

## ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE FORRAJEO DE UNA PAREJA DE GERBOS MACHO (*Meriones unguiculatus*) BAJO CONDICIONES DE ABUNDANCIA Y ESCASEZ DE ALIMENTO

Gina Rodríguez; Tatiana Muñoz; Iván Orozco

*Universidad de los Andes*

Camilo Hurtado P.

*Universidad Nacional de Colombia*

*Meriones unguiculatus* (gerbo, gerbil o jerbo de Mongolia) es un pequeño roedor típico de las regiones áridas de Asia, África y Europa oriental. Las principales características de estos roedores se encuentran relacionadas con el comportamiento de excavar galerías subterráneas, habitar lejos de las fuentes de agua y alimentarse primordialmente de semillas, granos, hierbas, raíces y plantas del entorno desértico; adicionalmente, son animales activos durante el día y medianamente durante la noche. Viven en colonias y presentan ampliamente comportamiento social. Su hogar se describe como un túnel, de 2 a 2,50 m de longitud con ramificaciones a diferentes niveles, varias cámaras a lo largo del túnel principal sirven como habitaciones para anidar y almacenar alimento.

El forrajeo, entendido como la serie de estrategias que presentan los animales para capturar, manipular, asegurar y consumir su alimento, se encuentra sujeto, al igual que otras características comportamentales, a una serie de presiones ecológicas como la competencia intra o entre especie, los predadores y la cantidad de alimento disponible, es este último problema el que el estudio aborda.

El análisis evolutivo que se hace de la relación entre las estrategias de forrajeo y los problemas que enfrentan los animales en su entorno, se ha abordado a través de una teoría denominada: "Teoría del Forrajeo Óptimo" la cual, entre otros puntos, señala que aquellos rasgos comportamentales alternativos que enfrenten un mismo problema ecológico tendrán diferentes costos y beneficios energéticos (representados usualmente en calorías). Se verán favorecidos, en términos de verse representados de una manera más amplia en la especie, aquellos atributos que maximicen las ganancias energéticas y por ende el fitness (Alcock, 1988). La maximización puede entenderse como el incremento en la cantidad de energía obtenida a partir de la inversión que haga el individuo (costos). Se puede hablar de maximización o bien cuando se reducen costos, o cuando se incrementan beneficios.

Los estudios que se hacen bajo este paradigma generan predicciones acerca de las estrategias alimenticias que presentan los animales usando como indicadores de gastos o costos energéticos las distancias recorridas, asegurar el alimento, manipularlo, etc., mientras que para el caso de indicadores de beneficios, se considera el contenido calórico que ofrece el alimento obtenido. Aunque en varios estudios se ha observado que la mayoría de las especies se comportan según las predicciones de la maximización, recientes hallazgos señalan que alternativamente algunas especies comprometen la maximización para solucionar los problemas de una dieta balanceada y los predadores dando pie a un proceso de **minimización**, que en otras palabras sugiere un intento por "sobrevivir al menor costo" (Alcock, 1988). Mientras que bajo el proceso de maximización la razón entre beneficios/costos tiende a estar por encima de 1, en el caso de la minimización la tendencia es a equilibrar la proporción entre beneficios y costos.

El estudio que se describe a continuación plantea el interés por analizar las estrategias de la pareja de gerbos *Meriones unguiculatus* dadas las condiciones del experimento; estas condiciones pueden ser entendidas como el modelamiento de un problema ecológico para estos animales consistente en un acceso limitado a cantidades diferenciales de alimento en tres opciones de elección (rutas) con niveles de dificultad y distancia también variados.

La hipótesis fundamental manejada en el experimento planteó que las estrategias que los animales presentarían para ajustarse a estas condiciones serían consistentes con las predicciones que se podrían hacer a la luz de la teoría del forrajeo óptimo: a) mayor tiempo invertido por los animales en las rutas y parches donde encontrarían más alimento, b) menor número de entradas a las rutas con mayor costo energético, reduciendo costos y aumentando las ganancias.

### Método

#### Sujetos

2 individuos macho de la especie *Meriones unguiculatus* de 6 semanas de edad y peso 30 gramos aprox.

#### Instrumentos

Cronómetros, semillas de girasol, cámara, Planillas de registro y Laberinto de 70 cm x 70 cm con arreglo de rutas y parches (ver figura 1.)

