuentemente arrancan varias especies en un mismo bocado. Todas estas características del comportamiento alimentario dificultan la capacidad de identificar los efectos aversivos demorados de un especie en particular, discriminándolo del resto de plantas y partes de plantas consumidas en un ciclo diario de alimentación.

La complejidad de la fisiología digestiva de los rumiantes en comparación con la de animales con dietas omnívoras dificulta el aprendizaje de

aversiones condicionadas (Howe & Westley, 1988; Illius & Gordon, 1990). Principalmente, que la absorción de nutrientes puede verse demorada por varias horas, extendiendo la demora entre la ingestión del alimento y sus consecuencias positivas o negativas. Por otro lado, en el rúmen se mezclan y procesan simultáneamente numerosos tipos de alimentos, complicando la discriminación entre éstos.

3) *Fitotóxicos que evaden los mecanismos conductuales de detección y evitación.* Provenza et al. (1992) postularon cuatro posibles razones por las que los fitotóxicos pueden no ser detectados: (a) compuestos tóxicos que no causan malestares gastro-intestinales sino alergias, alucinaciones o cualquier otra forma de envenenamiento; (b) similitudes en la estructura molecular entre sustancias vegetales tóxicas y no tóxicas; (c) cambios temporales en la toxicidad de la planta; (d) efectos sinérgicos entre fitotoxinas.

4) *Interacciones del aprendizaje de aversiones con otras formas de aprendizaje.* ¿Qué ocurre cuando hay consecuencias post-ingestivas aversivas que operan con un cierto retardo pero el mismo alimento tiene consecuencias positivas inmediatas? Tal es el caso de plantas venenosas pero que al mismo tiempo tienen altas concentraciones de azúcares dulces, o favorecen la fermentación ruminal, la ingesta de alimento y la digestión, como con *Delphinium barbeyi*. Este parece ser un motivo frecuente de intoxicación en el ganado, lo que indica la restricciones que existen al uso de aprendizaje de aversiones en condiciones más complejas que las de un laboratorio de psicología experimental.

Las experiencias transmitidas por la madre durante la gestación, la lactación o los primeros pastoreos pueden tener una importante influencia en las preferencias alimentarias de los herbívoros como adultos. Por lo tanto, una madre que no evita las plantas tóxicas durante la cría puede predisponer a sus crías a ingerir toxinas. Un efecto negativo

similar ocurre dentro de rodeos si la mayoría de sus miembros consumen alimentos tóxicos.

Un ejemplo de aplicación del condicionamiento de aversiones por alimento para reducir la pérdida de ganado por envenenamiento por plantas tóxicas

Actualmente existen suficientes evidencias que los rumiantes domésticos pueden formar aversiones por sabores (con las limitaciones que se acaban de describir), principalmente a partir de las investigaciones realizadas en los últimos años por tres grupos de investigación liderados por Zahorik, Olsen y Provenza. En la mayoría de sus experimentos la técnica empleada consistió en la administración del veneno inmediatamente después de que los animales consumieran el tipo de vegetal que se pretendía que los animales evitaran. Los venenos utilizados fueron cloruro de litio, apomorfina y extractos de plantas tóxicas. Las formas de administración fueron por infusión intraruminal, por ingestión de cápsulas o por inyecciones intramusculares. Los rumiantes en los que se ha demostrado que pueden formar aversiones por sabores son las vacas, las ovejas y las cabras, pero esta lista seguramente se extenderá a medida que se incrementen los estudios.

Este método de condicionamiento por aversiones puede utilizarse para enseñar a los rumiantes a evitar consumir de aquellas plantas que son venenosas, pero que no producen un malestar inmediato o que producen enfermedades difíciles de asociar con la ingesta de la planta. Esta técnica tiene obvias ventajas en relación a los métodos convencionales que consisten en (1) anular el uso de aquellos potreros invadidos por las plantas tóxicas, método que muchas veces es impracticable o representa una pérdida enorme para el productor, o (2) usar recursos "a posteriori" del envenenamiento, como la

inyección de "antídotos", la administración de diuréticos, purgantes, hipersecretores, las sangrías, enemas, etc, que implican muchos mayores costos por la pérdida de peso de los animales y el costo de su manejo.

