

# *Octodon degus*: Valor nutricional y preferencia del recurso trófico en el Palmar de Ocoa, Parque Nacional La Campana, Chile

*Octodon degus*: nutritional value and food preference in the Ocoa Palmar, La Campana National Park, Chile

LESLIE R. YATES<sup>1</sup>, FRANCISCO SAIZ<sup>2</sup> y SERGIO ZUNINO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Correo 9, Santiago

<sup>2</sup> Departamento de Ecología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso

<sup>3</sup> Museo de Historia Natural de Valparaíso, Casilla 3208, Correo 3, Valparaíso

## RESUMEN

Se proporciona, basados en la composición nutricional y eficiencias de asimilación, evidencia experimental, que apoya la hipótesis de que la semilla de *Jubaea chilensis* representa un respaldo energético importante en la mantención de la población de *Octodon degus* en el Palmar de Ocoa, Chile. De los recursos tróficos considerados, la semilla de *Colliguaya odorifera*, surge como el componente de mayor calidad de la dieta de este animal. La mayor biomasa promedio de las semillas de *Jubaea chilensis* que asegura un aporte significativamente alto de calorías y nutrientes esenciales por unidad de semillas, le confieren un alto nivel de calidad alimenticia, a pesar de su escaso aporte porcentual de iones y de nitrógeno. Las preferencias en la selección de estos dos recursos, por parte de *O. degus*, corrobora la clasificación de alta calidad. Sin embargo la variada composición nutritiva y de calorías de los recursos considerados, la capacidad de retención de estos factores por parte de *O. degus*, y la variabilidad estacional de los recursos, apoyan el valor adaptativo que para esta especie tiene el ser un herbívoro generalista. Ninguno de los recursos por sí sólo tiene la capacidad de satisfacer los requerimientos nutritivos y de energía de estos animales durante su ciclo de vida.

**Palabras claves:** Preferencia, calidad nutritiva, nitrógeno, sodio, potasio, calcio, *Octodon degus*.

## ABSTRACT

We provide strong experimental evidence, based on nutritional composition and assimilation efficiencies, supporting the hypothesis that *Jubaea chilensis* seeds represent a very important resource to *Octodon degus* population of Palmas de Ocoa, from an energy point of view. Of the eight food items considered, *Colliguaya odorifera* seeds are the higher quality. Even though *J. chilensis* seeds have a relatively lower concentration of nitrogen and ions, their relatively higher average biomass, which provide to the animal who find and eat them with a significant higher amount of nutrients and calories, grants it also a high quality level. Our preference results strengthen the idea that animals selectively forages on food that is higher quality for it. The different nutrient and energy composition, the different assimilation efficiencies, and the seasonal dependence of the availability of the trophic resources studied reinforce the adaptive advantage which represents to *O. degus* being a generalist herbivore. Non of the food items considered could by itself satisfy the energy and nutrient requirements of this animals during their life cycle.

**Key words:** Food preference, food quality, nitrogen, sodium, potassium, calcium, *Octodon degus*.

## INTRODUCCION

Existe acuerdo en la literatura que *Octodon degus* Molina es un roedor de amplio espectro trófico (Castillo *et al.* 1978, Tamayo 1986) que incluye en su dieta hojas tiernas y maduras (Simonetti & Montenegro 1981, Simonetti & Fuentes 1983), frutos, semillas (Zunino & Sáiz 1991) y en casos extremos de baja disponi-

bilidad de los recursos alimenticios habituales, la corteza de algunas de las especies de su hábitat (Rojas *et al.* 1977). Fuentes *et al.* (1983) han indicado que incluso es un agente importante en la mortalidad de plántulas de *Quillaja saponaria* Mol. Varios autores (Meserve 1981a y b, Meserve *et al.* 1983 y 1984) se han referido a las variaciones estacionales y geográficas en la dieta de este roedor. *O. degus* ha

sido descrito en ambientes de matorral y de bosque esclerófilo desde la IV hasta la VII regiones. En algunos puntos de su gradiente geográfico, especialmente en la Cordillera de la Costa de la V región, el hábitat de este roedor se caracteriza por la presencia de ejemplares de Palma chilena, *Jubaea chilensis* Baillon, la que en algunos sectores puede alcanzar densidades apreciables. Estudios recientes realizados por Zunino & Sáiz (1991) en el Palmar de Ocoa del Parque Nacional la Campana, indican que *O. degus* consumiría de manera preferencial el fruto de *J. chilensis*. Más aún, Zunino *et al.* (1992) proponen que los frutos de *J. chilensis*, recurso especial y relativamente abundante en esta área, -y que está disponible en el suelo fundamentalmente en los meses de marzo, abril y mayo, época en que el resto de la oferta trófica del hábitat es muy reducida o ausente-, proporcionaría energía y nutrientes a la población adulta de *O. degus* los que serían importantes para superar los rigores del invierno y respaldar la etapa reproductiva que se inicia en mayo con el apareamiento.

En este trabajo se presenta evidencia que apoya la propuesta de Zunino *et al.* (1992), precisando el papel que la semilla de *J. chilensis* representa para la sobrevivencia de la población de este roedor. Con esta finalidad se determina el grado de preferencia trófica de *O. degus* por el fruto de la palma chilena, el que se relaciona con su valor nutritivo, - medido como contenido calórico, de nitrógeno, de cenizas, de agua y de minerales como sodio, potasio y calcio

-, con su disponibilidad temporal, y con sus eficiencias de asimilación medidas en base a calorías y a los nutrientes mencionados. Se contrastan estos resultados con los obtenidos para otros ítemes de la oferta trófica presentes en el gradiente geográfico de la especie como los frutos de *Colliguaya odorifera* Mol., *Acacia caven* Mol., *Trevoa trinervis* Miers. y *Lithrea caustica* (Hook et Arn.), hojas de gramíneas, y las hojas de *Muehlenbeckia hastulata* (J. E. Sm.) Johnst y de *Trevoa trinervis*.

#### MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Palmar de Ocoa del Parque Nacional La Campana. Una descripción detallada del área de estudio incluyendo la caracterización y fenología de la vegetación se puede encontrar en Zunino *et al.* (1992). El contenido calórico tanto de las semillas de *J. chilensis*, *C. odorifera*, *T. trinervis* y *L. caustica*, del fruto de *A. caven* y de las hojas de *M. hastulata* y *T. trinervis* y de las gramíneas, que fueron considerados como parte de la oferta trófica de *Octodon degus* en este lugar, así como el de las fecas recolectadas en los ensayos de eficiencias de asimilación, se determinó mediante un Calorímetro Adiabático Parr. Para este efecto, el material recolectado fue secado a 60°C durante 48 horas, molido y almacenado en un ambiente seco hasta su posterior determinación. El contenido de nitrógeno total de los ítemes alimenticios y de las fecas se midió

TABLA I

Preferencias tróficas de <i>Octodon degus</i> . (Gramos $\pm$ 1EE, N = 3)							
<i>Octodon degus</i> trophic preferences. (Grams $\pm$ 1SE, N = 3)							
Adultos	S. <i>J.ch.</i> >> 7.9 $\pm$ 0.9	S. <i>C.o.</i> = 3.8 $\pm$ 1.1	F. <i>A.c.</i> = 3.1 $\pm$ 0.9	H. <i>M.h.</i> = 3.0 $\pm$ 1.0	Gr. = 2.5 $\pm$ 0.8	H. <i>T.t.</i> >> 1.9 $\pm$ 0.6	S. <i>L.c.</i> 0.1 $\pm$ 0.07 g
Juveniles	H. <i>M.h.</i> = 5.3 $\pm$ 1.0	S. <i>C.o.</i> >> 4.3 $\pm$ 1.3	S. <i>L.c.</i> = 2.5 $\pm$ 0.8	F. <i>A.c.</i> = 1.7 $\pm$ 0.6	Gr. = 1.6 $\pm$ 0.5	H. <i>T.t.</i> >> 1.2 $\pm$ 0.8	S. <i>J. ch.</i> 0.8 $\pm$ 0.2

S. *J.ch.* = Semillas de *J. chilensis*.  
 S. *C.o.* = Semillas de *C. odorifera*.  
 S. *L.c.* = Semillas de *L. caustica*.  
 F. *A.c.* = Frutos de *A. caven*.  
 H. *M.h.* = Hojas de *M. hastulata*.  
 H. *T.t.* = Hojas de *T. trinervis*.  
 Gr. = Hojas de gramíneas

mediante el método de Kjendahl (Mc Kenzie & Wallace 1954). La concentración de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$  se determinó mediante un espectrofotómetro de absorción atómica y la cantidad de cenizas mediante combustión a  $550^\circ\text{C}$  durante 24 horas en una mufla. Todas estas determinaciones se hicieron con tres réplicas para cada muestra.

Las eficiencias de asimilación se estimaron en términos de calorías, contenido de nitrógeno y contenido de cenizas mediante ensayos gravimétricos de ingestión y egestión, siguiendo el procedimiento usado por Atsatt e Ingram (1983). En éstos, los animales de distinto sexo y edad, fueron mantenidos por 24 horas en cajas metabólicas individuales bajo condiciones ambientales de laboratorio, y con una dieta monoespecífica de cada uno de los ítemes alimenticios. Los roedores fueron sometidos a un período de 48 horas de ayuno previo a los ensayos y después de éstos para asegurar el vaciado intestinal. En el período entre ensayos los animales fueron mantenidos con una dieta consistente en pellets de alimento estándar utilizado en viveros de ratones y pellets de alfalfa, con la finalidad de mantener una condición de salud aceptable. En estos ensayos se hizo sólo un replicado debido a: 1) la dificultad de obtener animales producto de la baja densidad poblacional en el Palmar de Ocoa causada por un período de sequía severa, 2) la pérdida de peso y el deterioro de la salud general de los degús al ser sometidos a dietas monoespecíficas, 3) el gran número de determinaciones que fue necesario hacer (8 recursos alimenticios, dos grupos de edad y sexo), 4) la necesidad de dejar un período inter-ensayos prolongado para asegurar la recuperación de los animales sometidos a estudio, y 5) la necesidad de repetir algunos ensayos con la finalidad de obtener una cantidad suficiente de fecas para realizar las determinaciones de contenido calórico y la composición de nutrientes. Durante los ensayos y en los períodos entre ensayos, se registró diariamente el peso de los animales. Para la determinación de las preferencias tróficas de los animales de distinta edad se usó un ensayo

de cafetería según la metodología propuesta por Rau et al. (1981).

El análisis estadístico de los resultados de las determinaciones nutritivas de los diferentes ítemes alimenticios y de las eficiencias de asimilación se realizó mediante análisis de varianza de dos vías, y las comparaciones múltiples mediante una prueba de Tukey (Sokal & Rohlf 1969). Con este propósito los datos obtenidos en porcentaje fueron transformados a  $x = \arccos \sqrt{(\%/100)}$ .