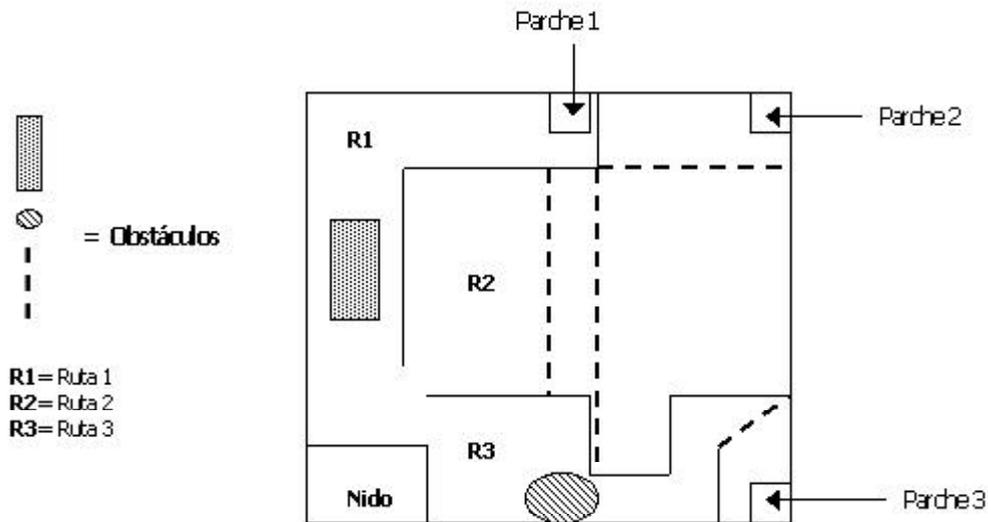


Figura 1. Laberinto de 70x 70 cms utilizado durante el experimento, presentó una distribución de tres rutas (con distancias y dificultad diferente debido a los obstáculos dispuestos) las cuales llevaban a 3 parches de alimento.

### Procedimiento

La observación de los animales se realizó durante una semana, periodo en el cual fueron dispuestas las cuatro condiciones experimentales. Los registros se llevaron a cabo durante 90 minutos diarios, haciendo muestreos a diferentes horas del día; adicionalmente, cabe señalar, que cada individuo fue registrado independientemente en el número de visitas a cada ruta, cantidad de alimento consumido (en semillas) y el tiempo en segundos que permaneció en cada ruta.

El laberinto mantuvo el mismo arreglo durante todo el estudio en cuanto al diseño de las rutas y posición de los obstáculos; las variaciones en cada condición estuvieron relacionadas únicamente con la cantidad de alimento disponible en cada parche; otros aspectos como el sitio donde se realizaron las observaciones, tipo de alimento ofrecido y luz ambiente no fueron modificados.

El procedimiento planteo la posibilidad que los animales ingresaran a cada ruta y parche sin restricciones durante el transcurso de los muestreos, sin embargo, los animales solo permanecieron en el laberinto durante las sesiones, una vez concluido el registro eran devueltos a un nido fuera de él.

**Condición control.** A lo largo de este primer arreglo, se dispuso en cada parche igual cantidad de alimento (15 semillas), y se tomaron los registros correspondientes, para esta etapa los animales no habían sido privados de alimento.

A lo largo de las tres condiciones siguientes, los animales fueron restringidos en su alimentación: solo tenían oportunidad de consumir alimento durante el procedimiento experimental.

**Condición 1.** Consistió en presentarle a los animales una mayor cantidad de semillas en el parche 1 (10 semillas); mientras que en los parches 2 y 3 solo fueron dispuestas tres semillas.

**Condición 2.** Fueron dispuestas tres semillas en el parche 1; 10 en el parche dos, y tres en el parche 3.

**Condición 3.** Fueron dispuestas tres semillas en el parche 1 y 2, mientras que en el parche tres se colocaron 10 semillas.