Lane et al. (1990) investigaron la eficiencia de este método de condicionamiento de aversiones para reducir la pérdida de ganado debida a la ingestión de *Delphinium* sp. que es una planta venenosa palatable causante de una gran cantidad de muertes de ganado en los campos de regiones montañosas de los Estados Unidos. Cinco vaquillonas fueron condicionadas a evitar consumir *Delphinium* sp. por infusiones intraruminales de cloruro de litio siempre que consumían la planta tóxica en ensayos de condicionamiento por el alimento en un corral. Cinco vaquillonas utilizadas como animales control recibieron el mismo tratamiento pero la infusión fue con agua destilada. Luego de esta etapa de aprendizaje, las vacas fueron llevadas a potreros en las montañas de Utah, donde fueron observadas durante 1986 y 1987. Las vaquillonas no condicionadas consumieron *Delphinium* sp. durante 1986 mientras que las condicionadas redujeron el consumo de esta planta tóxica. Esta aversión persistió en 1987. Sin embargo, hubo una rápida pérdida de la aversión por *Delphinium* sp. cuando los animales tratados fueron incorporados a un grupo de vaquillonas no entrenadas a evitar el veneno, que se manifestó en un incremento en el consumo de la planta tóxica observado luego de ser separadas del rodeo.

Etología aplicada al aprovechamiento de pasturas

Sistemas de pastoreo

La producción ganadera está principalmente

afectada por factores relacionados con la calidad genética, el aprovechamiento de pasturas y la sanidad del ganado. Contando con una buena inversión, se pueden obtener animales de alta calidad y se pueden controlar las enfermedades de forma de maximizar la producción en un establecimiento ganadero. Sin embargo, el "cuello de botella" de este incremento en la producción es el factor alimentación, al cual no se han encontrado respuestas definitivas. Una de las mayores dificultades consiste en el buen aprovechamiento de las pasturas. Luego de utilizar un potrero bajo condiciones de pastoreo continuo, frecuentemente en la pastura se pueden delimitar tres áreas: (1) en las proximidades de la entrada o la aguada, el pasto aparece en forma rala y el suelo endurecido debido al pisoteo, características de una vegetación sobrepastoreada, (2) en la parte media del potrero, las vegetación se encuentra pastoreada a un nivel intermedio, que es el apropiado para la nutrición del ganado y la recuperación de la pastura y (3) en el fondo del potrero, el pasto no comido y fructificado que perdió su valor nutricional, es decir una pastura subpastoreada.

La principal solución que se ha encontrado al problema del aprovechamiento de la pastura son los sistemas intensivos de pastoreo y actualmente se estima que el sistema de pastoreo que se aplique en un establecimiento constituye uno de los factores más importantes para el resultado económico de la empresa ganadera.

Durante los últimos años se ha impuesto el sistema de pastoreo rotativo como la mejor solución para minimizar el subpastoreo y el sobrepastoreo y maximizar la relación de cabezas por hectárea. El pastoreo rotativo consiste en la subdivisión de los potreros con el objeto de dar a cada parcela un razonable período de descanso, seguido por un corto e intenso lapso de pastoreo. Hay diferentes variantes como el pastoreo alternativo, el pastoreo cabeza-cola, etc.

Entre las ventajas que se han mencionado que

ofrecen estos sistemas por incrementos en la producción animal o por una mejor conservación de la flora son:

- 1) Aumenta la carga animal.
- 2) Anula reinfecciones de parásitos, evitando que se completen los ciclos.
- 3) Aprovecha mejor las praderas (o pasturas perennes) que son sensibles a las defoliaciones frecuentes.
- 4) Reduce la superficie de verdes.
- 5) Minimiza la invasión de malezas, por la alta carga instantánea y la mayor habilidad competitiva de la pastura.
- 6) Favorece una distribución más homogénea del bosteo.
- 7) Reduce la pérdida por pisoteo.

Sin embargo, hasta el presente no están claramente establecidas la importancia de estas ventajas y en países altamente tecnificados como los Estados Unidos aún hoy los expertos discuten acerca de su valor. Algunos de los problemas que se le atribuyen al pastoreo rotativo son:

- 1) Incrementa los problemas sanitarios por una hacienda más concentrada.
- 2) Reduce la utilización de luz, disminuyendo la producción de materia seca.
- 3) Complica el manejo de un campo, con dificultades en los criterios de su fraccionamiento.
- 4) Dificulta la predicción de los resultados de la rotación por las variaciones en las condiciones climáticas que modifican la velocidad del rebrote, punto clave del pastoreo rotativo.

