



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

“Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones  
experimentales”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

P R E S E N T A:

**JUANA MARGARITA GARZA CASTRO**

**DIRECTOR DE TESIS DR. RICHARD CARL VOGT BLODGETTE**

MÉXICO, D. F.

Febrero 2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

OFICIO FCIE/DEP/0727/04  
ASUNTO: Asignación de jurado

**DR. RICHARD CARL VOGT BLODGETTE**  
Presente.

Por este conducto me permito comunicarle como Director(a) de Tesis del(a) alumno(a) **JUANA MARGARITA GARZA CASTRO**, quien desarrolló el trabajo de tesis titulado: "**Preferencias alimentarios de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales**", que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas en su sesión celebrada el día 29 de octubre del año en curso, asignó el jurado para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado(a) tiene los méritos para obtener el grado de **Maestro(a) en Ciencias (Biología)**.

GRADO, NOMBRE COMPLETO

PRESIDENTE	DR.	OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA
VOCAL	DR.	VÍCTOR HUGO REYNOSO ROSALES
SECRETARIO	M. EN NEUROETOLOGÍA.	JORGE EUFRATES MORALES MÁVIL
SUPLENTE	DR.	ADRIÁN NIETO MONTES DE OCA
SUPLENTE	DR.	GERARDO HERRERA MONTALVO

Sin más por el momento y en espera a su pronta respuesta, aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, D. F., a 05 de noviembre del 2004.  
JEFE DE LA DIVISIÓN

DRA. DENI CLAUDIA RODRÍGUEZ VARGAS

RVDC/ASR\ mnm\*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Richard Vogt por la sugerencia de realizar éste trabajo y por la confianza que depositó en mí.

Agradezco la paciencia de los revisores del trabajo; Dr. Oscar Flores Villela, Dr. Adrián Nieto, Dr. Gerardo Herrera, M. en Neuroet. Jorge Morales y muy especialmente al Dr. Víctor Hugo Reynoso quien fungió como tutor y gran amigo cuando más lo necesité.

Al titular del Laboratorio de Vertebrados de la Facultad de Ciencias M. en C. J. Carlos Juárez, por ser mi padre académico, un magnífico jefe y por otorgarme todas las facilidades para la realización de éste trabajo. Además de ser un hombre al que admiro por ser un excelente profesor y tener unas ideas científicas que se adelantan 20 años o más a su época.

Agradezco infinitamente a la Dr. Patricia Guevara por ayudarme desinteresadamente a determinar los metabolitos secundarios.

Al M. en C. Margarito Álvarez por recibirme en su clase de estadística y al Dr. Gerardo Rivas por ayudarme en los análisis estadísticos.

Tengo que agradecer en especial a mis primeros alumnos Adriana, Mario, Julio, Antonio, Manuel, Alma, Tamara y Ángel por todas sus enseñanzas.

Agradezco a la Lic. Pilar Ladrón de Guevara por el trabajo técnico realizado en la búsqueda de todos los artículos de la literatura citada, así como por la gran amabilidad y calidez al tratarme.

Agradezco la amistad de mis amigochas del "Club del INSEN", Marisela, Rosita, Aurora y Ana María, quienes siempre confiaron en mí.

Agradezco el amor de lo que más quiero en mi vida: Irmita y Anita mis hijas, ya que con solo existir son el motor que me mueve a realizar cualquier cosa.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. ANTECEDENTES</b>	2
2.1 Teorías de forrajeo	2
2.2 Calidad alimentaria y análisis químico	5
2.3 Compuestos secundarios	7
2.4 Preferencias alimentarias en organismos herbívoros	9
2.5 <i>Iguana iguana</i>	15
<b>3. OBJETIVO</b>	18
<b>4. HIPÓTESIS</b>	18
<b>5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	19
5.1 Temperatura	19
5.2 Humedad	19
5.3 Clima	20
5.4 Vegetación.	20
<b>6. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	23
6.1 Obtención de las crías de iguana	23
6.2 Pruebas de preferencias de alimento	24
6.3 Análisis químico proximal	28
6.4 Determinación de la presencia de los principales grupos de metabolitos secundarios	30
6.4.1 Obtención de extractos, hexánico, metanólico y extracto acetónico	31
6.5 Análisis de los extractos	32
6.6 Análisis estadístico	34
<b>7. RESULTADOS</b>	36
7.1 Prueba de palatabilidad	37
7.2 Análisis químico	41
7.3 Análisis de metabolitos secundarios	45
<b>8. DISCUSIÓN</b>	49
<b>9. CONCLUSIONES</b>	52
<b>LITERATURA CITADA</b>	53
<b>ANEXOS</b>	61



## Resumen

En éste trabajo se analizaron las preferencias alimentarias de las crías de *Iguana iguana* con base a sus características químicas como son: materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, total de nutrimentos digestibles), energía digestible, energía metabolizable, lignina y los compuestos secundarios terpenos, glucósidos, flavonoides y alcaloides. Se evalúan las preferencias utilizando el índice de palatabilidad y consumo de diferentes especies de plantas, que crecen en la “Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas“, Veracruz.

Las crías de iguana prefieren a las plantas, *Ipomoea phillomega*, *Ipomoea batatas*, *Ipomoea batatoides* e *Ipomoea dumosa*. En la alimentación de las crías de iguana al escoger entre una planta y otra, influye el contenido proteína y cenizas. Los compuestos secundarios no influyeron al escoger entre una planta y otra. Inferimos que nuestros resultados en el caso de la alimentación en las crías de iguanas se apegan a la hipótesis de una dieta de un herbívoro generalista que selecciona los alimentos para maximizar la ingesta de un nutriente en éste caso proteínas pero se ve influenciada por el contenido en las cenizas y la tasa proteínas/fibra.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es importante estudiar y conocer cuales son los recursos alimentarios que consume una especie, dado que, gracias a ello, se puede inferir información acerca de su biología y relaciones ecológicas (Manly, et al. 1993). Se han planteado varias teorías de forrajeo para los organismos herbívoros: Westoby (1974, 1978) propone la hipótesis del equilibrio nutricional; Freelan y Janzen (1974) proponen que la dieta de los organismos herbívoros está restringida por los metabolitos secundarios; Belovsky (1978, 1981, 1984), Stephen y Krebs (1986) plantean que un herbívoro generalista selecciona los alimentos para maximizar la ingesta de un nutriente, energía o proteína, con la limitante de evitar toxinas u obtener algún nutrimento importante en el desarrollo.

Para comprender la preferencia y selección de un alimento o conjunto de alimentos por un animal determinado se pueden analizar varios factores como son la calidad y disponibilidad del alimento, cantidad de energía que contiene, la interacción ecológica entre el organismo y el alimento, costos y beneficios que acarrea el consumo de ese alimento (Crawley, 1983). Existen pocos trabajos para conocer cual de las teorías de forrajeo se acerca al comportamiento alimentario de los reptiles herbívoros. Como antecedentes, sólo existen los trabajos de Dearing y Schall (1992) y Troyer (1984b) que se apegan a la hipótesis del equilibrio nutricional propuesta por Westoby (1974, 1978).

La iguana verde ha sido una fuente de proteínas desde hace 7 000 años (Cooke, 1992). En “Los Tuxtlas” y en todos los lugares de México en donde se distribuye,

ha estado sujeta a una cacería inmoderada para consumo local y venta tanto de sus huevos como su carne. El presente trabajo pretendió contribuir al estudio de los recursos alimentarios en las crías de iguana para diseñar un plan de manejo y conservación de la *Iguana iguana*. Contribuyó también a conocer la teoría de forrajeo que explica las preferencias alimentarias en las crías de iguana. Éstas preferencias se determinaron comparando el porcentaje de los compuestos químicos y presencia de metabolitos secundarios de las plantas preferidas y no preferidas.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 Teorías de forrajeo**

Algunos autores como Johnson (1980), Crawley (1983) y Manly (1993) argumentaban que los recursos tienden a satisfacer los requerimientos de vida de una especie. Según Crawley (1983), la cantidad de alimento que puede consumir un organismo es un factor importante para que el organismo aproveche el alimento. Examinando a Johnson (1980) y a Manly (1993) se entiende que cuando los recursos son utilizados en diferentes proporciones a su disponibilidad en el medio, se dice que su uso es selectivo. La selección del alimento es el proceso en el cual un animal elige un recurso alimentario, y preferencia es la probabilidad de que el recurso sea seleccionado si un organismo tiene la posibilidad de elegir entre varios recursos. La influencia del alimento en los organismos en general es muy diversa pero principalmente se puede mencionar que está relacionada con la obtención de energía para realizar todas las actividades inherentes al ser vivo como son el crecimiento, el desarrollo y éxito reproductivo. En los vertebrados herbívoros (Crawley, 1983) puede haber una

influencia de los metabolitos secundarios en las tasas de fecundidad, tasas de ovulación, reabsorción de embriones, tasas de preñez, tamaño de las crías y en la tasa de supervivencia (Bickoff, 1968; Prestidge y McNelly, 1983; Crawley 1983).