Los animales tuvieron la posibilidad en todo momento de elegir ingresar a cada ruta y parche e ingerir la cantidad de alimento que estuviera disponible, únicamente si el animal salía de la ruta, el recipiente donde se colocaban las semillas era llenado de nuevo con la cantidad correspondiente a cada condición, esto indica que en cada ocasión que el animal entraba a la ruta y llegaba hasta el parche encontraba la misma cantidad de alimento, sin embargo, solo hasta que abandonará la ruta tenía la posibilidad de encontrar nuevamente alimento en el mismo parche; en dado caso que el animal dejará alimento, es decir, que no consumiera la totalidad de semillas disponibles en ese parche, inmediatamente el animal abandonaba la ruta, la carga del parche se completaba hasta alcanzar la cantidad estipulada para esa condición.

Tabla 1 datos de cada ruta relacionados con las distancias y obstáculos.

Ruta	Distancia	Obstáculos	Estimación de costo
1	63 cms	a= 2.5 cms	65.5 unidades
2	73 cms	a= 13.5 b= 22.5 c= 13.5	122.5 unidades
3	92 cms	a= 8.25 b= 11.5	111.7 unidades

### Resultados

Los datos fueron obtenidos con relación a las hipótesis planteadas, es decir, con el objetivo de evaluar las predicciones que surgieron a partir de la teoría del forrajeo óptimo; por esta razón se presentan los datos acerca del tiempo en promedio que permaneció cada sujeto en cada ruta por cada condición y el número de visitas a cada ruta también para cada sujeto y condición del experimento. Adicionalmente, se generó la estimación de la relación beneficios/costos a partir del cálculo de los costos totales por visita a ruta (ver Tabla 1.) y el número de semillas ingeridas, esto para cada condición.

#### Tiempo invertido por los sujetos en cada parche para cada condición

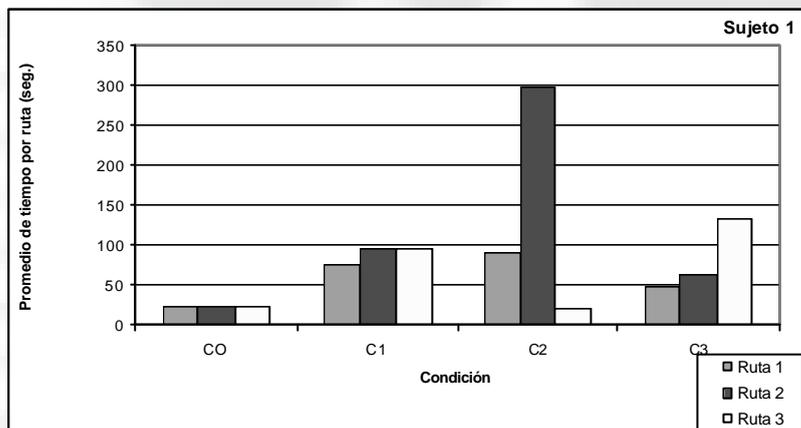


Figura 2. Tiempo promedio del sujeto 1 en cada ruta y condición (CO= condición control; C1=condición uno; C2= condición dos y C3= condición tres).

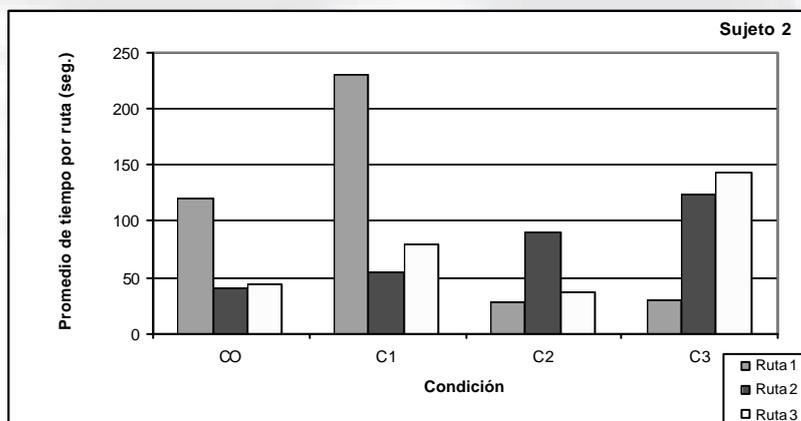


Figura 3. Tiempo promedio del sujeto 2 en cada ruta y condición (CO= condición control; C1=condición uno; C2= condición dos y C3= condición tres).