Cuando se realizaron investigaciones científicas serias de largo plazo para poner a prueba la eficiencia del pastoreo rotativo, se obtuvieron resultados variados. Por ejemplo, Heitschmidt y colaboradores publicaron una serie de cinco artículos en el *Journal of Range Management* en los cuales presentan los resultados de un estudio de seis años en Texas. Los resultados de sus investigaciones no apoyan los fundamentos biológicos teóricos subyacentes a las

ventajas del pastoreo rotativo (v.g. Voisin 1959), siendo uno de los principales que al incrementar la carga animal la rotación intensiva (muchas subdivisiones y/o largos reposos) incrementa la productividad de largo término de la pastura. Cuando estos investigadores incrementaron el número de divisiones no obtuvieron cambios ni en la calidad de la pastura, ni en la composición florística, ni en la producción de forraje, ni en la proporción de materia viva/materia muerta. En forma similar, Holechek et al. (1987) realizaron un estudio de cinco años en Oregon y no obtuvieron diferencias en la composición de la dieta del ganado: la misma cantidad de proteína cruda y fibra y la misma composición florística en planteles en pastoreo rotativo que en pastoreo continuo.

El objetivo de mencionar estos estudios no es el de cuestionar la utilización de sistemas intensivos de pastoreo sino de enfatizar la necesidad de entender los mecanismos subyacentes, en particular en relación a los efectos sobre el comportamiento de la hacienda, que, si son comprendidos, podrían permitir mejoras sustanciales en el manejo.

Pastoreo rotativo y comportamiento del ganado

A continuación se describen dos estudios realizados sobre las consecuencias del pastoreo rotativo en aspectos de la conducta del ganado que, si no son tomadas en cuenta, afectan negativamente la eficiencia del sistema y, por lo tanto, la producción.

Walker & Heitschmidt (1986) estudiaron el efecto de varios sistemas de pastoreo en el tipo y densidad de sendas de vacas cruce Angus x Hereford. La importancia de las sendas radica en que son un factor muy importante en la erosión del suelo. Estas sendas son producidas por el ganado en sus desplazamientos desde y hacia las áreas de descanso, de la aguada y de pastoreo y usualmente se forman

porque los animales buscan rutas de mínima resistencia, como la cresta de una elevación, un valle o paralelas a una línea isoclina.

En un primer experimento Walker y Hirschmidt compararon el número de sendas por kilómetro cuadrado entre tres sistemas convencionales de pastoreo (continuo con alta carga, continuo con carga moderada y rotativo diferido), con el sistema de pastoreo rotativo. También tomaron en cuenta la distancia al agua y si las sendas eran usadas con intensidad alta, intermedia o baja. El tratamiento rotativo consistía en 14 parcelas dispuestas radialmente alrededor de la aguada con una densidad de 3.7 ha/vaca/año y permanencia entre 2 a 5 días en cada parcela.

Los resultados fueron: (1) la densidad de sendas fue significativamente mayor en pastoreo rotativo que en los otros sistemas y (2) hubo un incremento en el número de sendas de alto uso a medida que la distancia a la aguada se reducía en el tratamiento rotativo.

En el segundo experimento Walker y Hirschmidt compararon dos tratamientos de pastoreo rotativo que diferían en el número de subdivisiones, 14 parcelas versus 42 parcelas. El incremento en el número de parcelas produjo un incremento en el número de sendas. Como en el primer experimento, también hubo un incremento en las sendas asociado a una menor distancia a la aguada.

Las conclusiones de este estudio son que existe una tendencia al incremento de la densidad de sendas con el pastoreo rotativo porque los animales vuelven a diseñar sus rutas que conectan las zonas de bebida, alimentación y descanso cada vez que son movidos de parcelas. Este efecto perjudicial se agudiza cuando se utiliza un diseño de celdas como el de este experimento, ya que la zona cercana al centro de la celda tiende a transformarse en un área sacrificada por la elevada densidad de sendas. Este problema podría modificarse cambiando la forma de las parcelas, de triangulares a cuadrangulares, cuando las

características del campo lo permiten.