## RESULTADOS

### *Preferencias alimenticias*

El ítem más consumido en los ensayos de cafetería, por los adultos de *O. degus* fue la semilla de *J. chilensis* (Tabla 1). Los siguientes ítemes tróficos más consumidos, y en orden decreciente, fueron las semillas de *C. odorifera*, los frutos de *A. caven*, las hojas de *M. hastulata* y las hojas de gramíneas, todos los cuales están presentes en la mayoría de los hábitats que *O. degus* ocupa a lo largo de su gradiente de distribución geográfica. El ítem menos preferido por los adultos fue la semilla de *L. caustica*. Los juveniles en cambio, consumen con mayor preferencia las hojas de *M. hastulata* y las semillas de *C. odorifera*, parecen no discriminar entre las semillas de *L. caustica* los frutos de *A. caven* y las hojas de *T. trinervis*, y el ítem menos preferido fue la semilla de *J. chilensis*. Al contrario de los adultos prefieren de manera significativa a las semillas de *L. caustica*.

### *Características Nutricionales de los ítemes tróficos*

En general, las semillas y frutos ( $8.7 \pm 2$ ) incluidos entre los ítemes alimenticios que se ofreció a *O. degus*, se caracterizan por tener, comparativamente con hojas y gramíneas ( $61.2 \pm 13$ ), una significativamente menor cantidad de agua, y una significativamente menor cantidad de cenizas, con excepción de la semilla de *C. odorifera* (Tabla 2).

El mayor contenido calórico lo presenta la semilla de *J. chilensis*, el que es significativamente mayor que el de todos los otros ítemes alimenticios considerados. A la vez, esta semilla tiene una de las menores concentraciones de nitrógeno, la que es sólo significativamente mayor que la de la semilla de *L. caustica*. Esta diferencia además, es sólo significativa estadísticamente con respecto al fruto de *A. caven* y a las hojas de las gramíneas. Por otra parte, posee una escasa cantidad de iones.

La semilla de *C. odorifera* se caracteriza por tener la mayor cantidad de cenizas, la que, sin embargo, no es significativamente diferente a la de las hojas de *T. trinervis* y *M. hastulata* y a la de las gramíneas, pero sí significativamente superior a la de los otros ítemes alimenticios. Posee una concentración intermedia de nitrógeno, significativamente menor que la del fruto de *A. caven* y de las hojas de las gramíneas, y significativamente mayor que la de la semilla de *L. caustica*. Su contenido calórico es el segundo más alto de los recursos considerados, sólo significativamente menor que el de las semillas de *J. chilensis*, y no difiere del de las gramíneas. Las concentraciones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$  tienen valores intermedios.

El fruto de *A. caven* tiene una significativamente mayor cantidad de nitrógeno que todos los otros ítemes alimenticios y una baja cantidad de calorías. La cantidad de sodio es significativamente mayor a la de los otros recursos considerados, mientras que los otros iones tienen valores de nivel intermedio.

La semilla de *L. caustica* se caracteriza por tener la menor concentración de nitrógeno, un bajo contenido calórico, y un moderado contenido de iones con excepción de potasio, el que alcanza el valor más alto de todos los recursos tróficos analizados.

Las hojas en general se caracterizan por tener una significativamente mayor cantidad de agua y de cenizas que las semillas y frutos, y por escasa concentración de iones. Además de lo anterior, la característica más notable de las hojas de *M. hastulata* es su bajo contenido calórico. Las hojas de *T. trinervis* poseen cantidades intermedias de

nitrógeno y también un bajo contenido calórico. En cambio, las hojas de las gramíneas se caracterizan por un relativamente alto contenido calórico y de nitrógeno.

#### *Eficiencias de asimilación*

El análisis de varianza de las eficiencias de asimilación medidas a base de nitrógeno, cenizas, calorías y potasio arrojó diferencias significativas sólo para los ítemes de la dieta, no detectándose diferencias significativas ni para edad ni para sexo. Esto último puede deberse al bajo número de réplicas ( $n=2$ ) de que se dispuso para cada uno de los tratamientos (dieta, sexo y edad). En el caso de los otros dos iones considerados, sodio no presentó diferencias significativas para ninguno de los tratamientos, mientras que para calcio se encontró diferencias significativas respecto a la dieta ( $p < 0.001$ ) y a la edad ( $p < 0.001$ ).

Las semillas de *J. chilensis* y *C. odorifera* presentan las más altas eficiencias de asimilación tanto de calorías, como de nitrógeno y de cenizas (Tabla 3), formando desde el punto de vista de las calorías un grupo significativamente diferente del integrado por el resto de los ítemes alimenticios, los que no difieren significativamente entre sí. Lo mismo ocurre con la eficiencia de asimilación de cenizas, aunque el ordenamiento relativo de los miembros de cada grupo es diferente.

De acuerdo a la eficiencia de asimilación de nitrógeno el ordenamiento de los ítemes alimenticios es más complejo, manteniendo a las semillas de *C. odorifera* como las más asimiladas, seguidas por el grupo conformado por las semillas de *J. chilensis*, las hojas de *T. trinervis*, las hojas de las gramíneas y las hojas de *M. hastulata*, y en el tercero los frutos de *A. caven* y semillas de *T. trinervis*. Las semillas de *L. caustica* se separan significativamente del resto.

Las eficiencias de asimilación de calorías de los distintos ítemes alimenticios de *O. degus* considerados en este estudio, presentan una correlación positiva ( $r=0.76$ ) y significativa ( $p=0.03$ ) con la cantidad de calorías de cada uno de ellos. No se pudo establecer correlación, sin embargo, para

TABLA 2

Características nutritivas y calóricas de los recursos considerados en la oferta trófica de *Octodon degus* en el Palmar de Ocoa, Chile, y la formación de grupos homogéneos generado por el Test de Tukey. N = 3. La media ± 1 Error estándar.

Nutrient and energetic characteristics of the trophic resources of *Octodon degus* in Palmar de Ocoa, Chile, and the homogeneous groups given by Tukey test. N = 3. Mean ± 1 standard error.