Para explicar la preferencia y selección alimenticia por los organismos, varios autores han propuesto la teoría de forrajeo óptimo (MacArthur y Pianka 1966; Emlen, 1966, 1968; Schoener, 1969, 1971; Pike et al. 1977; Krebs, 1981). Éstos autores coinciden en que el objetivo del organismo es maximizar la energía que consume y que la selección natural podría favorecer a individuos que maximizan su tasa neta de ingesta de energía. Entonces se asume que los organismos van a escoger y a preferir alimentos más grandes que pequeños, más cercanos que lejanos, los alimentos conglomerados, sobre los dispersos, los más ricos en calorías los bajos en calorías, los digestibles que los indigestibles.

Estas propuestas se hicieron tomando como modelo a organismos carnívoros e insectívoros, y de ellas surgen otras ideas respecto a cómo se aplica la teoría de optimización de forrajeo en los organismos herbívoros.

Belovsky (1978, 1981, 1984) y Stephen y Krebs (1986) plantearon que un herbívoro generalista selecciona los alimentos para maximizar la ingesta de un nutriente, energía o proteínas, pero se ve limitado por algunos otros requerimientos nutricionales como serían evitar toxinas u obtener sodio suficiente.

Westoby (1974, 1978) propuso una hipótesis de equilibrio nutricional partiendo de que las plantas tienen porcentajes de nutrientes variables, por lo que la dieta de un herbívoro grande y generalista no es un alimento en sí, sino un conjunto o raciones de alimento en los cuales se evitan niveles peligrosos de compuestos

tóxicos. Como no existe un alimento que contenga todos los nutrimentos esenciales, la diversidad de las plantas contenidas en las dietas es muy amplia.

En concreto, Westoby (1974) puntualiza que existen restricciones para los organismos herbívoros al seleccionar su alimentación, y que el objetivo sería optimizar una mezcla nutricional del grueso de los alimentos. En éste modelo de equilibrio nutricional la selección que hace el animal de una dieta está restringida por la necesidad de consumir ciertas cantidades mínimas de varios nutrientes y por un límite de la cantidad que un organismo pueda procesar en un período dado.

Freeland y Janzen (1974) abordaron el tema de los compuestos secundarios y propusieron que la selección de la dieta por los organismos herbívoros está solamente restringida por los metabolitos secundarios que contengan los alimentos y tomándolos como una restricción a la teoría óptima del forrajeo.

Existen atributos en las plantas que son en cierta manera disuasorios para su consumo, como por ejemplo la superficie foliar dura, espinas, pelos o bien compuestos químicos que puedan actuar como toxinas o como reductores de la digestibilidad. A éstas formas que no invitan al consumo, se les atribuye una defensa física y química por su amplia presencia en las plantas. Jacobson y Crosby (1971), Brattsten (1979) y Edwards y Wratten (1980) han tratado éste tema ampliamente. Stumpf y Conn (1982) llaman a las toxinas y otros compuestos, metabolitos secundarios.

## **2.2 Calidad alimentaria y análisis químico**

Según McDonald et al. (1995) y Crawley (1983) la calidad del alimento consumido es compleja y difícil de medir. Se pueden considerar varios factores, como cuántos nutrientes puede obtener el herbívoro por unidad de peso del alimento ingerido, accesibilidad de los nutrientes (digestibilidad, concentración de agentes complejos), contenido de fibra, concentración de químicos fago estimulantes y toxinas. Se pueden separar en factores positivos o ausencia de factores negativos. Los factores positivos serían nitrógeno, aminoácidos, energía digestible y la ausencia de factores negativos como repelentes físicos, toxinas y compuestos que dificultan la digestibilidad. Por ejemplo, un compuesto puede ser un nutriente para un animal que tiene flora intestinal pero no para otro que no la tiene y un compuesto puede ser un repelente para un herbívoro pero puede ser un estimulante para otro.

McDonald et al. (1995) define a los alimentos como aquella materia que tras ser ingerida por los animales puede ser digerida, absorbida y utilizada. En un sentido amplio se emplea la palabra alimento para denominar a los productos comestibles, cuando se habla de un alimento en general, los componentes que pueden ser utilizados por los animales se denominan nutrientes.

Westoby (1974), Pullman (1975) y McDonald (1995) aceptan que los factores relacionados con la calidad de los alimentos son: materia seca, humedad (contenido de agua), proteína cruda (proteína), extracto etéreo (grasas), cenizas (minerales), fibra cruda (celulosa, lignina, hemicelulosa), extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), total de nutrimentos digestibles (T. N. D), energía

digestible (E. D), y energía metabolizable (E. M.) así como los compuestos secundarios.

Los animales carnívoros consumen un valor calórico y de nitrógeno (o proteína), aproximadamente igual al del organismo del cual se están alimentando. Sin embargo el alimento del herbívoro que es tejido vegetal contiene mucho menos calorías y nitrógeno, por lo que el organismo herbívoro al convertir el tejido vegetal a tejido animal necesita consumir mayor energía que el organismo carnívoro. Por éste hecho la disponibilidad del nitrógeno es de suma importancia en el crecimiento del herbívoro. La medida del nitrógeno es una de las medidas de calidad del alimento que consumen éstos organismos (McNeill y Southwood, 1978). También se plantea por Mattson (1980) que el nitrógeno puede ser un nutriente limitante para muchos organismos herbívoros.

Otra medida de calidad para los alimentos de organismos que consumen vegetales es la lignina, la cual presenta una gran resistencia a la degradación química debido a su composición química con fuertes enlaces químicos en la mayoría de polisacáridos vegetales y las proteínas de la pared celular. Los enlaces impiden la digestión de éstos compuestos (McDonald, et al., 1995).

El agua es otra medida de calidad, las hojas jóvenes suelen presentar un mayor contenido de agua. El contenido del agua de las hojas también se ha relacionado con las formas de crecimiento y la apariencia de los vegetales, encontrándose que las plantas arbóreas suelen tener menos agua que las herbáceas o arbustivas (Feeny, 1976).

### **2.3 Compuestos secundarios**

Los compuestos secundarios, también llamados metabolitos secundarios, son en general sustancias químicas presentes en las plantas que aparentemente no están involucradas en el metabolismo básico estructural nutricional (Brattsten, 1979). Algunos de éstos compuestos están aparentemente relacionados con las defensas de las plantas (Rosenthal y Janzen, 1979).

Los terpenoides, exhiben una considerable diversidad estructural y funcional y representan uno de los grupos de productos naturales más grandes y biológicamente importantes. Los terpenoides se derivan de una cadena lineal de unidades de isopreno. Los terpenoides cíclicos se forman de terpenos lineales que se ciclizan (Whitakker y Feeny, 1971).

Swain (1977) señala que se conocen 1100 estructuras de terpenos en los vegetales excluyendo a los carotenos y esteroides. Éstos pueden presentarse en forma libre o conjugada con otros compuestos como ácidos grasos, azúcares, clorofilas, proteínas y otros constituyentes primarios. En una misma planta coexiste una gran variedad de terpenos, muchos involucrados en el metabolismo primario, como precursores de hormonas vegetales o de pigmentos carotenoides (Metzler, 1981). Algunas de estas sustancias son importantes en la atracción de los dispersores hacia los frutos, ya que son en parte, responsables del color y olor de estos órganos. Otras sustancias aparentemente ejercen un efecto disuasivo contra depredadores potenciales y otras más parecen intervenir en el metabolismo de los herbívoros que las ingieren impidiendo su desarrollo adecuado o provocando trastornos fisiológicos (Mabry y Gill, 1979).

