

Mario Enrique Manes

LAGARTOS TEJÚ

Fundamentos para su
crianza productiva

Edición bilingüe español-inglés

Principles for the
Productive Breeding of
TEGU LIZARDS

Bilingual Spanish-English edition



Facultad de Agronomía y Zootecnia
Universidad Nacional de Tucumán



Mario Enrique Manes

LAGARTOS TEJÚ

Fundamentos para su
crianza productiva

Principles for the
Productive Breeding of
TEGU LIZARDS

Edición bilingüe español-inglés



Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Agronomía y Zootecnia

Índice

- 8 PRÓLOGO

- 17 HISTORIA NATURAL Y CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LOS TEJÚS
- 18 Sobre su clasificación zoológica
- 24 Hábitat y distribución en la Argentina
- 28 Ectotermia y actividad estacional
- 32 Hábitos alimentarios
- 38 Crecimiento y edad reproductiva
- 40 Características reproductivas

- 47 USO INTEGRAL DE LOS TEJÚS EN OPOSICIÓN A SU EXPLOTACIÓN IRRACIONAL
- 48 Impacto de la actividad humana sobre las poblaciones naturales
- 52 Perspectivas de un uso sustentable
- 52 Productos factibles de obtenerse de este recurso pecuario
 - 52 *Cuero*
 - 56 *Carne*
 - 58 *Grasa*
 - 60 *Mascotas*

- 63 CUESTIONES RELATIVAS A LA CRIANZA EN CAUTIVERIO DE LOS TEJÚS
- 64 Actividad estacional
 - 64 *Fase de hibernación*
 - 70 *Fase activa*
- 74 Alimentación
 - 76 *Eficiencia nutricional*
 - 78 *Consumo y conversión alimenticia*
 - 78 *Requerimientos de proteína y energía durante el crecimiento*
- 80 *Algunas consideraciones adicionales sobre la alimentación de los tejús*
- 82 Crecimiento y maduración sexual
- 90 Producción de componentes aprovechables
- 90 Reproducción
 - 92 ***Fase de interacciones sexuales***
 - 92 *Territorialidad*
 - 102 *Cortejo y cópula*
 - 106 ***Fase de nidificación***
 - 106 *Características de la hembra grávida.*
 - Efecto de la cópula sobre la ovulación*
 - 108 *Potencial reproductivo*

Contents

9 PREFACE

17 NATURAL HISTORY AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TEGU LIZARDS

- 19 Their zoological classification
 - 25 Habitat and distribution in Argentina
 - 27 Ectothermy and seasonal activity
 - 31 Feeding habits
 - 39 Growth and reproductive age
 - 41 Reproductive characteristics
-
- ## 47 INTEGRAL USE OF TEGUS AS OPPOSED TO THEIR IRRATIONAL EXPLOITATION
- 49 Impact of human activity on natural populations
 - 53 Prospects of a sustainable use
 - 53 Products deriving from this animal resource
 - 53 *Leather*
 - 57 *Meat*
 - 59 *Fat*
 - 61 *Pets*

63 ISSUES RELATED TO CAPTIVE BREEDING OF TEGU LIZARDS

- 65 Seasonal activity
 - 65 *Hibernation phase*
 - 69 *Active phase*
- 75 Feeding
 - 79 *Nutritional efficiency*
 - 79 *Feed consumption and conversion*
 - 79 *Protein and energy requirements during growth*
 - 81 *Further considerations regarding tegu lizard feeding*
- 83 Growth and sexual maturation
- 87 Productive yield of tegus
- 89 Reproduction
 - 91 ***Sexual interactions phase***
 - 91 *Territoriality*
 - 101 *Courtship and mating*
 - 103 ***Nesting phase***
 - 103 *Characteristics of gravid females.*
 - Effect of mating on ovulation*
 - 109 *Reproductive potential*
 - 111 *Nesting and egg laying*
 - 115 *Incubation*

Índice

- 112 *Construcción del nido y desove*
- 116 *Incubación*
- 122 *Eclosión*
- 124 Otros comportamientos de los tejús

- 129 INFRAESTRUCTURA DE UN CRIADERO DE TEJÚS**
- 130 Características del predio y disponibilidades
- 132 Instalaciones y equipamiento
- 132 *Corrales*
- 134 *Refugios*
- 136 *Áreas de sombra*
- 136 *Comederos*
- 140 *Abrevaderos*
- 140 *Recintos de nidificación*
- 142 *Espacios cubiertos*

- 145 RUTINAS DE CRIADERO**
- 146 Plantel inicial - elección de la especie
- 148 Manejo de los animales
- 148 *Sujeción mediante lazo*
- 150 *Marcación de individuos*
- 152 Manejo alimentario

- 152 *Fórmula alimenticia*
- 154 *Rutinas de alimentación*
- 154 Manejo de la etapa sexual
- 154 *Sexado de individuos*
- 156 *Selección de reproductores*
- 158 *Organización del plantel reproductor*
- 158 Manejo de la etapa de nidificación
- 158 *Detección y acondicionamiento de hembras grávidas*
- 160 *Conductas de nidificación*
- 160 *Incubación por parte de la hembra*
- 162 *Incubación artificial*
- 166 Manejo sanitario
- 168 Zoonosis
- 170 Faenamiento
- 170 *Eutanasia*
- 172 *Extracción de los componentes aprovechables*
- 172 *Tiempo preferido de faena*

- 175 RESUMEN Y CRONOLOGÍA DE LAS TAREAS DE CRIADERO**
- 176 Etapa de letargo

123	<i>Hatching</i>	155	Management of the sexual phase
125	Other behaviours of tegu lizards	155	<i>Sexing of specimens</i>
129	TEGU HATCHERY STRUCTURE	157	<i>Selecting breeders</i>
131	Terrain characteristics and facilities	159	<i>Organizing the breeding stock</i>
133	Facilities and equipment	159	Dealing with the nesting phase
133	<i>Pens</i>	159	<i>Detecting and housing gravid females</i>
135	<i>Shelters</i>	161	<i>Nesting behaviour</i>
137	<i>Shade areas</i>	161	<i>Incubation by females</i>
137	<i>Feeding troughs</i>	163	<i>Artificial incubation</i>
141	<i>Water troughs</i>	167	Health management
141	<i>Nesting enclosures</i>	169	Zoonosis
143	<i>Roofed spaces</i>	171	Slaughter
145	HATCHERY ROUTINES	171	<i>Euthanasia</i>
147	Initial breeding stock – species selection	173	<i>Extracting components of interest</i>
149	Handling the animals	173	<i>The right time for slaughter</i>
149	<i>Immobilizing the animals with a leash</i>	175	SUMMARY AND SEQUENCE
151	<i>Animal marking</i>		OF BREEDING TASKS
151	Feeding management	177	Dormant phase
153	<i>Feed formulation</i>	177	Active phase
155	<i>Feeding routines</i>	179	<i>Sexual activity phase</i>
		179	<i>Nesting phase</i>

Índice

- 176 Etapa activa
- 178 *Fase de actividad sexual*
- 178 *Fase de nidificación*
- 178 Incubación por parte de las hembras
- 178 Incubación artificial
- 178 Etapa posreproductiva

- 180 **MENSAJE FINAL**

- 182 **BIBLIOGRAFÍA**

- 188 **ANEXO**
- 188 Procedimiento de secado del alimento para tejús



- 179 Incubation by females
- 179 Artificial incubation
- 179 Post-reproductive phase

181 FINAL MESSAGE

182 BIBLIOGRAPHY

189 APPENDIX

- 189 Procedure for drying feed for tegu lizards



Prólogo

Este escrito describe el estado de avance de un modelo para la crianza productiva de los tejús “overo” y “colorado”, dos grandes lagartos sudamericanos presentes en el territorio argentino.

En contraposición a la ávida y desaprensiva explotación de las poblaciones naturales para extraer la piel, esta propuesta brinda una opción más humanizada y a la vez más eficiente, para el tratamiento de dichos recursos faunísticos, basado en su aprovechamiento integral y sustentable.

La idea no constituye una entelequia, sino se basa en la posibilidad de obtener, a partir de instalaciones poco onerosas y mediante un manejo relativamente sencillo, generaciones de individuos en confinamiento y emprender con ellas el uso eficiente de los diversos productos que derivan de su crianza, los cuales tienen alto valor económico: su piel, su carne, su grasa y aun sus pequeñas crías, que son codiciadas como mascotas. Desde esta perspectiva, se pone en relieve no solo el potencial económico, sino también el valor cultural de dichos animales.

El material presentado es fruto de una larga etapa de experimentación compartida entre el criadero “El Gringo” de Sa Pereira, provincia de Santa Fe, y la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán. Desde su inicio en 1990, y a través de un apasionante trayecto de estudio,

Preface

This book shows the advances attained with a model for the captive breeding of both black and white and red tegus, two large South American lizards that dwell in Argentinian lands.

In contrast to the avid and heedless exploitation of the natural populations of these species for their skin, this proposal constitutes a more humane, and equally more efficient, alternative for managing these fauna resources, based on their sustainable and integral use.

Far from being utopic, this idea is based on the real possibility of obtaining generations of specimens in confinement, by means of a relatively simple management scheme and using affordable facilities, with the ultimate aim to take full advantage of the various and highly valuable products that derive from their breeding: their skin, meat and fat, as well as their little offspring, which are highly demanded in the market as pets. From this point of view, not only economic potential matters, but also the cultural value these animals are invested with.

This publication is the result of a long-term research project developed jointly by “El Gringo”, a captive tegu breeding farm in Sa Pereira (Santa Fe province), and Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. Since the beginnings of this project back in 1990, and after an

pleno de dificultades y también de aciertos, fue posible superar obstáculos y aclarar incógnitas, que en su momento parecieron de compleja resolución. Así, con perseverancia, los resultados aparecieron a la vista con la completa adaptación de los animales al cautiverio y el aprendizaje de las bases de su manejo zootécnico. Corresponde señalar el énfasis que dimos a los estudios nutricionales y reproductivos, aspectos fundamentales para la crianza productiva de estos saurios.

Como se comprenderá, la experiencia alcanzada en apenas un cuarto de siglo -aun cuando significativa desde el punto de vista individual- es por lejos inferior al historial de las producciones pecuarias tradicionales, las cuales se caracterizan por poseer paquetes tecnológicos altamente desarrollados. En el marco de esta realidad, las perspectivas de innovación en esta área de la producción son amplias y se encuentran limitadas únicamente por el potencial adaptativo de estos lagartos y la capacidad creativa del productor. Ciertamente, tal estado de situación puede constituir un acicate para espíritus inquietos y creativos, sean estos expertos en ciencias pecuarias o productores visionarios.

enthraling cycle of studies and findings, both plagued with difficulties and blessed with accomplishments, we have been able to surmount obstacles and work out riddles, which at first seemed complex to solve. Thus, with much perseverance our efforts finally led to the complete adaptation of these animals to captivity and our understanding of the principles for their handling on farm settings. It is worth mentioning that we put great emphasis on nutrition and reproduction, which are indeed fundamental aspects of the productive breeding of these lizards.

As the reader may understand, all that we reached in just a quarter of a century -significant as it may seem from our personal point of view- is by far less than what has been accomplished in other animal husbandry fields, which rely on highly developed technological resources. This scenario allows for further and boundless innovation in lizard breeding, as the only limits will lie in the adaptation potentials of the species and farmers' creativity. Such situation may certainly stimulate restlessly curious and creative individuals, whether they are animal husbandry experts or production visionaries.

El manual, luego de una introducción a la historia natural de los lagartos tejú y la situación de sus poblaciones naturales, analiza aquellos componentes susceptibles de aprovechamiento económico. A continuación, desarrolla con mayor detenimiento los fundamentos biológicos para su manejo en cautiverio, los requerimientos de infraestructura y la planificación de las rutinas de criadero. También incluye un apartado que trata sobre el manejo sanitario de los lagartos tejú, que es una amable contribución de la Médica Veterinaria Olga Sánchez Loria.

Sinceramente, espero que esta obra constituya una herramienta útil para aquellos en quienes se ha despertado el interés por esta producción alternativa. Independientemente de su eventual valor práctico, considero que el conocimiento vertido aquí contribuirá a la revalorización económica y cultural de un espléndido recurso natural, existente en nuestro país.



After introducing the reader to the natural history of tegu lizards and the current situation of their natural populations, this manual explores those components which can be taken advantage of economically. Next, it offers a detailed explanation of the biological principles for managing these species in captivity, the facilities required and the routines to be followed on captive breeding grounds. It also includes a section addressing tegu lizard health management, which is a generous contribution made by the Veterinary Physician Olga Sánchez Loria.

As the author of this manual, I sincerely hope it will serve as a useful tool for those who have grown interested in this production alternative. Leaving aside the potentially practical value of this publication, I believe that the knowledge these pages contain will contribute to the reassertion of the economic and cultural value of this splendid natural resource, which is fortunately available in our country.



Dedicatoria y agradecimientos

El trabajo está dedicado con especial gratitud al entrañable matrimonio de Líder Mignola (†) y Haydee Magnoli, de Sa Pereira (provincia de Santa Fe), quienes, como emprendedores visionarios, sentaron las bases de la crianza en cautiverio de los lagartos tejú con fines productivos y compartieron generosamente su experiencia.

También corresponde expresar mi reconocimiento a los biólogos Teresa Noriega y Oscar Fogliatto por su participación en aspectos fundacionales del proyecto y a los miembros de la cátedra de Biología del Desarrollo, de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán por su apoyo y contribución con valioso material gráfico.

El diseño editorial corresponde a la D.G. Silvana Firpo, así como la edición lingüística y la traducción al inglés a la Prof. Adriana C. Manes. Finalmente, las gracias a mi esposa Claudia por su permanente incentivo.



Acknowledgements and dedications

This work is dedicated with special gratitude to beloved Líder Mignola (†) and Haydee Magnoli, from Sa Pereira (Santa Fe province), the couple of visionary pioneers who set up the foundations for the productive captive breeding of tegu lizards, generously sharing their experience.

I would also like to thank biologists Teresa Noriega and Oscar Fogliatto, for their help at the onset of this research enterprise, and the personnel of Cátedra de Biología del Desarrollo, Facultad de Agronomía y Zootecnia (Universidad Nacional de Tucumán), for their support and the valuable graphic material they contributed.

I also wish to acknowledge the work done by graphic designer Silvana Firpo, who was in charge of the editorial design of this book, and that done by Prof. Adriana C. Manes, who edited the language of this manual and translated it into English. Finally, I would like to thank my wife Claudia, for always encouraging me to carry on.



**Historia natural
y características
biológicas de los tejús**

**Natural history
and biological
characteristics of
tegu lizards**

A modo de introducción, es pertinente analizar el origen y las características biológicas más sobresalientes de estos lagartos, los que serán motivo de nuestra atención en las próximas páginas de este manual. En razón de su condición de animales de “sangre fría”, interesa examinar su distribución y modo de adaptación a los climas marcadamente estacionales de Argentina. Las particularidades nutricionales y reproductivas constituyen asimismo otras cuestiones de relevancia a contemplar cuando estos saurios se crían en cautiverio.

Sobre su clasificación zoológica

Según los diccionarios Oxford y Collins de habla inglesa, la palabra “tejú” (plural: “tejús”) alude a esos lagartos robustos y veloces de América del Sur que pertenecen al género *Tupinambis* y a la familia *Teiidae*. La definición hace referencia, por lo tanto, al “tejú overo” –*Tupinambis meriana*– y al “tejú colorado” –*Tupinambis rufescens*–, especies ampliamente distribuidas en el territorio argentino (Figs. 1 y 2).

Sin embargo, tal filiación científica ha sido recientemente cuestionada, como resultado de un oportuno reordenamiento de las especies que integran el género. En consideración a argumentos genéticos, biogeográficos



As a way of introduction, it is worthwhile referring to the origins and the most outstanding biological characteristics of tegu lizards, which will be the focus of our interest in the next pages of this manual. Considering their condition as being ectotherms, it is interesting to analyze their population distribution and the way they managed to adapt to the markedly seasonal changes that characterize climate in Argentina. Likewise, the nutritional and reproductive peculiarities of these reptiles are relevant issues to consider when breeding them under captivity conditions.

Their zoological classification

According to the Oxford and Collins English dictionaries, the term ‘tegu’ (plural: ‘tegus’) refers to those sturdy and fast lizards from South America that belong to genus *Tupinambis* and the *Teiidae* family. Hence, this definition covers the reference to both the ‘black and white tegu’, *Tupinambis meriana*, and the ‘red tegu’ *Tupinambis rufescens* species, both of which are widely spread across Argentina (Figs. 1 and 2).

However, such biological classification has recently been called into question, as a result of a convenient reordering of the species the genus



y etológicos (Fitzgerald y col., 1999), estas se reagruparon en dos linajes claramente diferenciados: el **clado norte o amazónico**, conformado por cuatro especies de la Amazonia y del norte de América del Sur, las cuales conservan su denominación genérica original (*Tupinambis*); y el **clado sur**, llamado ahora género *Salvator* e integrado por tres especies situadas al sur del Amazonas. Dos de ellas corresponden a nuestros tejús overo y colorado, denominados en consecuencia *Salvator merianae* y *Salvator rufescens*, respectivamente; y la tercera restante a una especie ausente en la geografía argentina, *Salvator duseni* (Harvey y col., 2012).

Fig. 1. Ejemplar macho de tejú overo

Fig. 1. A male black and white tegu specimen.



Fig. 2. Ejemplar macho de tejú colorado.

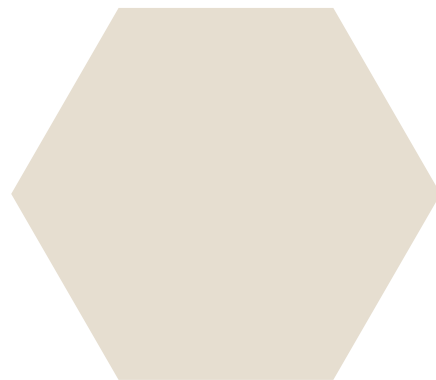
Fig. 2. A male red tegu specimen.

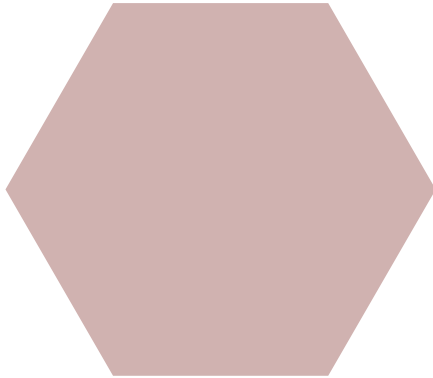
comprises. Based on genetic, biogeographic and ethological criteria (Fitzgerald et al., 1999), these were regrouped into two clearly different clades: **the northern or Amazonic clade**, which consists of four species from the Amazon rainforest and the north of South America, and which keep their original generic name (*Tupinambis*); and the **southern clade**, currently called genus *Salvator*: this group includes three species which can be found in the south of the Amazon region. Two of them correspond to the Argentine black and white and red tegus, thus referred to as *Salvator merianae* and *Salvator rufescens*, respectively; the remaining third is a species absent from Argentina, *Salvator duseni* (Harvey et al., 2012).

Puesto que la clasificación de dichos lagartos continúa aún en proceso de revisión y nuevos cambios de sinonimia son esperables (Pyron y col., 2013), bastará a nuestro propósito retener ambas designaciones científicas como válidas para referirnos a los tejús overo y colorado.

La familia Teiidae, la categoría taxonómica de rango superior a la cual pertenecen los mencionados géneros *Tupinambis* y *Salvator*, comprende un grupo de lagartos y lagartijas de amplia distribución en el continente americano (Vitt y Caldwell, 2009). Las primeras indicaciones de su existencia corresponden a los registros fósiles del Período Cretácico de Norteamérica (fines de la era Mesozoica), estimándose que a fines de dicha etapa migraron hacia Sudamérica, donde recién se los encontró a partir del Terciario (inicios de la Era Cenozoica) (Presch, 1974; Krause, 1984).

En la actualidad, los teiidos constituyen algo más de 120 especies agrupadas en 10 géneros, los cuales ocupan una amplia diversidad de nichos ecológicos, fundamentalmente terrestres (Vitt y Pianka 2004; Vitt y Caldwell, 2009). Su éxito evolutivo parece estar asociado a una serie de particularidades corporales que potenciaron su aptitud para la caza activa (actividades de búsqueda y captura de presas), como lo son el cuerpo estilizado, la cola usualmente larga y proporcionada y los miembros bien desarrollados, todas ellas adaptaciones convenientes para una propulsión eficiente (Vitt and Pianka, 2004). A ello se suma una buena capacidad visual y quimiosen-





As the classification of these lizards is still under revision and new synonyms may arise (Pyron et al., 2013), it will be simply enough to consider both scientific names as valid to refer to the black and white and the red tegus.

The Teiidae family, the higher taxonomic category under which we group genera *Tupinambis* and *Salvator*, comprises lizards of various sizes that are widely distributed in America (Vitt and Caldwell, 2009). The first piece of evidence indicating their existence are fossils that date back to the Cretaceous Period in North America (at the end of the Mesozoic Era). Therefore, it is suggested that at the end of that period these lizards migrated to South America, where they could be found from the Tertiary Period (the beginnings of the Cenozoic Era) onwards (Presch, 1974; Krause, 1984).

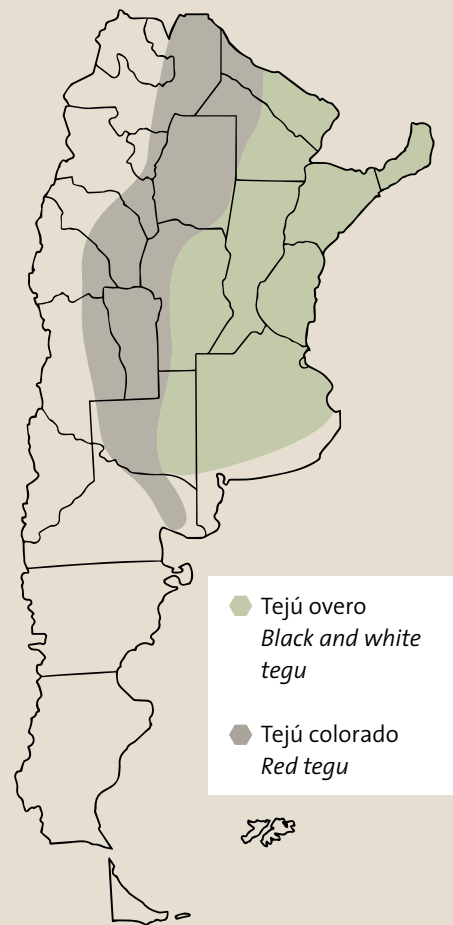
Currently, teiids constitute over 120 species grouped into 10 different genera, which are found in largely diverse ecological areas that are mainly terrestrial (Vitt and Pianka 2004; Vitt and Caldwell, 2009). Their evolutionary success seems to be linked with a series of particular body features that enhanced their active foraging abilities (search for and hunting of prey), such as a slim body, a long and well-proportioned tail and well-developed limbs, which are all convenient for efficient propulsion (Vitt and Pianka, 2004). In addition, teiids can rely on their good sight and chemosensory capacity to detect and tell apart prey (Vitt and Pianka 2004; Vitt and Caldwell,

sorial para la detección y discriminación de presas (Vitt y Pianka 2004; Vitt y Caldwell, 2009). Por último, los teiidos en relación a otros lagartos, se caracterizan por la retención de temperaturas corporales elevadas, las cuales favorecen altos niveles de actividad (Vitt y Pianka, 2004). La conservación de altas temperaturas corporales explica también su predilección por los ecosistemas relativamente abiertos (Vitt y Pianka, 2004).

Hábitat y distribución en la Argentina

Los tejús overo y colorado son los representantes más australes del género *Salvator* (ex *Tupinambis*), ocupando una amplia fracción del territorio argentino, que se extiende hasta el norte de la Patagonia, a unos 40° de latitud sur. A pesar de que estas especies guardan una estrecha relación evolutiva y comparten una notable similitud en rasgos morfológicos y etológicos (Fitzgerald y col., 1999), exhiben una distribución geográfica dispar, sugiriendo la necesidad de hábitats relativamente específicos (Fig. 3).

El tejú overo (*Salvator merianae*) se encuentra en la región oriental relativamente húmeda, correspondiente a las provincias de Misiones, Corrientes, este de Formosa y Chaco, Entre Ríos, Santa Fe, sudeste de Córdoba, este de La Pampa y Buenos Aires, mien-



2009). Lastly, as compared to other lizards those of the Teiidae family are capable of retaining high body temperatures, which favors high activity levels (Vitt and Pianka, 2004). This particular capacity also accounts for their preference for relatively open ecosystems (Vitt and Pianka, 2004).

Habitat and distribution in Argentina

The black and white and red tegu lizards are the southernmost representatives of genus *Salvator* (ex *Tupinambis*) and they are spread across a wide area in Argentina up to the north of the Patagonia region, at a latitude of 40° S. Even though these species are closely related from the point of view of evolution, and are notably similar morphologically and ethologically (Fitzgerald et al., 1999), they have a dissimilar geographic distribution. This suggests that they require relatively specific habitats (Fig. 3).

The black and white tegu (*Salvator merianae*) is found in the relatively humid eastern region, in the following provinces: Misiones and Corrientes, east of Formosa and Chaco, Entre Rios, Santa Fe, southeast Córdoba, east of La Pampa and Buenos Aires, whereas the red tegu (*Salvator rufescens*) dwells in the arid and semi-arid western region, being found in the west of Chaco and Formosa provinces, Santiago del Estero, western Córdoba, San Luis, west of La Pampa, eastern Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan and Mendoza. A relictual population of red tegus was discovered

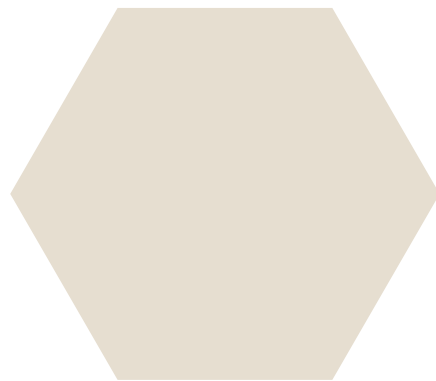
Fig. 3. Distribución de los tejús overo y colorado en la Argentina (adaptado de Fitzgerald y col., 1991).