Nitrogeno			Cenizas		
Especie	(%)	Grupos	Especie	(%)	Grupos
F. A. caven	3.0 ± 0.4	◇	S. C. odorifera	9.3 ± 0.55	◇
H. de Gramíneas	2.8 ± 0.2	◇	H. T. trinervis	8.0 ± 0.22	◇
S. C. odorifera	2.2 ± 0.02	◇ ◇	H. M. hastulata	6.3 ± 0.52	◇ ◇
H. T. trinervis	2.2 ± 0.4	◇ ◇	H. de Gramíneas	5.9 ± 0.15	◇ ◇
H. M. hastulata	2.2 ± 0.6	◇ ◇	F. A. caven	4.1 ± 0.52	◇ ◇
S. T. trinervis	1.9 ± 0.3	◇ ◇ ◇	S. T. trinervis	2.8 ± 0.87	◇ ◇
S. J. chilensis	1.3 ± 0.1	◇ ◇	S. L. caustica	2.0 ± 0.52	◇ ◇
S. L. caustica	0.8 ± 0.06	◇ ◇	S. J. chilensis	1.4 ± 0.06	◇

  

Calorias			Sodio		
Especie	Calorías	Grupos	Especie	(%)	Grupos
S. J. chilensis	8225 ± 452	◇	F. A. caven	0.42 ± 0.21	◇
H. de Gramíneas	5941 ± 310	◇	H. M. hastulata	0.09 ± 0.01	◇ ◇
S. C. odorifera	5902 ± 130	◇ ◇	S. T. trinervis	0.08 ± 0.01	◇ ◇
F. A. caven	4805 ± 447	◇ ◇	S. L. caustica	0.07 ± 0.01	◇ ◇
S. T. trinervis	4717 ± 120	◇	H. T. trinervis	0.06 ± 0.003	◇ ◇
S. L. caustica	4553 ± 190	◇	H. de Gramíneas	0.05 ± 0.01	◇
H. M. hastulata	4546 ± 190	◇	S. C. odorifera	0.03 ± 0.01	◇
H. T. trinervis	4524 ± 106	◇	S. J. chilensis	0.002 ± 0.0006	◇

  

Potasio			Calcio		
Especie	(%)	Grupos	Especie	(%)	Grupos
H. M. hastulata	1.16 ± 0.03	◇	H. de Gramíneas	1.00 ± 0.06	◇
S. L. caustica	1.15 ± 0.03	◇	H. T. trinervis	0.55 ± 0.05	◇
H. de Gramíneas	0.87 ± 0.08	◇ ◇	S. T. trinervis	0.54 ± 0.07	◇
H. T. trinervis	0.79 ± 0.04	◇ ◇	F. A. caven	0.25 ± 0.08	◇ ◇
S. C. odorifera	0.57 ± 0.16	◇ ◇	S. C. odorifera	0.24 ± 0.05	◇ ◇
S. T. trinervis	0.39 ± 0.04	◇ ◇	S. L. caustica	0.14 ± 0.04	◇ ◇
S. J. chilensis	0.23 ± 0.02	◇	H. M. hastulata	0.07 ± 0.002	◇ ◇
F. A. caven	0.23 ± 0.06	◇	S. J. chilensis	0.02 ± 0.01	◇

S. J.ch. = Semillas de *J. chilensis*.  
 S. C.o. = Semillas de *C. odorifera*.  
 S. L.c. = Semillas de *L. caustica*.  
 F. A.c. = Frutos de *A. caven*.

H. M.h. = Hojas de *M. hastulata*  
 H. T.t = Hojas de *T. trinervis*.  
 Gr. = Hojas de gramíneas.

las eficiencias de asimilación de estos animales para estos ítemes alimenticios, cuando se miden a base de nitrógeno o cenizas.

Si bien no se midió la eficiencia de asimilación de agua de *O. degus* en relación a los ítemes tróficos considerados, pero si se tiene en cuenta que las fecas de estos roedores poseen una muy escasa cantidad de humedad (16%) y que esta no difiere en función de la dieta a que se ha sometido al animal, lo que sería consecuencia de su adaptación a hábitat xéricos, se puede asumir que una fracción muy importante de la humedad presente en el alimento es asimilada y retenida en el cuerpo. En consecuencia, la fuente de agua vía alimentos se encuentra esencialmente en las hojas de los arbustos y en las hojas de las gramíneas (47.2 a 63.3%), mientras que las semillas y frutos representan un aporte reducido de este elemento (12.1 a 7.3%).

En relación a la eficiencia de asimilación de los iones considerados, no existe diferencia significativa entre las especies con respecto al sodio, mientras que para potasio y calcio se distinguen cuatro grupos aunque conformados de manera distinta entre sí. La mayor asimilación de potasio corresponde a la semilla de *C. odorifera* la que es significativamente mayor de las del fruto de *A. caven*, las hojas de las gramíneas y la semilla de *T. trinervis*. La semilla de *J. chilensis* presenta la mayor tasa de asimilación de calcio, sólo significativamente superior a la de gramíneas y las hojas de *T. trinervis* (Tabla 3).