El efecto de los terpenoides es muy amplio y depende de su estructura química. Dentro del grupo de los monopterpenos destacan los compuestos que se presentan en el género *Chrysanthemum*, por su alta toxicidad para los insectos, al igual que los monoterpenos, que se acumulan en los conductos resiníferos de algunas coníferas (Mabry y Gill, 1979).

Los flavonoides son un grupo de compuestos aromáticos que se encuentran en todos los órganos vegetales, tanto en forma de agliconas como de heterósidos. Las agliconas son más abundantes en tejidos leñosos, mientras que los heterósidos son más frecuentes en las flores, frutos y hojas (Farnsworth, 1996).

El efecto más notable que los flavonoides ejercen sobre los animales está mediado por el color que confieren a ciertos órganos vegetales. La influencia de los flavonoides en la conducta alimentaria de los herbívoros no ha sido bien estudiada, aunque se sabe que puede determinar las preferencias alimenticias de algunas especies o bien actuar como agentes disuasivos de fitófagos potenciales. Un grupo de compuestos isoflavonoides, los rotenoides, son bien conocidos por su acción insecticida.

Los heterósidos o glucósidos, son compuestos orgánicos los cuales se encuentran unidos a un carbono anomérico de una azúcar llamada glicona y otra sustancia que no es azúcar llamada aglicona. Las agliconas pueden ser diversos compuestos (como antoquinonas, flavonoides, compuestos cianogénicos, isotiocinatos, grupos con actividad cardiaca entre otros) unidos a un azúcar, formando así heterósidos o glucósidos. En la mayoría de los casos, la actividad biológica del heterósido se debe a la configuración de la aglicona y el azúcar sólo determina el nivel de eficiencia (Farnsworth, 1966).

Los alcaloides son un grupo de compuestos secundarios de gran diversidad estructural. A excepción de los protoalcaloides (hordenina, mezcaltina y colchicina, entre otros) todos los alcaloides contienen un nitrógeno como parte de un anillo heterocíclico. La gran mayoría de los alcaloides se derivan de aminoácidos (Whittaker y Feeny, 1971).

Los alcaloides suelen encontrarse en los tejidos vegetales en desarrollo y son más comunes en las células maduras que en las jóvenes (Robinson, 1979). En un sentido amplio los alcaloides se presentan más frecuentemente en plantas herbáceas que en arbóreas (Mc Fair 1935, citado en Robinson 1979).

#### **2.4 Preferencias alimentarias en organismos herbívoros**

Crawley (1983) usa la palabra herbívoro principalmente para señalar a los animales que se alimentan de tejidos vivos de las plantas. La ventaja más importante de un generalista es el hecho de que el alimento es fácil de encontrar; cada planta encontrada puede ser comestible y los costos de la búsqueda de alimento son bajos. La calidad del alimento varía grandemente de un lugar a otro, por lo que el generalista puede muy bien, disponer y obtener alimento de alta calidad por grandes períodos del año por selección de los tejidos nutritivos de las plantas.

Una dieta amplia es una ventaja para el herbívoro cuando una planta individual no tiene todos los nutrientes necesarios, aminoácidos, vitaminas y trazas de alimentos requeridos para su desarrollo (Westoby, 1974). Otra ventaja de una dieta amplia es que algunas plantas con metabolitos secundarios, consumidos en

pequeñas dosis, no sobrecargan al sistema de desintoxicación de los generalistas (Freeland y Janzen, 1974).

La mayoría de los trabajos referentes a averiguar la selección y preferencias alimentarias de los animales herbívoros generalistas se han dirigido a estudiar a los insectos, a los animales domesticados, rumiantes, granívoros y a los primates que consumen hojas frutos y tallos. Existen solamente tres trabajos de selección de alimento para reptiles: Troyer (1982), que experimento con iguanas y Schall y Resell (1991) y Dearing y Schall (1992) que trabajaron con dos especies del género *Cnemidophorus*.

La iguana verde es un organismo vertebrado herbívoro generalista que se alimenta de hojas, frutos y tallos (Rand, et al., 1990), y sus hábitos alimenticios son muy parecidos a los de monos y a los de las dos lagartijas preferentemente herbívoras del género *Cnemidophorus*. Por esto se considera conveniente hacer referencia solamente a los principales trabajos realizados con monos y a los trabajos realizados con reptiles ya que éstos son los trabajos que ayudaran a discutir los resultados.

Schall y Resell (1991) analizaron la selección del alimento consumido por *Cnemidophorus arubensis* en función de fenoles, saponinas, alcaloides y compuestos cianogénicos; los alimentos que evitan consumir son los que contienen fenoles, saponinas y alcaloides. Esta lagartija consume alimentos que contienen compuestos cianogénicos, tienen tolerancia hacia éstos compuestos ya que también consume artrópodos como millípedos, los cuales también tienen compuestos cianogénicos.

Dearing y Schall (1992) trabajando con la lagartija de Bonaire *Cnemidophorus murinos*, con hábitos preferentemente herbívoros, encontraron que existe una selección al escoger el alimento que consume. Encontraron que muchos alimentos no fueron consumidos en la proporción disponible en el medio ambiente, aún cuando las plantas varían en su calidad nutricional sin haber ningún nutriente correlacionado con la preferencia de la dieta. El trabajo se realizó en dos sitios donde la estructura de la comunidad de plantas en cada sitio fue diferente; sin embargo, las lagartijas ingirieron un total anual de nutrientes similar. Los resultados indican que la selección de alimento se ajusta a un modelo de equilibrio nutricional en el que la lagartija obtiene un balance apropiado de los requerimientos nutricionales, evitando niveles peligrosos de compuestos secundarios como fenoles alcaloides y taninos.

Milton (1979) estudió la selección de alimento del mono aullador *Alohuatta palliata* y la relaciona con el análisis químico de los alimentos consumidos y su madurez (fruto, hoja, maduros o inmaduros y tallos). El análisis químico que realizó a cada parte de la planta fue la proteína total, constituyentes de la pared celular, fenoles totales, presencia o ausencia de taninos condensados, y carbohidratos no estructurales, así como azúcares y almidones. La forma en que evaluó la selección fue contabilizando el tiempo que invierte el mono con cada alimento consumido.

Los resultados mostraron que *Alohuatta palliata* prefiere consumir hojas jóvenes que hojas maduras. Los análisis químicos mostraron que las hojas jóvenes contenían mayor porcentaje de proteína y menor porcentaje de fibra, en comparación con las hojas maduras que contenían menor porcentaje de proteínas

y mayor porcentaje de fibras. Los factores que influyeron en la selección del alimento fueron la tasa proteína/fibra; los factores que no influyen en ésta preferencia fueron los fenoles, los taninos y los carbohidratos no estructurales.

McKey et al. (1981) al trabajar en la selección de alimento con el colobo negro (*Colobus satanas*) y su relación con nutrientes minerales, nitrógeno, lignina y taninos, encontró que prefiere consumir hojas jóvenes, altas en nitrógeno y bajas en lignina y taninos en comparación con las hojas maduras. Cuando consumen hojas maduras es debido a que éstas tienen alto contenido de nutrientes, aunque presenten compuestos que dificulten la digestibilidad. Se observó que los monos evitaron acostumbrarse a consumir alimentos que contenían bajos porcentajes de nutrientes y altos porcentajes de inhibidores de digestión (lignina).

Ganzhorn (1986) analizó la selección del alimento que hacen los *Lemur catta* (lemur cola anillada) y *Lemur fulvus* (lemur pardo) en función de minerales, taninos, proteína y agua. El alimento se proporcionó a los organismos en condiciones de cautiverio. En el invierno *L. catta* escogió los alimentos de acuerdo a su disponibilidad y no hay influencia de ningún compuesto químico de la planta para su selección. Sin embargo, en el verano el lemur cola anillada escogió el alimento por su contenido de agua y sodio. *Lemur fulvus* no seleccionó el alimento por su disponibilidad en ninguna época del año y en el verano la selección de alimentos fue influenciada por el contenido de proteínas, potasio agua y magnesio, evitando los alimentos que contienen taninos.

Calvert (1985) observó que el gorila (*Gorilla gorilla*) selecciona el alimento por su alta digestibilidad, bajo contenido de lignina y alto contenido de proteína cruda.