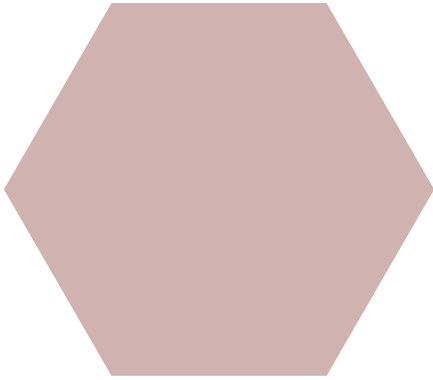
Fig. 3. Distribution of black and white and red tegus in Argentina (adapted from Fitzgerald et al., 1991).

tras que el tejú colorado (*Salvator rufescens*) se localiza en la región occidental, árida y semiárida hallándose en el oeste de Chaco y Formosa, Santiago del Estero, oeste de Córdoba, San Luis y oeste de La Pampa, este de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza. Una población relictual de tejús colorados fue descubierta en el noreste de la Patagonia, en la depresión Gran Bajo del Gualicho, provincia de Río Negro (Cei y Scolaro, 1982).

Aparte de esta distribución diferencial, existen algunas áreas de transición o ecotonos, por ejemplo, en las provincias de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Córdoba, donde cohabitan ambas especies (Fitzgerald y col., 1991; Cabaña y col., 2014). Llamativamente, en uno de estos sitios se han descubierto especímenes híbridos, resultantes de su cruzamiento natural (Cabaña y col., 2014).

Los modelos de distribución de los tejús overo y colorado muestran diferencias interespecíficas en los requerimientos de hábitat (Lanfri y col., 2013). Las precipitaciones y las temperaturas en primer término y, en menor grado, la altitud y la biomasa vegetal parecen constituir los principales factores ambientales implicados en la distribución diferencial de estas especies (Lanfri y col., 2013).





in northeast Patagonia, in the Gran Bajo del Gualicho depression, in Rio Negro province (Cei and Scolaro, 1982).

Apart from this differential distribution, there are also some transition areas or ecotones, for instance in Chaco, Formosa, Santiago del Estero and Córdoba provinces, where both species coexist (Fitzgerald et al., 1991; Cabaña et al., 2014). Interestingly, some hybrid specimens that resulted from natural cross-breeding have been found at one of these sites (Cabaña et al., 2014).

The distribution patterns of black and white and red tegus exhibit interspecific differences regarding habitat requirements (Lanfri et al., 2013). Rainfall and temperatures and, to a lesser degree, altitude and vegetable biomass appear to be the major environmental factors leading to this differential distribution (Lanfri et al., 2013).

Ectothermy and seasonal activity

Tegu lizards (just as other reptiles and amphibians) are fundamentally ectothermic organisms; that is to say, they are devoid of the capacity to generate the body heat necessary for their metabolic and physiological activities, so they have to rely on external heat sources (Andrade and col., 2004; Vitt and Caldwell, 2009). Apart from taking advantage of the environmental heat, these lizards can also regulate their body temperature within certain limits and keep it above or below ambient temperatures.

Ectotermia y actividad estacional

Los tejús –como otros reptiles y los anfibios– son organismos fundamentalmente ectotérmicos; es decir, están desprovistos de la capacidad de generar el calor corporal necesario para sus actividades metabólicas y fisiológicas, por lo que deben recurrir a fuentes externas de calor (Andrade y col., 2004; Vitt y Caldwell, 2009). Aparte de hacer usufructo del calor ambiental, estos lagartos pueden también, dentro de ciertos límites, regular su temperatura corporal y mantenerla por arriba o por debajo de las temperaturas ambientales.

Con pequeñas discrepancias entre los autores, se estableció que la temperatura corporal de los tejús en actividad oscila entre 32°C y 38°C (Andrade y col., 2004) o entre 32°C y 35°C (Tattersall y col. 2016). Dichos intervalos térmicos probablemente tienen que ver con la denominada “temperatura corporal preferida” (“preferred body temperature”, Vitt y Caldwell, 2009), un rango de temperaturas corporales que responde a las demandas metabólicas y biológicas particulares de cada especie ectotérmica.

La capacidad de ejercer cierto control sobre la temperatura corporal es un atributo normal de los reptiles y se relaciona con ciertos tipos de conductas termoregulatorias (Vitt y Caldwell, 2009). En el caso de los tejús, esto es evidente en sus rutinas de asoleo y de refrescamientos a la sombra (Noriega y col. 1996; Andrade y col., 2004).





Although there is still some disagreement among authors, it was established that body temperature of active tegu lizards varies between 32°C and 38°C (Andrade et al., 2004) or between 32°C and 35°C (Tattersall et al. 2016). Such temperature intervals probably correspond to the so-called ‘preferred body temperature’ (Vitt and Caldwell, 2009), a range of body temperatures that respond to the particular metabolic and biological needs of each ectothermic species.

The ability to exert some control over body temperature is a normal attribute of reptiles and is related to specific kinds of thermoregulatory behaviours (Vitt and Caldwell, 2009). In the case of tegus, this becomes evident as they bask and seek shade (Noriega et al. 1996; Andrade et al., 2004).

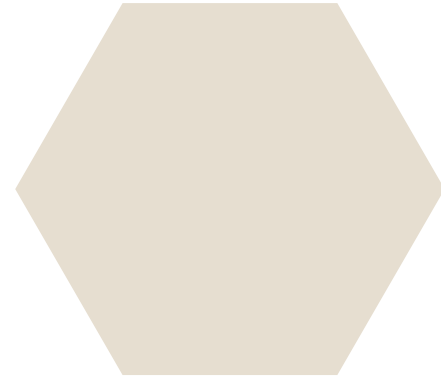
Besides exhibiting those behaviours, some reptiles also pant and yawn. These strange behaviours have been linked to selective brain cooling (Vitt and Caldwell, 2009) and have also been occasionally observed in tegus. Finally, some researchers have described the latter as having a certain endothermic potential, whereby their nocturnal body temperature would be raised about 10°C above ambient temperature during the breeding season (Tattersall et al., 2016).

However, when environmental conditions turn quite tough and exceed thermoregulatory capacities, both reptiles and amphibians become no longer active and fall into a dormant phase. Tegus resort to this strategy to

Aparte de exhibir esas conductas, algunos reptiles también jadean y bostezan. Estos comportamientos extraños, interpretados como mecanismos de enfriamiento selectivo del encéfalo (Vitt y Caldwell, 2009), también se observan ocasionalmente en los tejús. Finalmente, algunos investigadores han descrito en estos últimos un cierto potencial endotérmico, por el cual su temperatura corporal nocturna se elevaría unos 10°C sobre la temperatura ambiental durante la temporada reproductiva (Tattersall y col., 2016).

Sin embargo, cuando las condiciones ambientales se tornan lo suficientemente rigurosas y exceden las capacidades termorregulatorias, los reptiles, como los anfibios, abandonan su estado de actividad e ingresan en una etapa de letargo. Los tejús recurren a esta estrategia de supervivencia en climas subtropicales y templados, alternando períodos de actividad con otros de hibernación (Noriega y col., 1996; Fitzgerald y col., 1999; Andrade y col., 2004).

Durante el otoño, caídas repentinas en la temperatura corporal a lo largo de varios días parecen anticipar el inicio de la hibernación (Andrade y col., 2004). Durante la hibernación, los tejús se guarecen en forma permanente en refugios subterráneos y muestran importantes adaptaciones fisiológicas. Excedida su capacidad termorreguladora la temperatura corporal se allana a las temperaturas reinantes en la madriguera. El metabolismo se deprime significativamente, así como también lo hacen los procesos cardiocirculatorios (Andrade y col., 2004). Durante el período de letargo, la respiración constituye



survive in regions with subtropical and temperate climates, with alternating periods of activity and dormancy (Noriega et al., 1996; Fitzgerald et al., 1999; Andrade et al., 2004).

During autumn, sudden body temperature decreases over several days seem to anticipate hibernation onset (Andrade et al., 2004). During hibernation, tegus remain permanently hidden in underground shelters and show important physiological adaptations. With their thermoregulatory capacity having been outdone, body temperature simply remains in tune with that prevailing in the shelter. Metabolism drops significantly, so do heart rate and blood circulation (Andrade et al., 2004). During the dormant phase, breathing is the physiological process that demands the highest energetic cost, as it represents 50% of total oxidative metabolism (Andrade and Abe, 1999).

Feeding habits

Tegus are fast and potent predators with strong jaws, which defines them as active foraging animals. Possibly, through a process of convergent evolution, they acquired a series of morphological, ethological and ecologic features which they share with the robust varanids from Africa, Asia and Oceania (Vitt and Pianka 2004; Montuelle et al., 2012).

The diet of younger lizards is mainly insectivorous (Donadio and Galardo, 1984), probably due to their reduced body size. By contrast, at more

el proceso fisiológico de mayor costo energético, representando más del 50% del metabolismo oxidativo (Andrade y Abe, 1999).

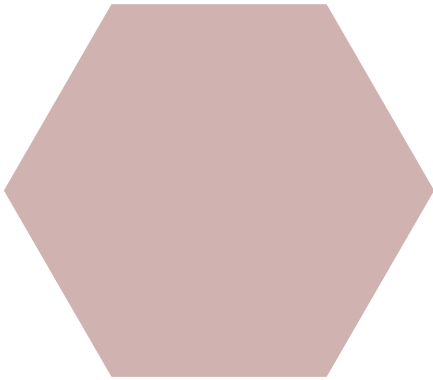
Hábitos alimentarios

Los tejús son cazadores veloces y eficaces de potentes mandíbulas, atributos que los definen como cazadores activos. Posiblemente, a través de un proceso de evolución convergente, adquirieron una serie de rasgos morfológicos, etológicos y ecológicos que comparten con los robustos varánidos de África, Asia y Oceanía (Vitt y Pianka 2004; Montuelle y col., 2012).

La dieta de las formas más juveniles es mayormente insectívora (Donadío y Gallardo, 1984), probablemente debido a su reducido tamaño corporal; en cambio, en las etapas avanzadas de desarrollo, su dieta se diversifica e incluye presas más voluminosas, tales como anfibios, reptiles, roedores, aves y sus huevos, etc. (Donadío y Gallardo, 1984; Williams y col., 1991; Mercolli y Yanosky, 1994). Es interesante observar que tal dieta se complementa con una ingesta apreciable de frutos silvestres (piquillín, mistol, chañar, tala, pindó) y miel (Donadío y Gallardo, 1984; Williams y col., 1991; Mercolli y Yanosky 1994), que son fácilmente obtenidos por los tejús al ser hábiles trepadores de árboles y arbustos (Donadío y Gallardo, 1984; Yanosky, 1991; Noriega T., comunicación personal). Los tejús son además excelentes nadadores, y se los observó atrapar peces, cangrejos y caracoles en aguas poco profundas (Mercolli y Yanosky, 1994).

advanced development stages their diet diversifies and includes larger prey, such as amphibians, other reptiles, rodents, birds and their eggs, etc. (Donadío and Gallardo, 1984; Williams et al., 1991; Mercolli and Yanosky 1994). It is interesting to observe that such a diet is supplemented with a notable intake of wild fruits (*Condalia microphylla*, “mistol”, “chañar”, “tala”, queen palm fruits) and honey (Donadío and Gallardo, 1984; Williams et al., 1991; Mercolli and Yanosky 1994), which tegus easily obtain by climbing trees and shrubs dexterously (Donadío and Gallardo, 1984; Yanosky, 1991; Noriega T., personal communication). Tegus are excellent swimmers as well, and they have been observed catching fish, crabs and snails in shallow waters (Mercolli and Yanosky 1994).

During their growth, and possibly in association with the changes in their feeding habits, tegus exhibit modifications in tooth morphology. Thus, tegu offspring mainly show three-cusped teeth (Fig. 4), apparently suitable for an insectivorous diet (Donadío and Gallardo, 1984), whereas adults develop heterodont dentition, in which front teeth are characterized as being sharp pointed and curved as compared with the back teeth, which are robust and blunt (Dessem, 1985; Brizuela and Albino, 2010). Such dental dimorphism is probably suitable for the dual purpose of retaining and tearing apart large prey (Fig. 5).





Durante su crecimiento y posiblemente en asociación con los cambios alimentarios, los tejús exhiben modificaciones en su morfología dentaria. Así, las crías exhiben dientes predominantemente tricuspídados (Fig. 4), aparentemente apropiados para un régimen insectívoro (Donadio y Gallardo, 1984), mientras que los adultos desarrollan una dentición heterodonte, en la que los dientes anteriores son punzantes y curvos en comparación con los dientes posteriores, que son robustos y romos (Dessem, 1985; Brizuela y Albino, 2010). Tal dimorfismo dental es probablemente conveniente para el doble propósito de retener y fragmentar presas voluminosas (Fig. 5).

Fig. 4. Mandíbula de un tejú juvenil con dientes tricuspídados uniformemente similares (imagen adaptada de Montero y col., 2004).

Fig. 4. Jaw of a young tegu with uniformly similar three-cusped teeth (image adapted from Montero et al., 2004).

Obs: Las Figuras 4 y 5 se encuentran a diferentes escalas de ampliación.

Figures 4 and 5 were designed using different scales.



Fig. 5. Mandíbula de un tejú adulto con dientes anteriores afilados diferenciados de los dientes molariformes posteriores (imagen adaptada de Montero y col., 2004).

Tegus possess a sharp smelling sense (Yanosky et al., 1993), which is of considerable importance for selectively detecting prey, particularly that which remains hidden. When foraging, the bifid tongue is intermittently projected to capture smell signals.

Fig. 5. Jaw of an adult tegu with sharp front teeth differentiated from posterior molariform teeth (image adapted from Montero et al., 2004).

Los tejús poseen una refinada capacidad olfatoria (Yanosky y col., 1993), la cual es de considerable importancia en la detección selectiva de presas, particularmente aquellas ocultas. Al buscar alimento, la lengua bífida es proyectada intermitentemente para la captación de las señales olfativas.

Debido a que la dieta de los tejús se compone de alimentos de origen animal y vegetal, los investigadores los han tratado casi unánimemente como omnívoros generalistas (Donadío y Gallardo, 1984; Williams y col., 1991; Mercolli y Yanosky, 1994). Sin embargo, estos autores no han considerado que la ingesta de origen vegetal de los tegus consiste principalmente en frutos dulces ricos en azúcares simples, en vez de almidones, los cuales son los componentes característicos de una dieta omnívora.

De hecho, muchos aspectos de la organización del aparato digestivo de estos lagartos sugieren que la dieta de estos animales es de una naturaleza esencialmente carnívora: tracto gastrointestinal copiosamente irrigado por vasos linfáticos, estómago voluminoso enteramente glandular, intestinos considerablemente cortos y ciego rudimentario (Vega Parry y col., 2000). En concordancia con estas observaciones los tejús, a diferencia de especies típicamente omnívoras, muestran una capacidad restringida en el procesamiento de carbohidratos complejos. Por ello, si se alimentan con raciones ricas en almidones (la fuente energética preferencial de los omnívoros), muestran una respuesta de crecimiento débil y una baja inducción adaptativa de la enzima α -amilasa pancreática (Vega Parry y col., 2009).

Because the diet of tegus comprises food of both animal and vegetable origins, researchers have almost unanimously treated them as generalist omnivores (Donadío and Gallardo, 1984; Williams et al., 1991; Mercolli and Yanosky, 1994). However, these authors have not considered that the vegetable intake of tegus mainly consists of fruit rich in simple sugars, instead of starch, which is the characteristic component of an omnivorous diet.

In fact, several organizational aspects of the digestive system of tegus suggest they have an essentially carnivorous diet: a gastrointestinal tract densely irrigated by lymphatic vessels, an entirely glandular bulgy stomach, considerably short intestines and a rudimentary cecum (Vega Parry et al., 2000). In agreement with those observations, tegus show a limited capacity to process complex carbohydrates, unlike definitely omnivorous animals. Therefore, if they are fed on meals high in starch (the major energetic source for omnivores), they display a weak growth response and a low adaptive induction of pancreatic α -amylase (Vega Parry et al., 2009).

By contrast, diets with high protein and lipid energy contents, similar to those found in the prey of carnivorous animals and in the American alligator diet, promoted high growth and feed conversion rates in tegu lizards (Manes et al., 2007 b).

Finally, it has been mentioned that adult tegus (Donadío and Gallardo, 1984) and even juvenile ones (Kiefer and Sazima, 2002) acquire scavenging

Por el contrario, las dietas con altos niveles de proteína y energía lipídica, similares a los encontrados en las presas de animales carnívoros y en la dieta del aligátor americano, promovieron altas tasas de crecimiento y conversión alimentaria en los lagartos tejú (Manes y col., 2007 b).

Por último, se ha mencionado que los tejús adultos (Donadío y Gallardo, 1984) y aún los ejemplares juveniles (Kiefer y Sazima, 2002) adquieren hábitos carroñeros, lo cual suena extraño considerando su condición de predadores activos. Este tipo de conducta podría estar relacionada más bien con la carencia circunstancial de presas vivas.

Crecimiento y edad reproductiva

Los tejús son los lagartos terrestres más grandes del continente americano y, a raíz de su crecimiento continuo (que prosigue aun en el estado adulto), pueden alcanzar 1,4 m de longitud total y 8 kg de peso (Enge, 2007). Criados en condiciones semicontroladas superan fácilmente los 10 años de vida (Duarte Varela y Cabrera, 2000). Se relató, por ejemplo, la historia de un espécimen de tejú overo capturado en la etapa de adultez en el estado de San Pablo, Brasil, que vivió 17 años adicionales en cautiverio, por lo que su edad habría alcanzado los 20 años (Brito y col., 2001).

En condiciones naturales, los tejús alcanzan su madurez sexual al cabo de tres o cuatro años (Quintana, 1991; Fitzgerald y col., 1993). Sin embargo,

habits, which sounds strange if we consider that tegus are active predators. This type of behaviour might indeed be related to a circumstantial unavailability of live prey.

Growth and reproductive age

Tegus are the largest terrestrial lizards in the American continent and, because of their continuous development (which continues even during adulthood), they can reach 1.4 m in length and 8 kg in weight (Enge, 2007). Bred under semi-controlled conditions, they can live over 10 years (Duarte Varela and Cabrera, 2000). For example, there has been a record of an adult black and white tegu caught in São Paulo State, Brazil, that lived a further 17 years in captivity, so it is estimated that it might have turned 20 years old in the end (Brito et al., 2001).

In the wild, tegus reach sexual maturity after 3 or 4 years (Quintana, 1991; Fitzgerald et al., 1993). However, when captive bred and with the right feed rations as appropriate for carnivorous lizards, it was possible to reduce that development period considerably (Vega Parry and Manes, 2000; Manes et al., 2007b; Vega Parry et al., 2009). In this way, a high proportion of the tegus we bred could reach their reproductive state in little less than two years (Vega Parry and Manes, 2004).

mediante prácticas alimentarias adecuadas en cautiverio y empleando raciones acordes a su condición de carnívoros, fue posible obtener una reducción considerable de dicho período de desarrollo (Vega Parry y Manes, 2000; Manes y col., 2007b; Vega Parry y col., 2009). De esta forma, una alta proporción de individuos pudo alcanzar su estado reproductivo en poco menos de dos años (Vega Parry y Manes, 2004).

Características reproductivas

Los tejús son lagartos ovíparos, con una oviposición anual que oscila entre los 20 y 50 huevos (Donadío y Gallardo, 1984; Noriega y col., 1996). La actividad reproductiva comprende dos etapas, la de interacciones sexuales y la de actividades de nidificación, ambas caracterizadas por una rica variedad de comportamientos (Mercolli y Yanosky, 1990; Noriega y col., 1996) y cuya regulación endocrina comenzó a estudiarse recientemente (Chamut y col., 2012; García Valdez y col., 2016).

Las interacciones sexuales comprenden un conjunto de actividades (combates, cortejos y cópulas) en las que intervienen individuos de un mismo y de diferente sexo. Generalmente son desencadenadas por señales químicas (feromonas), que informan acerca del estado fisiológico y conductual de los individuos involucrados. Un ejemplo de estructuras que producen feromonas son las glándulas femorales, las cuales secretan sustancias

Reproductive characteristics

Tegus are oviparous lizards which lay between 20 and 50 eggs annually (Donadío and Gallardo, 1984; Noriega et al., 1996). Their reproductive activity consists of two distinct stages, namely those of sexual interactions and of nesting activities. Both are accompanied by a variety of behaviours (Mercolli and Yanosky, 1990; Noriega et al., 1996), whose endocrine regulation has just begun to be studied (Chamut et al., 2012; García Valdez et al., 2016).

Sexual interactions comprise a number of behaviours (fights, courtship and mating) in which animals of the same or the opposite sex take part. They are generally triggered by chemical signals (pheromones) which give information about the physiological and behavioural state of the participants. One example of pheromone-producing structures are the femoral glands, which secrete substances related to territorial behaviours (Chamut et al., 2009; Martín et al., 2011). Furthermore, tegus project their forked tongue out of the mouth to receive and transport such signals to the vomeronasal organ (Burghardt and Pruitt, 1975), a sensorial structure considerably developed in tegu lizards (Sánchez Loria et al., 2013).

Copulations that lead to female insemination mark the ending of sexual interactions. Notably, when mating occurs ovules are still small and immature (Noriega et al. 1996, Manes et al., 2007a) and still need to grow considerably to reach their ovulation size (3 cm in diameter approximately, García

relacionadas con las conductas territoriales (Chamut y col., 2009; Martín y col., 2011). Este tipo de comunicación entre los tejús involucra, además, a la lengua bífida, la que proyectan fuera de la boca, para captar y transportar dichas señales al órgano vomeronasal (Burghardt y Pruitt, 1975), una estructura sensorial de considerable desarrollo en estos lagartos (Sánchez Loria y col., 2013).

Las cópulas que conducen a la inseminación de las hembras marcan la conclusión de las interacciones sexuales. Notablemente, al momento del apareamiento, los óvulos son todavía pequeños e inmaduros (Noriega y col. 1996, Manes y col., 2007a) y necesitan crecer considerablemente para alcanzar su tamaño de ovulación (aproximadamente 3 cm de diámetro, García Valdez y col., 2016). Tal asincronía en cuanto a la maduración de los gametos (óvulos vs espermatozoides) se encuentra no obstante compensada por la presencia de estructuras en las vías genitales de la hembra (oviductos), las cuales almacenan temporalmente el esperma (García Valdez M.V., comunicación personal). Por cierto, estas estructuras han sido descritas en numerosas especies reptilianas (Cuellar, 1966; Gist y Congdon, 1998; Sever y Hamlett, 2002).

La disponibilidad anticipada de esperma en las hembras tejú, también observada en otros reptiles (De Nardo y Autumn, 2001; Mathies y col., 2004; Manire y col., 2008), parece configurar una estrategia destinada a garanti-

Valdez et al., 2016). Nevertheless, this asynchrony of gamete maturation in the two sexes is compensated by the presence of structures that temporarily store sperm in female genital ducts (or oviducts) (Garcia Valdez M.V., personal communication), and which are commonly present in the reptilian species (Cuellar, 1966; Gist and Congdon, 1998; Sever and Hamlett, 2002).

The anticipated availability of sperm in tegu females, also observed in other reptiles (De Nardo and Autumn, 2001; Mathies et al., 2004; Manire et al., 2008), seems to constitute a strategy designed to ensure the fertilization of ovules of considerable size and thus short-term viability (Manes et al., 2007a). Without that foresight, the chances for successful fertilization would depend on strictly coordinated sexual encounters.

During the second stage, which comprises nesting activities, the fertilized females build nests in underground burrows where they lay their eggs (Donadío and Gallardo, 1984; Norman, 1987). As well as protecting them from possible predators with determination (Noriega et al., 1996), they incubate them furnishing them with all the physical conditions necessary for the embryos to develop (Chani et al., 1993; Noriega et al., 1996; Manes et al., 2003). The birth of the small hatchlings signals the end of the nesting activity.

Hatchlings are 15 to 20 cm long and are active and independent, as they almost immediately start their search for food, especially insects (Noriega et al., 1996). The newly hatched offspring of the black and white tegu

zar la fertilidad de los óvulos de considerables dimensiones y, por ende, de efímera viabilidad (Manes y col., 2007a). Sin esta previsión, las chances de una fecundación exitosa estarían supeditadas a encuentros sexuales estrictamente coordinados.

Durante la segunda etapa –referida a las actividades de nidificación–, las hembras fertilizadas construyen nidos en madrigueras subterráneas donde depositan sus huevos (Donadio y Gallardo, 1984; Norman, 1987). Además de protegerlos con determinación de eventuales predadores (Noriega y col., 1996), los incuban aportándoles las condiciones físicas necesarias para el desarrollo del embrión (Chani y col., 1993; Noriega y col., 1996; Manes y col., 2003). El nacimiento de las pequeñas crías marca la finalización de la actividad de nidificación.

Los individuos recién nacidos miden entre 15 y 20 cm de longitud. Son muy activos e independientes, e inician a la brevedad la búsqueda de alimentos, preferentemente insectos (Noriega y col., 1996). Las crías recién nacidas del tejú overo exhiben una pigmentación verde brillante, mientras que las del tejú colorado presentan una tonalidad marrón cobriza, coloraciones probablemente adecuadas para mimetizarse con su ambiente natural.

Algunas observaciones a campo mencionan la permanencia de los recién nacidos cerca de su madre y la madriguera de anidación por lo menos durante algunas semanas (Fitzgerald y col., 1991).



exhibit a bright green skin colour, whereas those of red tegus have a copper brown hue, a probably suitable camouflage for their natural environment.

In the fields, hatchlings have been observed staying near their mothers and the nesting burrow at least for some weeks (Fitzgerald et al., 1991).



**Uso integral de los
tejús en oposición
a su explotación
irracional**

**Integral use of tegus
as opposed to their
irrational exploitation**

Resulta apropiado referirse a los beneficios que podrían obtenerse de un aprovechamiento racional y sustentable de los tejús, en contraste con lo que sucede cuando son capturados en la naturaleza y explotados abusivamente. Estos beneficios tienen que ver no solamente con las ganancias económicas, sino también con las recompensas que derivan de la ética de conservación de los recursos naturales.