#### DISCUSION

Las hipótesis que se refieren a los mecanismos de defensa antiherbivoría de las plantas y la teoría de forrajeo óptimo, suponen que algunas especies de plantas tienen una «calidad» superior para algunos herbívoros, y no para otros (Bergeron & Jodoin 1987, Baltzli & Lesieutre 1991). Presumiblemente los herbívoros consumen recursos tróficos de «alta calidad» cuando su abundancia y disponibilidad no es limitante, y deben pagar un precio que se traduce en disminución de su adecuación

biológica, cuando se ven forzados a alimentarse de recursos de baja calidad nutritiva. La selección de un recurso trófico que se ofrece en una prueba diseñada para detectar la preferencia trófica, indicaría el nivel de calidad nutritiva de éstos, debido a que bajo esas condiciones la disponibilidad de los alimentos no es restrictiva. La aplicación de este criterio a nuestros resultados indica que la semilla de la palma, la semilla del colliguay, las hojas de *M. hastulata* y las gramíneas son alimentos de alta calidad nutritiva para *O. degus* y que, estando disponibles en el hábitat, deberían constituir parte importante de la dieta de este roedor. Dada su menor preferencia, los otros recursos tróficos considerados en este estudio, deberían representar recursos de una calidad nutritiva menor.

Sin embargo, de acuerdo a sus propiedades nutritivas, y a la eficiencia de asimilación obtenido para *O. degus*, la semilla de la palma surge como un ítem de calidad alimenticia de nivel intermedio, puesto que proporciona al animal un importante aporte de energía, pero sólo un escaso aporte de nitrógeno, de agua y de iones (Tabla 4). La relativa alta eficiencia de asimilación de este fruto sería indicativa de una baja composición de fibras, taninos y fenoles (Atsatt & Ingram 1987) lo que constituiría otro factor explicativo de su alta preferencia.

La semilla de *C. odorifera*, ítem alimenticio que se encuentra presente a lo largo de todo el rango de distribución geográfica de este roedor, representa claramente un elemento de alta calidad alimenticia de su dieta, considerando su composición nutricional y las respectivas eficiencias de asimilación. A este respecto, este fruto aunque entrega un aporte moderado de energía y de agua, significa para el animal una fuente importante de nitrógeno o proteínas, de cenizas y de iones, especialmente de sodio.

Las hojas de las gramíneas y de *M. hastulata* representan recursos que pueden clasificarse como de niveles intermedios de calidad, si se considera su valor nutricional y la capacidad de asimilación que de ellos posee *O. degus*. Las gramíneas parecen ser una muy importante fuente de agua y de nitrógeno para estos animales,

TABLA 3

Eficiencias de asimilación (%) de *Octodon degus* en relación a los recursos considerados, medidos a base de nitrógeno, ceniza, calorías, sodio, potasio, y calcio, y la formación de grupos homogéneos generado por el Test de Tukey. N = 8. La media ± 1 Desviación estándar.

*Octodon degus* assimilation efficiencies (%) in relation to the selected trophic resources, considering nitrogen, ash, calories, sodium, potassium and calcium, and the homogeneous groups given by Tukey test. N = 8. Mean ± 1 standard deviation.

Nitrogeno			Cenizas		
Especie	Eficiencia (%)	Grupos	Especie	Eficiencia (%)	Grupos
<i>S. C. odorifera</i>	91.6 ± 4.5	◇	<i>S. J. chilensis</i>	88.6 ± 6.2	◇
<i>S. J. chilensis</i>	77.0 ± 9.0	◇ ◇	<i>S. C. odorifera</i>	88.2 ± 5.8	◇
<i>H. T. trinervis</i>	72.7 ± 13.2	◇	<i>H. M. hastulata</i>	70.4 ± 11.4	◇
H. de Gramíneas	68.1 ± 13.2	◇ ◇	<i>F. A. caven</i>	65.1 ± 16.3	◇
<i>H. M. hastulata</i>	64.7 ± 16.0	◇ ◇	<i>S. L. caustica</i>	62.7 ± 10.2	◇
<i>S. T. trinervis</i>	55.1 ± 9.8	◇ ◇	H. de Gramíneas	58.9 ± 16.0	◇
<i>F. A. caven</i>	53.4 ± 13.4	◇	<i>S. T. trinervis</i>	54.7 ± 7.3	◇
<i>S. L. caustica</i>	17.6 ± 9.2	◇	<i>H. T. trinervis</i>	51.1 ± 10.8	◇

  

Calorías			Sodio		
Especie	Eficiencia (%)	Grupos	Especie	Eficiencia (%)	Grupos
<i>S. J. chilensis</i>	90.9 ± 5.3	◇	<i>S. C. odorifera</i>	70.7 ± 11.3	◇
<i>S. C. odorifera</i>	88.7 ± 6.2	◇	<i>H. T. trinervis</i>	67.2 ± 13.0	◇
<i>F. A. caven</i>	61.6 ± 13.3	◇	<i>H. M. hastulata</i>	65.8 ± 7.9	◇
<i>S. T. trinervis</i>	57.7 ± 8.7	◇	H. de Gramíneas	63.9 ± 18.1	◇
<i>S. L. caustica</i>	56.8 ± 11.2	◇	<i>S. J. chilensis</i>	63.4 ± 17.5	◇
<i>H. T. trinervis</i>	54.1 ± 6.8	◇	<i>F. A. caven</i>	59.0 ± 11.6	◇
H. de Gramíneas	47.8 ± 13.8	◇	<i>S. T. trinervis</i>	56.6 ± 13.7	◇
<i>H. M. hastulata</i>	42.8 ± 19.7	◇	<i>S. L. caustica</i>	55.5 ± 5.1	◇

  

Potasio			Calcio		
Especie	Eficiencia (%)	Grupos	Especie	Eficiencia (%)	Grupos
<i>S. C. odorifera</i>	89.7 ± 5.2	◇	<i>S. J. chilensis</i>	71.9 ± 10.0	◇
<i>H. M. hastulata</i>	79.6 ± 10.0	◇ ◇	<i>H. M. hastulata</i>	67.3 ± 10.6	◇ ◇
<i>S. L. caustica</i>	74.8 ± 12.8	◇	<i>S. C. odorifera</i>	60.7 ± 13.9	◇ ◇ ◇
<i>H. T. trinervis</i>	73.6 ± 14.7	◇	<i>S. L. caustica</i>	56.0 ± 7.1	◇ ◇ ◇
<i>S. J. chilensis</i>	67.5 ± 19.5	◇ ◇	<i>F. A. caven</i>	48.6 ± 5.5	◇ ◇
<i>F. A. caven</i>	56.8 ± 9.4	◇ ◇	<i>S. T. trinervis</i>	48.1 ± 27.3	◇ ◇
H. de Gramíneas	43.3 ± 8.0	◇	H. de Gramíneas	46.0 ± 10.4	◇
<i>S. T. trinervis</i>	41.5 ± 13.0	◇	<i>H. T. trinervis</i>	44.8 ± 8.7	◇

*S. J.ch.* = Semillas de *J. chilensis*.