Gluesing & Balph (1980) realizaron otro estudio sobre los efectos del sistema de pastoreo rotativo sobre la conducta del ganado, en este caso sobre el comportamiento alimentario. Estos autores investigaron las diferencias en el tiempo que las ovejas ocupaban caminando (i.e., buscando alimento) cuando al cambiar la hacienda de una parcela a otra ocurrían cambios en los tipos de pasturas. En el experimento, las ovejas pastorearon consecutivamente en seis potreros con diferentes proporciones de alfalfa, que es una pastura preferida por estos animales. Las ovejas pastorearon primero en una pastura con 37% de alfalfa en la que evitaron consumir de los otros tipos de pastos y especies de plantas y utilizaron relativamente poco tiempo caminando. Luego de 22 días, pasaron a una pastura con 53% de alfalfa en la que redujeron el tiempo utilizado caminando, probablemente porque le resultaba más fácil encontrar la pastura preferida. Pero al pasar los animales a una pastura con menos del 5% de alfalfa, caminaron aproximadamente el 50% más de lo esperado (si los animales gastaran igual proporción de tiempo en cada pastura). Esto fue particularmente pronunciado inmediatamente después que los animales fueron colocados en la parcela, momento en el que caminaron el perímetro entero del potrero en menos de tres horas. Este enorme incremento en el tiempo de caminar sería consecuencia de que las ovejas buscaban esperando encontrar mayor proporción de alfalfa. En el siguiente cambio de potrero luego de siete días, los animales se alimentaron en una pastura similar a la anterior y lo que se observó fue una caída del 45% en el tiempo utilizado caminando, seguramente porque los animales se adaptaron a la nueva proporción de distintos tipos de vegetales y modificaron su respuesta. El incremento en los desplazamientos obviamente reduce el tiempo de alimentación y aumenta el gasto energético por una ineficiente búsqueda de las plantas más preferidas

pero menos abundantes, perjudicando los beneficios del sistema de pastoreo. Gluesing y Balph propusieron un método de manejo para facilitar el aprendizaje de las nuevas condiciones de un potrero al que se los cambiará que consiste en confinar a los animales a una pequeña parcela con la misma pastura que el potrero antes de permitirles el acceso al mismo. Esto haría que los animales caminen menos, pisoteen menos vegetación y coman proporcionalmente más cuando entran a la pastura completa.

Pastoreo continuo y preferencias espaciales del ganado

Los sistemas de pastoreo intensivo surgieron como una respuesta a la mala utilización de las pasturas en la cría extensiva. La cría intensiva implica el manejo por parte del ganadero tanto de los lotes de animales como de las pasturas. Recientemente algunos investigadores norteamericanos y australianos comenzaron a preguntarse qué pasaría si en lugar de manipular los animales y los campos con todos los costos que eso involucra, se comenzara a prestar más atención a la manera como el ganado doméstico usa el espacio en sistemas de pastoreo continuo y a aprovechar esos conocimientos para mejorar la cría extensiva. Estos investigadores se encontraron con la sorpresa de que existía una virtual ausencia de conocimiento verdaderamente predictivo acerca de los patrones espaciales y temporales de uso del espacio por parte del ganado en condiciones de cría extensiva y es así como desde finales de la década del 70 que se vienen estudiando las preferencias espaciales de los ungulados domésticos. En nuestro trabajo de revisión mencionado en la introducción, describimos 29 estudios de este tipo (Cassini & Hermitte, 1993). En casi todos estos estudios se encontró que la variable que más influyó en el tiempo de

permanencia en ciertas áreas de un potrero fue las características de la vegetación presente en ese área. Dependiendo de las características del área de estudio, la característica de la vegetación más relevante podía ser el tipo de pastura, la biomasa, la productividad vegetal, la composición química o la disponibilidad relativa, pero en todos los casos la vegetación fue un factor fundamental en la distribución del ganado en los potreros independientemente de la región geográfica y del tipo y número de animales considerados.

Sin embargo, otras variables influyeron considerablemente bajo ciertas condiciones ambientales o de manejo. Son casos típicos la importancia de las pendientes en ambientes montañosos y fríos donde el ganado prefiere las laderas protegidas de los vientos o la influencia del bebedero o de los lugares con sombra durante el verano o en zonas cálidas, en los que el uso de las áreas de vegetación se ve restringida por la distancia a estas fuentes de termorregulación. Otras variables más específicas que se han encontrado afectan la selección del ambiente en los ungulados son el uso de herbicidas, la distancia a carreteras o los incendios provocados para desmalezar.