Impacto de la actividad humana sobre las poblaciones naturales

Se puede afirmar que la actividad humana ha tenido un extenso impacto sobre las poblaciones silvestres de tejús, y que este impacto se intensificó con el paso del tiempo. Tradicionalmente, las comunidades indígenas hicieron uso de estos animales con fines de subsistencia, aprovechando su cuero, carne y grasa (Norman, 1987). Más tarde, desde 1940 en adelante (Vieites y González, 2007), esta forma de uso sustentable comenzó a estar acompañada por una intensa y sostenida explotación comercial de la piel (Fitzgerald y col., 1991, Chardonnet y col., 2002). Incluso, algunas transacciones comerciales datarían ya de la época colonial (Vieites y González, 2007).

It is worth referring to those benefits that can be brought about by taking advantage of tegus on a rational and sustainable basis, in contrast to what happens when they are caught in the wild and recklessly exploited. These benefits do not only have to do with economic gains, but also with rewards that derive from the ethics of preserving natural resources.

Impact of human activity on natural populations

It can be said that human activity has long had an impact on wild tegu populations, which has intensified in the course of time. Traditionally, indigenous communities took advantage of these animals in order to cover just their basic needs, using their skin, meat and fat (Norman, 1987). Later on, ever since 1940 (Vieites and González, 2007), this sustainable use has been accompanied by an intense and continuous commercial exploitation of tegu skin (Fitzgerald et al., 1991, Chardonnet et al., 2002). Some commercial transactions would even date back to colonial times (Vieites and González, 2007).

Once processed in local tanneries, the leather is exported to the USA, various countries of the European Union, Korea and Japan (Fitzgerald, 1994), where it is used to produce fine leather items, such as the classic cowboy boots.


Una vez que es procesado en curtiembres locales, el cuero se exporta a los Estados Unidos, varios países de la Comunidad Económica Europea, Corea y Japón (Fitzgerald, 1994), donde se utiliza para la confección de artículos finos de marroquinería, entre ellos las clásicas botas texanas.

Entre 1975 y 1986, se exportaron legalmente desde la Argentina más de 16 millones de cueros de *Salvator* (ex *Tupinambis*) (Chardonnet y col., 2002). Esta actividad ha generado cuantiosos ingresos a las curtiembres, fácilmente deducibles del precio unitario del cuero procesado, el que varía entre 20 y 30 U\$S (Vieites y González, 2007).

Tan intensa explotación determinó que los tejús *S. rufescens* y *S. meriana* fueran listados en el Apéndice II del CITES (Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre), como especies cuya cacería sin control las pondrá en riesgo de extinción. En consecuencia, la Argentina como país signatario de dicha Convención, fijó un cupo máximo de capturas de un millón de cueros anuales.

Sin embargo, la eficacia de esta regulación es cuestionable por la falta de estudios demográficos que la sustenten, así como por su inmutabilidad a lo largo de 20 años, caracterizados por una gigantesca expansión de las fronteras agropecuarias. Tampoco resultaría demasiado efectiva teniendo en cuenta el tráfico ilegal que afecta este recurso natural (Vieites y González, 2007).





Between 1975 and 1986, more than 16 million *Salvator* (ex *Tupinambis*) skins were exported legally from Argentina (Chardonnet et al., 2002). This activity has earned tanneries huge incomes, directly deductible from processed leather unit price, which amounts to U\$S 20-30 (Vieites and González, 2007).

Such an intense exploitation led to the listing of *S. rufescens* and *S. merianae* in CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) Appendix II, as species whose uncontrolled hunting will put them at risk of becoming extinct. As a signee to the Convention, Argentina thus set a maximum annual extraction quota of one million skins.

However, the effectiveness of this regulation can be called into question since it has not been backed up with demographic studies, and it has remained stagnant for 20 years, period during which there has been a gigantic expansion of farming activities. Nor can it be efficient in restraining the illegal traffic this natural resource is subjected to (Vieites and González, 2007).

Perspectivas de un uso sustentable

Es indudable que la revalorización de las mencionadas especies, tanto desde un punto de vista económico como cultural, tendrá un efecto más tangible sobre su preservación, que la simple y dudosa restricción de su captura en la naturaleza.

En este sentido, la crianza en cautiverio de estos saurios puede impulsar un avance significativo en esta dirección, ya que permite su aprovechamiento integral, abordando no solo la comercialización de su piel, sino también de otros productos de valor como lo son la carne, la grasa y aun sus pequeñas crías, muy apreciadas como mascotas. Cabe además la posibilidad de que varios de estos componentes reciban un procesamiento o manufactura adicional, como el curtido del cuero, la preparación y el envasado de la carne y el refinamiento de la grasa, como formas de agregar valor a los productos y rentabilidad al proyecto.

Productos factibles de obtenerse de este recurso pecuario

Cuero. Se trata del componente más conocido y de mayor valor comercial (Fig. 6). Se lo aprecia por su aspecto y textura, con la característica presencia de grandes escamas rectangulares en la región ventral, dispuestas en un mismo plano (Vitt y Pianka 2004; Vitt y Caldwell, 2009). En adición a sus cualidades estéticas, posee excelente resistencia y flexibilidad y es de fácil curtido.

Prospects of a sustainable use

Undoubtedly, revaluing these species from an economic and cultural point of view will have a more evident impact on their preservation than the mere and dubious restriction to their hunting.

In this sense, captive lizard breeding may foster significant progress in this field, since it enables the integral use of these species: a use that goes beyond skin marketing and focuses on other valuable products too, such as tegu meat and fat, and even their little offspring, which are highly valued as pets. Moreover, several of these components can be further processed or manufactured: tegu skin can be tanned, its meat prepared and canned, and its fat can be refined, as ways of adding value to products and making this economic enterprise more profitable.

Products deriving from this animal resource

Leather. This is the most widely known component and the one of highest economic value (Fig. 6). It is highly valued for its aspect and texture, which is characterized by displaying large rectangular scales in the ventral region, arranged along the same plane (Vitt and Pianka 2004; Vitt and Caldwell, 2009). In addition to its esthetical quality, this leather is resistant, flexible and easy to tan.

Due to these characteristics, expert tanners regard tegu leather as higher quality than that of its nearest rival, the monitor lizard.



Fig. 6. Cueros curtidos y terminados de tejú.



Fig. 6. Finished tanned tegu skins.

Debido a estas características los expertos del ámbito marroquino conceden al cuero del tejú mayor calidad que el de su competidor más cercano, el lagarto monitor.

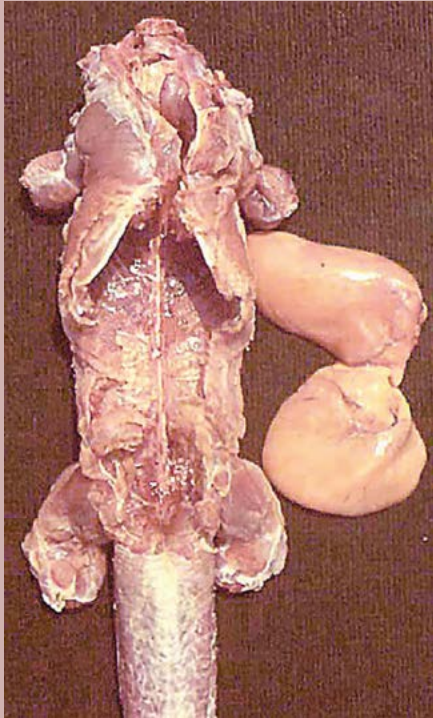
Este producto apunta a un mercado económico y cultural alto; aparte de las botas tejanas, es utilizado en la fabricación de artículos muy variados, tales como carteras, agendas, billeteras, cinturones y otros artículos. Usualmente, se exporta curtido sin terminar, o bien curtido y terminado (teñido, con brillo o con acabado mate). Para la comercialización del cuero que se extrae de la naturaleza se fijaron tres categorías según la longitud del contorno corporal: grande (más de 30 cm); mediano (de 25 a 30 cm) y chico (de 20 a 25 cm), encontrándose prohibido el mercadeo de los cueros inferiores a 20 cm.

Carne. Tradicionalmente, la carne de los tejús fue utilizada como fuente de alimento por las comunidades aborígenes. Quienes incursionaron en la gastronomía no convencional, la consideran un manjar muy apetecible (Donadío y Gallardo, 1984; Norman 1987). De consistencia firme, posee una tonalidad blanquecina a suavemente rosada y un buen aroma (Fig. 7).

Los estudios sobre la composición química de esta carne indican un producto magro, de valor proteico semejante al de la carne vacuna y avícola. Sin embargo, las características que la hacen especialmente diferente de estas

Fig. 7. Canal y cuerpos grasos de tejú.

Fig. 7. Tegú carcass and fat bodies.



This product is aimed at a demanding economic and cultural market and is used to make not only cowboy boots, but also several other items, such as handbags, calendars, wallets, belts and other accessories. Generally, tegu leather is exported either tanned or tanned and finished (dyed with a gloss or matte finish). In order to market wild-caught animal leather, three categories have been established according to body outline length: large (more than 30 cm); medium (25 to 30 cm) and small (25 to 20 cm). Leather whose width amounts to less than 20 cm is banned from trade transactions.

Meat. Aboriginal communities have consumed tegu meat as part of their tradition. Those people who have tasted it in unconventional gourmet dishes consider it to be exquisite (Donadio and Gallardo, 1984; Norman 1987). It is solid and firm and has a whitish to softly pink hue and a good smell (Fig. 7).

Studies of the chemical composition of tegu meat indicate that it is lean and has protein contents similar to those of beef and poultry meat. Nonetheless, what makes it especially different from these is its lower cholesterol contents and the fact that its interstitial fatty acids are predominantly unsaturated (Caldironi and Manes, 2006). That is why tegu meat can be part of a Mediterranean diet and is nutritionally optimum for human consumption (Caldironi and Manes, 2006; Saadoun, 2007; Hoffman, 2008).

últimas residen en su menor contenido en colesterol y en el carácter predominantemente insaturado de sus ácidos grasos intersticiales (Caldironi y Manes, 2006). De este modo, la carne del tejú se ajusta a una dieta de tipo mediterránea y es nutricionalmente óptima para el consumo humano (Caldironi y Manes, 2006; Saadoun, 2007; Hoffman, 2008).

Además de ser potencialmente interesante para los países asiáticos, cuyas poblaciones están habituados a degustar platos exóticos, la carne de tejú puede ser también una alternativa atractiva para los países occidentales, debido a la tendencia cada vez más acentuada hacia una alimentación menos tecnificada y más saludable. Evidencia de ello son los avances producidos en la tipificación y consumo de la carne del aligátor en los Estados Unidos y de los diversos recursos genéticos existentes en Sudamérica: yacarés, camélidos, ñandúes y carpinchos (Cossu y col., 2007; Saadoun, 2007; Vieites y González, 2007; Hoffman, 2008).

Grasa. La mayor parte de la grasa corporal de los tejús se concentra en dos órganos voluminosos, los cuerpos grasos (Fig. 7) localizados en la cavidad abdominal. El material lipídico extraído de ellos ha sido largamente apreciado en el ámbito rural por sus propiedades emolientes y curativas. Actualmente, se lo comercializa en varios mercados regionales para el tratamiento de afecciones respiratorias, articulares y de la piel.

Apart from being potentially interesting for Asian countries, whose populations are used to tasting exotic dishes, tegu meat may also be an attractive alternative for Western countries, due to the increasingly general trend to choose less technologically modified and healthier food. As a piece of evidence, we can mention the advances in the classification and consumption of alligator meat in the US and of various genetic resources in South America: yacare caiman, camelids, rheas and capybaras (Cossu et al., 2007; Saadoun, 2007; Vieites and González, 2007; Hoffman, 2008).

Fat. Most of tegu body fat is concentrated in two bulgy organs: the fat bodies (Fig. 7), which are located in the abdominal cavity. The lipid material that can be extracted from them has long been appreciated by rural populations on account of its emollient and healing properties. It is indeed traded currently in various regional markets as medicine for treatments of breathing, joint and skin problems.

Fortunately, the properties of tegu fat began to be assessed scientifically, and the first research results indicate the existence of anti-inflammatory components in this material (Ferreira et al., 2010).

As with the meat, in the chemical composition of tegu fat bodies unsaturated fatty acids definitely prevail, especially oleic, linoleic and palmitoleic acids (Vega Parry et al., 2013). These results are interesting, since

Afortunadamente, las propiedades de la grasa del tejú comenzaron a ser evaluadas científicamente y las primeras investigaciones informaron el hallazgo de componentes con actividad antiinflamatoria en este material (Ferreira y col., 2010).

De modo similar a lo que acontece con la carne, la composición química de los cuerpos grasos del tejú muestra un marcado predominio en ácidos grasos insaturados, particularmente oleico, linoleico y palmitoleico (Vega Parry y col., 2013). Estos resultados son interesantes, puesto que equiparan la grasa del tejú a la de aves ratites, reconocidas por sus propiedades cosméticas y farmacéuticas (Zemstov y col., 1996; Shimizu y Nakano, 2003; Márquez y col., 2007). Por lo tanto, puede inferirse la utilidad potencial de este material en la elaboración de productos cosméticos, farmacéuticos y aun alimentarios.

Mascotas. Las jóvenes crías de los tejús (Fig. 8) resultan ser mascotas muy atractivas y de alta demanda. Dada su cotización elevada en el mercado internacional, su comercialización a partir de las primeras semanas de vida permitiría la obtención de recursos nada despreciables a poco de iniciarse la actividad.



they point to a similarity between tegu fat and that of ratites, renowned for its cosmetic and pharmaceutical qualities (Zemstov et al., 1996; Shimizu and Nakano, 2003; Márquez et al., 2007). Hence, it can be inferred that this material will be potentially useful for producing cosmetics, medicines and food.

Pets. Young tegu offspring or hatchlings (Fig. 8) happen to be very attractive and highly demanded pets. Since their prices are high in the international market, the selling of these pets at a very early age would allow farmers to obtain quite satisfactory profits right at the start.




Fig. 8. Crías recién nacidas de tejú overo.

Fig. 8. Recently born black and white tegu hatchlings.



**Cuestiones relativas
a la crianza en
cautiverio de los tejús**

**Issues related to
captive breeding
of tegu lizards**

Esta sección describe diferentes aspectos del ciclo de vida de los tejús en relación con su crianza en cautiverio. Se incluye información propia y la obtenida por otros autores en estudios sobre la actividad estacional, la alimentación, el crecimiento, la maduración sexual, el rendimiento en productos aprovechables y la reproducción de los lagartos objeto de nuestra atención.

Actividad estacional

En climas subtropicales y templados, y por su condición ectotérmica, los tejús presentan una marcada actividad estacional, la que se caracteriza por períodos alternantes de actividad e hibernación.

Fase de hibernación. Esta fase se asocia a las bajas temperaturas ambientales del otoño e invierno y se extiende por unos cinco a seis meses, aproximadamente entre los meses de abril y septiembre. El período de letargo es preanunciado por una actividad decreciente de los tejús, con mayor permanencia en los refugios y una ingesta menor de alimentos (Noriega y col., 1996).

Para hibernar en la naturaleza, los tejús emplean madrigueras excavadas en la tierra, cuya entrada ocluyen con restos vegetales (Andrade y col., 2004).

In this section, different aspects of the life cycle of tegus are described as related to their captive breeding. Here I include data resulting from my own research and that of other authors, concerning the seasonal activity, feeding, growth, sexual maturation, productive yield and reproduction of the lizards we are focusing our attention on.

Seasonal activity

In subtropical and temperate climates, and because of their ectothermic status, tegus have a marked seasonal activity which is characterized by alternating periods of activity and hibernation.

Hibernation phase. This phase is associated with the low ambient temperatures of autumn and winter, and it stretches over five to six months, between April and September. The dormancy period is anticipated by a decreasing activity level, with tegus staying in their hides longer and feeding less (Noriega et al., 1996).

In the wild, tegus hibernate in burrows dug into the ground, whose entrance is covered with plant leftovers (Andrade et al., 2004). When kept


En criadero se les provee de refugios contruidos a tal fin. Cuando se retiran permanentemente a los refugios para pasar la estación fría, lo hacen siguiendo un orden relacionado con su categoría etaria: primero los adultos, luego los juveniles y finalmente las pequeñas crías (Noriega y col., 1996).

Durante la hibernación los animales yacen inmóviles y sin alimentarse, configurando una situación de gran vulnerabilidad frente a una amplia variedad de predadores circunstanciales. Presentan el cuerpo replegado y rígido, los ojos cerrados y su piel húmeda y rugosa; además, tienden a reunirse en grupos, manteniendo contacto con la tierra (Fig. 9). Algunos excavan a partir del piso del refugio cuevas más profundas, procurando posiblemente atenuar el enfriamiento y la deshidratación extremos. Curiosamente, en la parte profunda de tales cuevas suelen encontrarse fragmentos redondeados de tierra fuertemente endurecidos, de tamaño variable (entre 8 y 2 cm de diámetro) (Fig. 10), cuyo origen y función se desconocen.

A lo largo de cinco meses de hibernación, los individuos adultos pierden entre un 8 y un 10% de su peso corporal (*cf.* **Crecimiento y maduración sexual**, p. 82). En pocas ocasiones, algunos individuos interrumpen su letargo y emergen de los refugios, una conducta por lo general asociada a problemas



Fig. 9. Animales en letargo en estrecho contacto entre sí y con el suelo del refugio.



in captivity, tegus are provided with shelters specially built up for hibernation purposes. When tegus withdraw to their shelters to stay hidden there throughout the cold season, they do so in order according to their age: the adults first, then the juveniles and finally the little offspring (Noriega et al., 1996).

When they hibernate, the animals remain still and do not feed, which makes them very vulnerable to the attack of opportunistic predators. Their bodies are rigidly bent over, their skin remains humid and wrinkled, and their eyes closed. During this phase, tegus tend to gather in groups and keep contact with the earth (Fig. 9). Some even dig deeper burrows into the shelter floor, possibly to mitigate extremely cold temperatures and dehydration. Curiously, deep inside the caves it is common to find round fragments of earth firmly solidified that have variable sizes (between 8 and 2 centimetres in diameter) (Fig. 10), whose origin and function are unknown.

During five months of dormancy, adult tegus lose 8 to 10% of their body weight (*cf.* **Growth and sexual maturation**, p. 83). Only rarely do some individuals interrupt dormancy and emerge from the shelters. This is generally linked with animals having health problems, rather than with occasional increases in ambient temperatures (Noriega et al., 1996).

Fig. 9. Dormant animals in close contact with one another and with the ground



Fig. 10. Formaciones de tierra aglutinada recolectadas en el interior de una cueva de tejú.

Fig. 10. Earth clusters collected inside a tegu cave.

Active phase. Coincidentally with a rising temperature in spring, the lizards (while still hidden in the shelters) start to show signs of activity, such as eye movements and defensive responses. These anticipate the end of the dormancy phase (Noriega et al., 1996).

Their emergence from the shelters also follows a sequence, but different from that observed for their withdrawal: the offspring and juveniles come out first, then male adults and, finally, female adults (Noriega et al., 1996). The initial activities include long basking periods, water consumption and defecation. Generally, their fecal matter is accompanied by solid urine residues of a white or intense yellow colour (Fig. 11), which mainly consist of uric acid crystals (Ibañez et al., 1997). This happens because in reptiles, as well as in amphibians and birds, the products from the urinary, digestive and genital systems all descend into a common chamber, the cloaca, before being expelled.

Feeding increases gradually (Noriega et al., 1996; Andrade et al., 2004). Besides, during this adaptation phase, big portions of cuticle peel off and are replaced with new and glossy epidermis.

In temperate and subtropical regions, tegus active phase coincides with summer and spring, approximately between September and March. For six to seven months, tegus alternate their daytime activities in the open air with rest in the shelter at night. This daily (circadian) rhythm is particularly noticeable on sunny days, during which tegus wander outside approximate-

de salud y no a incrementos atípicos en la temperatura ambiental (Noriega y col., 1996).

Fase activa. En coincidencia con el aumento de las temperaturas primaverales, los animales –todavía en sus refugios– comienzan a mostrar signos de actividad, como movimientos oculares y respuestas defensivas torpes, los cuales anticipan la finalización de la etapa hiberna (Noriega y col., 1996).

La emergencia de los refugios ocurre también de modo secuencial, aunque en un orden diferente al registrado para el ingreso: comienzan las crías y los juveniles, a continuación los machos adultos y, finalmente, las hembras adultas (Noriega y col., 1996). Las actividades iniciales comprenden períodos prolongados de asoleo, con ingesta de agua y procesos de defecación. Generalmente, la materia fecal se acompaña de residuos urinarios sólidos de color blanco a amarillo intenso (Fig. 11), conformados principalmente por cristales de ácido úrico (Ibañez y col., 1997). Ocurre de este modo porque, en los reptiles, como en los anfibios y aves, los productos de los sistemas urinario, digestivo y genital descienden a una cámara común, la cloaca, antes de su expulsión al exterior.

La alimentación comienza a aumentar paulatinamente (Noriega y col., 1996; Andrade y col., 2004). Durante esta fase de adaptación se observa también el desprendimiento frecuente de grandes porciones de cutícula, la que es sustituida por una nueva y lustrosa epidermis.

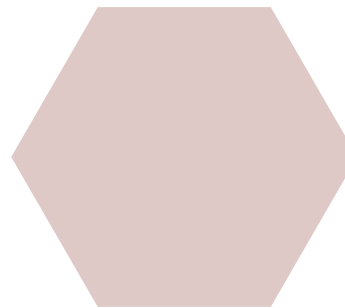




Fig. 11. Materia fecal acompañado de residuos urinarios sólidos.

Fig. 11. Tegu feces accompanied by solid urine residues.

En las regiones templadas y subtropicales, el período activo de los tejús abarca las estaciones de primavera y verano, aproximadamente entre los meses de septiembre y marzo. A lo largo de seis o siete meses, los tejús alternan sus actividades diurnas a cielo abierto, con reposos nocturnos en los refugios. Este ritmo diario (circadiano) se manifiesta particularmente en días soleados, en los que los animales deambulan aproximadamente entre las 10 y las 17 horas, exhibiendo diversas ocupaciones (asoleos, alimentación, refrescamientos, conductas cavícolas y otras) (Fig. 12), que intercalan también con retiros temporarios a los refugios.

En cambio, en los días nublados o lluviosos los lagartos, aunque activos, suelen permanecer en sus guaridas (Noriega y col., 1996). Si se perturban, reaccionan con rápidos desplazamientos y conductas intimidantes, tales como amenazas de mordiscos y un cascabeleo característico causado por la agitación de la cola.

La actividad diurna comienza con la obtención de un nivel térmico apropiado (Andrade y col., 2004). Cuando las temperaturas matinales en ascenso exceden las de los tejús en reposo, estos abandonan sus madrigueras y comienzan a asolearse para acumular calor y adquirir el nivel metabólico apropiado para sus funciones.

La naturaleza principalmente conductual de los procesos termorregulatorios da cuenta de la necesidad de proveer a los tejús en cautiverio de es-

Fig. 12. Diversas ocupaciones de los tejús:

- a)** asoleo con el cuerpo y los miembros extendidos sobre el terreno;
- b)** hábito cavícola; **c)** alimentación;
- d)** refrescamiento a resguardo del sol.

- Fig. 12.** Diverse tegu activities:
a) basking with their bodies and limbs stretched over the ground; **b)** cave digging; **c)** feeding; **d)** cooling and taking shelter from the sun.



a)



b)



c)



d)

pacios de asoleo, sombras y eventualmente piletones con agua para su refrescamiento, aparte de los refugios empleados para hibernar y pernoctar.

Alimentación

La alimentación de los tejús en confinamiento consistió inicialmente de descartes provenientes de la industria vacuna y avícola, de huevos y otros alimentos de estación. Si bien estas materias primas parecían satisfacer las demandas nutricionales de los animales, su disponibilidad discontinua e impredecible obstaculizaba el diseño de un plan de alimentación y dificultaba la obtención de parámetros nutricionales.

Se debió trabajar, por lo tanto, en la formulación de una ración normalizada a partir de ingredientes de bajo costo y fácil disponibilidad, que pudiesen generar tasas adecuadas de crecimiento y desarrollo en dichos lagartos.

Las mezclas iniciales incluyeron materiales farináceos, la fuente energética preferencial de la alimentación omnívora. Sin embargo, estas raciones tuvieron un consumo limitado, posiblemente debido a su baja aceptación, y fueron ineficaces para promover un crecimiento significativo.

Teniendo en cuenta las observaciones anatómicas (Vega Parry y col., 2000) y nutricionales (Vega Parry y col., 2009), que indicaban que los tejús eran realmente animales carnívoros, la base para el diseño de nuevas raciones fue el reemplazo de los componentes farináceos por materia grasa,

ly between 10:00 am and 17:00 pm, while engaging in different activities (basking, eating, cooling, cave digging and so forth) (Fig. 12), which are also alternated with temporary retreats to the shelters.

On the other hand, on cloudy or rainy days and even when they are active, lizards stay in their shelters (Noriega et al., 1996). When disturbed, they crawl swiftly and react intimidatingly, for example by threatening to bite and by making their tail vibrate in a characteristic manner.

Daytime activity starts when lizards reach an appropriate temperature level (Andrade et al., 2004). When rising morning temperatures exceed those of tegus at rest, they leave the burrows and begin basking to accumulate body heat and reach a suitable metabolic level.

The behavioural nature of thermoregulatory processes justifies the need to supply captive bred tegus not only with shelters for them to hibernate and sleep at night, but also with basking and shade areas, and eventually water pools for them to cool off.

Feeding

Initially, captive bred tegus were fed on cow and poultry meat leftovers, eggs and other seasonal produce. Even though these raw materials seemed to meet the nutritional needs of these lizards, their discontinuous and undependable availability prevented the design of an adequate feeding plan and hampered the attempts to obtain nutritional parameters.

la fuente primaria de energía de animales típicamente carnívoros.

Se preparó un alimento conformado por una base de subproductos avícolas (cabezas y patas de ave trituradas) y el agregado de otros suplementos (Fig. 13) (Vega Parry y Manes, 2000; 2004), cuya fórmula se ofrece más adelante (cf. **Manejo alimentario**, p. 152). Este nuevo alimento en contraste con las raciones previas, mostró una notable aceptación y produjo mejoras sustanciales en cuanto a respuestas de crecimiento en los animales. De hecho, las tasas de crecimiento obtenidas con esta dieta permitieron reducir significativamente el tiempo de desarrollo que tiene que transcurrir hasta que estos lagartos alcanzan su madurez reproductiva (cf. **Crecimiento y maduración sexual**, p. 82).