Los factores como materia seca, energía, carbohidratos no estructurales, cenizas, minerales y total de fenoles no influyeron significativamente en la selección.

Kool (1992) reportó que la selección del alimento del langur de Java (*Trachypithecus auratus sondaicus*) fue influenciada por su bajo contenido de fibra y gran digestibilidad y el contenido de proteínas en hojas y frutos no pareció incidir fuertemente en su selección. Las tasas proteína/fibra ácido detergente (lignina, celulosa y sílice), en un momento dado, pueden ser indicadores de aceptabilidad del follaje. *Trachypithecus auratus sondaicus*, no seleccionó su alimento en función de éstos atributos.

Barton y Whiten (1994) propusieron que la dieta compleja de los babuinos oliva (*Papio anubis*) se reduce a simples reglas de optimización. Los alimentos consumidos y los evitados difirieron significativamente en su composición química, contenido en proteína, fibra y fenoles. Consideraron a los babuinos como altamente selectivos.

Hamilton y Biruté (1994) observaron que la selección del alimento por el orangután *Pongo pygmaeus* es influenciada por su composición química como son la fibra neutro detergente (lignina, celulosa y hemicelulosa) y la tasa proteína/fibra. Los taninos fueron encontrados en muchos de los alimentos que consumen, por lo que se considera que no son una restricción para su consumo. La presencia de alcaloides fue encontrada solamente en un alimento consumido por lo que se considera que si influyeron en la selección del alimento.

Kar-Gupta y Kumar (1994) analizaron la selección de alimento por el mono plateado *Presbytis entellus* y propusieron basándose en sus observaciones, que los factores que afectan la selección de alimento varían con la estación del año. La

selección de alimento estuvo relacionada positivamente con la proteína cruda en el invierno y negativamente con la fibra ácido detergente (lignina, celulosa y sílice) en ambas estaciones. También se correlacionó con la tasa proteína cruda entre fibra ácido detergente en menor grado.

En general, los monos escogen alimentos que contienen mayor contenido de nitrógeno y menor contenido de fibras, pero el patrón puede variar estacionalmente. Debido a que en los diferentes trabajos no existe un método de análisis químico estandarizado, no se puede deducir con seguridad cuales son los compuestos secundarios que influyen de manera más frecuentemente en la preferencia alimentaria de estos vertebrados. Los carbohidratos no estructurales, los minerales y la materia seca no son un factor que intervenga en la selección del alimento, los fenoles y taninos influyen de diferente manera en cada especie de mono.

## **2.5 *Iguana iguana***

La iguana verde *Iguana iguana*, es un herbívoro generalista que se alimenta de frutos con semillas y hojas (Cuadro 1). Son organismos completamente herbívoros. Troyer (1982) examinó durante tres años estómagos de crías de iguana y en ningún caso encontró insectos en la dieta.

La iguana presenta algunas adaptaciones a la herbivoría. Tienen dos tipos de dientes: los posteriores presentan ocho pequeñas cúspides, y los dientes premaxilares y los mandibulares anteriores son esencialmente monocúspides que funcionan como navaja (Sokol, 1967). La dentadura es una especialización para cortar más que para triturar. Las iguanas consumen las hojas ya sea cortando trozos triangulares del tamaño y forma de su boca o doblan las hojas con su

lengua para después tragarlas (Mota, 1987). El tracto digestivo de la iguana sigue el mismo patrón básico de los tetrápodos; esófago, estómago, intestino delgado, ciego, intestino grueso y cloaca. En el ciego es donde se lleva a cabo la mayor parte de la fermentación digestiva en los reptiles herbívoros (Mac Bee y Mac Bee, 1982). En este órgano se localizan las bacterias que degradan el alimento que no pudo ser digerido en el estómago. Una adaptación morfológica a la herbivoría que comparten todas las lagartijas herbívoras y que no se ha encontrado en otras lagartijas un gran colon dividido por válvulas. La iguana verde presenta el rango de variación geográfica más grande respecto al número de válvulas cólicas, variando de 4, 5, 6 o 7 válvulas (Iverson, 1982). La principal característica de la dieta de los herbívoros vertebrados es la predominancia de los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) y polímeros relacionados (lignina). Estas fibras son degradadas por la flora intestinal; los principales productos de la fermentación en la iguana verde son ácidos grasos volátiles, ácido butírico, acético y propiónico (Troyer, 1984 b).

Los neonatos de las iguanas pueden adquirir la microflora fermentativa para realizar la digestión de las plantas, que puede ser por diferentes vías, por contaminación directa con el ambiente, al ingerir suelo (Sokol, 1971; McBee y McBee, 1982) o la coprofagia (Troyer, 1982). Se ha observado litofagia en las iguanas recién nacidas lamen el sustrato o sacuden la lengua sobre el suelo, poco después de haber eclosionado, en los sitios de anidación natural (Burghardt *et al.*, 1977). Por otra parte Troyer (1982) apoyada en datos experimentales, argumenta que la coprofagia (consumo de heces) intergeneracional, juega el papel más importante en la transmisión de microflora intestinal.

Respecto a la selección de alimento, Troyer (1984) realizó experimentos de preferencias en la alimentación con tres grupos de diferentes edades de iguanas recién nacidas, jóvenes y adultas, probando con hojas maduras y tiernas de frijol *Lonchocarpus pentaphyllus*. Encontró una preferencia diferencial entre los tres grupos de edades de iguanas. Las iguanas recién nacidas seleccionaron las hojas tiernas que contienen mayor porcentaje de proteína y menor porcentaje de fibra. Las iguanas jóvenes escogieron hojas con alto contenido de proteína, aunque el contenido de fibra pueda ser igual al de las hojas que escogieron las iguanas adultas; y las iguanas adultas escogieron hojas con menor contenido de proteína y altas en fibra. La digestibilidad de la fibra de la pared celular, no varió significativamente en los diferentes grupos de edades de las iguanas.

**Cuadro 1. Referencias bibliográficas de los alimentos preferidos por las iguanas adultas.**

Espece	Frutos	Semillas	Hojas	Referencia	Lugar
<i>Micronia argentea</i>		X		Swanson (1950)	Panamá
<i>Spondias Bombin</i>	X		X	"	"
				Rand et al. (1990)	"
<i>Yimania americana</i>	X			Swanson (1950)	"
<i>Cedrela odorata</i>	X			Ayala (1980)	El Salvador
<i>Cordia dentata</i>		X		"	"
<i>Entada polystachia</i>	X			"	"
<i>Spondias sp.</i>	X			"	"
<i>Annona acuminata</i>	X			Rand, et al., (1990)	Panamá
<i>Tecota stans</i>	X		X	"	"
<i>Ceratophytum tetragonolobum</i>	X		X	"	"
<i>Amphilophium paniculatum</i>			X	"	"
<i>Bursera simaruba</i>			X	"	"
<i>Cappiris frondosa</i>			X	"	"
<i>Merremia umbellata</i>			X	"	"
<i>Stictocardia tiliifolia</i>			X	"	"
<i>Merremia quinquefolia</i>			X	"	"
<i>Operculina pteripes</i>			X	"	"
<i>Cucumis sp.</i>			X	"	"
<i>Mormodica charantia</i>			X	"	"
<i>Chamaesyce densiflora</i>			X	"	"
<i>Centrosema plumieri</i>			X	"	"
<i>Pithecellobium oblongum</i>			X	"	"
<i>Cecropia peltata</i>			X	"	"
<i>Pisonia aculeata</i>			X	"	"
<i>Goiania aculeata</i>			X	"	"
<i>Coutarea hexandra</i>			X	"	"
<i>Cardiospermum grandiflorim</i>			X	"	"
<i>Laportea aestuans</i>			X	"	"
<i>Cissus sicyoides</i>			X	"	"
<i>Ficus sp.</i>	X			Suazo y Alvarado (1995)	México
<i>Phitocelobium dulce</i>			X	"	México
<i>Ipomoea pescrapae</i>			X	"	México

### **3. OBJETIVO**

Determinar las preferencias alimentarias de las crías de *Iguana iguana* con base en sus características químicas como son la materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, total de nutrimentos digestibles (T.N.D.), energía digestible (E.D.), energía metabolizable (E.M.) y lignina, así como los compuestos secundarios terpenos, glucósidos, flavonoides y alcaloides.