*H. T.t* = Hojas de *T. trinervis*.

*H. M.h.* = Hojas de *M. hastulata*

*S. L.c.* = Semillas de *L. caustica*.

*S. C.o.* = Semillas de *C. odorifera*.

Gr. = Hojas de gramíneas.

TABLA 4

Aporte de nitrógeno, calcio, potasio, sodio, cenizas y calorías, de 1 gramo de biomasa de cada uno de los recursos tróficos considerados, en función de las respectivas eficiencias de asimilación de *Octodon degus*.

Amount of nitrogen, calcium, potassium, sodium, ash and calories in 1 gram of biomass of the different trophic resources, considering the assimilation efficiencies of *Octodon degus*.

Item	Sexo	Nitrogeno			Cenizas			Energía			Sodio			Potasio			Calcio		
		%	Ef. (%)	mg/g	%	Ef (%)	mg/g	cal/g	Ef (%)	cal/g	%	Ef (%)	mg/g	%	Ef (%)	mg/g	%	Ef (%)	mg/g
S. J.ch.	Hembras	1.3	71.2	9.3	1.4	85.7	12.1	8.225	91.6	7.534	0.002	57.7	0.01	0.23	56.0	1.29	0.02	70.8	0.14
	Machos		82.8	10.8	91.6	12.8	90.2	7.419	69.0	0.01	79.0	1.82	71.9	0.14					
S. C.o.	Hembras	2.2	91.4	20.1	9.3	87.7	81.6	5.902	87.2	5.147	0.03	61.0	0.18	0.57	87.9	5.00	0.24	71.0	1.7
	Machos		91.7	20.7	88.8	82.6	90.2	5.324	80.4	0.24	91.4	5.20	50.3	1.2					
S. T.t.	Hembras	1.9	16.0	3.0	2.8	59.7	16.7	4.717	64.4	3.038	0.08	50.8	0.41	0.39	49.6	1.90	0.54	72.4	3.9
	Machos		18.8	3.6	49.6	13.9	51.1	2.410	62.4	0.50	33.6	1.30	23.8	1.3					
S. L.c.	Hembras	0.8	64.2	5.1	2.0	57.5	11.5	4.553	51.2	2.331	0.07	59.6	0.42	1.15	69.3	7.90	0.14	58.0	0.8
	Machos		46.2	3.7	67.9	13.6	62.5	2.846	51.5	0.36	80.4	9.30	54.0	0.8					
F. A.c.	Hembras	3.0	47.3	14.2	4.1	67.3	27.6	4.805	58.0	2.787	0.42	54.8	2.3	0.23	51.5	1.18	0.25	51.3	1.3
	Machos		59.5	17.9	62.9	25.8	65.2	3.133	63.2	2.7	62.1	1.43	46.0	1.2					
H. M.h.	Hembras	2.2	66.2	14.6	6.3	74.6	47.0	4.546	46.6	2.118	0.09	60.0	0.54	1.16	74.9	8.70	0.07	66.8	0.5
	Machos		63.2	13.9	66.3	41.8	38.9	1.768	71.6	0.64	84.2	9.80	67.8	0.5					
H. T.t.	Hembras	2.2	77.3	17.0	7.8	54.3	42.4	4.524	56.3	2.547	0.06	68.8	0.41	0.79	86.5	6.80	0.55	47.1	2.6
	Machos		68.0	15.0	47.8	37.3	52.0	2.352	65.6	0.39	60.8	4.80	42.6	2.3					
Gr.	Hembras	2.8	59.2	16.6	5.9	63.3	37.4	5.941	42.2	2.507	0.05	49.8	0.25	0.87	38.4	3.30	1.0	46.2	4.6
	Machos		77.0	21.6	54.5	32.2	53.5	3.178	78.0	0.39	48.1	4.20	45.9	4.6					

S. J.ch. = Semillas de *J. chilensis*.

S. C.o. = Semillas de *C. odorifera*.

S. T.t. = Semillas *T. trinervis*

S. L.c. = Semillas de *L. caustica*.

F. A.c. = Frutos de *A. caven*.

Gr. = Hojas de gramíneas.

H. M.h. = Hojas de *M. hastulata*.

H. T.t. = Hojas de *T. trinervis*.



mientras que las hojas de *M. hastulata* le proporcionan principalmente agua, cenizas y iones como potasio y calcio.

La baja preferencia de *O. degus* por los frutos de *A. caven* y de las semillas de *L. caustica*, indicativa de una baja calidad nutricional, coincide con el escaso aporte de nutrientes que representan para el roedor, cuando se considera su capacidad de asimilación.