Eficiencia nutricional. A fin de profundizar nuestro conocimiento acerca de la eficiencia nutricional de los tejús, hemos analizado las tasas de consumo y conversión alimenticia durante el crecimiento de los especímenes preadultos (crías y juveniles), mientras se alimentaban con la ración previamente mencionada.



Fig. 13 Ración alimentaria lista para su consumo.

Fig. 13. Feed ration ready for consumption.

Therefore, it became necessary to work on the formulation of a normalized ration made with low cost and readily available ingredients, which would lead to adequate growth and development rates in captive bred tegus.

The initial meals included floury materials, the preferential energy source for omnivorous animals. However, these rations had a limited consumption possibly due to their low acceptance, and turned out to be ineffective in promoting significant growth.

Taking into account anatomical (Vega Parry et al., 2000) and nutritional (Vega Parry et al., 2009) observations which indicated that tegus were actually carnivorous animals, the basis for the design of new rations was the replacement of floury components with fat, the primary energy source for typically carnivorous animals.

A meal was prepared consisting of a base of poultry by-products (ground poultry head and legs), supplemented with other ingredients (Fig. 13) (Vega Parry and Manes, 2000, 2004), the formulation of which is given below (see **Feeding management**, p. 151). This new ration had a remarkably higher acceptance among the animals and led to significantly better growth responses. In fact, the growth rates obtained with this diet allowed reducing the time needed for these lizards to develop and reach their reproductive maturity (see **Growth and sexual maturation**, p. 83).

Consumo y conversión alimenticia. El consumo diario promedio de alimento en ambas etapas (crías y juveniles) fue estimado en un 7,0% o 2,8% del peso corporal, expresado respectivamente como materia húmeda o materia seca (Vega Parry y Manes, 2000; 2004).

En cuanto a los requerimientos alimentarios para el mantenimiento de los individuos adultos (machos y hembras), se estableció empíricamente un consumo tres veces inferior al de crías y juveniles; vale decir, un suministro de alimento equivalente al 7% del peso corporal como materia húmeda, pero espaciado cada dos días.

La conversión alimentaria de los tejús juveniles puede expresarse apropiadamente como la relación entre el alimento consumido y la ganancia correspondiente en masa corporal. En nuestros estudios, el consumo de 1,8 kg de alimento como materia húmeda se convirtió en la ganancia de 1 kg de peso vivo (Vega Parry y Manes, 2000; 2004).

Requerimientos de proteína y energía durante el crecimiento. Otros estudios acerca de la nutrición en los lagartos tejú se orientaron a establecer las necesidades de proteína y energía durante su crecimiento. Se estableció que una ingesta diaria de 1 g de proteína y 25 kJ de energía por cada 100 g de peso vivo era suficiente para expresar las mejores tasas de crecimiento y conversión alimentaria en individuos juveniles (Manes y col., 2007b).

Nutritional efficiency. In order to further find out about tegu nutritional efficiency, we analysed feed consumption and conversion rates during the growth of preadult specimens (hatchlings and juveniles) while feeding them on the ration previously mentioned.

Feed consumption and conversion. Average daily consumption in both age categories, hatchlings and juveniles, was estimated to be 7.0% and 2.8% of body weight, expressed as wet weight or dry weight respectively (Vega Parry and Manes, 2000; 2004).

As regards nutritional requirements of adult tegus (males and females), it was empirically established that they require a third of the ration necessary to feed hatchlings and juveniles. In other words, adults require a feed ration equivalent to 7% of body weight (as wet weight), and this is to be supplied every two days.

Feed conversion in juveniles can be adequately expressed as the relationship between food consumed and the corresponding body mass gain. In our studies, a feed consumption of 1.8 kg (wet weight) gave a 1 kg live weight gain (Vega Parry and Manes, 2000; 2004).

Protein and energy requirements during growth. Other studies in tegu lizard nutrition aimed to establish protein and energy requirements during

El conocimiento de tales demandas nutricionales (en proteína y energía) constituye información útil en la pesquisa de nuevas materias primas para la alimentación de los tejús. En tal caso, sería aconsejable contemplar además el nivel adecuado de otros nutrientes relativamente abundantes en la ración diseñada para la crianza de estos lagartos, tales como los minerales fósforo y calcio, que son de considerable relevancia en la nutrición de los reptiles en cautiverio (McWilliams, 2005; Hoby y col., 2010), y que se encuentran adecuadamente abastecidos por las cabezas y patas de ave.

Algunas consideraciones adicionales sobre la alimentación de los tejús.

En contraposición a los informes en la literatura que describen la adquisición de hábitos carroñeros por los tejús (Donadío y Gallardo, 1984), nuestras observaciones en criadero indican una permanente predilección por alimentos frescos, independientemente de la categoría etaria de los individuos (Vega Parry y Manes, 2000). De ello se desprende que tanto las materias primas (cabezas y patas de ave) como la ración preparada deben acopiarse a bajas temperaturas (-20°C), para su buen estado de conservación.

El interés por encontrar formas alternativas de preservación del alimento para los tejús llevó a realizar pruebas para lograr su adecuada deshidratación. Estos ensayos condujeron al desarrollo de un procedimiento de secado relativamente simple, tras el cual el alimento puede ser rehumectado,

their growth. It was observed that a daily intake of 1 g protein and 25 kJ of energy per 100 g of live weight was sufficient to obtain the best growth and food conversion rates in juveniles (Manes et al., 2007b).

The knowledge about such nutritional (protein and energy) requirements is useful as reference when new raw materials are looked into as potential tegu feed. In such a case, it would also be advisable to consider the adequate level of other nutrients that are relatively abundant in the feed ration designed for these lizards, such as phosphorus and calcium. These are considerably important in captive bred lizard feeding (McWilliams, 2005; Hoby et al., 2010) and are readily available in poultry heads and legs.

Further considerations regarding tegu lizard feeding. In opposition to literature references that indicate that tegus develop scavenging habits (Donadío and Gallardo, 1984), we found that when kept in captivity these lizards always prefer fresh food, regardless of their age (Vega Parry and Manes, 2000). Precisely for this reason, both raw materials (poultry heads and legs) and prepared rations must be kept under low temperatures (-20° C) for their adequate preservation.

The interest in finding new alternatives to preserve tegu feed led to tests to accomplish its adequate dehydration. These assays resulted in a relatively simple drying process, after which feed rations can be humidi-

recuperando nuevamente su consistencia original. De hecho, los ensayos comparativos de alimentación de tejús juveniles no mostraron diferencias significativas entre el alimento procesado (y luego rehidratado) y el alimento fresco, en cuanto al consumo y a las respuestas de crecimiento. La incursión en esta metodología puede constituir un avance significativo en la tecnificación de las prácticas alimentarias de estos lagartos. En el Anexo de esta obra se brinda la descripción de este procedimiento.

Crecimiento y maduración sexual

Para estimar la capacidad de desarrollo de los tejús, se cuantificó el proceso de crecimiento y el tiempo requerido para alcanzar la madurez sexual (Auat y col., comunicación personal; Vega Parry y Manes, 2004). Estos ensayos se realizaron bajo las condiciones habituales de crianza y con el suministro *ad libitum* de la ración previamente diseñada. El crecimiento se ponderó en función de los incrementos de peso vivo y longitud hocico-cloaca. Se observaron variaciones claramente estacionales en el ritmo de crecimiento. Durante el período hibernal, este fue nulo en cuanto al parámetro longitud hocico-cloaca, e incluso negativo en referencia al peso vivo, el cual cayó entre un 8 y 10% (Chamut S., comunicación personal). Durante el período activo, el crecimiento exhibió un patrón de variación de forma acampanada, el que parece estar estrechamente relacionado a las temperaturas ambien-

fied again to give them back their former consistency. In fact, comparative trials of juvenile tegu feeding showed no significant differences between processed (and later rehydrated) rations and fresh food in terms of consumption and growth rates. This new methodology may entail significant technical advances in the feeding of these lizards. You will find a description of this dehydration procedure in the Appendix to this manual.

Growth and sexual maturation

In order to estimate the developmental capacity of tegu lizards, their growth process and time necessary to reach their sexual maturity were quantified (Auat et al., personal communication; Vega Parry and Manes, 2004). These assays were carried out under the usual breeding conditions, with a free supply of the previously designed ration. Growth was assessed on the basis of increases of live weight and snout-vent length. Growth rhythm showed clearly seasonal variations. During dormancy, no changes were recorded in snout-vent length, and even negative variations were observed in live weight, which dropped by 8-10% (Chamut S., personal communication). During the active phase, growth showed a bell-shaped variation pattern, which seems to be closely related to ambient temperatures. Minimum values were recorded in proximity to dormancy periods, whereas maximum ones were found at a middle distance between them.

tales. Los valores mínimos se situaron en proximidad de las hibernaciones y los máximos a una distancia media entre ellas.

La velocidad de crecimiento se encontró asimismo influenciada por la condición sexual. Desde muy temprano en el desarrollo, los individuos machos aventajaron en crecimiento a las hembras; sin embargo, las diferencias fueron discernibles recién a los 10 meses de edad, momento en que se hacen claramente perceptibles en los machos juveniles un par de abultamientos a ambos lados de la cloaca, los “callos cloacales”. Estas estructuras, a las que retornaremos oportunamente, constituyen el signo más precoz de dimorfismo sexual.

En los umbrales de la segunda hibernación (aproximadamente 15 meses después de la eclosión), el peso vivo en los machos osciló entre 2900 y 3800 g y en las hembras entre 2300 y 2800 g; por su parte, la longitud hocico-cloaca varió entre 39 y 42 cm y entre 37 y 39 cm, respectivamente. Con este nivel de desarrollo y franqueada exitosamente la segunda etapa hibernal, una alta proporción de individuos con ahora 21 meses de edad ya manifestaba conductas reproductivas (Vega Parry y Manes, 2004). Por lo tanto, ambos parámetros de crecimiento, el peso vivo y la longitud hocico-cloaca, constituyen las referencias básicas en la selección de individuos para conformar los planteles de reproducción.

Growth speed was also influenced by sexual condition. Since very early during development, males grew faster than females; nevertheless, these differences could only be detected when animals were 10 months old, when a pair of bulgy structures could be noticed at both sides of the vent of males. These are referred to as 'cloacal buttons' and they are the most precocious signals of sexual dimorphism. We will go back to them later in this book.

On the threshold of the second hibernation (approximately 15 months after hatching), live weight of males varied from 2900 to 3800 g, and of females from 2300 to 2800 g. As for snout-vent length values, they were between 39 and 42 cm in males, and between 37 and 39 cm in females. With this development level and once tegus had gone through their second hibernation period successfully, most of the then 21-months-old lizards showed reproductive behaviours (Vega Parry and Manes, 2004). Hence, both parameters, live weight and snout-vent length constitute basic references to take into consideration when selecting individuals for the breeding stock.

Captive breeding population is then composed of offspring, juveniles and adults (Fig. 14). The category 'offspring' includes lizards that have not yet gone through their first hibernation, whereas the term 'juveniles' applies to those that have emerged from their first dormancy period and are to face their second one. Lastly, 'adult' tegus are those that have completed their second hibernation. In this context and due to the sexual precocity referred

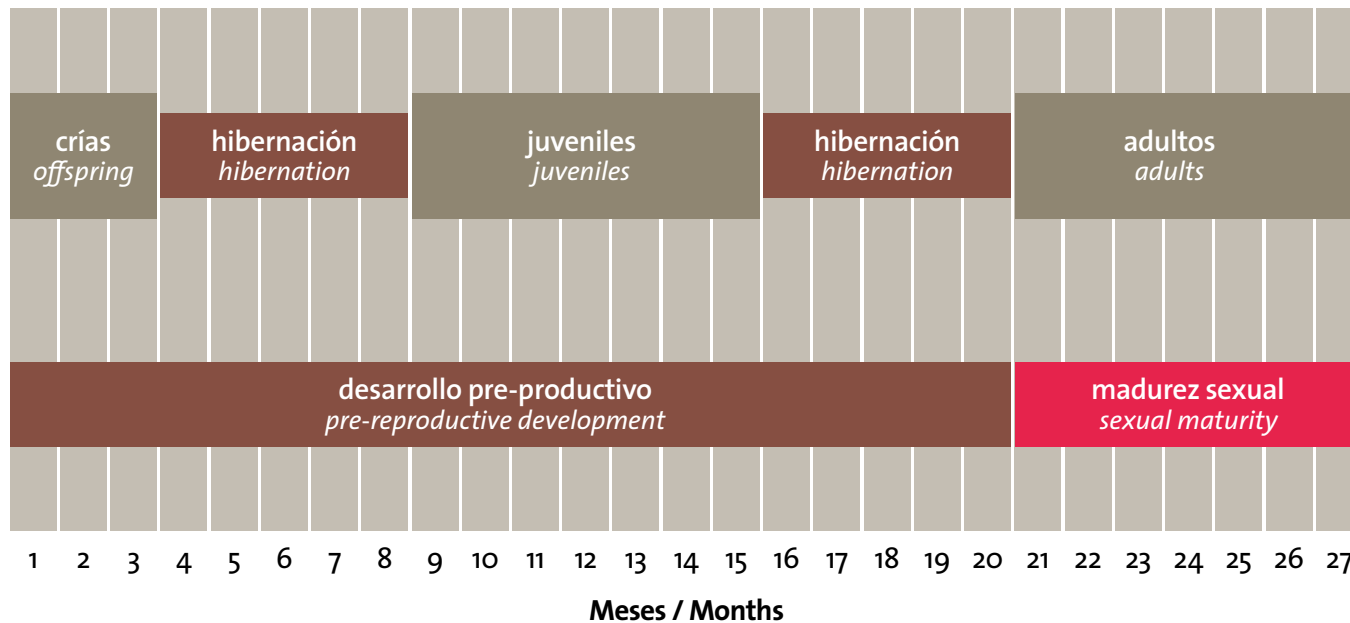


Fig. 14. Dinámica de una población de tejús en criadero.

Fig. 14. Dynamics of a captive bred tegu population.

to above, it is necessary to consider the sub-adult category as relatively inexistent, even though it has been traditionally used as a label for non-adult animals that are between their second and third hibernation periods.

What causes tegus to reach sexual maturity that early, with 10 months of effective feeding (3 months as offspring, and 7 as juveniles), is probably the congruence between the designed ration and the carnivorous nature of the tegu diet, together with the regular feeding of the animals under captive breeding conditions, thus fully covering their physiological needs.

As in the case of most animals, tegu growth declines with age. Nevertheless, as they present an indeterminate growth pattern like most reptiles (Vitt and Caldwell, 2009), they continue to grow throughout all their adult life. That is why after a few years of breeding, very tall specimens (particularly males) are obtained. As mentioned before, they reach a body weight of 8 kg and a total length of 1.40 m (Enge, 2007).

Productive yield of tegus

Simultaneously with growth studies, tegu productive yield was quantified considering the carcass, fat bodies and skin. Once preadult development had finished, when the animals were 15 months old (or 21 month old, if the second hibernation period was included, Fig. 14), total live weight (close to 3 kg on average, regardless of sex) exhibited 46% of carcass and 13% of fat

Una población de criadero entonces aparece constituida por crías, juveniles y adultos (Fig. 14). Se entiende por “crías” a la descendencia antes de alcanzar su primera hibernación, mientras que la categoría “juveniles” corresponde a los animales que se encuentran entre la primera y segunda hibernación. Por último, se consideran “adultos” a los especímenes que han traspuesto su segunda hibernación. En estas condiciones y debido a la precocidad sexual alcanzada, se relativiza la existencia de la categoría “subadultos”, la cual se solía asignar a los individuos no adultos que se encontraban entre su segunda y tercera hibernación.

El adelantamiento del estado reproductivo con 10 meses de alimentación efectiva (3 en la etapa de cría y 7 en la de juvenil) se debe probablemente a la congruencia entre la ración y la aptitud carnívora de los tejús, así como a su alimentación regular y saciedad lograda en cautiverio.

Como en la mayoría de los animales, el crecimiento de los tejús declina con la edad. No obstante, por ser de tipo indeterminado como en la generalidad de los reptiles (Vitt y Caldwell, 2009), continúa a lo largo de la vida adulta. Esta es la razón por la que al cabo de unos años de crianza se obtienen especímenes de gran talla (particularmente machos). Como se mencionó anteriormente, estos animales llegan a alcanzar un peso de 8 kg y una longitud total de 1,40 m (Enge, 2007).

bodies. As ‘carcass’, we conventionally mean what is left of the body once the head, the distal extremity portions (claws and feet), the distal third part of the tail and the viscera have been removed.

The skin, on the other hand, represented approximately 10% of the live weight, which in terms of body outline would correspond to about 34 cm or more (Auat et al., personal communication), a value found within the largest length range established for wild tegu skin trade.

Reproduction

Seasonal climate changes in Argentina pose severe time constraints to tegu activities, whether of a general type or specifically reproductive. In fact the dormancy period, which stretches over five to six months, causes these activities to be circumscribed to spring and early summer (Noriega et al., 1996). The hatching of the small offspring, which signals the end of the reproductive phase, takes place towards the end of December and the beginning of January. From then onwards, the adult animals go through a phase of reproductive quiescence, characterized by gonadal regression.

As previously stated, the reproductive activity of tegu comprises two clearly differentiated stages: sexual interactions and nesting activities. Depending on the type of behaviours that are predominantly recorded in these stages, they can be in turn divided into minor sub-stages (Fig. 15).

Producción de componentes aprovechables

Simultáneamente con los estudios de crecimiento, se cuantificó el rendimiento de los tejús en términos de productos aprovechables, tales como la canal, los cuerpos grasos y la piel. Con la culminación del desarrollo preadulto a los 15 meses de edad (o 21 meses, si se adiciona el segundo período de letargo, Fig. 14), la contribución al peso vivo de un animal (cerca de los 3 kg de promedio sin discriminar sexos) fue de un 46% de canal y un 13% de cuerpos grasos. La canal se encuentra convencionalmente conformada por la carcasa corporal luego de haberse desechado la cabeza, la porción distal de las extremidades (manos y patas), el tercio distal de la cola y las vísceras.

La piel, por su parte, representó aproximadamente el 10% del peso vivo, lo que en términos de perímetro corporal correspondería a unos 34 cm o más (Auat y col., comunicación personal), una longitud situada dentro del rango de mayores tamaños establecidos para la comercialización de pieles de tejús silvestres.

Reproducción

Los cambios climáticos estacionales de la Argentina imponen severas restricciones temporales a las actividades de los tejús, sean estas de tipo general o específicamente reproductivas. De hecho el letargo hibernal, que se extiende por cinco a seis meses, hace que estas últimas se circunscriban a la primavera e inicios del verano (Noriega y col., 1996). Las eclosiones de

Sexual interactions phase

This stage encompasses all the interactions displayed by adults of the same and opposite sex, including territorial behaviours, courtship and mating (Noriega et al., 1996). These activities begin after hibernation, the end of which can be considered, for practical purposes, to coincide with the emergence of the animals from their shelters.

Territoriality. Territorial behaviour is characteristic of tegu males, and is aimed at marking certain physical spaces and establishing dominance over them (Noriega et al., 1996).

As was previously stated, males leave shelters before females and, after a few days of re-adaptation, they start to display a characteristic undulating dragging of their pelvis and hind limbs over the ground (Fig. 16). This movement produces friction on a set of structures located at the inner side of their thighs, called **femoral glands** (Fig. 17) (Chamut et al., 2009), and the subsequent release of **pheromones**, specific substances that cause responses in individuals of the same sex, and possibly of the opposite sex as well.

The territory thus marked is defended with different intensity levels, including challenging, chases, and confrontations between the animals (Noriega et al., 1996). Usually, pursuits consist of vertiginous races on four legs, though on rare occasions races on only the hind legs, and with a raised torso, can be observed (Fig. 18) (Lema, 1983).

las pequeñas crías, que señalan la finalización de la temporada reproductiva, acontecen hacia el final de diciembre y comienzos de enero. De allí en adelante, los adultos ingresan en un período de quiescencia reproductiva, caracterizada por una apreciable regresión de la gónada.

Como se mencionó anteriormente, la actividad reproductiva de los tejús consta de dos etapas claramente diferenciadas: las interacciones sexuales y las actividades de nidificación. De acuerdo al tipo de comportamiento predominante registrado en estas etapas, se pueden a su vez subdividir en componentes menores (Fig. 15).

Fase de interacciones sexuales

Esta etapa se refiere a todas las interacciones desplegadas entre individuos adultos del mismo sexo y del sexo opuesto, incluyendo los comportamientos territoriales, el cortejo y la cópula (Noriega y col., 1996). Tales actividades comienzan después del letargo hibernal, la culminación del cual, a fines prácticos, puede considerarse coincidente con la emergencia de los animales de sus refugios.

Territorialidad. El comportamiento territorial es una actividad característica de los machos y está destinada a marcar ciertos espacios físicos y establecer un dominio sobre ellos (Noriega y col., 1996).

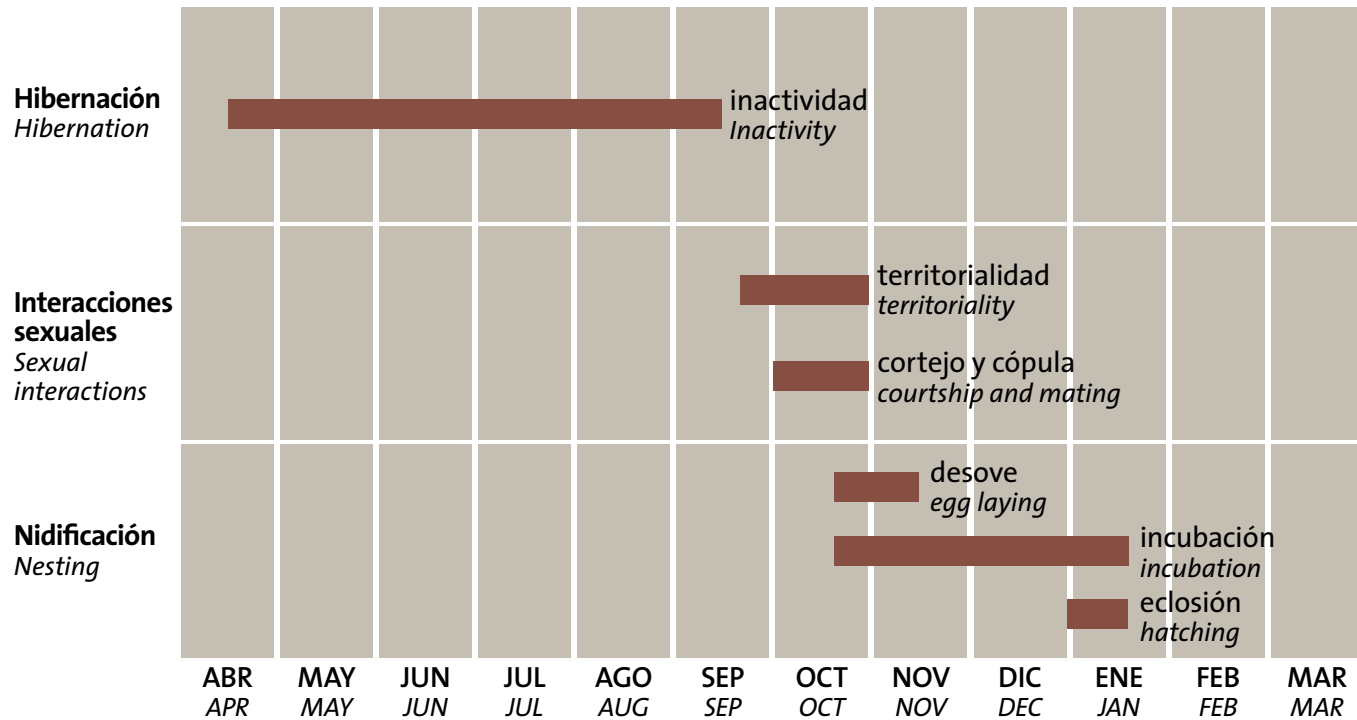


Fig. 15. Ciclo reproductivo del tejú.

Fig. 15. Reproductive cycle of tegus.

Como se señaló previamente, los machos preceden a las hembras en la salida de los refugios y, luego de unos pocos días de readaptación, comienzan a exhibir un arrastre ondulante característico de la pelvis y miembros posteriores sobre el terreno (Fig. 16). Este movimiento determina la fricción de un conjunto de estructuras localizadas en el lado interno de los muslos, llamadas **glándulas femorales** (Fig. 17) (Chamut y col., 2009) y la liberación subsiguiente de **feromonas**, sustancias específicas que provocan respuestas en individuos del mismo sexo, y posiblemente, del sexo opuesto.

La defensa de los espacios delimitados por la marcación territorial se manifiesta con distintos niveles de intensidad, incluyendo actitudes desafiantes, persecuciones y enfrentamientos entre individuos (Noriega y col., 1996). Usualmente, las persecuciones consisten en corridas vertiginosas sobre los cuatro miembros, aunque en raras ocasiones pueden observarse corridas en las que se apoyan únicamente sobre las patas posteriores, manteniendo el torso elevado (Fig. 18) (Lema, 1983).

La actitud desafiante que precede a los enfrentamientos se expresa a través de posturas y movimientos característicos: la cabeza gacha, el dorso elevado y arqueado y los desplazamientos lentos (Fig. 19). Tales amenazas pueden ser acogidas con temor por otro macho que asume una actitud evasiva, retirándose de la confrontación con la cabeza elevada y el lomo recto en señal de acatamiento (una postura de sumisión llamativamente similar a la manifestada por las hem-

The defiant attitude that precedes confrontations is expressed through characteristic postures and motions: head down, raised and arched torso, and slow movements (Fig. 19). Such threats may cause fear in a contender, which thus assumes an evasive attitude, withdrawing from the confrontation with a lifted head and a straight back as a sign of meekness (interestingly, this is how females behave during courtship) (Noriega et al., 1996). Conversely, an individual may react contendingly, which results in a fierce contest with the rivals persistently chasing one another in circles, while trying to grab the opponent by the neck and thrust it down onto the ground (Fig. 20). Usually, clashes between similar sized opponents are repeated with evident stubbornness.