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

#### **4. HIPÓTESIS**

Las crías de iguana van a preferir consumir un conjunto de plantas que contengan un mayor contenido de proteínas y energía, y un menor contenido de compuestos inhibidores de la digestión y de compuestos secundarios.

## **5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA**

Este trabajo se desarrolló en la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, y las playas Jicacal y Montepío, Veracruz, México, dentro del área comprendida entre los 18° 34´ y 18° 36´ latitud norte 95° 04 y 95° 09´ longitud oeste. La altitud en el área de estudio varía de 0 a 530 metros sobre el nivel del mar.

### **5.1 Temperatura**

La temperatura media anual registrada para la parte más alta de nuestra zona de estudio se encuentra entre 22 y 24 °C y para la zona baja de entre 24 y 26 °C. La temperatura más alta se presenta en el mes de mayo; la más extrema registrada para la zona alta se encuentra entre 32 y 34 °C y para la parte baja entre 34 y 36 °C. La temperatura mínima para la zona alta está entre 14 y 16 °C y para la parte baja es de 16 °C, enero es el mes en el que se presenta con más frecuencia la temperatura más baja (González et al., 1998).

### **5.2 Humedad**

En la zona de estudio la precipitación total se encuentra entre 3000 y 4000 mm. anuales y la lluvia máxima en 24 horas es de más de 100 mm. (SIG, Bioclimas del Instituto de Ecología UNAM, en González et al., 1998). La canícula o sequía intraestival se presenta en el mes de agosto (Fig. 1).

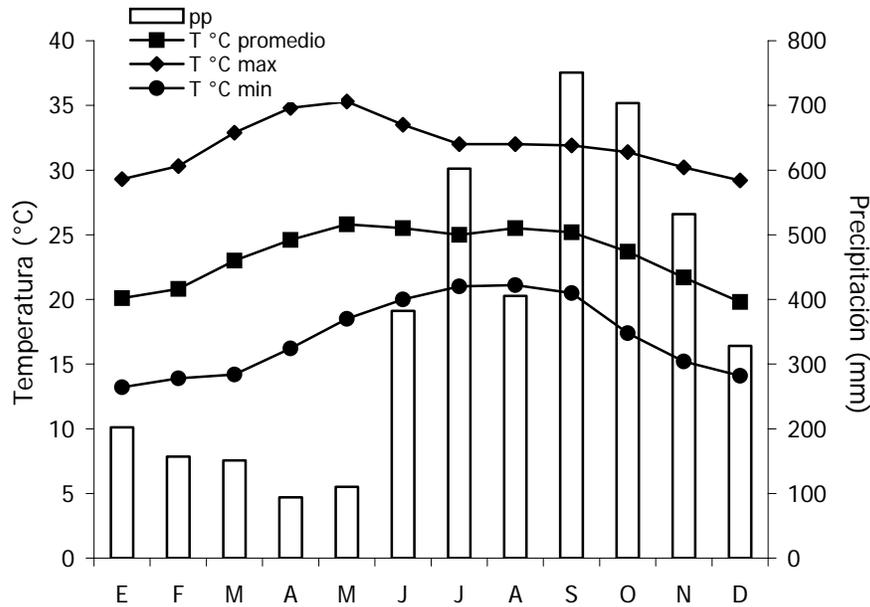


Figura 1. Temperatura y precipitación. Tomado de González et al. (1998).

La mayor concentración de lluvia ocurre en el verano. La humedad durante la época fría del año tiene cierta relevancia y es importante señalar que también en esta época se observa el efecto de barrera climática de la sierra de “Los Tuxtlas”

### 5.3 Clima

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köpen modificado por García (1973), en la Estación de Los Tuxtlas está presente el Grupo “A” clima cálido con temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío superior a 18 °C, el tipo Am cálido con lluvias de verano e influencia del monzón y el subtipo Am cálido húmedo, con porcentaje de lluvias invernal entre 5 y 12 mm.

### 5.4 Vegetación

El tipo de vegetación de la zona de estudio corresponde al de la selva alta perennifolia, de acuerdo con el sistema de Miranda y Hernández (1963). Esta

categoría que puede ser incluida dentro del tipo de vegetación descrita como un Bosque Tropical Perennifolio por Rzedowski (1978).

Las variantes de la vegetación en el área de estudio son:

1. Selva alta perennifolia sobre suelos profundos. Se localiza en altitudes que oscilan de 160 a 350 m.s.n.m. La selva presenta un dosel que tiene alturas de 30 a 35 metros, aunque ocasionalmente algunos árboles llega hasta los 40 metros. Entre éstos puede citarse a *Ficus yaponensis*, *Ficus tecolutensis* y *Ceiba pentandra*. A pesar de que el número de especies de palmas es bajo, su gran abundancia imprime una categoría característica a la comunidad. El censo de una hectárea indica que alrededor del 50 % de las plantas pertenecen a la familia Palmae y que algunas especies como *Astrocaryum mexicanum*, *Chamedora pinnatifrons*, *C.alternans*, (*Cf. concolor* y *C. tepejilote* respectivamente) tienen densidades de más de un millar de individuos en una hectárea, como es el caso de *C. tepejilote* (González et al., 1998). En éste tipo de vegetación se alimentan las iguanas adultas y tiene lugar el cortejo.

2. Vegetación de zonas perturbadas. Ésta vegetación domina las zonas aledañas a la estación y es producto de procesos de sucesión secundaria y actividades agropecuarias que se inician con la drástica perturbación antropogénica de la selva. De manera general se puede distinguir vegetación ruderal, pastizales y acahuales. Estos últimos son comunidades de vegetación secundaria en distintas etapas de regeneración, representadas básicamente por especies heliófilas de crecimiento rápido. Los acahuales difieren notablemente en su composición y diversidad de especies, dependiendo de la edad sucesional, la historia de manejo del sitio y la cercanía de éste con fuentes potenciales de propágulos. Los

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

pastizales son producto de siembra de gramíneas exóticas como por ejemplo *Cyrodon dactilifera*, (González et al., 1998). En éste tipo de vegetación anidan las iguanas.

## 6. MATERIAL Y MÉTODO

### 6.1 Obtención de las crías de iguana

En junio se capturaron del medio silvestre 8 hembras grávidas de iguana en la playa de Jicacal y se colocaron en jaulas rústicas a la orilla de la playa.

Las jaulas en donde se colocaron las hembras grávidas se hicieron con tela de gallinero de abertura de aproximadamente de 3 cm de diámetro, con dimensiones de de 6 m de largo, 6 m de ancho y 1.60m de alto. (Fig. 2). Se sujetaron las iguanas del pecho con un cordón de algodón para evitar que escaparan. El cordón se unió de un poste enterrado en el centro de la jaula.



Figura 2. Iguanas grávidas

La nidada de cada hembra se trasladó a la orilla de la playa a 30 metros de la marea y se enterró a 40 centímetros de profundidad. Los nidos fueron protegidos con jaulas con tela de metal, con una apertura de 0.5 x 0.5 cm y con dimensiones de 40 cm de alto por 80 cm de largo, el techo de cada jaula se cubrió con hojas de palma para evitar la insolación (Fig. 3).

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.



Figura 3. Jaulas de protección a nidos.

Se obtuvieron 187 huevos de 5 hembras grávidas, que fueron trasladadas al jardín botánico de la estación de “Biología tropical de “Los Tuxtles” en jaulas de tela de mosquitero de forma cúbica con 45 cm. por lado (Fig. 4).



Figura 4. Jaulas de traslado.

## 6.2 Pruebas de preferencias de alimento

Se realizaron en el Jardín Botánico de la “Estación de Biología Tropical de Los Tuxtles”, con un horario de las 11 a las 15 horas. Las iguanas se ubicaron en un lugar soleado, con temperatura ambiental de 29 °C. Esta temperatura es la

adecuada para que las crías se alimenten ya que ésta puede influir en las pruebas de palatabilidad; a temperatura menor las iguanas consumen menos alimento (Balasko y Cabanac 1998).

Las crías de iguana de 6 semanas de edad con un peso promedio de 19.5 g se inocularon por vía oral con heces fecales de adulto. Cada cría de iguana se colocó individualmente en las mismas jaulas de tela de mosquitero de traslado (Fig.4).