Una vez establecidas las variables relevantes en las preferencias espaciales del ganado, varios autores comenzaron a desarrollar modelos matemáticos capaces de predecir el uso de distintas áreas de un potrero antes que la hacienda fuese colocada. Por ejemplo, Senft et al. (1983) desarrollaron exitosamente un modelo basado en técnicas de regresión múltiple que tenía en cuenta el efecto simultáneo de siete variables ambientales. Con este modelo, los autores pusieron a prueba las predicciones cuantitativas este modelo en el patrón espacial de uso de un potrero de 125 hectáreas. El ajuste entre el patrón esperado y el observado fue muy alto, indicando un éxito notable del modelo dentro de las condiciones limitadas de ese estudio.

Además de permitir buscar mejores soluciones al

problema del subpastoreo y el sobrepastoreo, el conocimiento de los orígenes de las preferencias espaciales de los rumiantes domésticos puede tener ventajas en:

- 1) Resolver problemas de conservación de vida silvestre cuando hay competencia con el ganado doméstico.
- 2) Usar estímulos como bloques de sal o suplementos para cambiar los patrones de uso del ambiente.
- 3) Planificar la distribución de las fuentes de agua y de sombra que minimicen los costos de desplazamiento y que mejoren la utilización de los campos.
- 4) Resolver problemas específicos sobre la distribución de las pasturas en zonas montañosas o inundables.
- 5) Predecir los efectos de mejoras en un campo antes de ser implementadas.
- 6) Estimar los recursos forrajeros reales.
- 7) Estimar la capacidad de carga de un campo que va a ser manejado.
- 8) Predecir los componentes de la dieta del ganado.

Etología aplicada al suministro de suplementación alimentaria

La suplementación alimentaria del ganado se utiliza con frecuencia en diferentes ramas de la producción animal y existe una variedad considerable de diferentes tipos de suplementos dependiendo de las necesidades del productor. Si bien existe una extensa y detallada información respecto a la composición de los alimentos suplementarios en función de las necesidades del productor, el aspecto menos resuelto es el de las formas de suministro de las raciones, ya que implica una sumatoria de complicaciones, entre las que se encuentra el desplazamiento de la

hacienda, la variabilidad en el consumo entre animales, la forma y ubicación de los comederos, los horarios de suministro, etc. Un adecuado estudio del comportamiento alimentario y social del ganado asociado al uso de suplementos dietarios puede ayudar a la solución de este tipo de problemática.

El efecto de la dominancia y la agresividad sobre el acceso al suplemento se ha estudiado en varias oportunidades (v.g., Boissou, 1971; Monaghan, 1990). Un aspecto muy interesante y que recién comienza a estudiarse es el del efecto de la experiencia temprana sobre el uso de suplementos. Por ejemplo, el descubrimiento que los borregos pueden desarrollar preferencias por tipos de alimentos que consumen sus madres, sólo con la oportunidad de observarlas alimentarse de ellos (Thorhalldottir et al., 1990), puede aportar soluciones importantes en la incorporación de suplementos en un establecimiento.

El estudio realizado por Cassini & Hermitte (1992) sobre patrones de uso del ambiente del ganado y consumo de bloques de melaza puede utilizarse como ejemplo de la importancia de los estudios etológicos para el mejor aprovechamiento de suplementos. Los bloques de alimento balanceado se distribuyen dentro de un potrero y son lamidos y consumidos progresivamente por el ganado. Son una forma de suplementación que tiene, entre otras ventajas, evitar el traslado de los animales y reducir el personal necesario para su utilización. Sin embargo, el éxito de su utilización depende de la probabilidad de detección y de consumo por parte de los animales. Durante dos años, se realizó un estudio cuyos objetivos fueron: (1) estudiar los patrones de distribución del ganado junto con los factores ambientales que los afectan, (2) determinar la ubicación de los bloques de alimento que resultaban en la maximización del consumo y (3) analizar si ese consumo estaba asociado con los patrones de uso del espacio. Los resultados de este trabajo tomados globalmente indicaron que la

ubicación de los bloques suplementarios cerca de la bebida, que fuera la proposición original de los fabricantes hacia los productores, no conlleva una óptima utilización y no debería ser recomendada.

Conclusiones

En este trabajo se han descrito tres áreas de aplicación de los recientes conocimientos sobre las estrategias de obtención de alimento y de uso del espacio de los ungulados domésticos. El objetivo no fue ofrecer recetas a problemas específicos de fitotoxicosis, manejo de pasturas o suplementación, sino ejemplificar la manera en que la Etología Aplicada puede incorporar los conocimientos recientes provenientes de la investigación básica al desarrollo de sistemas de producción agropecuaria basados en la adaptación de las técnicas de manejo a las respuestas conductuales que los animales expresan frente a estos tres problemas.