The bites can cause different degrees of damage. On unfortunate occasions, a lizard might grasp one of the limbs or the tail of the opponent in its jaws and rotate over itself detaching them from the body.

Regarding tail detachment, it should be mentioned that there exists a natural mechanism that enables its amputation, called caudal autotomy. This contraction constitutes an anti-predatory maneuver performed by many lizards, including tegus, to distract and free themselves from natural enemies. The loss of a portion of the tail has no important consequences for tegus, as it is later compensated by a regenerative process that restores it, at least rudimentarily (Fig. 21).



Fig. 16. Macho marcando territorio. El arrastre de la pelvis y los miembros posteriores causa la liberación de feromonas producidas por las glándulas femorales.

Fig. 16. A male marking territory. The dragging of the pelvis and hind limbs causes the release of pheromones produced by the femoral glands



Fig. 17. Glándulas femorales en un macho, alineadas en el lado interno del muslo. El círculo aislado muestra tres de tales estructuras a mayor aumento.

Fig. 17. Male femoral glands, in a row along the inner side of the thigh. The circle on the bottom left encloses three of such structures magnified.



Fig. 18. Macho en carrera bípeda.

Fig. 18. Male in a bipedal race.



Fig. 19. Macho con el lomo arqueado, mostrando una actitud desafiante.

Fig. 19. Male with a curved back, displaying a challenging attitude.

bras durante el cortejo) (Noriega y col., 1996). O por el contrario, pueden generar respuestas de enfrentamiento en un individuo, lo que da origen a una contienda encarnizada entre rivales que se persiguen obstinadamente en círculos, intentando tomarse del pescuezo y derribarse (Fig. 20). Por lo general, los enfrentamientos entre oponentes de talla similar se reiteran con marcada persistencia.

Las mordeduras pueden ocasionar lesiones de diferente consideración. En situaciones poco afortunadas, un lagarto puede aprisionar con sus mandíbulas uno de los miembros o la cola del oponente y rotando sobre sí mismo, desprenderlos del cuerpo.

Con respecto al desprendimiento de la cola, debe mencionarse que existe un mecanismo natural que facilita su amputación: la autotomía caudal. Esta configura una treta anti predatoria empleada por muchos lagartos, incluidos los tejús, para distraer y liberarse de enemigos naturales. La pérdida de un fragmento de la cola carece de mayor importancia en los tejús. Se compensa posteriormente con un proceso regenerativo que la restituye, al menos en forma rudimentaria (Fig. 21).

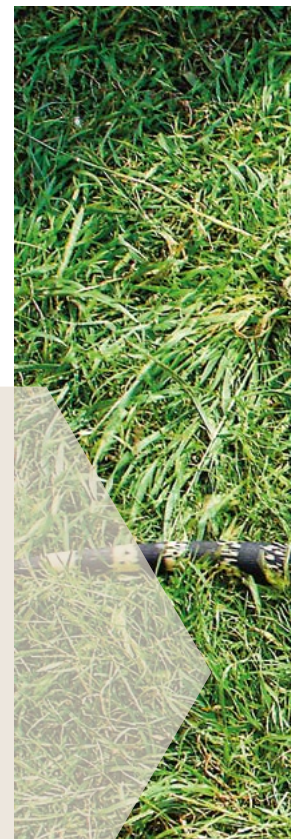


Fig. 20. Individuos en combate, persiguiéndose en círculos e intentando sujetarse con las mandíbulas.

Fig. 20. Individuals engaged in a combat, chasing each other in circles and attempting to grip one another with their jaws.



Independently from the resulting physical traumas, combats affect sexual performance, so it is important to prevent and restrain them among the members of the breeding stock. Some ways of minimizing such incidents are dealt with in the section **Management of the sexual phase** (*cf.* p. 155).

Another event associated with male territorial behaviour is the release of a whitish mucous substance through the copulatory organs or hemipenes. This substance of unknown function is produced in the form of slender strands called '**seminal filaments**' (Fig. 22) (Noriega et al., 1996; Chamut et al., 2012).

On certain occasions, territorial behaviours are also observed in some females, which imitate males by aggressively reacting to the presence of other females.

Seemingly, the territorial behaviours previously described do not set up any kind of long-lasting hierarchical organization. Indeed, tegus are predominantly polygamic and, during the sexual activity phase, males and females tend to copulate with different individuals (Noriega et al., 1996).

Independientemente de los traumas físicos resultantes, los combates afectan el desempeño sexual, por lo que es importante prevenirlos o limitarlos en los planes de reproducción. Algunas formas de minimizar tales conductas se comentan en la sección **Manejo de la etapa sexual** (cf. p. 154).

Otro evento asociado a la conducta territorial de los machos es la liberación de un material mucoso blanquecino a través del par de órganos copuladores o hemipenes. Este material de función desconocida se presenta en forma de cordones delgados, denominados **filamentos seminales** (Fig. 22) (Noriega y col., 1996; Chamut y col., 2012).

En ciertas ocasiones, se observan también conductas territoriales en algunas hembras, que remedan a los machos reaccionando agresivamente ante la presencia de otras hembras.

Al parecer, las conductas territoriales descritas anteriormente no establecen ningún tipo de organización jerárquica duradera. De hecho, los tejús muestran acentuados hábitos poligámicos, por lo que durante la fase



Fig. 21. Autotomía caudal y regeneración en tejús: **a)** zona de desprendimiento de una cola.

Fig. 21. Tegus caudal autotomy and regeneration: **a)** a tail detachment zone.



Fig. 21. b) Porción distal regenerada de una cola, marcadamente reducida y sin los usuales anillos de pigmentación.

Fig. 21. b) A regenerated distal tail portion, notably shorter and void of the usual pigmented rings.

Courtship and mating. The presence of females, which emerge from the shelters approximately a couple of weeks after males, marks the onset of courtship and mating rituals (Noriega et al., 1996). Territorial behaviours become less intense and males progressively focus their attention on females, which they smell, chase after and incite (Fig. 23). Males start harassing females by softly biting their tails, to which they respond with brief escapes, lifting their heads and erecting their back to show submission.

As stimulation increases, the chasing becomes more repetitive, and bites gradually progress from the tail towards the neck of the female. At a more advanced stage, males attempt to mount females, while panting as a result of spasmodic movements of jaw muscles, and scratch their backs with their hind legs ('guitar strumming').

Normally, courtship is rewarded with the mating event, during which the male keeps hold of the female's neck with its front teeth in a delicate manner, and curves its tail beneath that of the female. This posture

de actividad sexual, machos y hembras tienden a copular con diferentes individuos (Noriega y col., 1996).

Cortejo y cópula. La presencia de las hembras, cuya emergencia de los refugios se produce aproximadamente un par de semanas después que la de los machos, inaugura los rituales de cortejo y cópula (Noriega y col., 1996). Las conductas territoriales ceden en intensidad y los machos centran progresivamente su atención en las hembras, a las cuales olfatean, persiguen e incitan (Fig. 23). Inician su asedio mediante suaves mordiscos en la cola, juego que las hembras interrumpen con breves huidas, exhibiendo su cabeza elevada y el lomo recto en señal de sumisión.

Conforme aumenta la estimulación, los seguimientos se tornan más reiterativos y los mordiscos avanzan progresivamente desde la cola hasta el pescuezo de la hembra. En una etapa más avanzada, los machos intentan montas, a la par de que emiten jadeos asociados a movimientos espasmódicos de la musculatura mandibular, y rasguñan el lomo de la hembra con las patas posteriores (“guitarreo”).

Normalmente, el cortejo tiene como recompensa la cópula, durante la cual el macho retiene delicadamente a la hembra por el pescuezo con sus dientes anteriores y realiza un movimiento envolvente de su cola por debajo de la de aquella. Tal postura posibilita la aproximación de las cloacas y la





Fig. 22. Filamentos seminales eliminados por los machos durante los comportamientos territoriales.

Fig. 22. Seminal filaments released by males as a part of territorial behaviours.

allows both cloacal regions to draw near one another, and the male is then ready to introduce its copulatory organs or hemipenes into the female genital tract (Fig. 24).

Copulas are brief and last between thirty seconds to one minute, after which the individuals draw apart from each other. The male soon retracts its hemipenes and rubs its cloacal region against the ground, leaving some mucous material like the seminal filaments observed during territorial marking, but this time with no apparent shape.

Nesting phase

Nesting activities involve fertilized female tegus exclusively, and they show complex maternal behaviours (Noriega et al., 1996; Mercolli and Yanosky, 1990).

Characteristics of gravid females. Effect of mating on ovulation. After mating, tegu females exhibit evident changes in their conduct and anatomy, which anticipate an imminent ovulation and subsequent oviposition. They turn aggressive and remain isolated, strongly rejecting new copula attempts (Noriega et al., 1996).

In addition, in approximately 20 days between mating and ovulation, and as a result of accelerated ovule growth, their abdomens expand considerably (Fig. 25).



Fig. 23. Diferentes etapas del cortejo:
a) mordiscos en la cola; **b)** seguimientos;
c) mordiscos en el pescuezo; y **d)** montas.

Fig. 23. Different courtship stages:
a) tail biting; **b)** chases;
c) neck biting; **d)** mounting.



Fig. 24. Individuos en cópula
 mostrando el entrecruzamiento
 característico de sus colas.

Fig. 24. Mating with the typical
 intertwining of tails.

introducción de los órganos copuladores o hemipenes en el aparato genital de la hembra (Fig. 24).

Los acoplamientos son breves, extendiéndose de medio a un minuto, al cabo de lo cual los individuos se separan. El macho retrae entonces prestamente sus hemipenes y frota la zona cloacal sobre el suelo, depositando un material mucoso semejante a los filamentos seminales observados durante la marcación territorial, pero esta vez de aspecto amorfo.

Fase de nidificación

Las actividades de la nidificación atañen exclusivamente a las hembras fertilizadas, las cuales despliegan conductas maternas complejas (Noriega y col., 1996; Mercolli y Yanosky, 1990).

Características de la hembra grávida. Efecto de la cópula sobre la ovulación. Luego de los apareamientos, las hembras tejús muestran cambios notorios en su conducta y anatomía, los cuales anticipan una inminente ovulación y la posterior oviposición. Se tornan agresivas, tienden a aislarse y rechazan enérgicamente nuevos intentos de cópula (Noriega y col., 1996).

Además, en un intervalo de aproximadamente 20 días que se extiende entre el apareamiento y la ovulación, el abdomen se expande considerablemente como resultado del crecimiento intensivo de los óvulos (Fig. 25).

Fig. 25. Cambios anatómicos asociados a la gravidez de la hembra: **a)** hembra próxima a ovular, con su abdomen fuertemente distendido; **b)** la dimensión alcanzada por cada óvulo próximo a ovular (izquierda) equivale a la de un ovario precopulatorio entero (derecha).

Fig. 25. Anatomical changes associated with female gravidity: **a)** a gravid female which is about to ovulate, with a notably swollen abdomen; **b)** the size reached by each ovule prior to ovulation (on the left) equals that of a precopulatory ovary as a whole (on the right).



To a large extent, the accelerated growth of ovules (female gametes) is caused by the vitellogenic process, whereby they incorporate large amounts of nutrients as yolk. In consequence, the small precopulatory ovaries experience a 100-fold mass growth (from 4 to 400 g) (Manes et al., 2007a, García Valdez et al., 2011).

The systematically observed relationship between mating and ovarian development suggests that a sexual stimulus (possibly copulation itself) might be involved in normal vitellogenesis onset, and thus in subsequent ovulation (Noriega et al., 1996; Manes et al., 2007a, García Valdez y col., 2011). As a matter of fact, the sexual isolation of females led them to exhibit anovulatory cycles, accompanied by the degeneration (atresia) of the ovarian follicles (ovules and their corresponding envelopes). Though with a less uniform effect on vitellogenesis, lack of sexual intercourse

En gran medida el desarrollo acelerado de los óvulos (gametos femeninos) se debe a la vitelogénesis, proceso mediante el cual estos incorporan ingentes cantidades de reservas nutritivas, en forma de yema. En consecuencia, los pequeños ovarios precopulatorios incrementan alrededor de 100 veces su masa total (de unos 4 a unos 400 g) (Manes y col., 2007a, García Valdez y col., 2011).

La correspondencia regularmente observada entre apareamiento y desarrollo ovárico sugiere la intervención de un estímulo de tipo sexual (posiblemente la cópula) en la promoción de la vitelogénesis normal (Noriega et al., 1996; Manes y col., 2007a), y consiguientemente la ovulación (Noriega et al., 1996; Manes y col., 2007a, García Valdez y col., 2011). Por cierto, el aislamiento sexual de las hembras llevó a que estas exhibieran ciclos anovulatorios, acompañados de la degeneración (atresia) de los folículos ováricos (óvulos y sus correspondientes envolturas). Con un efecto menos uniforme sobre la vitelogénesis, la abstinencia sexual condujo en ciertas ocasiones a la formación de grandes tumores derivados de los folículos ováricos (Apichela y col., 2002).

Potencial reproductivo. La capacidad reproductiva anual de las hembras tejús en criadero se encuentra documentada. Pueden presentar ciclos regulares de oviposición a lo largo de varias temporadas reproductivas, de

sometimes resulted in the formation of large tumours that derived from ovarian follicles (Apichela et al., 2002).

Reproductive potential. The annual reproductive capacity of female tegus under captive breeding has been documented. They may present regular oviposition cycles through several reproductive seasons, over five years or longer. Notwithstanding that, in reality such potential is not fully expressed and a variable proportion of individuals (up to 50%) do not go through ovulation and egg-laying processes after mating, showing infertile cycles (anovulatory ones) (García Valdez et al., 2011). The cause for such reduced fertility in tegu females kept under our breeding conditions is still unknown, and thus constitutes a significant issue to be further looked into.

In this sense, the particular features of the calendar of tegu reproduction, which occurs without delay soon after dormancy, must be born in mind. That is why most part of the plastic and energetic resources involved in reproduction come from the previous season.

The lack of coincidence between feeding and reproduction is a frequent strategy of ectotherms called ‘capital breeding’, as opposed to ‘income breeding’ of endothermic species, in which resources are obtained simultaneously with reproduction (Bonnet et al., 1999; 2002). This is an important aspect to consider in tegu reproductive management, since the chances an

cinco o más años. No obstante, en la práctica dicho potencial no se expresa plenamente y una proporción variable de individuos (hasta un 50%), a pesar de haber consumado cópulas, no concluye exitosamente con los esperados procesos de ovulación y oviposición, exhibiendo ciclos infértiles (anovulatorios) (García Valdez y col., 2011). Aún desconocemos la causa de la fertilidad reducida de las hembras tejús bajo nuestras condiciones de crianza, por lo que configura una significativa demanda de investigación.

En este sentido, debe tenerse en cuenta la particularidad del calendario reproductivo de los tejús, el cual acontece sin retrasos a continuación del letargo hibernar. Es por eso que una parte sustancial de los recursos plásticos y energéticos involucrados en la reproducción proviene de la temporada anterior.

La separación temporal entre alimentación y reproducción constituye una táctica frecuente de las especies ectotérmicas denominada “reproducción por capital”, en oposición a la “reproducción por ingresos” de las especies endotérmicas, en las cuales los recursos se obtienen en simultáneo con la actividad reproductiva (Bonnet y col., 1999; 2002). Esta consideración es relevante en el manejo reproductivo de los tejús, puesto que las chances de reproducción de una hembra adulta dependerán del estado nutricional alcanzado durante la estación activa que precede a la etapa hibernar (Quintana, 1991).

adult female has for breeding will depend on the nutrition levels it acquired during the active phase, before the hibernation period (Quintana, 1991).

Nesting and egg laying. In the wild, gravid females use an underground burrow to nest (Donadio and Gallardo, 1984; Norman, 1987). A few days before oviposition, they drag weeds and other plant materials with their limbs (Noriega et al., 1996, Manes et al., 2003) (Fig. 26).

In captivity, as soon as females exhibit gravidity signs, they are taken to individual nesting enclosures provided with an incubation chamber (the details for their construction are given in the **Nesting enclosures** section, *cf.* p. 141). With the supplied material (weed or dry grass), gravid females build up a semi-spherical nest about 25 cm in diameter, which has a thick and smooth vegetable wall where they lay their eggs. Subsequently, they cover the nests with a layer of plant materials and earth. When they finish this task, they apparently urinate on the upper cover of the nest so that it keeps humid (Fig. 27).

Finally, both the nest and the female that takes care of it remain hidden under a vegetable cover (Manes et al., 2003) (Fig. 28).

Construcción del nido y desove. En la naturaleza, las hembras grávidas emplean una madriguera subterránea para nidificar (Donadío y Gallardo, 1984; Norman, 1987). Pocos días antes de la oviposición, acopian hierbas y otros materiales vegetales con sus miembros (Noriega y col., 1996; Manes y col., 2003) (Fig. 26).

En cautiverio, tan pronto como las hembras exhiben signos de gravidez, se trasladan a recintos individuales de nidificación provistos de una cámara de incubación (cuyos detalles de construcción se describen en **Recintos de nidificación**, cf. p. 140). Con el material suministrado (hierba o pasto seco), las hembras grávidas elaboran nidos semiesféricos de unos 25 cm de diámetro, formados por una gruesa y suave pared vegetal en la que depositan sus huevos. Subsiguientemente, cierran los nidos con una capa de materia vegetal y tierra. Cuando esta tarea se completa, la cubierta superior del nido aparece húmeda, posiblemente debido a micciones (Fig. 27).

Finalmente, tanto el nido como la hembra que lo incuba quedan disimulados bajo una cubierta de materia vegetal (Manes y col., 2003) (Fig. 28).

El tiempo que demoran los huevos en descender por el oviducto –desde que acontece la ovulación hasta la oviposición– es breve, posiblemente unos 3 días. Cuando los huevos son depositados en el nido, los embriones exhiben un desarrollo muy incipiente (estado de línea primitiva). Estos dos aspectos son característicos de un animal típicamente ovíparo.



Fig. 26. Hembra grávida acopiando hierba para la construcción del nido.

Fig. 26. A gravid female storing weed for nest building.



Fig. 27. a) Capa superior de un nido formada por una mezcla húmeda de materia vegetal y tierra de la que sobresalen algunos huevos; **b)** nido abierto mostrando huevos recientemente depuestos.



Fig. 27. a) Upper layer of a nest consisting of a wet mulch of vegetable material and earth, where some eggs stick out; **b)** open nest showing recently laid eggs.

It just takes a short time for eggs to descend through the oviduct (from ovulation to oviposition): possibly about 3 days. At the time eggs are laid, the embryos have a very incipient development (primitive streak). These two aspects are important characteristics of a typically oviparous animal.

Oviposition results in the laying of 20 to 45 whitish eggs, with an oval shape and a length of about 45 mm (Fig. 29). Their shell is soft and resistant, but water permeable (Quintana, 2000; 2001). Albumin is scarce or inexistent, hence the yolk inside the eggs is practically in contact with the shell.

Incubation. Incubation requires considerable maternal care. Once eggs have been laid, females will remain sitting on them with their bodies curled for quite long periods, and they will abandon this position only for basking and feeding (Fig. 30).

Egg incubation lasts more than two months (70 days), during which the female defends her nest by decisively attacking eventual intruders. During this process, eggs absorb a considerable amount of water (Quintana, 2000), so that when hatching is drawing near their shells show some facets and certain pigmentation they have acquired from the substrate. Towards the end of the incubation phase, females begin spending more time outside the incubation chamber and start feeding more (Manes et al., 2003).

La hembra desova entre 20 y 45 huevos, de color blanquecino, forma oval y una longitud de 45 mm (Fig. 29). Su cáscara es blanda y resistente, pero permeable al agua (Quintana, 2000; 2001). La albúmina es escasa o inexistente, de modo que la yema en el interior de los huevos se encuentra prácticamente en contacto con la cáscara.

Incubación. La incubación demanda considerables cuidados maternos. Una vez que los huevos han sido puestos, las hembras permanecerán enrolladas sobre ellos buena parte del tiempo, y abandonarán esta posición solo para alimentarse y asearse (Fig. 30).

La incubación de los huevos insume algo más de dos meses (unos 70 días), durante los cuales la hembra defiende con entereza su nido, atacando decididamente a eventuales intrusos. Durante este proceso, los huevos absorben una cantidad considerable de agua (Quintana, 2000), de modo que hacia el momento de la eclosión las cáscaras muestran facetas de contacto y cierta pigmentación adquirida del sustrato. Hacia el final del proceso de incubación, la hembra permanece más tiempo fuera



Fig. 28. a) Nido y hembra camuflados con una cubierta extra de materia vegetal; **b)** Hembra asomando de un nido perturbado deliberadamente.



Fig. 28. a) Nest and female camouflaged with an extra cover of vegetable material; **b)** female peeking out of her nest, after its deliberate disturbance.

b

de la cámara de incubación y aumenta su ingesta de alimento (Manes y col., 2003).

En la mayoría de los reptiles, los factores climáticos parecen ser los principales determinantes del ambiente físico de los nidos. En contraste los tejús, mediante sus comportamientos de incubación, contribuyen en forma sustantiva a generar las condiciones apropiadas para el desarrollo embrionario. De hecho, los nidos abandonados son poco viables en términos de eclosiones y supervivencia de las crías (Chani y col., 1993; Noriega y col., 1996).

La contribución materna parece orientarse de manera preponderante, aunque no exclusivamente, a la regulación de las condiciones de temperatura y humedad (Chani y col., 1993; Quintana 2000; 2001; Manes y col., 2003). Así es que observamos que los nidos incubados por hembras mostraron una temperatura media superior en 5°C a la de una cámara de incubación desocupada (Manes y col., 2003).

El comportamiento de asoleo y la subsiguiente transferencia del calor acumulado parece constituir el principal mecanismo de calentamiento del nido (Manes



Fig. 29. Grupo de huevos recientemente desovados.

Fig. 29. A group of recently laid eggs.



Fig. 30. Hembra incubando sus huevos, enrollada en espiral.

Fig. 30. A female incubating her eggs and lying in a spiral-like manner.

In most reptiles, climate factors seem to be the only determinants of the physical environment in which nests prosper. By contrast, tegus have a decisive share in this, as their incubating behaviours aim to generate suitable conditions for embryonal development. Indeed, forsaken nests will barely lead to hatching and offspring survival (Noriega et al., 1996; Chani et al., 1993).

Maternal contribution appears to be predominantly (but not exclusively) aimed at regulating temperature and humidity conditions (Chani et al., 1993; Quintana 2000; 2001; Manes et al., 2003). Thus, we could observe that nests incubated by females kept an average temperature which was 5°C higher than that of an empty incubation chamber (Manes et al., 2003).

Basking and the subsequent transference of accumulated heat seem to constitute the main nest heating mechanism (Manes et al., 2003). However, it is also possible that tegus might develop facultative endothermy in association with their reproductive activity, which is independent from basking (Tattersall et al., 2016).

y col., 2003). Sin embargo, existe también la posibilidad de que los tejus, independientemente del asoleo, desarrollen una endotermia facultativa asociada a la actividad reproductiva (Tattersall y col., 2016).

En adición, se puede apreciar que el sustrato vegetal de los nidos incubados por las hembras, en contraste con el material de los nidos abandonados, es francamente húmedo y manifiesta una descomposición considerable (Manes y col., 2003). Este incrementa su acidez a lo largo del período de incubación (de pH 9 a 6). Estas características, sumadas a la presencia de deyecciones de ácido úrico, sugieren que las micciones podrían participar críticamente tanto en la humectación del sustrato como en su asepsia.

Sin embargo, este tipo de “incubación a campo” llevada a cabo por las hembras tiende a producir resultados inconstantes en término de eclosiones. Varios factores pueden incidir sobre este proceso: climáticos, edáficos, conductas maternas y aún el componente humano, si consideramos el diseño de las cámaras de incubación. Afortunadamente, a diferencia de las incubaciones realizadas por las hembras, las experiencias de incubación artificial fueron considerablemente exitosas (Quintana 2000; 2001 y resultados propios). En nuestra experiencia, métodos sencillos de incubación artificial arrojaron tasas de eclosiones cercanas al 80%, lo que muestra que este procedimiento podría constituir una alternativa válida en proyectos de crianza productiva de lagartos tejú.

In addition, it is possible to observe that the vegetable substrate in nests incubated by female tegus, in contrast to that in abandoned nests, is visibly wet and considerably decomposed (Manes et al., 2003). This increases its acidity throughout the incubation period (pH of 9 to 6). These characteristics, together with the presence of uric acid secretions, suggest that urination plays a critical part in both substrate humidification and asepsis.

However, this type of 'field incubation' by females tends to lead to inconsistent hatching results. This is possibly due to various factors, such as climatic and edaphic ones, certain motherly behaviors, and even variables pertaining to human intervention, if we consider incubation chamber design. Fortunately, unlike incubation by tegu females, artificial incubation experiences have been considerably successful (Quintana 2000, 2001 and our own results). In our experience, simple artificial incubation methods resulted in hatching rates close to 80%, which shows that this procedure may be a valid alternative in productive tegu breeding projects.

Besides, artificial incubation offers the interesting possibility of changing sex proportions in bred populations of several reptile species (Vitt and Caldwell, 2009; Squires, 2003). In this respect, it has been demonstrated that thermic and hormonal egg treatments may play a significant role in determining sex ratio. Even though preliminary estimations about sex ratio in tegu hatchlings indicate a 50% contribution for each sex (Noriega, T., per-

La incubación artificial ofrece, además, la interesante posibilidad de modificar la proporción de sexos en varias especies de reptiles, mediante el tratamiento térmico u hormonal de las nidadas (Vitt y Caldwell, 2009; Squires, 2003). Si bien las estimaciones preliminares sobre la relación de sexos en las crías de tejús indican una contribución del 50% por cada género (Noriega, T., comunicación personal), sugiriendo una determinación sexual de tipo genética similar a la de aves y mamíferos, cabría incluso la posibilidad de modificar esta proporción siguiendo alguno de los procedimientos mencionados.