### **6.2.1 Recopilación de información de hábitos alimentarios de las crías de iguana**

Dado que no se tenía información acerca de qué especies de plantas, consumían las crías de iguana, para escoger las plantas que se ofrecieron a las crías de iguana, se aplicó un cuestionario a 25 personas entre 16 y 50 años de edad, habitantes de los alrededores de la “Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas”, de Balzapote y Jicacal, estas personas conocen los hábitos ya que, por observaciones empíricas cuentan con ésta información (Anexo 1).

Para facilitar la tarea de identificación de las plantas, las preguntas del cuestionario se hicieron entrevistando a la gente en las orillas de la reserva o en los caminos, en donde la vegetación es abundante, solicitándose que señalaran las plantas de las cuales estaban hablando. Ya con la referencia se procedía a coleccionar la planta, para su identificación posterior, anotando los datos de colecta del ejemplar y el nombre común. A partir de los resultados de la encuesta se seleccionaron todas las plantas para realizar las pruebas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.- Lista de especies de plantas utilizadas en los experimentos mencionadas en las entrevistas.**

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Asteraceae		
	<i>Melanpodium divaricatum</i> (Rich.) D. C.	Hierba
	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Bejuco gagapacho
Convolvulacea		
	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Camotillo
	<i>Ipomoea batatoides</i> Choisy	Camote
	<i>Ipomoea dumosa</i> (Benth.) L.O. Williams	Chonegue
	<i>Ipomoea phillomega</i> (Vell.) House	Ashmole
Curcubitacea		
	<i>Melotria pendula</i> L.	Pandillita
	<i>Mormordica charantia</i> L.	Cundeamor
	<i>Psiguria triphilla</i> (MiQ.) C. Jeffrey	Bejuco
Passifloraceae		
	<i>Passiflora cookii</i> Killip	Pasiflora
Ranunculaceae		
	<i>Clematis dioica</i> L.	Barba de viejo
Vitaceae		
	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb & Bonp	Sanalotodo

Las plantas fueron determinadas, por comparación con las plantas del herbario de La Estación de Biología Tropical de " Los Tuxtlas" y con la ayuda del técnico responsable del herbario mencionado.

## 6. 2. 2 Prueba de planta más palatable

Se realizó una prueba piloto que consistió en ofrecer a 60 crías de iguana la misma cantidad de plantas anotadas en el cuadro 2. Las crías de iguana estaban confinadas en una sola jaula. La planta que consumieron en primer lugar fue el chonegue o *Ipomoea dumosa*, por lo que se escogió como planta control.

### 6.2.3 Pruebas de palatabilidad

Las pruebas de palatabilidad, se realizaron en forma individual en iguanas que no se alimentaron durante dos días. La prueba se repitió con la misma planta en 5 iguanas. En cada jaula se colocaron dos plantas, una la planta a probar y otra la del control que fue el chonegue o *Ipomoea dumosa*. En total fueron 12 plantas a probar. En cada jaula se colocó una iguana, la planta a probar y la planta testigo. Se utilizaron 5 iguanas diferentes para probar una planta. Se utilizaron 60 iguanas diferentes. La cantidad de cada planta ofrecida a las iguanitas fue de 26cm<sup>2</sup>, la mitad del promedio de consumo.

El índice de palatabilidad (IP) según Cates y Orians, 1975, se calculó como sigue:

$$I. P. = \frac{\text{Log de la cantidad total de la planta de prueba}}{\text{Log de la cantidad total de la planta control}}$$

Donde 1 indica igual preferencia de la prueba y el control

> 1 indica que alguna planta de prueba fue consumida más que el control.

< 1 indica que el control fue preferido sobre las plantas que se probaron.

### 6.3 Análisis químico proximal

Se recolectó aproximadamente un kilogramo en fresco de cada planta ofrecida a las crías de iguana. La recolecta se realizó en la zona de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, y se trasladaron en fresco inmediatamente a la ciudad de México para su análisis químico en laboratorio. A cada una de las hojas de las plantas probadas se les realizó análisis bromatológicos obteniendo el análisis químico proximal, con los siguientes parámetros: materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo (grasas), cenizas, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), total del nitrógeno digestible T.N.D, Energía digestible E. D., Energía metabolizable E. M. El análisis se realizó siguiendo el método de análisis químico proximal de la A.O.A.C. (Kenneth, 1990). En éste análisis de alimentos se dividen seis fracciones; humedad cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta y extractivos libres de nitrógeno.

El contenido en humedad se determinó a partir de la pérdida de peso que experimentó una cantidad conocida de alimento, por desecación a 100 °C hasta peso constante. El contenido en cenizas se determinó por ignición a 550 °C de una cantidad conocida de alimento, hasta que todo el carbono fuera eliminado.

El residuo constituye las cenizas que se consideran representativas del componente inorgánico pero pueden incluir componentes de origen orgánico como azufre y fósforo de las proteínas. El contenido de proteína bruta (P. B.), se calculó a partir de la cantidad de nitrógeno determinada de los alimentos. Se realizó una digestión con ácido sulfúrico con lo que todo el nitrógeno presente se convierte en amoníaco excepto el que se encuentra en forma de nitratos y nitritos. El amoníaco se liberó al añadir hidróxido sódico al producto de la digestión, se destila y se recoge en una solución normalizada de ácido, determinándose la cantidad

recogida por volumetría. Se considera que todo el nitrógeno es de origen proteínico y que las proteínas tienen el 16 % del nitrógeno de modo que multiplicando por 100/16 se obtiene la cantidad aproximada de proteína existente en el alimento. Puesto que siguiendo éste método se determinó también el nitrógeno no proteico la cantidad obtenida no corresponde a la proteína verdadera por lo que recibe el nombre de proteína bruta (P. B.).

La fracción correspondiente al extracto etéreo (E. E.) se determinó sometiendo una muestra del alimento a una extracción con éter de petróleo durante un período de tiempo determinado. El residuo que queda tras la evaporación del solvente, constituye el extracto etéreo. Además de lípidos incluye ceras, ácidos orgánicos, alcoholes y pigmentos.

Los carbohidratos de los alimentos se encuentran en dos fracciones llamadas fibra bruta (F. B.) y extractivos libres de nitrógeno (E. L. N.). La primera se determinó sometiendo el residuo procedente de la extracción con éter a ebullición con ácido y un álcali de concentraciones definidas. El residuo orgánico representa la fibra bruta.

La fracción denominada extractivos libres de nitrógeno (E. L. N.) se obtiene restando a 1.000 la suma de las cantidades correspondientes a la humedad, cenizas proteína bruta, extracto etéreo y fibra bruta (expresada en g/Kg). La fracción fibra bruta incluye la celulosa, lignina y hemicelulosa. Para analizar el contenido de lignina se siguió el método de Van Soest (fibra neutro detergente), que consiste en poner en ebullición al vegetal con soluciones neutras de sulfato laurel sódico y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), se extrae el componente que se diluye y el residuo que queda es lignina, celulosa y hemicelulosa.

La fracción correspondiente a los extractivos libres de nitrógeno (E. L. N.) esta formada por una mezcla de todos los componentes no determinados en las otras fracciones. El total de nutrientes digestibles T.N.D. se calculó a partir de los resultados obtenidos de la proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, extractivos libres de nitrógeno, el porcentaje obtenido se suma y se multiplica por 2.25 para obtener una medida en porcentajes. Por convención se calculó la energía digestible E .D. considerando el 100%T. N. D que corresponde a 4409Kcal de E. D, y la energía metabolizable EM considerando que el 100% T. N. D. corresponde a 2896.75 Kcal.EM.

#### **6.4 Determinación de la presencia de los principales grupos de metabolitos secundarios**

Los análisis preliminares o de sondeo de los metabolitos secundarios permiten obtener información general sobre el perfil químico de los tejidos vegetales. Éstos análisis representan el primer paso en la búsqueda de compuestos secundarios, por lo que a partir de los resultados obtenidos se pueden aislar e identificar compuestos involucrados. En éste trabajo, el análisis fitoquímico preliminar se realizó con el propósito de detectar la presencia o ausencia de los principales grupos de compuestos secundarios y tratar de correlacionar con las preferencias alimentarias observadas en los experimentos de palatabilidad. Los análisis efectuados son meramente cualitativos. Esta determinación se realizó de acuerdo a Farnsworth (1966). Aunque existen una gran diversidad de compuestos secundarios, el análisis se limitó a sondear aquellos compuestos que se

encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal: terpenos, flavonoides, glucósidos y alcaloides.