Las aplicaciones de los conocimientos sobre conducta alimentaria no se agotan en las tres áreas descritas, sino que tienen otras ramificaciones. Vale la pena terminar este artículo aunque menos sea mencionando dos de estas áreas: el control de plagas y el conflicto producción-conservación de fauna. La primera merece destacarse porque es una de las áreas en la que existe mayor investigación dentro de la Etología Aplicada y donde se han obtenido muchas y muy diversas soluciones a partir de la manipulación de la conducta alimentaria de las especies plaga. Revisiones de la literatura publicada en esta área pueden encontrarse en varios trabajos previos (v.g., Greig-Smith, 1990; Cassini & Hermitte, 1993).

La segunda área de aplicación involucra un problema cada vez más acuciante para la supervivencia de los ecosistemas naturales y la vida silvestre, que es el fenómeno de la expansión de las fronteras agropecuarias. Esto es, las necesidades

alimentarias de una humanidad en crecimiento exponencial y otros factores, están determinando una invasión de los espacios naturales para su utilización en la alimentación de ganado doméstico. Los conflictos de competencia inter-específica que se establecen entre la fauna de herbívoros silvestres y el ganado son innumerables y casi siempre resultan en el achicamiento o extinción de las poblaciones nativas. La última propuesta de este trabajo es que la Etología Aplicada puede ofrecer soluciones a algunos de estos problemas basadas en el manejo del comportamiento alimentario y espacial de los herbívoros.

Agradecimientos

Agradezco (1) al Dr. J. Carranza y demás organizadores del I Congreso Iberoamericano de Etología realizado en Cáceres, España, en 1992, por su invitación a dictar la Conferencia cuyo contenido se incluye en este artículo, (2) al Dr. J. C. Senar y al Dr. L. Arias de Reyna por su predisposición a difundir la Etología Aplicada, (3) a la Lic. G. Hermitte, por las largas discusiones sobre el pasado y el futuro de la Etología Aplicada, y (4) a la Dra. B.L. Vilá por los comentarios realizados sobre el manuscrito.

Resumen

Etología aplicada a resolver problemas de alimentación del ganado.

La Etología Aplicada investiga aspectos genéticos, ontogenéticos, fisiológicos, psicológicos y ecológicos de un amplio rango de tipos de conductas de los animales silvestres y de producción,

con el objetivo de mejorar o desarrollar técnicas de producción animal o estrategias de manejo de animales plaga. En este trabajo se describen mecanismos y funciones del comportamiento alimentario de los ungulados y las más recientes aplicaciones de la Etología a tres problemas de la producción pecuaria: la fitotoxiosis, el aprovechamiento de pasturas y el suministro de raciones.

Summary

Applied Ethology to resolve the problems of livestock feeding.

Applied Ethology studies the genetics, development, physiology, psychology and ecology of a wide range of behaviours of domestic and wild animals, with the aim of improving or developing animal production techniques or pest management strategies. This work describes the mechanisms and functions of the foraging behaviour of ungulates, and their application to three problems of animal production: phytotoxicosis, pasture utilization and food supplement supply.