Eclosión. Las eclosiones se producen durante la primavera tardía o inicios del verano. Para rasgar la cáscara del huevo, las crías emplean un “diente del huevo”, el cual es una pequeña púa temporaria formada en la superficie de la mandíbula superior. Las crías abandonan el nido a través de un orificio común, que el primer recién nacido produce en la cubierta superior (Noriega y col., 1996). Los nacimientos se completan en aproximadamente tres días. Las crías recién nacidas (de 15 a 20 cm de longitud total) son activas e independientes, tanto que en solo dos días de eclosionadas comienzan a buscar su alimento (Noriega y col., 1996). Por cierto, estas dispondrán tan solo de tres meses para alimentarse y acumular reservas suficientes, a fin de poder resistir exitosamente la primera –y posiblemente la más riesgosa– etapa hibernal.

sonal communication), thus suggesting a genetic sex determination similar to that in birds and mammals, it may still be possible to modify this proportion following either one of the abovementioned procedures.

Hatching. Hatching occurs in late spring or early summer. In order to rip through the egg shell, hatchlings use an ‘egg tooth’, which is a temporary small spike formed on the surface of the upper jaw. Hatchlings leave the nest through a common hole that the first newborn makes on the upper cover (Noriega et al., 1996). All hatchlings are born within approximately three days. They are 15 to 20-cm long, active and independent, so much so that only two days after birth, they start seeking food (Noriega et al., 1996). Indeed, they will have only three months to feed and store enough resources to be able to successfully endure the first, and probably the most dangerous, dormancy period.

A remarkable feature of nesting females, which is related to offspring survival, is that they lack cannibalistic behaviours, in contrast to other individuals (Noriega T., personal communication).

Un aspecto destacable del comportamiento materno relacionado con la supervivencia de las crías es que, a diferencia de los demás individuos, las hembras que nidifican no presentan conductas caníbales (Noriega T., comunicación personal).

Otros comportamientos de los tejús

Una parte sustancial de esta obra se basa en estudios llevados a cabo con el tejú overo (*Salvator merianae*), aunque también se incluyen resultados obtenidos con especímenes del tejú colorado (*Salvator rufescens*). Salvo algunas diferencias menores, como la iniciación más tardía de las actividades en el tejú colorado, su conducta más esquiva y tímida respecto a la más confrontativa del tejú overo y sus hábitos cavícolas más acendrados, ambas especies presentan una notable semejanza en cuanto a sus caracteres biológicos y etológicos.

A lo largo del período activo, los tejús despliegan un conjunto adicional de conductas a tenerse en cuenta para garantizar una crianza exitosa. Además de los hábitos de asoleo y refrescamiento ya mencionados, exhiben comportamientos cavícolas y de escalamiento. Otra conducta es el canibalismo, particularmente sobre crías recién nacidas (excepto en el caso de hembras en nidificación, como se dijo previamente). Sin embargo, bajo condiciones de crianza en cautiverio, se previenen estas tendencias canibalísticas, al mantener rutinariamente a los animales separados de acuerdo a sus edades y tamaños.

Deben mencionarse, asimismo, la capacidad de asociación de los tejús: por ejemplo, la vinculación de determinados sonidos (cierres o aperturas de recintos) con la llegada del alimento, la identificación de los operadores habituales y el reconocimiento de refugios y espacios preferenciales.

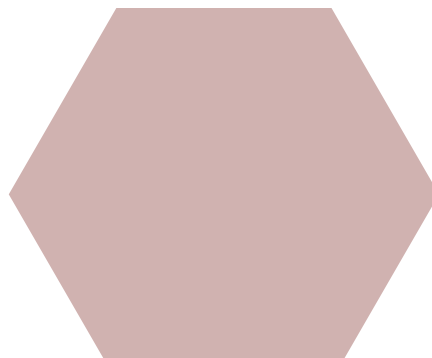
Other behaviours of tegu lizards

A substantial part of this manual is based on our studies on the black and white tegu (*Salvator merianae*), but some results obtained with red tegus (*Salvator rufescens*) are also included. Except for some minor differences, such as a later onset of red tegu activities, its more elusive and timid behaviour as compared with the bolder black and white tegu, and its more conspicuous tendency to cave digging, these species bear a visible resemblance both in their biological and ethological characters.

During their active period, tegus display an additional set of behaviours that need to be considered for their successful captive breeding. Apart from engaging

in basking and cooling activities as previously mentioned, they show cave digging and climbing habits. Another behaviour that they may present is cannibalism, particularly larger tegus eating small offspring (except for mother females, as previously stated). However, under captive breeding conditions cannibalistic tendencies are prevented by routinely keeping animals separated according to age and size.

We should also mention the capacity of tegus to associate events: for instance, they link certain sounds (those when enclosures are opened or closed) with food provision, identify habitual farm workers, and recognize shelters and preferential sites.









**Infraestructura
de un criadero
de tejús**

**Tegu hatchery
structure**

Lo que sigue es una descripción de las características topográficas del terreno, las instalaciones y el equipamiento necesarios para el funcionamiento adecuado de un criadero de lagartos tejú.

Características del predio y disponibilidades

Se deberá contemplar que el terreno destinado al emprendimiento disponga de agua y energía eléctrica, como también de fuentes cercanas de insumos alimentarios. Este deberá poseer una superficie llana o suavemente inclinada, proporcionando en cualquier caso un buen drenaje. Las dimensiones del sitio dependerán directamente de la escala de producción planificada y del espacio vital asignado a las diferentes categorías de animales. De acuerdo a nuestra experiencia, recomendamos los siguientes espacios vitales mínimos como adecuados para el bienestar animal: *crías*, tres por 1,5 m²; *juveniles*, uno por 1,5 m²; y reproductores, uno por 2 m². Cualquier reducción de estos espacios debería contar con evidencias de inocuidad en relación a los parámetros de crecimiento, actividad reproductiva y salud animal.

What follows is a description of the topographic characteristics of the ground, facilities and equipment needed for setting up a fully operational tegu captive breeding farm.

Terrain characteristics and facilities

An appropriate breeding ground should be selected, where water and electricity are available, and from which it is possible to reach food supplies. The ground should have a flat or slightly sloping surface, in all cases ensuring that there is an adequate drainage. Site dimensions will depend directly on the production scale decided upon, and the vital space allotted to different animal categories. Based on our experience, we can suggest the following minimum vital spaces as adequate for animal wellbeing: *offspring*, three every 1,5 m²; *juveniles*, one per 1.5 m² and breeders, one per 2 m². Any reductions of these vital spaces should be supported by studies confirming their lack of impact on tegu growth, reproduction and health.

Instalaciones y equipamiento

Las instalaciones básicas en un criadero de tejús son los corrales destinados a su desarrollo y reproducción, así como también los recintos individuales para la nidificación.

Asimismo, se necesitan espacios cubiertos para el acopio y la preparación de los alimentos, la incubación artificial, primeros auxilios, depósito de materiales, etc.

Corrales. Estos espacios a cielo abierto posibilitan la separación de las diferentes categorías de la población: crías, juveniles, reproductores y, por si acaso, subadultos. A estos, debe agregarse un recinto (lazareto) para la cuarentena de animales recién ingresados o bajo sospecha de estar enfermos. Salvo en sus dimensiones,



Fig. 31. Vista panorámica de un corral.

Fig. 31. Panoramic view of a pen.

Fig. 32. Rinconera anti escape.

Fig. 32. Anti-escape tin covering on the corners.



Facilities and equipment

The basic facilities on a tegu farm are the pens allotted to their growth and reproduction, as well as the individual nesting sites.

In addition, roofed spaces are required for food storage and preparation, artificial incubation, first aid operations, material storage, etc.

Pens. These outdoor spaces allow separating different animal categories: offspring, juveniles, breeders and, if applicable, sub-adults. A quarantine site should be considered for recently introduced animals or those suspected of having a disease. Except for their dimensions, pens have a uniform structure and are supplied with a similar set of facilities (Fig. 31).

Enclosures should consist of 1 m-tall walls made of bricks, stones or other building material, with their corresponding pillars and foundations. The inner side of the walls should have a 0.4 m-wide upper strip of flat and smooth concrete, so as to prevent animals from escaping, as they can climb roughed surfaces easily (offspring being even more dexterous in this). We also recommend placing tin pieces on the corners to further reinforce anti-escape measures (Fig. 32).

The entrance doors could be made of galvanized steel and mounted on a metallic frame with simple latches (Fig. 33).

los corrales presentan una estructura uniforme y se encuentran provistos de un conjunto similar de elementos (Fig. 31).

El cerramiento de estos recintos consiste en muros de ladrillo de canto u otro material de construcción de 1,1 m de altura, con sus correspondientes columnas y cimientos. El lado interno de las paredes debe poseer una franja superior de cemento alisado u otro material pulido de unos 0,4 m de ancho, para impedir el escape de los animales, los cuales escalan fácilmente las superficies rugosas (una destreza por demás acentuada en las crías). Se recomienda además la instalación de esquineros de hojalata en las uniones en ángulo de las paredes, para reforzar el dispositivo anti escape (Fig. 32).

Las puertas de acceso pueden ser de chapa galvanizada, montadas en un marco metálico con cierres tipo pasador (Fig. 33).

La instalación de un cerco eléctrico en los muros perimetrales constituye una medida conveniente para disuadir el ingreso de intrusos (animales o humanos). El suelo debe estar constituido por la superficie natural del terreno. Los elementos comunes en el interior del corral son los refugios, las áreas sombreadas, los comederos y los abrevaderos.

Refugios. Los refugios son habitáculos cerrados, empleados por los animales para el abrigo nocturno y la hibernación. Consisten en un espacio rectangular usualmente de 1,00 por 1,50 m, limitado por paredes de mam-

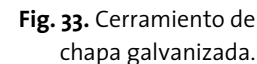
A large, light-brown, irregular polygonal shape on the right side of the page, likely representing a door or a section of a wall made of galvanized sheet metal.

Fig. 33. Cerramiento de chapa galvanizada.

Fig. 33. Galvanized sheet metal doors.



An electric fence around the perimeter walls constitutes a convenient measure to discourage intruders (both humans and animals). The floor should consist of the natural ground of the site. Common spaces inside the pens are shelters, shade areas and feeding and water troughs.

Shelters. Shelters are enclosed areas that the animals use at night and during hibernation periods. They consist of a 1.00 x 1.50 m rectangular space, isolated with masonry walls which are up to 0.40 m tall, and a hinged galvanized steel lid attached to a metallic frame (Fig. 34). In its interior, ground level must be dug 0.50 m below the profile, and this level difference should be filled

postería de hasta 0,40 m sobre el nivel del terreno y una tapa rebatible de chapa galvanizada reforzada con marco metálico (Fig. 34). En su interior, el suelo de tierra debe excavar-se unos 0,50 m por debajo del nivel del terreno, y este desnivel ha de rellenarse con hierba seca (pasto). Un par de aberturas (de unos 17 cm de diámetro) en las paredes posibilitan el libre tránsito de los animales.

Áreas de sombra. Las coberturas para sombra se arman sobre pilotes a unos 0,60 m del suelo, empleando diferentes materiales: mimbres, caña hueca, medias sombras, etc. Estas cubiertas posibilitan a los animales concretar los comportamientos termorregulatorios a voluntad, alternando entre estos sitios y las partes soleadas (Fig. 35).

Comederos. El diseño de los comederos tiene por objeto evitar la dispersión del alimento y su enranciamiento por exposición a la luz solar (Fig. 36), reduciendo además la presencia indeseada de moscas. Un formato conveniente se obtiene ensamblando una base de chapa galvanizada (de aproximadamente 0,24 m de ancho, por 0,35 m de fondo), con una cubierta semi-cilíndrica de PVC (de unos 0,17 m de altura), obtenida a partir de caños de desagüe. Un extremo se cierra, de modo que el otro sirve de único acceso.



Fig. 34. Refugio con su tapa rebatida.

Fig. 34. A shelter with its lid lifted.



Fig. 35. Área de sombra.

Fig. 35. A shade area.

in with dry weed (grass). A couple of openings (with a 17-cm diameter) on the walls will allow animals to move in and out freely.

Shade areas. Shades should be supported by 0.6 m tall poles, and they can be made of wicker, bamboo, any sort of fabric, etc. The shade areas enable animals to engage in their thermoregulatory processes at will, alternating these sites with those for basking (Fig. 35).

Feeding troughs. Feeding areas are designed to avoid the dispersal of food and its becoming stale on account of sun exposure (Fig. 36), apart from the unwanted presence of flies. A convenient structure is attained by assembling a sheet metal base, which could be approximately 24-cm-wide and 35-cm-long, with a semi cylindrical PVC cover (approximately 17-cm-tall), obtained from drain pipes. One end is closed, so that the other serves as the only access.

Water troughs. These can be containers of smooth concrete (Fig. 36) or another material, for example stainless steel. The advantage of concrete water troughs is that they are heavier, which avoids accidental overturns. An unexplored alternative is to study the feasibility of tegus drinking water



Fig. 36. Abrevadero y bebedero.

Fig. 36. Water and feeding troughs.



Fig. 37. Grupo de seis nidos. Las tapas están fabricadas con chapa y tela metálica.

Fig. 37. A group of six nesting enclosures. The lids are made of sheet metal and metallic net.

Abrevaderos. Estos pueden ser recipientes contruidos con cemento alisado (Fig. 36) u otros materiales, como por ejemplo acero inoxidable. La ventaja de los bebederos de cemento es su mayor peso, lo cual disminuye los vuelcos accidentales. Una alternativa no explorada es analizar la factibilidad del uso de bebederos tipo “chupete”. Estos son empleados corrientemente con otros animales domésticos por su practicidad y efectividad en el mantenimiento de las condiciones de higiene. Además, presentan la ventaja adicional de poder utilizarse como vía para el suministro de medicamentos.

Recintos de nidificación. Comprenden compartimentos individuales a cielo abierto donde nidifican las hembras grávidas. Cada uno de estos espacios, de aproximadamente 1 m de lado, se construye con paredes de 0,6 m de altura y una tapa metálica con bisagras (Fig. 37 y 38). La tapa debe incluir una mitad cubierta por chapa y la otra por tela metálica de trama fina. Este diseño genera espacios asoleados y sombras que posibilitan las conductas termorregulatorias, previniendo además la fuga de los animales (la madre y su prole).

El interior del recinto contiene una cámara de incubación y un espacio adicional para las demás actividades (alimentación, rutinas termorregulatorias y esparcimiento). El sitio para la nidificación, o cámara de incubación, comprende un espacio cúbico de 0,50 m de lado, cerrado por paredes de mampostería, que cuenta con una abertura lateral para el acceso de la hem-

Fig. 38. Interior de un recinto de nidificación con los sectores para actividades varias (izquierda) e incubación (derecha).

Fig. 38. Interior of a nesting enclosure, with different sections for various activities (left) and incubation (right).



from bite ball valves. These are used with other domestic animals because of their practicality and effectiveness in keeping hygienic conditions. Moreover, they can also be used to administer drugs.

Nesting enclosures. They constitute individual outdoor enclosures where gravid females nest. Each of these enclosures is a square of 1m sides and is built up with 0.6 m tall walls and a hinged metallic lid (Fig. 37 and 38). Half of the lid should be made with smooth sheet metal, whereas the other half should consist of a thinly-knit metallic net. This design generates basking and shade areas necessary for lizards to engage in thermoregulatory activities, apart from preventing the escape of animals (the mother and her offspring).

The nesting enclosure has subdivisions inside: an incubation chamber and an additional space for other activities (feeding, thermoregulatory routines and leisure). The nesting site or incubation chamber is a cubic compartment of 0.50 m each side enclosed by masonry walls, which has a lateral opening for females to enter and a hinged lid. The chamber floor is the farm ground itself, but dug 20 cm below the profile.

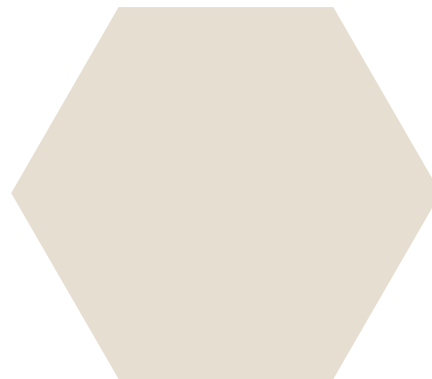
It is critically important for nesting enclosures to have adequate drainage, so as to avoid flooding of the incubation chamber

bra y una tapa con bisagras. El piso de la cámara está conformado por el propio suelo excavado unos 20 cm por debajo del nivel del terreno.

Resulta de importancia crítica que los recintos de nidificación tengan un drenaje apropiado, a fin de evitar el anegamiento de la cámara de incubación y la pérdida de las nidadas. Además de un comedero y un abrevadero como requerimientos usuales, las hembras al momento de recluirse deben disponer de una abundante provisión de heno seco (pasto) para la construcción del nido.

Espacios cubiertos. Se deberán considerar las siguientes necesidades:

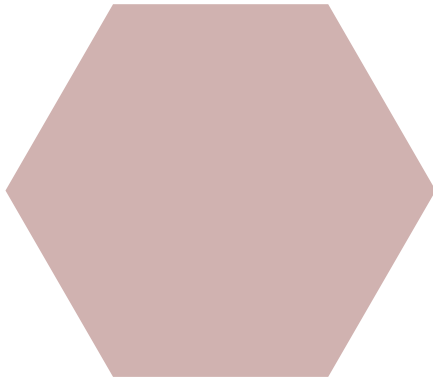
- Un cuarto de preparación de alimentos con mesada, pileta de agua fría y caliente y el equipamiento requerido para la preparación y acopio de alimento: conservadora de -20°C, balanza electrónica con bandeja colgante (aprox., 30 kg), picadora de carne comercial, mezcladora y horno microonda (opcional).
- Una sala de tareas múltiples con mesada, pileta de agua fría y caliente, para curaciones, marcaciones y otros menesteres.
- Un espacio para incubación artificial, calefaccionado y con estantes.
- Un cobertizo o depósito, para el resguardo de las herramientas e implementos del criadero, así como también para el acopio de pasto seco para refugios y nidales.



and nest losses. Apart from a feeding and water trough as usual requirements, when females are secluded they must be supplied with plenty of dry grass for nest building.

Roofed spaces. Among these, the following should be considered:

- A room for preparing feed rations, which must include a countertop, a sink with cold and hot water supply, and the necessary equipment for preparing and storing feed: a fridge set at a -20°C temperature, an electronic weighing scale with a suspended tray (approx. 30 kg), a commercial meat mincer, a mixer, and a microwave oven (optional).
- A multi-purpose room with countertops and sinks, as well as with other necessary tools for animal healing, marking and other tasks.
- A space with heating and shelves for artificial incubation.
- A shed to keep farm tools and equipment, and to store dry grass for shelters and nesting sites.





Rutinas de criadero

Hatchery routines

Todas las actividades relacionadas al funcionamiento normal de un criadero de tejús, tales como la manipulación de los animales, su manejo alimentario y reproductivo y demás tareas de mantenimiento se describen en la presente sección. En todos los casos, estas tareas deberán encomendarse a personal técnico calificado.

Plantel inicial – elección de la especie

El plantel inicial se obtendrá a partir de ejemplares provenientes de criaderos preexistentes o de capturas autorizadas en los hábitats naturales. En cuanto la elección de la especie, ya sea *Salvator merianae* o *Salvator rufescens*, es recomendable optar por aquella cuyo hábitat se asemeje más a las condiciones climáticas y edáficas del sitio previsto para el emprendimiento.

Si la actividad se inicia a partir de animales adultos capturados en la naturaleza, deberá contemplarse un período mínimo de uno a dos años de adaptación al confinamiento, de modo que estos animales normalicen su actividad reproductiva y el ciclo de puestas en criadero. A este tiempo habrá que añadirle el período de desarrollo de poco menos de dos años (20 meses),

All the activities related to the normal management of a tegu breeding farm, such as animal handling, their feeding, their reproduction and other management tasks are described in this section. In all cases, these tasks must be assigned to qualified technicians.

Initial breeding stock – species selection

The initial breeding stock will be formed with specimens from already existent tegu farms or with wild caught animals. As for species selection, be it *Salvator merianae* or *Salvator rufescens*, it is advisable to choose the one whose habitat has more similar climatic conditions to those of the setting chosen for the farm.

If adult wild caught animals are used, a period of adaptation to confinement of at least one or two years should be considered so that the reproductive activities and egg-laying cycles of the tegus can get back to normal. To this we should add a development period that lasts a bit less than two years (20 months), from hatching to sexual maturity. Overall then, regular production is achieved after an estimated three to four-year period.



desde la eclosión a la madurez sexual, totalizando de esta manera un período aproximado de tres o cuatro años para alcanzar una producción regular.

Manejo de los animales

Sujeción mediante lazo. La captura y la inmovilización de los animales deben realizarse con la máxima precaución y seguridad, a fin de evitar lesiones causadas principalmente por mordeduras. Para ello se emplea un lazo de cordel ajustable en el extremo de una vara, el que debe ceñirse alrede-

Fig. 39. Secuencia de pasos para la sujeción de los animales mediante lazo (los pasos se describen en el texto).

Fig. 39. Sequence of actions to keep hold of the animals by means of a leash (the actions are described in the text).



Handling the animals

Immobilizing the animals with a leash. When animals are caught and immobilized, procedures must be followed with maximum precaution and safety to avoid lesions caused mainly by biting. For this, an adjustable twine leash attached to the tip of a stick can be used. This leash must be tightened around the animal's neck (Fig. 39). Once immobilized, preferably against the ground and keeping the leash tense, the animal is held by the back of its neck with one hand, while the other is grabbing the base of the tail. To rein-

dor del pescuezo (Fig. 39). Una vez inmovilizado el animal, preferentemente contra el suelo y sin aflojar la tensión del lazo, se lo sujeta con una mano por el pescuezo y con la otra por el comienzo de la cola. Esta maniobra puede reforzarse si el operador, en cuclillas, aplica cierta presión sobre la inserción de la cola del animal, con una de sus rodillas. También puede ser de ayuda el uso de guantes antideslizantes.

Marcación de individuos. Como en otras actividades pecuarias, la identificación de los individuos constituye una valiosa herramienta para evaluar su desempeño en el tiempo. Se han ensayado diversos procedimientos como el corte de dedos o la inserción de caravanas en la piel, con poco éxito debido a fallas tales como el desprendimiento de las etiquetas, la pérdida de su legibilidad, la amputación accidental de los dedos, etc. Hemos encontrado, por el contrario, que los dispositivos de identificación mediante radiofrecuencia se convierten en grandes auxiliares en el seguimiento de los animales, debido a su confiabilidad. Este procedimiento consiste simplemente en la implantación subcutánea de un pequeño “micro-transpondedor”, cuyo código de identidad puede ser activado y reconocido por un dispositivo emisor-lector (Fig. 40).



Fig. 40. Identificación de un animal implantado con un microchip.

Fig. 40. Identification of an animal with a microchip transponder implant.

force this manoeuvre (for which the operator should squat), it can be useful to use a knee to exert certain pressure on the animal at the level of the base of the tail. Some keepers also find it convenient to use anti-slip gloves.

Animal marking. As in other animal farming activities, marking specimens serves as a valuable tool to assess their performance over time. Different methods have been tried, such as toe clipping or the insertion of tags. Nonetheless, these have not been very successful, as tags drop off or become illegible in the latter case, or toes get accidentally amputated in the former, among other reasons. By contrast, we have found that radio frequency identification devices are of great help in monitoring animals because of their reliability. This procedure simply consists in implanting a little microchip transponder under their skin, whose identity code can be activated and recognized by a radio frequency signal emitting-scanning device (Fig. 40).

Feeding management

Captive breeding of tegus can be efficiently carried out by using a feed ration that consists of what follows:

Manejo alimentario

La crianza de los lagartos tejú puede llevarse a cabo eficientemente empleando la ración cuya composición se describe a continuación:

Fórmula alimenticia

- 85% de cabezas y patas de pollo (sin uñas y picos) en relación 1:2;
- 15% de expeler de soja molido;
- 0,25% de sal de mesa;
- 0,25% de suplemento vitamínico mineral para pollos parrilleros;
- 0,1% butil hidroxitolueno (por cada kg de alimento, emplear 1 g de antioxidante disuelto en 20 cc de aceite comestible).

Los componentes avícolas son triturados y mezclados con los ingredientes restantes formando una masa moldeable (Fig. 13), la cual debe molerse finamente para los recién nacidos.

Se deben acopiar tanto las materias primas avícolas como la mezcla alimenticia a bajas temperaturas: -20°C. Asimismo, la preparación del alimento deberá realizarse respetando estrictamente las condiciones de higiene. El cuidado de estos aspectos contribuirá a mantener el estado sanitario de los animales. Ya se mencionó como alternativa válida la factibilidad de incursionar en la tecnología de secado del alimento (ver Anexo).

Feed formulation

- 85% of poultry heads and legs (without nails and beaks) in a 1:2 ratio;
- 15% of ground soybean expeller;
- 0.25% of table salt;
- 0.25% of vitamin/mineral supplements for broiler chickens;
- 0.1% butylated hydroxytoluene (1 g of antioxidant dissolved in 20 cc of cooking oil per kg of feed).

Poultry ingredients are to be shredded and mixed with the remaining ingredients until obtaining a mouldable dough (Fig. 13). This mixture must be finely ground when feeding hatchlings.

It is essential to store both poultry raw materials and the feed mixture at low temperatures, i.e. -20°C. Likewise, feed must be prepared while strictly keeping hygienic conditions. Taking care of these aspects will contribute to keeping animals health. It has already been mentioned that one valid and feasible alternative is to implement feed dehydration technology (see Appendix).

The ration referred to here proved to be nutritionally efficient in sustaining tegu lizard growth and development. Nevertheless, in the case of breeders whose fertility did not reach optimum levels under our breeding conditions (*cf.* **Reproductive potential**, p. 109), it seems reasonable



Fig. 41. Dimorfismo sexual en la región mandibular. El macho (♂), a diferencia de la hembra (♀), exhibe un importante ensanchamiento lateral de su región mandibular.

Fig. 41. Sexual dimorphism of the mandibular region. Males (♂) are different from females (♀) in exhibiting a notable lateral widening of their mandibular region.

La ración mencionada demostró ser nutricionalmente eficaz en el sostenimiento de los procesos de crecimiento y desarrollo de los lagartos tejú. No obstante, en el caso de reproductores cuya fertilidad no expresó su nivel óptimo en nuestras prácticas de crianza (cf. **Potencial reproductivo**, p. 108), parece razonable sustituir la suplementación vitamínico-mineral diseñada para aves parrilleras (como se indica en la formulación original) por la correspondiente a aves reproductoras o ponedoras, si esto mejora efectivamente la disponibilidad de los nutrientes relevantes.