#### **6.4.1 Obtención de extractos, hexánico, metanólico y extracto acetónico**

De cada una de las especies recolectadas se procedió a secar el material y a obtener extractos de polaridad creciente (hexano, metabólico y acetato de etilo) de cada una de las muestras. La extracción se realizó por maceración 3 veces durante 24 horas para cada uno de los disolventes. Al término de cada extracción se procedió a eliminar el disolvente con un rotavapor a presión reducida. Finalmente los extractos se dejaron secar hasta la determinación de presencia de los grupos de metabolitos secundarios.

La obtención de extractos se realizó utilizando el aparato de Soxhlet. El proceso se repitió para cada uno de los disolventes hexano, metanol y acetona. Este sistema funciona con continua extracción de un sólido por un disolvente caliente. El material a trabajar (hojas secas pulverizadas) se colocaron en un dedal poroso (formado de papel filtro) que se colocó en el interior del tubo del aparato de Soxhlet. A la parte inferior del aparato se adaptó un matraz de fondo redondo, del tamaño apropiado para contener el disolvente. Este matraz se colocó en un baño de vapor con objeto de que el disolvente ebulle suavemente. El disolvente condensado cae dentro del cartucho de papel filtro llenándolo lentamente. Cuando el disolvente alcanzó el tope del sifón lateral, el líquido cae al matraz llevando en solución las sustancias extraídas. El proceso se repite automáticamente hasta obtener la extracción completa.

Una vez obtenido el extracto en solución se eliminó el disolvente con ayuda del rotavapor. Este es un aparato en el que evaporación del disolvente se hace a presión reducida. El matraz que contiene el extracto disuelto en el disolvente se conecta al refrigerante del aparato y se calienta a temperatura apropiada a baño de vapor, girando durante la evaporación. Esto aseguró la regulación de la ebullición.

## **6.5 Análisis de los extractos**

Para la determinación de la presencia de los grupos de metabolitos secundarios se preparan 5mg/ml de cada extracto y se redisolvió en el disolvente (hexano, acetato de etilo o acetónico y metanol) en el que fue extraída la muestra. Las pruebas realizadas se basan en una presencia de color más que un cambio del mismo, así como en un precipitado para la prueba de alcaloides.

### **6.5.1 Terpenos-esteroides**

La prueba de Lieberman-Burchard (anexo 2) indica que los colores dados por la prueba guardan relación con el tipo de compuestos presentes, ya sea terpénico o esferoidal. Esta característica depende de una serie de condiciones como el tiempo transcurrido entre el inicio de la prueba y la lectura del resultado o la presencia de sustancias interferentes como xantofilas y carotenos (Fransworth, 1966) que la hacen incierta. A esto podemos agregar que los ésteres de los esteroides dan reacciones más intensas que los alcoholes correspondientes, y que en el caso contrario se presenta en los terpenos pentacíclicos, de manera que una mayor intensidad de reacción no necesariamente indica mayor concentración de terpenos y/o esteroides. Lo que podemos decir con certeza es que una reacción positiva indica la presencia de esteroides con ciertas características estructurales

como son: dos enlaces conjugados en el anillo B, o un metileno en el C<sub>7</sub> que sea susceptible de oxidación o deshidratación, o bien, triterpenos pentacíclicos con un metileno en el C<sub>11</sub>.

A 1 ml de las soluciones patrón de los extractos de hexano de acetato de etilo y metanol, llevadas a sequedad y redisueltas en cloroformo se les agregó 1 ml del reactivo de Lieberman-Burchard. La prueba es positiva si la solución vira a azul-verdoso, rosa, rojo o violeta.

### **6.5.2 Flavonoides**

Aún cuando existen reacciones específicas para grupos especiales de flavonoides, en estudios preliminares y exploratorios, como el presente trabajo es preferible utilizar una prueba general como la de Shinoda o Willstätter (Anexo 2), con la cual se detecta cualquier compuesto que contenga el núcleo  $\gamma$ -benzopirona (Fransworth, 1966). La presencia de flavonoides se determinó mediante la prueba de Shinoda.

### **6.5.3 Glucósidos**

Se han descrito varios métodos para determinar la presencia de glucósidos; la mayoría detectan el enlace hemiacetálico, que los caracteriza, muchos requieren acción enzimática y otros revelan la presencia de la aglicona de los mismos. Se utilizó la reacción de Molisch (Anexo 2), para detectar la existencia de enlaces hemiacetálicos.

### **6.5.3 Alcaloides**

Martello y Fransworth (1962) encontraron que el reactivo de Dragendorff (Anexo 2), y el ácido siclicotúngstico dan reacciones positivas con concentraciones

promedio de 0.01% de alcaloides. La presencia de alcaloides se determinó mediante las reacciones de Dragendorff y el ácido silicotúngstico. Para ambos casos se tomó 1 ml de cada una de las soluciones. Las del extracto del acetato de etilo se evaporaron a sequedad y se redisolviaron en 1 ml de metanol, las del extracto metanólico se emplearon directamente por estar disueltas en metanol. Se agregó a todas una gota de ácido clorhídrico concentrado y dos gotas del reactivo correspondiente. La prueba es positiva si forma un precipitado de color naranja-marrón con el reactivo de Dragendorff y amarillo paja con el ácido silicotúngstico.

## **6.6 Análisis estadístico**

Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar el peso de las crías de iguana.

Se aplicó la prueba de t a las cantidades de plantas consumidas en la prueba de palatabilidad.

Para evaluar las diferencias significativas entre los componentes químicos de las plantas preferidas y las plantas no preferidas por las crías de iguana se aplicó la prueba estadística de Mann-Whitney. Para conocer la correlación entre la palatabilidad y los componentes químicos se aplicó la prueba de Spearman. Todas las pruebas se hicieron en STATISTICA y SPSS.

## 7. RESULTADOS

Las crías de iguana nacieron entre los 89 y 90 días de incubación de los huevos. El porcentaje de eclosión fue del 91.9 %. De las 172 iguanas nacidas se utilizaron 60 iguanitas para realizar los experimentos.

Se entrevistó un total de 25 personas entre los 16 y los 50 años de edad para recabar la información de los hábitos alimentarios de las crías de iguana: 5 de Jicacal; 10 de la Laguna, y 10 de Balzapote. Se escogieron todas las plantas mencionadas durante las entrevistas.

### 7.1 Pruebas de Palatabilidad

El índice de palatabilidad indicó que *Ipomoea batatas* e *Ipomoea batatoides* fueron igualmente palatables que la planta control *Ipomoea dumosa*. El índice de palatabilidad indicó que *Ipomoea philomega*, *Mormodica charantia*, *Vittis tiliifolia* y *Melanpodium divaricatum* fueron menos palatables que la planta control. Las plantas *Mikania micrantha*, *Melotria pendula*, *Psiguria triphilla*, *Pasiflora cookii* y *Clematis dioica* ofrecidas a las crías de iguana no fueron consumidas (cuadro 3).

Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis al peso de las crías de iguana control (las que consumieron (*Ipomoea dumosa*) y peso de las crías de iguana que consumieron las plantas palatables no hubo diferencias significativas ( $p = 0.210$ ).

Al aplicar la prueba de t entre la cantidad de consumo de la planta control *Ipomea dumosa* y la cantidad de consumo de las plantas a probar (cuadro 4), nos indicó que el consumo de *Melanpodium divaricatum* es diferente

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

significativamente con un valor de p de 0.004360, el consumo de *Mormordica charantia* es diferente con un valor de p de 0.00091, y el consumo de *Vittis tiliifolia* es diferente con un valor de p de .004360.