La determinación de la importancia relativa de cada uno de los componentes de la dieta de un animal, debe considerar también su disponibilidad, además de su nivel de calidad. La presencia y disponibilidad de un recurso en una hábitat determinado depende, entre otros factores, fundamentalmente de la fenología de la especie que lo produce. El aporte nutritivo de los diferentes recursos tróficos considerados y su fenología presentan una buena correspondencia con el modelo de los cambios en densidad y estructura etaria de la población de *O. degus* del Palmar de Ocoa (Zunino *et al.* 1992). Así, en la época en que los adultos se encuentran en fase reproductiva (agosto a noviembre), la presencia de hojas nuevas de *M. hastulata* y del incremento paulatino de hojas de *T. trinervis* junto a la aparición de la estrata herbácea, les proporcionaría la cantidad de energía y de nutrientes esenciales necesaria para satisfacer sus demandas. Aunque la oferta trófica del hábitat no se encuentra en su expresión máxima, la densidad de la población de *O. degus* se encuentra en un nivel de baja densidad (Zunino *et al.* 1992). Al abandonar la madriguera (noviembre a enero), los animales que se encuentran en estado juvenil, disponen de una oferta trófica abundante en hojas maduras de los arbustos que forman su hábitat (*T. trinervis*, *M. hastulata*, *C. odorifera*, *A. caven*) y de las semillas de *C. odorifera* y *T. trinervis* que inician su época de caída, los que les proporcionarían las cantidades adecuadas de proteína, calorías e iones que demanda su crecimiento. La preferencia trófica de los juveniles en general, y en particular por las hojas de *M. hastulata* y las semillas de *C. odorifera*, se ajusta bastante bien a la fenología de sus recursos. La ausencia de consumo de las semillas de *J. chilensis* por

parte de los juveniles en los ensayos de preferencia corrobora lo anterior, debido a la ausencia de exposición a este recurso por parte de estos animales, de acuerdo a la fenología de la palma chilena.

El período en que predominan los adultos de la nueva generación (enero a julio), está acompañado de una oferta trófica en la que existe abundancia de hojas maduras, finaliza la caída de las semillas y frutos de las especies antes mencionadas y comienza la caída de las semillas de *L. caustica*, de los frutos de *A. caven* y de otras especies. Estos recursos aseguran un aporte adecuado de agua pero, probablemente deficitario en calorías e iones. La disponibilidad en el suelo de las semillas de *J. chilensis* en los meses de marzo, abril y mayo, considerando su composición nutritiva y la eficiencia de asimilación de *O. degus*, representa un aporte extraordinario de energía para la población, respaldando la etapa reproductiva. El aporte suplementario de energía que éste representa, vendría a paliar la privación estacional de este factor nutritivo y debería representar un factor de máxima importancia para la estabilidad de la población de este roedor. La biomasa individual promedio de las semillas de la Palma chilena ( $2.6 \text{ g} \pm 0.2$ ), varias veces mayor que la de las otras semillas que componen la oferta trófica de este hábitat, asegura al animal no sólo un aporte importante de calorías, sino también una gran cantidad de los otros elementos nutritivos indispensables. Esta condición de tamaño puede justificar su clasificación como recurso de alta calidad, a pesar de las bajas concentraciones de iones y de nitrógeno que posee. En efecto, *O. degus* satisface sus requerimientos diarios de nitrógeno (74.8 mg) con la ingestión de sólo un poco más de tres semillas de *J. chilensis* (8.0 g) (Tabla 5). Esta ingesta le proporciona simultáneamente casi el doble de sus requerimientos diarios de energía y un tercio de sus necesidades de calcio. Estos requerimientos diarios también pueden ser satisfechos, como se aprecia en la Tabla 5, mediante la ingesta de 84.1 semillas de *C. odorifera*, o con 7.8 g de hojas de *M. hastulata* o con 4.5 g de hojas de gramíneas.

Recientemente Veloso y Bozinovic (1993) han informado que individuos de *O. degus* sometidos a dietas de baja calidad nutritiva y energética, muestran disminuciones significativas de sus tasas de metabolismo basal y de su eficiencia de digestibilidad; y un incremento significativo de la tasa de ingestión de alimento, de la producción de fecas y de la velocidad de tránsito del alimento por el tubo digestivo. Además sugieren que este comportamiento fisiológico particular, constituye un eficiente mecanismo que les permite satisfacer sus demandas nutricionales y de energía cuando las condiciones del ambiente se deterioran. En este contexto, las altas tasas de asimilación de energía, cenizas y nitrógeno de este roedor con respecto a las semillas de

*J. chilensis*, reafirman la clasificación de este recurso como de alta calidad energética y la importancia que este recurso reviste para la sobrevivencia de la población local de este roedor. En esta misma línea de pensamiento, en los ambientes en que la semilla de la palma chilena se encuentra ausente, la semilla de *C. odorifera* constituye el recurso trófico de más alta calidad nutritiva para este roedor.

Las características nutritivas diferentes de los recursos tróficos disponibles para *O. degus* en el Palmar de Ocoa y la distinta capacidad de asimilación de los componentes nutritivos de éstos, apoyan fuertemente el valor adaptativo que representa para este animal el ser un herbívoro generalista (Castillo *et al.* 1978, Tamayo 1986, Meserve

TABLA 5

Demanda diaria de nitrógeno, energía y calcio de un «degús» promedio de 200 g de peso y la ingesta, de cada ítem alimenticio, necesaria para satisfacer esta demanda.

Daily requirements of nitrogen, energy and calcium of a 200 g weight *Octodon degus* individual, and the amount of each trophic resources necessary to satisfy them.