Referencias

- Arnold, G.W. & Hill, J.L., 1972. Chemical factors affecting selection of food plants by ruminants. In: *Phytochemical Ecology* :71-101 (J.B. Harbone, Ed.). London: Academic Press.
- Boissou, M.F., 1971. Effect de l'absence d'informations optiques et de contact physique sur la manifestation des relations hiérarchiques chez le bovin domestique. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 11:191-198.
- Cassini, M.H. & Hermitte, G., 1992. Patterns of environmental use by cattle in relation to the consumption of supplemental food blocks. *Applied Animal Behaviour Science*, 32:297-312.
- Cassini, M.H. & Hermitte G., 1994. Etología aplicada a la producción animal. En: *Etología Introducción a la ciencia del comportamiento*: 469-491. (J. Carranza, Ed.). Cáceres. Serv. Publicaciones Univ. Extremadura.
- Chapman, R.F. & Blaney, W.M., 1979. How animals perceive secondary compounds. In: *Herbivores: Their Interaction With Secondary Plant Metabolites*: 161-198 (G.A. Rosenthal & D.H. Janzen, Eds.) New York: Academic Press.
- Delville, G., 1990. Empaste o timpanismo espumoso. *Nutrición Animal Aplicada*, 3:5-12
- Domjan, M., 1977: Attenuation and enhancement of neophobia for edible substances. In: *Learning Mechanisms in Food Selection*: 151-167 (L.M. Barker, M. Best, & M. Domjan, Eds.) Waco, Texas: Baylor University Press.
- Gallo, G.G., 1987. *Plantas tóxicas para el ganado en el cono sur de América*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- García, J. & Koelling, R.A., 1966. Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science*, 4:123-124.
- Gluesing E.A. & Balph, D.F., 1980. An aspect of feeding behaviour and its importance to grazing systems. *Journal of Range Management*, 33:426-427.
- Greig-Smith, P.W., 1990. Foraging Behaviour. In: *Managing the Behaviour of Animals*: 9-47 (M. Monaghan & D. Wood-Gush, Eds.). London: Chapman and Hall.
- Harbone, J. B., 1988. *Introduction to Ecological Biochemistry*. New York: Academic Press.
- Holeček, J.L., Berry, T.J. & Vavra, M., 1987. Grazing system influences on cattle performance on mountain range. *Journal of Range Management*, 40:55-59.

- Howe, H.F. & Westley, L.C., 1988. *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford: Oxford University Press.
- Illius, A.W. & Gordon, I.J., 1990. Constraints on diet selection and foraging behaviour in mammalian herbivores. In: *Behavioural Mechanisms in Food Selection*:. 369-393 (R.N. Hughes, Ed.) Berlin: NATO ASI Series. Springer-Verlag.
- Immelmann, K., 1975. Ecological significance of imprinting and early learning. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 6:15-37.
- James, L.F., Nielsend D.B., & Panter K.E., 1992. Impact of poisonous plants on the livestock industry. *Journal of Range Management*. 45:3-8.
- Lane, M.A., Ralphs, M.A., Olsen, J.D., Provenza, F.D. & Pfister, J.A., 1990. Conditioned taste aversion: potential for reducing cattle loss to larkspur. *Journal of Range Management*, 43:127-131.
- Monaghan, P. (1990). Social Behaviour. In: *Managing the Behaviour of Animals*: 48-71 (M. Monaghan & D. Wood-Gush, Eds.). London: Chapman and Hall.
- Provenza, F.D. & Balph, D.F., 1987. Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. *Applied Animal Behaviour Science*, 18:211-232.
- Provenza, F.D., Pfister, J.A. & Cheney, C.D., 1992. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. *Journal of Range Management*, 45:36-45.
- Richter, P., 1943. Total self-regulatory functions in animals and human beings. *Harvey Lectures Series* , 38:63-103.
- Rozin, P., 1976: The selection of food by rats, humans and other animals. In: *Advances of the Study of Behaviour*: 21-76 (J.S. Rosenblatt; R.A. Hinde; E. Shaw, & C. Beer Eds.). New York: Academic Press.
- Rozin, P. & Kalat, J.W., 1971. Specific hungers and poison avoidance as specializations of learning. *Psychological Review*, 78:459-486.
- Senft, R.L., Rittenhouse, L.R. & Woodmansee, R.G., 1983. The use of regression models to predict spatial patterns of cattle behavior. *Journal of Range Management*, 36:553-557.
- Thorhalldottir, A.G., Provenza, F.D. & Balph, D.F., 1987. Food aversion learning in lambs with or without a mother: discrimination, novelty and persistence. *Applied Animal Behaviour Science*, 18:324-340.
- Thorhalldottir, A.G., Provenza, F.D. & Balph, D.F., 1990. Ability of lambs to learn about novel foods while observing or participating with social models. *Applied Animal Behaviour Science*, 25:25-34.
- Voisin, A., 1959. *Grass productivity*. Philosophical Library Inc., New York.
- Walker, J.W. & Heitschmidt, R.K., 1986. Effect of various grazing systems on type and density of cattle trails. *Journal of Range Management*, 39:428-431.
- Westoby, M., 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *American Naturalist*, 108:290-304.
- Zahorik, D.M. & Houpt, K.A., & Swartzman-Andert, J., 1990. Taste-aversion learning in three species of ruminants. *Applied Animal Behaviour Science*, 26:25-39.

Recibido: julio, 1993