Rutinas de alimentación. La entrega del alimento se efectúa a media mañana. Las crías y juveniles se alimentan diariamente, mientras que los reproductores y hembras en postura reciben alimento tres veces a la semana.

Con los índices de consumo y conversión mencionados previamente, es factible estimar los requerimientos alimenticios en un sistema de producción de lagartos tejú, efectuando las previsiones necesarias en materias primas.

Manejo de la etapa sexual

Sexado de individuos. Los tejús exhiben algunos caracteres anatómicos que permiten distinguir fácilmente los individuos de uno y otro sexo (dimorfismo sexual). El macho, en comparación con la hembra, posee un mayor

to replace broiler chicken vitamin/mineral supplements (as indicated in the original formula) with vitamin/mineral supplements for egg-laying chickens or breeders, if this effectively improves the availability of relevant nutrients.

Feeding routines. Provision of food should take place at midmorning. Offspring and juveniles are fed on a daily basis, whereas breeders and egg-laying females are given food three times a week.

With the feed consumption and conversion rates previously referred to, it is possible to estimate nutritional requirements in a tegu lizard production system to make provisions for securing enough raw materials for food preparation.

Management of the sexual phase

Sexing of specimens. Tegus have some anatomical characters that make it easy to distinguish individuals sexually (sexual dimorphism). Male specimens have a major body development as compared with females, which is reflected by the considerably different weights they reach at the same age. Besides, males show a considerably wider mandibular region, which makes their head seem more prominent and triangular in shape, in comparison to the less outstanding and ovoid heads of females (Fig. 41).

desarrollo corporal, lo que se refleja en una diferencia considerable de peso en edad similar. Además, exhibe un ensanchamiento notable de su región mandibular, resultando en una cabeza triangular prominente en comparación con la cabeza ovoide y menos destacada de la hembra (Fig. 41).

Sin embargo, la característica distintiva más confiable de dimorfismo sexual es la presencia en los machos de un par de abultamientos a ambos lados de la cloaca: los callos cloacales. Estos abultamientos son perceptibles al tacto en los juveniles, y a simple vista en los individuos adultos (Fig. 42).

Un carácter diferencial adicional en el tejú colorado concierne a la pigmentación de la piel: mientras que la hembra es de un color marrón terroso, el macho muestra una fuerte tonalidad rojiza, de donde proviene el mote de “iguana colorada” o “caraguay”.

Selección de reproductores. Los criterios utilizados para estimar la madurez sexual y, por ende, los empleados en la selección de los individuos reproductores se basan en los datos obtenidos en los estudios de crecimiento y maduración sexual (cf. **Crecimiento y maduración sexual**, p. 82). Por lo tanto, las dimensiones mínimas en peso vivo y longitud hocico-cloaca deberían ser respectivamente, 2,9 kg y 39 cm para los machos y 2,3 kg y 37 cm para las hembras.



Fig. 42. Callos o protuberancias cloacales en el tejú macho.

Fig. 42. Cloacal protuberances in a male tegu.

However, the most distinctive feature on the grounds of sexual dimorphism is the presence of two bulgy structures at the sides of the vent in male specimens: the ‘cloacal buttons’. These formations can be perceived by touch in the case of juveniles, and with the naked eye in the case of adults (Fig. 42).

An additional distinctive character in red tegu has to do with skin pigmentation: a female specimen will be earth brown, whereas a male individual will display an intense reddish hue, which has earned this species the name of ‘red tegu’ or “caraguay”.

Selecting breeders. The criteria used to estimate sexual maturity, and thus the ones used to choose breeding individuals, are based on data obtained from growth and sexual maturation (cf. **Growth and sexual maturation**, p. 83). Therefore, the minimum measures for males should be 2.9 kg of live weight and 39 cm of snout-vent length. For females, they should be 2.3 kg of live weight and 37 cm of snout-vent length.

Other aspects to be considered are previous copulation and egg-laying performance.

Otras referencias a tener en cuenta son los antecedentes previos de cópulas y oviposiciones.

Organización del plantel reproductor. El plantel reproductor debe conformarse tempranamente, antes del ingreso a la hibernación y preferentemente en los corrales previstos para la reproducción.

Los ensayos en los que se varió la proporción de sexos en el plantel de reproducción mostraron que la relación 1:5 entre machos y hembras mantenía el mejor nivel de eficiencia reproductiva, expresado como el número de hembras que entran en postura.

Por otra parte, el fraccionamiento del plantel reproductor en unidades reproductivas mínimas, conservando la proporción macho-hembra original (ej.: 1:5), pareció mejorar consistentemente la eficiencia reproductiva, posiblemente debido a la eliminación de las disputas territoriales entre machos.

Las agrupaciones intermedias de dos, tres o más unidades reproductivas mínimas aún no se exploraron suficientemente. En el caso de optar por estas, sería

conveniente planificar su conformación empleando machos de diferentes tallas, a fin de minimizar su rivalidad.

La elección de una u otra modalidad en la compartimentación del plantel reproductor implica un balance entre la eficiencia reproductiva alcanzada y los costos que implica la subdivisión de los recintos.

Manejo de la etapa de nidificación

Detección y acondicionamiento de hembras gravídas. La actividad de los individuos en el plantel reproductor requiere de un seguimiento cuidadoso de las conductas de cortejo y cualquier relación sexual subsiguiente. Esta rutina permitirá, a continuación, centrar la atención en las hembras que muestran signos de gravidez. Deberán considerarse especialmente la distensión abdominal, los cambios de conducta (aislamiento y rechazo de nuevos encuentros sexuales) y las recolectas incipientes de pasto. Las hembras que exhiban estos signos necesitan ser transferidas con presteza a los recintos de nidificación, puesto que las demoras pueden

Organizing the breeding stock. The breeding stock should be formed early, before animals start to hibernate and preferably in the pens allotted to reproduction.

The trials varying sex proportion among members of the breeding stock showed that a 1:5 male-female ratio was the most favourable to reproduction, as it led to the highest number of egg-laying females.

Furthermore, dividing the breeders into minimum reproductive units while keeping the original male-female ratio (e.g.: 1:5) seemed to improve reproductive efficiency consistently, possibly due to the fact that territorial fights among males were thus avoided.

Intermediate groupings of two, three or more minimum reproductive units have not been sufficiently explored yet. If these happen to be chosen, it would be convenient to plan their composition using males of different sizes, so as to minimize rivalry among them.

Selecting either scheme for the organization of the breeding stock implies finding a balance between the reproductive efficiency aimed at and the costs that site subdivision entails.

Dealing with the nesting phase

Detecting and housing gravid females. The activity of individuals in the breeding stock should be carefully monitored for courtship behaviours and

dar lugar a nidos deficientemente armados o a la postura de huevos dentro de los corrales de reproducción.

Conductas de nidificación. La señal más clara del comienzo de la nidificación es una hembra que acarrea pasto a la cámara de incubación (Fig. 26). De hecho, la ausencia de tal comportamiento en los primeros cuatro o cinco días de reclusión puede suponer una diagnosis errónea de fertilización. En tal caso, la hembra deberá retornarse al corral de reproducción y mantenerse bajo permanente observación.

Incubación por parte de las hembras. En este caso, las hembras tejú permanecen en el recinto de nidificación aproximadamente unos 70 días, completando todo el proceso de incubación. Además de proveerles inicialmente abundante hierba seca para la construcción del nido, se les deberá suministrar regularmente agua y alimento. Cuando el período de incubación está por finalizar, corresponde llevar a cabo inspecciones periódicas de los nidos para verificar si hay eclosiones.

Una vez detectada la presencia de crías deambulando por el recinto de incubación, se procederá a inmovilizar y retirar las hem-



Fig. 43. Huevos acondicionados en un lecho de vermiculita. Para que estos tengan una hidratación uniforme, es aconsejable cubrirlos con una delgada capa de ese material.



Fig. 43. Eggs arranged in a vermiculite bed. For these to be uniformly hydrated, it is advisable to cover them with a thin layer of this material.

any subsequent sexual intercourse. This routine will then allow us to focus our attention on females that show signs of gravidity. It is necessary to pay special attention to abdominal distension, behavioural changes (tendency to remain isolated and rejection of new sexual encounters), as well as incipient grass gathering. Any female showing these signs needs to be quickly transferred to a nesting site, as delays may lead to defective nest building or egg-laying inside the reproduction pens.

Nesting behaviour. The clearest sign of the onset of nesting is a female starting to take grass to the incubation chamber (Fig. 26). As a matter of fact, the absence of such behaviour within the first four to five days of reclusion may lead us to the assumption that there has been a wrong diagnosis of fertilization. In such a case, this female should be taken back to the reproduction pen and remain under permanent watch.

Incubation by females. In this case, female tegus stay in the nesting site for approximately 70 days, completing the whole of the incubation process. Apart from initially supplying them with dry weed for nest building, they must be regularly provided with

bras (con las debidas precauciones) para facilitar la recolecta segura de los recién nacidos y su traslado al corral correspondiente. Las eclosiones remanentes en el nido se completan aproximadamente en tres días. Es además factible inducir la eclosión de los huevos a término, mediante su breve inmersión en agua tibia (durante 15 a 30 segundos), aunque este procedimiento no fue evaluado sistemáticamente.

Incubación artificial. Esta práctica consiste en retirar los huevos tempranamente del nido e incubarlos artificialmente, bajo condiciones de temperatura y humedad apropiadas para su desarrollo. Se infiere que la oviposición ha ocurrido cuando las hembras presentan una visible flaccidez, o cuando se recuestan en espiral sobre el nido. Esta conducta se observa levantando despaciosamente la tapa de la cámara de incubación (Fig. 38).

Una vez que las hembras han sido apartadas de los recintos de nidificación, los nidos se abren en la parte superior y los huevos se retiran uno por vez. Estos se disponen en un lecho de vermiculita hidratada de 7 a 8 cm



Fig. 44. Incubación de los huevos en estufa. Para un registro más preciso de las temperaturas, los sensores de temperatura se insertan directamente en el sustrato de vermiculita.

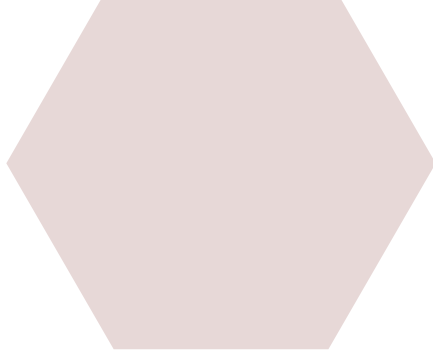


Fig. 44. Incubation of eggs by means of a stove. For more accurate temperature records, temperature sensors should be directly inserted into the vermiculite substrate.

water and food. When the incubation period is nearly completed, it is appropriate to check the nests periodically to see if eggs have hatched.

Once hatchlings have been seen wandering about the nesting site, females will be immobilized and removed (with due precautions), so as to safely collect and transfer the newborns to the corresponding pen. Hatchings in a nest will be completed within approximately three days. Moreover, full-term eggs can be induced to hatch by briefly immersing them into warm water (for 15 to 30 seconds), though this procedure has not been systematically evaluated.

Artificial incubation. This practice consists in removing the eggs early from the nest to incubate them artificially, under temperature and humidity conditions suitable for their development. We can infer that oviposition has occurred when females look markedly flaccid, or when they lie on the nest in a spiral-like manner. To verify this, it is only necessary to lift the lid of the incubation chamber carefully (Fig. 38).

de espesor (Fig. 43) y se cubren con una capa delgada del mismo material.

Durante este procedimiento, deben evitarse las rotaciones pronunciadas de los huevos respecto a su posición original en los nidos, dado que pueden causar malformaciones, o incluso la muerte del embrión. Resulta útil dibujar una marca en la parte superior de los huevos con un lápiz de grafito como elemento de referencia. Los huevos deben disponerse espaciadamente y desecharse aquellos de aspecto anormal o fuertemente plegados, no así aquellos con pliegues suaves, ya que usualmente se vuelven turgentes luego.

La vermiculita se hidrata con agua de red o con una solución antiséptica de sulfato de cobre al 0,2%, en una relación de peso de 1 a 1,4. La solución de cobre previene eventuales contaminaciones microbianas. La vermiculita constituye un sustrato ideal por su alta y homogénea retención hídrica; además su textura suave evita rasgaduras accidentales de la cáscara.

El sustrato de vermiculita debe rociarse periódicamente (semanalmente) con agua, a fin de mantenerla

adecuadamente hidratada a lo largo del período de incubación. Esto puede verificarse controlando el peso de las bandejas de incubación. En la práctica, la hidratación apropiada de la vermiculita puede constatarse compactándola suavemente entre los dedos y observando que no se escurra líquido; una vez liberada la tensión, la vermiculita debe mantenerse aglutinada.

Las bandejas deben poseer también una cámara de aire y pequeñas aberturas en sus tapas que faciliten su renovación. Estos orificios, de unos pocos milímetros, deben estar cubiertos con un lienzo de trama fina, a fin de evitar el ingreso de mosquitas y hormigas, sumamente perjudiciales a la sanidad de los huevos.

La incubación puede realizarse adecuadamente en estufas cuyas temperaturas oscilen entre 28°C y 31°C (Fig. 44).

Otras experiencias de incubación artificial llevadas a cabo en espacios interiores han dado resultados igualmente satisfactorios, demostrando que el proceso puede admitir fluctuaciones térmicas relativamente más amplias.

Once the females have been removed from their nesting enclosures, the nests are opened on the top, and the eggs are picked up one at a time. These are then placed in a 7 to 8 cm thick bed of hydrated vermiculite (Fig. 43), and covered with a thin layer of the same material.

During this procedure, rotation of eggs from their original positions in the nest should be avoided, as this can cause malformations or even the death of embryos. It might be useful to draw a mark on the upper side of the eggs with a graphite pencil for reference. There should also be enough space between the eggs, and those eggs that have an abnormal shape or which have deep folds on their surface should be discarded. Eggs presenting only soft folds should be kept, as they usually become turgid later.

The vermiculite is hydrated with tap water or with an antiseptic 0.2% copper sulphate solution, with a 1:1.4 weight ratio. The copper solution prevents possible microbial contaminations. Vermiculite constitutes an ideal substrate because of its high and homogeneous hydric retention. Moreover, its smooth texture avoids accidental shell tearing.

The substrate should be sprayed periodically (weekly) with water to keep it adequately hydrated throughout the incubation period. This can be verified by controlling the weight of the incubation trays. In practice, proper hydration of vermiculite can be assessed by compacting the material softly with the fingers and observing that no liquid is squeezed from it; once pressure is released, the vermiculite must still stick together.

The trays should also have an air chamber and small openings on their lids to allow air to be renewed. These holes of a few millimetres should be covered with a fine woven canvas, to prevent flies and ants from coming in, as they can seriously compromise egg health.

Incubation can be carried out adequately by using stoves and keeping temperatures between 28°C and 31°C (Fig. 44).

Other artificial incubation experiences carried out indoors have given equally satisfactory results, thus showing that this process can support relatively broader thermal fluctuations.



Sin embargo, deberá tenerse en cuenta que las temperaturas en espacios cerrados en nuestras regiones climáticas se acercan más a las temperaturas máximas de incubación, no las mínimas. Esto es particularmente cierto en períodos lluviosos, cuando las últimas tienden a estar por debajo de las registradas en la incubación natural. En tal caso es aconsejable emplear algún sistema de calefacción.

Manejo sanitario (*gentileza de la Médica Veterinaria Olga Sánchez Loria*)

Existe abundante literatura sobre las enfermedades y parasitosis que aquejan a los reptiles, así como sobre su tratamiento. Por el contrario, las referencias sobre las que afectan específicamente a los tejús en cautiverio son prácticamente inexistentes. En consecuencia, la gestión de la salud en una granja de tejús se centrará principalmente en la prevención de las enfermedades.

Afortunadamente, cuando las poblaciones de tejús son bien alimentadas y se crían bajo condiciones apropiadas de confort e higiene no presentan brotes epidé-

micos. Sin embargo, es usual que se registren algunas muertes aisladas (poco frecuentes) de individuos de diferentes categorías, aunque no se han determinado todavía las causas de tales decesos.

Lo que sí se estableció es que la mayoría de las enfermedades pueden evitarse mediante buenas prácticas de crianza, higiene y saneamiento. Algunas de estas prácticas y normas de manejo, que contribuirán efectivamente al mantenimiento de un buen estado sanitario de los tejús, se indican a continuación:

- Evitar el hacinamiento de los animales, respetando el espacio vital mínimo aconsejado para cada categoría de animal (crías, juveniles y reproductores).
- Evitar la convivencia de animales de diferentes categorías etarias en un mismo espacio (corral).
- Proteger los insumos alimentarios no perecederos del sol, del calor y de insectos y roedores.
- Mantener los ingredientes alimentarios perecederos y la ración preparada a -20°C de temperatura.
- Mantener en cuarentena a los animales con lesiones y/o signos de enfermedad hasta su curación.

However, it should be considered that temperatures in closed spaces in our climate regions match maximum incubation temperatures, rather than minimal ones. This is particularly so in rainy periods, when the latter tend to keep below the ones recorded for natural incubation. In such a case, it is advisable to use some kind of heating system.

Health management (*a generous contribution by the Veterinary Physician Olga Sánchez Loria*)

There is a great deal of literature available on diseases and parasitic infections affecting reptiles, as well as their treatments. Nevertheless, there are practically no references about illnesses that specifically affect captive bred tegus. In consequence, health management on a tegu farm will be mainly focused on preventing diseases.

Luckily, when tegu populations are well fed and bred under comfortable and hygienic conditions, they do not suffer from epidemic outbreaks. However, some isolated (rather infrequent) deaths are recorded among

animals of different age categories, though the causes of such deaths have not been determined yet.

What has indeed been established is that most of these diseases can be prevented through good breeding, hygienic and sanitation practices. Some of these practices and management rules, which will certainly contribute to keeping tegus health, are indicated below:

- Avoid animal cramming by following indications with regard to the minimum vital space each animal category (hatchlings, juveniles and breeders) should count on.
- Prevent animals of different ages from sharing the same space (in pens).
- Protect non-perishable food from sunlight, heat, insects and rodents.
- Keep perishable food ingredients and feed rations at cold temperatures (-20°C).
- Keep injured animals and those with disease symptoms under quarantine until they are cured.
- Perform necropsies on all the animals that have died on the farm.

- Efectuar necropsias a todo animal muerto en el establecimiento.
- Establecer y seguir protocolos para la eliminación de cadáveres y otros residuos patológicos.
- Establecer una agenda regular de limpieza y desinfección de las instalaciones, que deberá incluir las siguientes tareas:
 - Eliminación frecuente de las deyecciones durante la época de actividad de los animales.
 - Limpieza diaria de comederos y bebederos y desinfección de estos cada siete días, empleando alternadamente diferentes antisépticos: vinagre, amonios cuaternarios, hipoclorito de sodio, etc.
 - Limpieza y desinfección regular de los equipos y utensilios empleados en la preparación de los alimentos.
 - Desinfección y fumigación de corrales y refugios, preferentemente antes y después de la fase de hibernación.
 - Renovación periódica de la hierba (heno seco) en los refugios, antes y después de la fase de hibernación.

Zoonosis

Los reptiles, como todos los animales y en particular aquellos capturados directamente de la naturaleza, pueden ser portadores de una amplia variedad de agentes infecciosos (virus, bacterias y parásitos) transmisibles a los seres humanos, especialmente a individuos inmunodeficientes. Estos agentes pueden provocar diversas enfermedades (salmonelosis, aeromoniasis, campilobacteriosis, mycobacteriosis y zygomycosis).

Para evitar infecciones con aquellas enfermedades zoonóticas, es muy importante observar buenas prácticas de bioseguridad cuando se realizan las tareas de criadero:

- Utilizar guantes y barbijos al manipular los animales, sus secreciones o excreciones.
- Lavarse las manos con jabón antiséptico luego de trabajar con los animales.
- Vestir ropa diseñada y asignada exclusivamente al trabajo (botas, guantes, guardapolvo u overol) al ingresar y permanecer en el criadero.
- Colocar la vacuna antitetánica a toda persona que manipule estos animales.

- Establish and follow protocols for disposing of bodies and other pathologic residues.
- Set up a schedule for cleaning and disinfecting the premises, considering the following tasks:
 - Frequently eliminating excrements during the active periods of the animals.
 - Cleaning feeding areas and water troughs daily and disinfecting them weekly by using a different antiseptic each time: vinegar, quaternary ammonium compounds, sodium hypochlorite, etc.
 - Regularly cleaning and disinfecting the equipment and tools used for food preparation.
 - Disinfecting and fumigating pens and shelters, preferably before and after hibernation phases.
 - Periodically renewing weed (dry grass) in shelters, before and after hibernation phases.

Zoonosis

As all other animals and especially as those caught from the wild, reptiles can carry a wide range of infectious agents (viruses, bacteria and parasites) which can be transmitted to human beings, especially to immunodeficient people. These agents can cause different diseases (salmonellosis, *Aeromonas* infections, campylobacteriosis and zygomycosis).

In order to avoid infections with those zoonotic diseases, it is highly important to follow good biosecurity practices when fulfilling farm tasks:

- Using gloves and surgical masks when handling animals and their secretions and excrements.
- Washing hands with antiseptic soap after working with animals.
- Wearing clothes exclusively designed and allotted to work (boots, gloves, pinafores or overalls) when you need to enter and remain on the farm.

- Finalmente, ante el menor indicio de algún compromiso sanitario de los animales o del personal técnico, se deberá recurrir inexcusablemente a la evaluación médica por profesionales calificados.

Faenamiento

Eutanasia. La forma habitualmente empleada y que entendemos como la más rápida y humanizada para sacrificar estos animales consta de dos pasos: la insensibilización mediante una concusión craneal y el inmediato desangrado, procedimiento que inexcusablemente deberá ser ejecutado por técnicos experimentados. El animal es sostenido por la porción proximal de la cola y es golpeado en la cabeza con un golpe preciso y contundente, empleando para ello un bate o garrote. Seguidamente, se cortan los vasos del cuello para producir su desangrado.

Existe otro método más seguro para producir la concusión craneal, que implica la utilización de un dispositivo denominado pistola de perno cautivo; este se emplea comúnmente en el sacrificio de otros animales y su aplicación a los tejús sería altamente recomendable. Desafortunadamente, aun cuando estos pasos se concretan correctamente, los animales exhibirán por un tiempo considerable movimientos reflejos de tipo autónomo.

- Administering a tetanus vaccine to those people who handle animals.
- Finally, inexcusably consulting a qualified medical physician or a veterinarian whenever there is the slightest sign of a health problem in the keepers or the animals.

Slaughter

Euthanasia. The most widely used animal slaughter procedure, and the one which we consider the quickest and most humane, consists of two steps: making the animal unconscious through skull concussion and immediately bleeding it out, both of which must always be performed by experienced technicians. The animal is held by the proximal portion of the tail and hit on the head with a precise and forceful bump, using a bat or a club. Immediately afterwards, blood vessels on the neck are cut so that they bleed out.

There exists another safer method for producing skull concussion, which implies the use of a captive bolt device. This method is more widely used in slaughtering other animals and could be highly convenient for putting tegus down. Unfortunately, even when the procedure has been followed accurately, the animals will continue to show some autonomic reflex movements for some considerable time.

Extracción de los componentes aprovechables. La extracción de la piel del animal una vez desangrado resulta más fácil cuando este se cuelga del pescuezo y se efectúan múltiples cortes en la piel: un corte longitudinal en el dorso y cortes circunferenciales a nivel del pescuezo, de las articulaciones de manos y patas y del tercio distal de la cola. A continuación, la piel se desprende por tracción manual. Posteriormente, a través de una incisión en la pared abdominal se extraen las vísceras, recuperándose los cuerpos grasos. Finalmente se procede a preparar la canal, desechando la cabeza, las extremidades distales (manos y patas) y el tercio distal de la cola.

Tiempo preferido de faena. Si bien la faena al comienzo de la hibernación puede resultar en un mejor aprovechamiento de los cuerpos grasos (más voluminosos en ese momento), la firme asociación de la piel a los tejidos subyacentes constituye un impedimento para una separación límpida de la piel, la que usualmente arrastra fragmentos de la canal. Para evitar esta situación es conveniente realizar dicha labor algún tiempo después de culminada la hibernación, cuando el animal haya recuperado su hidratación completa; esto hará posible obtener una piel libre de tejidos subcutáneos y una superficie de canal tersa e intacta.

Extracting components of interest. Extracting the skin from the animal once it has been exsanguinated is easier when the animal is hung by the neck and multiple incisions are made on its skin: one longitudinal cut in the dorsum and circumferential cuts around the neck, the joints of claws and legs, and the distal third portion of the tail. The skin is then peeled by manual traction. Afterwards, an incision is made along the abdominal wall, through which viscera are then extracted, thus recovering fat bodies. Finally, the carcass is prepared by discarding the head, the distal extremities (claws and feet) and the distal third portion of the tail.

The right time for slaughter. Even if slaughter at the beginning of hibernation can result in a better use of the fat bodies (which are larger at that moment), the skin remains tightly adhered to the underlying tissues, which makes it difficult to tear them apart without also extracting carcass fragments. This can be avoided by postponing slaughter for some time after the end of the hibernation period, when the animal has regained its hydration fully. This will allow extracting the skin without accompanying hypodermic tissue, and obtaining an undamaged and smooth carcass surface.

**Resumen y
cronología de las
tareas de criadero**

**Summary and
sequence of
breeding tasks**

Para concluir este manual, el lector encontrará a continuación un compendio destacando los procedimientos que deben ejecutarse en las instalaciones del criadero, a fin de lograr una crianza exitosa de estos lagartos y su aprovechamiento como recurso pecuario.

Etapas de letargo

(Abril - mayo - junio - julio - agosto)

- Inspección de los animales en los dormideros y cierre de los accesos con pasto.
- Comprobación del estado general de las instalaciones y los equipos.

Etapas activas

En adición a la ejecución de las tareas básicas destinadas al bienestar de la totalidad de la población de criadero (alimentación, limpieza, control sanitario, etc.), corresponde atender el progreso de los planteles reproductivos que fueron organizados previamente (durante la etapa post-reproductiva de la temporada precedente).