	Requerimientos					
	Nitrógeno <sup>a</sup>		Energía <sup>b</sup>		Calcio <sup>c</sup>	
	mg/día		Kcal/día		mg/día	
<i>Octodon degus</i>	74.8		35.4		3.4	
	Ingesta					
	Nitrógeno		Energía		Calcio	
	g	# semillas	g	# semillas	g	# semillas
<i>S. J. chilensis</i>	8.0	3.1	4.7	1.8	24.0	9.2
<i>S. C. odorifera</i>	3.7	45.1	6.9	84.1	2.0	24.4
<i>H. M. hastulata</i>	5.1		7.8		1.3	
H. Gramíneas	4.5		11.8		0.7	

a) Demanda de  $N_2 = 250 W^{0.75}$ , (Miller & Payne 1964, en Peters 1986).

$N_2$  demand =  $250 W^{0.75}$ , (Miller & Payne 1964, in Peters 1986).

b) Metabolismo Basal (BMR) =  $29.87 m_b^{-0.201}$  (McNab 1988, en Veloso y Bozinovic, 1993).  $m_b$  = biomasa corporal.

Basal Metabolism (BMR) =  $29.87 m_b^{-0.201}$  (McNab 1988, en Veloso y Bozinovic, 1993).  $m_b$  = body biomass.

c) Demanda de  $Ca^{++} = 130 W^{0.75}$  (Peters 1986).

$Ca^{++}$  demand =  $130 W^{0.75}$  (Peters 1986).

*et al.* 1983) . Ninguno de los distintos recursos tróficos puede dar satisfacción por sí solo a la demanda nutritiva total de este animal. En consecuencia, su ingesta diaria debe considerar necesariamente el aporte de varias especies de plantas y de una combinación de hojas, frutos y semillas para satisfacer sus demandas energéticas y de nutrientes. La pérdida de peso que experimentaron los animales durante los ensayos realizados en este trabajo para determinar eficiencias de asimilación frente a dietas mono-específicas, y las registradas por Brandenberg & Silva (1987), corroboran esta afirmación.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Proyecto # 665/89 de Fondecyt asignado a Leslie R. Yates. Deseamos expresar nuestro especial agradecimiento a los dos árbitros anónimos por sus excelentes sugerencias.

#### REFERENCIAS

- ATSAT T PR & T INGRAM (1983) Adaptation to oak and other fibrous, phenolic-rich foliage by a small mammal, *Neotoma fuscipes*. *Oecologia* (Berlin) 60:135-142.
- BALTZLI GO & C LESIEUTRE (1991) The influence of high quality food habitat use by arctic microtine rodents. *Oikos* 60:299-306.
- BERGERON JM & L JODOIN (1987) Defining «high quality» food resources of herbivores: the case for meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *Oecologia* (Berlin) 71:510-517.
- BRANDENBERG J & E SILVA (1987) Parámetros energéticos y eficiencia de digestión en cuatro especies de roedores del matorral precordillerano andino. Tesis para la obtención del título de Profesor de Estado. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. 71 pp.
- CASTILLO G, D TORRES & M TAMAYO (1978) Los roedores chilenos y sus relaciones tróficas. *Noticario Mensual*, Museo Nacional de Historia Natural, Chile 23:3-10.
- FUENTES ER, FM JAKSIC & JA SIMONETTI (1983) European rabbits versus native rodents in central Chile: effects on shrubs seedlings. *Oecologia* (Berlin) 58:414-441.
- MC KENZIE H & H WALLACE (1954) The Kjeldahl determination of nitrogen: A critical study of digestion conditions - temperature, catalyst, and oxidizing agent. *Australian Journal of Chemistry* 7:55-70.
- MESERVE PL (1981a) Trophic relationships among small mammals in a Chilean semiarid thorn scrub community. *Journal of Mammalogy* 62:304-314.
- MESERVE PL (1981b) Resource partitioning in a Chilean semiarid small mammals community. *Journal of Animal Ecology* 50:745-757.
- MESERVE PL, R MARTIN & J RODRIGUEZ (1983) Feeding ecology of two Chilean caviomorphs in a central mediterranean savanna. *Journal of Mammalogy* 64:322-325.
- MESERVE PL, R MARTIN & J RODRIGUEZ (1984) Comparative ecology of the caviomorph rodents *Octodon degus* in two Chilean mediterranean-type communities. *Revista Chilena de Historia Natural* 57:79-89.
- PETERS HP (1986) The ecological implications of body size. Cambridge University Press, Cambridge, England. 329 pp.
- RAU J, R MURUA & M ROSENMAN (1981) Bioenergetics and food preferences in sympatric southern Chilean rodents. *Oecologia* (Berlin) 50:205-209.
- ROJAS J, O RIVERA, G MONTENEGRO & C BARROS (1977) Algunas observaciones en la reproducción de la hembra silvestre de *Octodon degus*, Molina y su posible relación con la fenología de la vegetación. *Medio Ambiente* 3:78-82.
- SIMONETTI JA & E FUENTES (1983) Shrub preferences of native and introduced Chilean matorral herbivores. *Oecologia Applicata* 4:269-272.
- SIMONETTI JA & G MONTENEGRO (1981) Food preferences by *Octodon degus* (rodentia Caviomorpha): their role in the Chilean matorral composition. *Oecologia* (Berlin) 51: 189-190.
- SOKAL R & F ROHLF (1969) *Biometry*. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 776 pp.
- TAMAYO M (1986) Caracterización ecológica de la fauna matozoológica de la región del Maule. *Maule Universidad Católica* 10:73-84.
- VELOSO C & F BOZINOVIC (1993) Dietary and digestive constraints on basal energy metabolism in a small herbivorous rodent. *Ecology* 74:2003-2010.
- ZUNINO S & F SAIZ (1991) Estructura y densidad poblacional de *Octodon degus* Mol. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 26:143-148.
- ZUNINO S, F SAIZ & LR YATES (1992) Uso del espacio, densidad de *Octodon degus* y oferta de recursos en Ocoa, Parque Nacional La Campana, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 65:343-355.