Los datos con respecto al tiempo promedio por ruta muestran para el sujeto 1. una distribución uniforme durante la condición control, es decir que en ausencia de privación y cuando se encontraba abundante alimento en las tres rutas, el animal presentó una distribución homogénea de su tiempo de estadía, mientras que dadas las condiciones 1, 2 y 3 las tendencias observadas plantean duraciones más amplias en los parches, donde dada la condición, estaba dispuesto un mayor número de semillas (ver figura 2.); solo en el caso de la condición 1 este aspecto no se cumplió, observándose iguales duraciones promedio para las rutas 2 y 3 y menor tiempo en la ruta 1.

Para el caso del sujeto 2. en la condición control se observa una preferencia marcada por el parche 1, en las condiciones 1, 2 y 3, se observan tendencias marcadas a permanecer mayores intervalos de tiempo en las rutas con cantidades de alimento superiores (ver Figura 3).

Estimación de la relación Beneficios/Costos a partir de la observación del número de semillas consumidas y los recorridos de cada ruta

Es importante señalar una limitación de los resultados del estudio relacionada con la imposibilidad para generar una estimación real de beneficios/costos basada en la unidad tradicionalmente más utilizada, calorías, esto debido a que por limitaciones de instrumentos no fue posible generar datos acerca del gasto energético real para cada sujeto al recorrer cada ruta para poderlos contrastar con los beneficios energéticos (también en calorías), de las semillas consumidas. Por esta razón, el análisis se hace de manera comparativa entre condiciones usando los datos del desempeño de los animales representado en la proporción “no.de semillas/ unidades de costo (distancia y obstáculos)” Bajo este cálculo, se asume que son mayores los beneficios netos (maximización) cuando se ingresa en menos ocasiones a ruta-parche y se consume mayor número de semillas en cada ingreso. Dadas las restricciones que planteó el experimento, el animal podía elegir: entre a) dedicarse a visitar constantemente los parches con menos semillas obligado a recorrer varias veces la ruta para ganar pocas semillas, demorándose además menos en cada ruta; b) o la posibilidad maximizadora que consistiría en visitar todos los parches, al menos en una ocasión, y detectar el sitio con mayor cantidad de alimento disponible, luego dedicar mayor tiempo a esta ruta y evitar un elevado número de entradas y salidas (gastos); fue precisamente este último fenómeno el que se detectó de manera incidental a lo largo de las observaciones

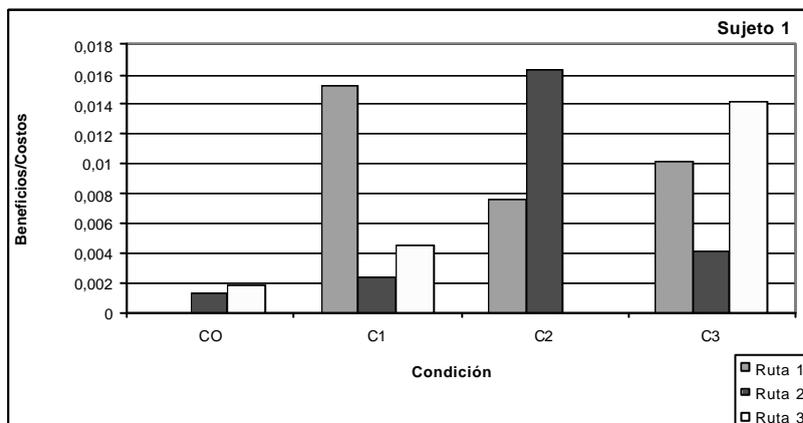


Figura 4. Estimación de la relación Beneficios/Costos a partir de la observación del número de semillas consumidas y los recorridos de cada ruta (unidades de costo según distancias y obstáculos) para el sujeto 2 en cada condición y cada ruta; (CO= condición control; C1=condición uno; C2= condición dos y C3= condición tres).