As a conclusion for this manual, I would like to offer the reader a brief summary which contains the most outstanding procedures that should be followed on hatchery grounds to ensure a successful breeding of these lizards and their use as a farming resource.

Dormant phase

(April - May - June - July - August)

- Inspection of animals in the shelters and blocking of their access with grass.
- General check-up of facilities and equipment.

Active phase

In addition to those activities aimed at securing the well-being of all the animal population on the farm (feeding, cleaning, sanitary control, etc.), it is necessary to control the progress made by the breeding stocks that were previously organized (during the post-reproductive stage of the preceding season).



Fase de actividad sexual (septiembre - octubre)

- Visualización de comportamientos de territorialidad, cortejo y cópula.
- Control y sustitución de animales con baja libido, agresivos o lesionados.
- Observación y seguimiento del proceso de gravidez en las hembras.

Fase de nidificación (noviembre - diciembre - enero)

- Traslado de las hembras a los recintos de nidificación.
- Control de conductas de nidificación (acopio de pasto).
- Si no hay actividad de nidificación, retorno de la hembra al corral de reproducción.

Incubación por parte de las hembras: las hembras continuarán incubando los huevos hasta la verificación de las primeras eclosiones.

- Retiro de la hembra y colecta de las crías que continúan naciendo.

Incubación artificial: control de la oviposición - hembra flácida o incubando.

- Aislamiento de la hembra.
- Recolecta y ubicación de los huevos en el sustrato de vermiculita húmeda.
- Incubación de los huevos en estufas o cuartos cerrados mantenidos a temperatura ambiente.

Etapa pos reproductiva (febrero - marzo)

- Preparación del plantel o los planteles de reproducción de la temporada siguiente.
- Aprovechamiento de pasto para los refugios y nidales.



Sexual activity phase (September - October)

- Observation of behaviours related to territoriality, courtship and mating.
- Control and replacement of animals with low sex drive, and those which are aggressive or injured.
- Observation and control of gravidity in females.

Nesting phase (November - December - January)

- Transference of females to the nesting sites.
- Monitoring of nesting behaviours (grass gathering).
- Return of females to the reproduction pen if no nesting activity is observed.

Incubation by females: females will continue incubating the eggs until the first hatchings are confirmed.

- Females are removed and hatchlings that continue to be born are collected.

Artificial incubation: control of egg laying – flaccid female or incubating female.

- Isolation of females.
- Collection and placement of eggs in wet vermiculite substrate.
- Incubation of eggs in stoves or closed rooms kept at ambient temperature.

Post-reproductive phase (February – March)

- Preparation of the breeding stock or stocks for the next season.
- Provision of grass for shelters and nests.



Mensaje final

El principal objetivo que tuve en mente durante la elaboración del presente manual fue la entrega, en un lenguaje sencillo y accesible, de las herramientas conceptuales y prácticas necesarias para la crianza productiva de los lagartos tejú. Para ello, debí recurrir a la organización de la información que se encuentra dispersa en publicaciones académicas, así como también de aquella proveniente de mi experiencia personal y la de otras personas que, como yo, han dedicado una parte importante de su tiempo a entender la biología del animal y a lograr convencer al público general acerca de la necesidad de proteger a estas tan interesantes especies, y de aprovecharlas racionalmente como un recurso pecuario realmente invaluable. Soy consciente de los inevitables errores y omisiones que debo haber cometido, pero espero estos puedan ser relativizados ante la mirada indulgente y generosa del lector y ante la consideración de que esta obra quizás pueda constituir una plataforma que agilice y estimule futuros aprendizajes en el tema.

Final message

The main objective I kept in mind while preparing this manual was to render accessible, in a simple language, the ideas and tools necessary for the productive breeding of tegu lizards. For that purpose, I have had to gather and organize all the information that can be found scattered in different academic publications, as well as that which I obtained from my personal experiences and those of other people who have devoted an important part of their time as I to understanding tegu biology, and to convincing the general public of the need to protect these very interesting species and take advantage of them rationally, as really invaluable animal resources. I am aware of the unavoidable mistakes and omissions I must have made, but I hope these will bear a relatively minor importance in the generous and indulgent eyes of the reader, in consideration of the fact that this work might become a source of stimulation or a springboard for future learning in this area.

Bibliografía / Bibliography

Andrade D.V., Abe A.S. (1999). Gas exchange and ventilation during dormancy in the tegu lizard *Tupinambis merrianae*. *J. Exp. Biol.* 202: 3677–3685.

Andrade D.V., Sanders C., Milsom W.K., Abe A.S. (2004). Overwintering in tegu lizards. En: Life in the cold: evolution, mechanisms, adaptation, and application. Twelfth International Hibernation Symposium. Barnes B.M., Carey H.V. (eds.), Biological Papers of the University of Alaska, number 27. Institute of Arctic Biology, University of Alaska, Fairbanks, Alaska, USA.

Apichela S., Campos Casal F., Manes M.E. (2002). Repuesta ovárica al aislamiento sexual de *Tupinambis merrianae*. XIX Jornadas Científicas de la Sociedad de Biología de Tucumán, Argentina (17 to 19 October 2002).

Bonnet X., Lourdais O., Shine R., Naulleau G. (2002). Reproduction in a typical capital breeder: costs, currencies, and complications in the asp viper. *Ecology* 83: 2124-2135.

Bonnet X., Naulleau G., Shine R., Lourdais O. (1999). What is the appropriate timescale for measuring costs of

reproduction in a ‘capital breeder’ such as the asp viper? *Evol. Ecol.* 13: 485-497.

Brito S.P., Abe A.S., Andrade D.V. (2001). *Tupinambis merrianae* (Tegu lizard). Longevity. *Herpetol. Rev.* 32: 260–261.

Brizuela S., Albino A.M. (2010). Variaciones dentarias en *Tupinambis merrianae* (Squamata: Teiidae). *Cuad. Herpetol.* 24: 5-16.

Burghardt G.M., Pruitt C.H. (1975). Role of the tongue and senses in feeding of naive and experienced garter snakes. *Physiol. Behav.* 14: 185-194.

Cabaña I., Gardenal C.N., Chiaraviglio M., Rivera P.C. (2014). Natural hybridization in lizards of the genus *Tupinambis* (Teiidae) in the southernmost contact zone of their distribution range. *Ann. Zool. Fennici* 51: 340-348.

Caldironi H.A., Manes M.E. (2006). Proximate composition, lipid, fatty acids and cholesterol content of edible meat cuts from tegu lizard *Tupinambis merrianae*. *J. Food Comp. Anal.* 19: 711-714.

Cei J.M., Scolari J.A. (1982). A population of *Tupinambis* from northern Patagonia, south of the Río Negro River. *Herpetol. Rev.* 13: 26.

Chamut S., García Valdez V., Manes M.E. (2009). Functional morphology of femoral glands in the tegu lizard, *Tupinambis merianae*. *Zool. Sci.* 26: 289–293.

Chamut S., Jahn G.S., Arce O.E.A., Manes M.E. (2012). Testosterone and reproductive activity in the male tegu lizard, *Tupinambis merianae*. *Herpetol. Conserv. Biol.* 7: 299–305.

Chani J.M., Cruz F., Perotti G., Aguirre M., Rufino S. (1993). Rol de la hembra de *Tupinambis teguixin* (Teiidae) durante la nidificación. *Acta Zool. Lilloana* 42: 295-299.

Chardonnet P., Des Clers B., Fisher J., Gerhold R., Jori F., Lamarque F. (2002). The value of wildlife. *Rev. Sci. Tech. OIE.* 21: 15–51.

Cossu M.E., González O.M., Wawrzkievicz M., Moreno D., Vieites C.M. (2007). Carcass and meat characterization of “yacare overo” (*Caiman latirostris*) and “yacare negro” (*Caiman yacare*). *Braz. J. Vet. Res. An. Sci.* 44: 329-336.

Cuellar O. (1966). Oviducal anatomy and sperm storage structures in lizards. *J. Morphol.* 119: 7-20.

De Nardo D.F., Autumn K. (2001). Effect of male presence on reproductive activity in captive female blood pythons, *Python curtus*. *Copeia* 2001: 1138–1141.

Dessem D. (1985). Ontogenetic changes in the dentition and diet of *Tupinambis* (Lacertilia: Teiidae). *Copeia* 1985: 245-247.

Donadio, O.E., Gallardo, J.M. (1984). Biología y conservación de las especies del género *Tupinambis* (Squamata, Sauria, Teiidae) en la República Argentina. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. Zool.* 13:117–127.

Duarte Varela C.F., Cabrera M.R. (2000). Testing skeletochronology in black tegu lizards (*Tupinambis merianae*) of known ages. *Herpetol. Rev.* 31: 224–226.

Enge K.M. (2007). FWC bioprofile for the Argentine black and white tegu (*Tupinambis merianae*). Florida Fish and Wildlife Conservation Commission Report, Tallahassee.

Ferreira F.S., Brito S.V., Saraiva R.A., Ararunac, M.K.A., Menezes I.R.A., Costa J.G.M., Coutinho, H.D.M., Almeida W.O., Alves R.R.N. (2010). Topical anti-inflammatory activity of body fat from the lizard *Tupinambis merianae*. *J. Ethnopharmacol.* 130: 514–520.

Fitzgerald L.A. (1994). *Tupinambis* lizards and people: a sustainable use approach to conservation and development. *Conserv. Biol.* 8: 12-15.

Fitzgerald L.A., Chani J.M., Donadio O.E. (1991). *Tupinambis* lizards in Argentina: implementing management

of a traditionally exploited resource. En: Robinson J., Redford K. (eds.), Neotropical wildlife: use and conservation, pp. 303-316. University of Chicago Press, Chicago, USA.

Fitzgerald L.A., Cook J.A., Aquino A.L. (1999). Molecular phylogenetics and conservation of *Tupinambis* (Sauria: Teiidae). *Copeia* 1999: 894-905.

Fitzgerald L.A., Cruz F.B., Perotti M.G. (1993). The reproductive cycle and size at maturity of *Tupinambis rufescens* (Sauria: Teiidae) in the dry Chaco of Argentina. *J. Herpetol.* 27: 70-78.

García Valdez M.V., Chamut S., Jahn G.A., Arce O.E.A., Manes M.E. (2016). Plasmatic estradiol and progesterone variations during the reproductive cycle of captive female lizard *Tupinambis rufescens*. *Herpetol. Conserv. Biol.* 11: 519-526.

García Valdez M.V., Chamut S., Valdez Jaen G., Arce O.E.A., Manes M.E. (2011). Dynamics of ovarian follicles in *Tupinambis meriana* lizards. *Acta Herpetol.* 6: 303-313.

Gist D.H., Congdon J.D. (1998). Oviductal sperm storage as a reproductive tactic of turtles. *J. Exp. Zool.* 282: 526-534.

Harvey M.B., Ugueto G.N., Gutberlet R.L. (2012). Review of teiid morphology with a revised taxonomy and phylogeny of the Teiidae (Lepidosauria: Squamata). *Zootaxa* 3459: 1-156.

Hoby S., Wenker C., Robert N., Jermann T., Hartnack S., Segner H., Aebischer C.P., Liesegang A. (2010). Nutritional metabolic bone disease in juvenile veiled chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and its prevention. *The Journal of Nutrition* 140:1923-1931.

Hoffman L.C. (2008) The yield and nutritional value of meat from African ungulates, camelidae, rodents, ratites and reptiles. *Meat Science* 80: 94-100.

Ibañez M.A., Hidalgo E., del Pino E., Manes M.E. (1997). Composición de la orina de *Tupinambis meriana*. *Arch. Zootec.* 46: 181-184.

Kiefer M.C., Sazima I. (2002). Diet of juvenile tegu lizard *Tupinambis meriana* (Teiidae) in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23: 105-108.

Krause L. (1984). Fossil record of the family Teiidae. Notes on paleobiogeography, current distribution, and habits of the Macroteiids (Sauria, Scincomorpha, Teiidae). *Stud. Neotrop. Fauna E.* 20: 175-188.

Lanfri S., Di Cola V., Naretto S., Chiaraviglio M., Carodo G. (2013). Understanding the ecological niche to elucidate spatial strategies of the southernmost *Tupinambis* lizards. *Amphibia-Reptilia* 34: 551-565.

Lema, T. de. (1983). Bipedalia em *Tupinambis teguixin* (Linnaeus, 1758). (Sauria, Teiidae). Iheringia, Ser. Zool., Porto Alegre, Brasil 62: 89-119.

Manes M.E., Ibañez M.A., Manlla A. (2003). Factores físicos y conductas de nidificación de lagartos *Tupinambis meriana* en cautiverio. Rev. Arg. Prod. Anim. 23: 119-126.

Manes M.E., Noriega T., Campos Casal F., Apichela S. (2007a). Ovarian changes during the reproductive cycle of the *Tupinambis meriana* lizard raised in a temperate environment. Cuad. Herpetol. 21: 21-29.

Manes M.E., Vega Parry H., Manlla A. (2007b). Growth and feeding conversion responses to different protein and energy supplies in *Tupinambis meriana* (Squamata: Teiidae). Appl. Herpetol. 4: 279-285.

Manire C.A., Byrd L., Therrien C.L., Martin K. (2008). Mating-induced ovulation in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*. Zoo Biol. 27: 213-225.

Márquez R., Repiso L., Sala A., Salle L., Silvera C. (2007). Estudio de una tecnología de extracción y fraccionamiento de aceite de ñandú de alta calidad para su utilización en la industria cosmética y farmacéutica. Publicación Anual del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (2): 4-6.

Martín J., Chamut S., Manes M.E., López P. (2011). Chemical constituents of the femoral gland secretions of male tegu lizards (*Tupinambis meriana*) (Family Teiidae). Z. Naturforsch. 66c: 434-440.

Mathies T., Franklin E., Miller L.A. (2004). Proximate cues for ovarian recrudescence and ovulation in the brown treesnake (*Boiga irregularis*) under laboratory conditions. Herpetol. Rev. 35: 46-49.

McWilliams D.A. (2005) Nutrition research on calcium homeostasis. I. Lizards (with recommendations). Int. Zoo Yb. 39: 69-77.

Mercolli C., Yanosky A.A. (1990). Répertoire des comportements du Téju (*Tupinambis teguixin*). Sauria: Teiidae. Rev. Fr. Aquariol. Herpétol. 16: 123-130.

Mercolli C., Yanosky A. (1994). The diet of adult *Tupinambis teguixin* (Sauria: Teiidae) in the eastern Chaco of Argentina. Herpetological J. 4: 15-19.

Montero R., Abdala V., Moro S., Gallardo G. (2004). Atlas de *Tupinambis rufescens* (Squamata: Teiidae). Anatomía externa, osteología y bibliografía. Cuad. Herpetol. 18: 17-32.

Montuelle S.J., Herrel A., Libourel P.A., Dailie S., Bels V.L. (2012). Prey capture in lizards: differences in jaw-neck-forelimb coordination. Biol. J. Linn. Soc. 105: 607-622.

- Noriega T., Fogliatto O., Mignola L., Manes M.E.** (1996). Ciclo biológico y patrones de comportamiento en una población de iguanas overas (*Tupinambis teguixin*) (L.) (Sauria, Teiidae) adaptadas al cautiverio. *Rev. Agron. Noroeste Argent.* 28: 109-127.
- Norman D.R.** (1987). Man and tegu lizards in Eastern Paraguay. *Biol. Conserv.* 41: 39–56.
- Presch, W.** (1974). Evolutionary relationships and biogeography of the macroteiid lizards (Family Teiidae, Subfamily Teiinae). *Bull. South. Calif. Acad. Sci.* 73: 23–32.
- Pyron R.A., Burbrink F.T., Wiens J.J.** (2013). A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. *BMC Evol. Biol.* 2013: 13-93.
- Quintana M.G.** (1991). Estimaciones sobre morfometría y crecimiento de la “iguana colorada” *Tupinambis rufescens* (Sauria, Teiidae) en la Argentina. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ecol.* 3: 193- 217.
- Quintana M.G.** (2000). Incubación de la puesta de la “iguana colorada” (*Tupinambis rufescens*, Sauria, Teiidae): evolución y consecuencias del peso inicial de los huevos. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. n.s.* 2: 161 -169.
- Quintana M.G.** (2001). La óptima térmica para la incubación de los huevos de la “iguana colorada”(*Tupinambis rufescens*: Sauria, Teiidae). *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. n.s.* 3: 77-84.
- Saadoun A.** (2007). Recursos genéticos nativos y producción de carne en sistemas de producción familiar. IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos, Montevideo, Uruguay.
- Sánchez Loria O.L., Guerrero R., Chamut S., Manes M.E.** (2013). Aspectos morfológicos del órgano vomeronasal en el lagarto *Tupinambis merianae*. *Rev. Agron. Noroeste Argent.* 33: 51-55.
- Sever D.M., Hamlett W.C.** (2002). Female sperm storage in reptiles. *J. Exp. Zool.* 292: 187-199.
- Shimizu S., Nakano M.** (2003). Molecular species of triacylglycerol isolated from depot fats of ratites. *J. Oleo Sci.* 52: 57-63.
- Squires E.J.** (2003). *Applied Animal Endocrinology.* CABI Publishing Wallingford, Oxon.
- Tattersall G.J., Leite C.A.C., Sanders C.E., Cadena V., Andrade D.V., Abe A.S., Milsom W.K.** (2016) Seasonal reproductive endothermy in tegu lizards. *Sci Adv* 2016, 2: DOI: 10.1126/sciadv.1500951.
- Vega Parry H., Caldironi H., Alonso T., Manes M.E.** (2013). Composition of neutral lipids and phospholipids in

tegu lizard *Tupinambis merianae* fat bodies. Rev. Arg. Prod. An. 33: 129-137.

Vega Parry H., Campos Casal F., Manes M.E. (2000). Morfología del canal alimentario de *Tupinambis merianae*. Neotrópica 46: 27-35.

Vega Parry H., Manes M.E. (2000). Alimentación de lagartos overos *Tupinambis merianae* con subproductos avícolas. Rev. Arg. Prod. An. 20: 135-143.

Vega Parry H., Vintiñi E., Arce O.E.A., Manes M.E. (2009). Nutritional performance of *Tupinambis merianae* lizards fed with corn starch as source of energy. Acta Herpetol. 4: 29-36.

Vega Parry H.E., Manes, M.E. (2004). Inclusión de harina de soja en la dieta de *Tupinambis merianae*. Rev. Arg. Prod. An. 24: 105-112.

Vieites C.M., Gonzalez O.M. (2007). Análisis de producciones animales alternativas con potencial de desarrollo mediato y inmediato en la Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación. Editorial Gráfica Tres Tiempos, Buenos Aires.

Vitt L.J., Caldwell J.P. (2009). Herpetology. 3rd Edition. Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA.

Vitt L.J., Pianka E.R. (2004). Historical patterns in lizard ecology: what Teiids can tell us about lacertids. En: The biology of lacertid lizards. Evolutionary and ecological perspectives. Pérez-Mellado V., Riera N. and Perera A. (eds.). Institut Menorquí d'Estudis. Recerca 8: 139-157.

Williams J.D., Donadío O., Re I. (1991). Aporte al conocimiento de la dieta de *Tupinambis rufescens* (Gunther, 1871) (Sauria: Teiidae) en el Noroeste Argentino. Bol. Asoc. Herpetol. Argentina 7: 10.

Yanosky A.A. (1991). Arboreality in the teiid lizard *Tupinambis teguixin* (Reptilia, Lacertilia, Teiidae). Spheniscus 9: 11-13.

Yanosky A.A., Iriart D.E., Mercolli C. (1993). Predatory behavior in *Tupinambis teguixin* (Sauria: Teiidae). I. Tongue-flicking responses to chemical food stimuli. J. Chem. Ecol. 19: 1573-1561.

Zemstov A., Gaddis M., Montalvo-lugo V.M. (1996). Moisturizing and cosmetic properties of emu oil: a pilot double blind study. Australas. J. Dermatol. 37: 159-162.

Anexo

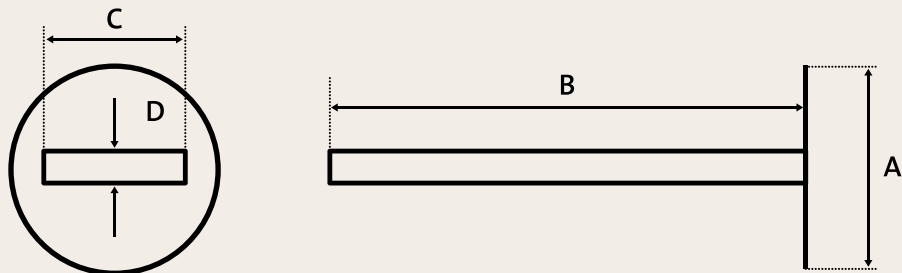
Procedimiento de secado del alimento para tejús

Procedimiento desarrollado por el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Alimentaria, Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional.

Etapas

1. *Conformación del producto a secar*

- Se debe emplear una máquina de picar carne con un tornillo sinfín (“gusano”), con una relación de compresión igual a 2.
- La boquilla conformadora, que se coloca en lugar de pieza utilizada para conformar embutidos, tiene las siguientes dimensiones:



A: Diámetro externo de la boca de la máquina.
B: 100 mm.
C: 17,0 mm (interno).
D: 7,5 mm (interno).
 La boquilla se puede fabricar utilizando un tubo estructural.

Appendix

Procedure for drying feed for tegu lizards

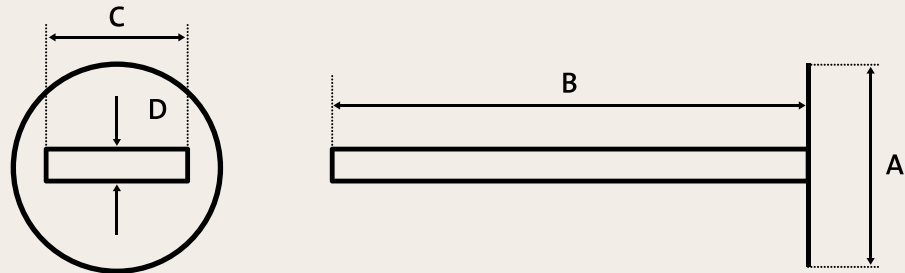
This procedure was developed by Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Alimentaria, Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional.

Stages

1. *Preparing the product for drying*

- Use a meat mincer with a worm drive, with a compression ratio equal to 2.
- The shaping nozzle, which replaces the piece used for making sausages, has the following dimensions:

A: Outer diameter of the machine outlet.
B: 100 mm.
C: 17.0 mm (internal).
D: 7.5 mm (internal).
 The shaping nozzle can be made using a structural pipe.



2. Secado

Se puede llevar a cabo en un secadero a bandejas (operación discontinua) o de cinta, si se quiere operar en forma continua.

- *Temperatura de trabajo:* 60°C -70°C.
- *Medio de secado:* en lo posible debe utilizarse aire calentado en forma indirecta o con gases de combustión.
- *Velocidad de aire utilizado:* 3 metros / segundo.
- *Tiempo de secado:* Aproximadamente 7 horas.

Una alternativa para acortar el tiempo de secado sería la de secar el material conformado durante aproximadamente 3 horas, quebrantarlo con un molino a discos y continuar el secado.

2. Drying

This procedure can be carried out in a tray dryer (discontinuous operation) or a conveyor belt dryer, for continuous operation.

- *Operating temperature:* 60°C -70°C.
- *Drying medium:* whenever possible, heated air should be used indirectly or together with combustion gases.
- *Air speed:* 3 m/sec.
- *Drying time:* approximately 7 hours.

An alternative to shorten the drying time would be to dry the shaped material for approximately 3 hours, shred it with a disc mill, and then continue drying it.

ISBN digital version

Manes, Mario Enrique

Lagartos Tejú : fundamentos de la crianza productiva / Mario Enrique Manes ; editado por Silvana Firpo. - 1a ed. - San Miguel de Tucumán : Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia, 2016.

Libro digital, PDF/A

Archivo Digital: descarga y online

Traducción de: Adriana Carolina Manes.

ISBN 978-987-754-033-8

1. Reptiles. I. Firpo, Silvana, ed. II. Manes, Adriana Carolina, trad. III. Título.

CDD 597.9

Graphic Design / Diseño Gráfico: Silvana Firpo

Translate: Adriana Carolina Manes

ISBN printing version

Manes, Mario Enrique

Lagartos Tejú: fundamentos de la crianza productiva / Mario Enrique Manes ; editado por Silvana Firpo. - 1a ed. - San Miguel de Tucumán : Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia, 2016. 194 p. ; 16 x 23 cm.

Traducción de: Adriana Carolina Manes.

ISBN 978-987-754-034-5

1. Reptiles. I. Firpo, Silvana, ed. II. Manes, Adriana Carolina, trad. III. Título. CDD 597.9

● Este libro se terminó de imprimir en noviembre de 2017 en San Miguel de Tucumán, República Argentina



LIBRO DE EDICIÓN ARGENTINA

Este libro cuenta con licencia Creative Commons del tipo

Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 internacional

El Dr. M. E. Manes se graduó de Biólogo y posteriormente de Doctor en Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional de Córdoba. Desempeñó una Beca Posdoctoral en el Departamento de Zoología de la Universidad de Toronto. Fue Profesor de la Universidad Nacional de Tucumán e Investigador del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Sus estudios iniciales se centraron alrededor del desarrollo embrionario inicial de los vertebrados. Posteriormente se dedicó a investigar la biología reproductiva y crianza productiva de lagartos Tupinambis, procurando apoyo institucional y financiamiento para la construcción de un herpetario para la crianza y experimentación con dichos animales (Facultad de Agronomía y Zootecnia).



Dr. M. E. Manes graduated as a Biologist, and later as a Doctor in Biological Sciences from Universidad Nacional de Córdoba. He held a Postdoctoral Fellowship in the Zoology Department of University of Toronto. He was a Professor at Universidad Nacional de Tucumán and also a CONICET researcher (The National Scientific and Technical Research Council). His initial research centered around early embryonic development of vertebrates. He later devoted to research in the reproductive biology and productive breeding of Tupinambis lizards, procuring institutional support and funding for the building of a herpetarium for rearing these animals and experimenting on them (Facultad de Agronomía y Zootecnia).