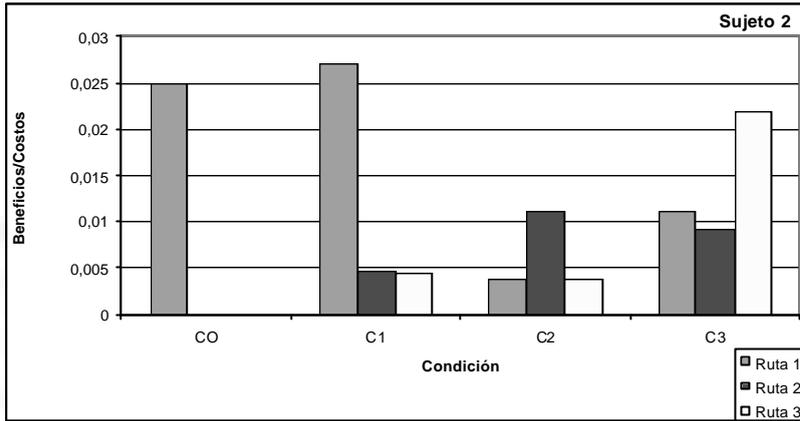


Figura 5. Estimación de la relación Beneficios/Costos a partir de la observación del número de semillas consumidas y los recorridos de cada ruta (unidades de costo según distancias y obstáculos) para el sujeto 2 en cada condición y cada ruta (CO= condición control; C1=condición uno; C2= condición dos y C3= condición tres).

Las comparaciones de B/C entre rutas para cada condición muestran mayores valores de las proporciones Beneficios/Costos para las rutas donde, estaban dispuestas mayores cantidades de semillas. En el caso del sujeto uno estas diferencias son más marcadas, sin embargo esta tendencia se cumple para ambos sujetos.

Número de visitas a cada ruta durante cada condición

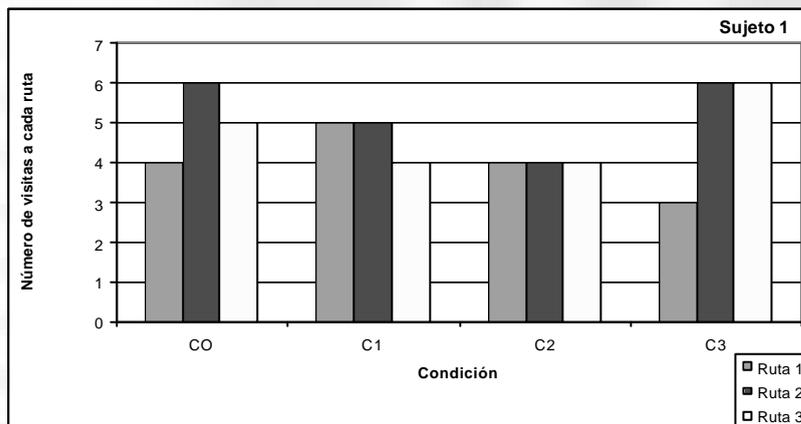


Figura 6. Número de visitas a cada ruta durante cada condición para el sujeto 1 (CO= condición control; C1=condición uno; C2= condición dos y C3= condición tres).

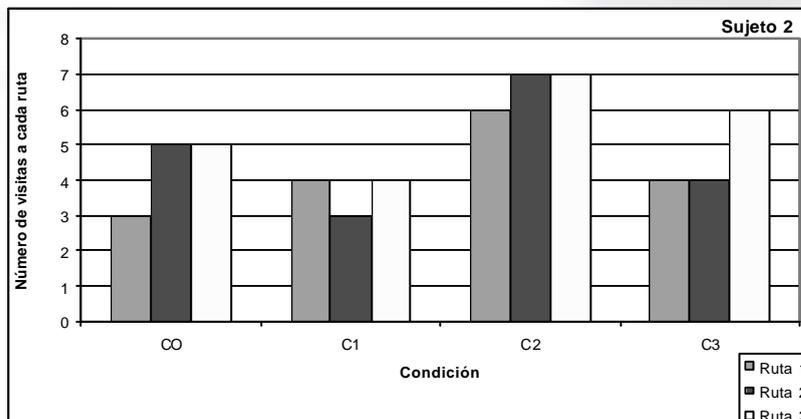


Figura 7. Número de visitas a cada ruta durante cada condición para el sujeto 2 (CO= condición control; C1=condición uno; C2= condición dos y C3= condición tres).

Los resultados relacionados con el número de visitas de cada sujeto a cada ruta plantean una distribución muy cercana a ser uniforme, es decir, no se observan amplias diferencias al comparar las ocasiones que los animales ingresaron a cada ruta dada cada condición, sin embargo, la ruta por condición que tenía dispuesta la mayor cantidad de semillas en todas las ocasiones, y para los dos sujetos, resulta ser una de las más visitadas (ver figuras 6 y 7).

Las comparaciones del tiempo promedio de estadía en cada ruta, por cada condición, vs. la estimación Beneficios/costos (B/C) muestra la tendencia en el comportamiento de los sujetos a permanecer mayor cantidad de tiempo en aquellas rutas en las cuales estaba dispuesta la mayor cantidad de semillas (ver tabla 2 secciones sombreadas), solo en el caso del sujeto 1 para la condición 1 se observa una tendencia diferente a la descrita anteriormente.

Tabla 2. Comparación entre Tiempo promedio que los animales permanecieron en cada ruta por cada condición y la estimación de beneficios/costos (B/C).

Sujeto 1.						
Condición	Ruta 1		Ruta 2		Ruta 3	
	Tiempo	B/C	Tiempo	B/C	Tiempo	B/C
C1	75	0,0153	95	0,00245	94,25	0,00447
C2	91,25	0,00763	295,75	0,0163	20,25	0
C3	48,33	0,0102	63,33	0,00408	132,5	0,0142

Sujeto 2.						
Condición	Ruta 1		Ruta 2		Ruta 3	
	Tiempo	B/C	Tiempo	B/C	Tiempo	B/C
C1	229,375	0,027	53,77	0,0047	79,75	0,0045
C2	27,33	0,0038	88,72	0,011	36,85	0,0038
C3	28,75	0,011	123,75	0,0092	143,33	0,022

**Discusión**

Los datos recogidos a través de las observaciones resultaron ser consistentes con las predicciones planteadas a partir de la teoría del forrajeo óptimo, es decir que la pareja de Gerbos macho, dadas las condiciones del experimento, se ajustaron a las limitaciones alimenticias de manera maximizadora, permaneciendo mayor tiempo en aquellos sitios donde el alimento era más abundante, visitando constantemente aquellas rutas que llevaban a parches con cargas mayores (mayor número de semillas) y mostrando una tendencia a presentar una proporción B/C mayor para las rutas con abundancia de alimento en comparación con las otras rutas, esto ultimo consistentemente con cada condición del experimento. Solo en el caso del número de visitas a cada ruta y parche para cada condición se observó que los datos no son definitivos, aunque tampoco contradictorios; según los datos recogidos para los dos sujetos, las diferencias en el número de visitas a los parches con abundancia o baja cantidad de alimento no son muy amplias, se plantea entonces que estudios posteriores pueden dar cuenta de este fenómeno.

Algunos puntos que se sugieren para profundizar en el estudio de esta especie se encuentran relacionados con la inclusión de otras variables que simulen presiones ecológicas como son los predadores o la competencia entre o intra especie; realizar las observaciones con una colonia de animales puede mostrar el papel de la competencia intra especie; incluir la

amenaza de los predadores es una fuente de información que puede resolver la inquietud acerca del número tan alto de visitas a todas las rutas durante el experimento, inclusive luego de que los animales habían permanecido un tiempo considerable en el laberinto y posiblemente habían detectado el parche con mayor cantidad de alimento disponible; una hipótesis de trabajo que posiblemente da cuenta de estos datos es la tendencia observada en varias especies de roedores a evitar permanecer demasiado tiempo en un mismo sitio debido al riesgo de predación, esto sería consistente con la entrada y salida constante de los parches pero no de las rutas que llevaban a los mismos, es decir que los animales permanecerían cerca del sitio (parche) con mayor alimento, pero en constante movimiento para reducir el riesgo (movimiento constante a lo largo de las rutas).

Los datos fuera de ser concluyentes, plantean un punto de partida para estudios más específicos que evalúen con mayor precisión las estimaciones de costos y beneficios en unidades más exactas (p.ejemplo calorías); además, se hizo evidente el interés por construir arreglos ecológicos donde exista una mayor área de recorrido de los animales, y un tiempo de observación y estadía de los animales en el instrumento, de tal forma que se reduzcan los efectos indeseados de manipulación de los sujetos, cambios drásticos de hábitat, etc.

Referencias

Alcock, (1986) Animal Behavior.