**Cuadro 3. Índice de palatabilidad (I. P) obtenido para las diferentes plantas probadas.**

N=5	Con	Ipomoea	Ipomoea	Ipomoea	Mormordica	Vittis	Melanpodium	Melotria	Mikania	Psiguria	Pasiflora	Clematis
Peso promedio	trol	batatas	batatoides	phillomega	charantia	tiliifolia	divaricatum	pendula	micanthra	triphilla	cookii	dioica
de las crías	<i>lpo</i>											
13.38	<i>moe</i>											
	<i>a</i>											
	<i>dum</i>											
	<i>osa</i>											
	1	1	1	0.9818	0.7181	0.6524	0.3371	0	0	0	0	0
	1	1	1	0.0529	0.7005	0.6304	0.2812	0	0	0	0	0
	1	1	1	0.9741	0.3215	0.6126	0.2812	0	0	0	0	0
	1	1	1	0.9805	0.0354	0.6532	0.4616	0	0	0	0	0
	1	1	1	0.9491	0.7234	0.6495	0.2812	0	0	0	0	0
Promedio	1	1	1	0.7870	0.4997	0.6396	0.3286	0	0	0	0	0

**Cuadro 4. En donde se muestran el índice de palatabilidad de las plantas probadas en las crías de iguana. El asterisco indica diferencias significativas (\*).**

Especie probada	Promedio de consumo (cm <sup>2</sup> )	Índice de Palatabilidad	P
<i>Ipomoea batatas</i>	26	1	—
<i>Ipomoea batatoides</i>	26	1	—
<i>Ipomoea dumosa</i>	26	1	—
<i>Ipomoea phillomega</i>	24.24	0.97851	.65731
<i>Mormordica charantia</i>	9.9	0.7036	.000091*
<i>Vittis tiliifolia</i>	8.046	0.6399970	.004*
<i>Melanpodium divaricatum</i>	3	0.337196	.004360*
<i>Melotria pendula</i>	0	0	—
<i>Mikania micrantha</i>	0	0	—
<i>Psiguria triphilla</i>	0	0	—
<i>Passiflora cookii</i>	0	0	—
<i>Clematis dioica</i>	0	0	—

Se aplicó la prueba de t a la cantidad de consumo de las plantas que se utilizaron en las pruebas de palatabilidad. Las plantas cuyo consumo resultaron con diferencias significativas fueron: *Melanpodium divaricatum*, *Mormordica charantia* y *Vittis tiliifolia*. Las plantas que fueron consumidas en mayor cantidad se consideraron preferidas y fueron: *Ipomoea batatas*, *Ipomoea batatoides*, *Ipomoea dumosa* y *Ipomoea Phillomega*. Las plantas que presentaron un consumo menor se consideraron no preferidas y fueron: *Melotria pendula*, *Mikania micrantha*, *Psiguria triphilla*, *Passiflora cookii* y *Clematis dioica*. Las plantas que no se consumieron se consideraron no preferidas.

En el cuadro 5 se muestran los resultados del análisis químico proximal de las plantas probadas por las crías de iguana y en base a los criterios antes mencionados se ordenan en preferidas y no preferidas, cabe hacer notar que las plantas preferidas todas son del género *Ipomoea*.

Como se observa en el cuadro 5, con respecto a los nutrientes contenidos en las hojas de las plantas analizadas, la planta con mayor contenido de humedad, fue *Ipomoea phillomega* con el 89.8%, planta que fue preferida, la planta con mayor contenido de materia seca fue *Passiflora cookii* 24.99%, planta que no fue preferida, la planta con mayor contenido de proteína cruda corresponde a *Ipomoea phillomega* con el 26.8%, que fue preferida; la planta con el mayor contenido de el extracto etéreo que es una medida de los lípidos, ceras, ácidos orgánicos, alcoholes y pigmentos, corresponde a *Ipomoea dumosa* con el 12.97% que fue la planta control; la planta con el mayor contenido de cenizas que es una medida del componente inorgánico como los minerales, corresponde a *Psiguria triphilla*, con 24.15% que no fue preferida; la planta con el mayor contenido de fibra cruda que es una medida de celulosa, hemicelulosa y lignina corresponde a *Passiflora cookii*, con el 29.55% que no fue preferida; *Vittis tiliifolia* presenta el contenido más alto de lignina y *Mormordica charantia* el contenido más bajo, las dos especies no son preferidas, la planta con el mayor contenido de extractivos libres de nitrógeno, que es una medida de los carbohidratos no estructurales, corresponde a *Ipomoea batatoides* con 50.81, que fue preferida; la planta con el mayor contenido de T.N.D. total de nutrientes digestibles, corresponde a *Ipomoea dumosa* con el 81.63%, fue preferida; la planta con el mayor contenido de energía digestible E.D. corresponde a *Ipomoea dumosa* con 842.18 kcal/kg que fue planta preferida. La tasa o proporción proteína entre fibra, se obtuvo dividiendo el porcentaje de proteína entre el porcentaje de fibra (cuadro 4), ésta tasa se muestra en el cuadro 11, donde se observa que la planta con mayor tasa de proteína entre la fibra cruda fue *Ipomoea*

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

*dumosa* (planta testigo) y la planta con menor tasa fue *Passiflora cookii*, no preferida.

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

## 7.2 Análisis químico

Cuadro 5. Resultados del análisis químico proximal de las plantas probadas, en donde la proteína cruda evalúa el contenido de proteína; el extracto etéreo el contenido de lípidos y ceras, ácidos orgánicos, alcoholes y pigmentos. Las cenizas representan el componente inorgánico mineral principalmente. Los extractivos libres de nitrógeno representan carbohidratos digestibles. La fibra bruta representa a la hemicelulosa, celulosa y lignina. Total de nutrimentos digestibles (T.N.D.), energía digestible (E.D.), energía metabolizable (E. M.).

ESPECIE	Análisis químico proximal Con base Materia seca										
	Materia seca	Humedad %	Proteína cruda en %	Extracto etéreo %	Cenizas %	Fibra bruta %	Lignina %	Extrac. libre de nitrógeno en %	T.N.D.	E.D.kcal/kg.	E.M:Kcal/KG.
<b>No preferidas</b>											
<i>Melanopodium divaricatum</i>	14.66	85.34	18.5	8.14	10.78	14.42	7.16	48.17	73.64	3248	2663.73
<i>Mormordica charantia</i>	16.09	83.91	21.08	2.95	13.17	17.28	2.8	45.52	64.56	2846.58	2333.95
<i>Vittis tiliifolia</i>	20.02	79.98	16.38	6.88	12.82	13.29	10.40	50.63	70.83	3123.07	2560.65
<i>Mikania micrantha</i>	10.35	89.65	19.42	8.52	12.16	12.17	7.17	47.73	73.7	3249.35	2664.19
<i>Melotria pendula</i>	15.04	84.96	18.46	6.09	14.54	15.77	6.9	42.13	65.64	2895.29	2373.87
<i>Psiguria triphilla</i>	14.58	85.42	21.02	-	24.15	-	9.0	-	-	-	-
<i>Passiflora cookii</i>	24.99	75.05	13.11	6	7.24	29.55	7.59	44.11	76.44	3370.35	2763.4
<i>Clematis dioica</i>	12.75	87.25	19.68	8.26	15.19	13.01	5.24	43.86	70.89	3125.64	2562,76
<b>Mediana</b>	14.85	85.15	18.96	7.13	12.995	21.28	7.165	43.985	73.665	3247.995	2363.08
<b>Preferidas</b>											
<i>Ipomoea batatas</i>	15.83	84.17	21.92	3.26	9.3	14.49	6.82	51.03	68.56	3022.74	2478.38
<i>Ipomoea batatoides</i>	18.74	81.26	19.81	6.66	8.6	14.12	5.19	50.81	73.51	3241.22	2657.52
<i>Ipomoea dumosa</i>	12.28	87.72	25.78	12.97	8.44	14.35	5.19	38.46	81.63	3598.86	2950.76
<i>Ipomoea phillomega</i>	10.2	89.8	26.8	3.9	10.72	19.59	-	38.99	67.03	2955.45	2423.21
<b>Mediana</b>	14.055	85.945	23.85	5.28	8.95	14.42	5.19	44.9	71.035	3131.98	2567.95

**Cuadro 6. Tasa proteína entre fibra para las diferentes plantas analizadas.**

Especie	Tasa Proteína/Fibra cruda
<b>No preferidas</b>	
<i>Mikania micrantha</i>	1.5957
<i>Melotria pendula</i>	1.1705
<i>Psiguria triphilla</i>	—
<i>Pasiflora cookii</i>	.04436
<i>Clematis dioica</i>	1.5127
<i>Melanpodium divaricatum</i>	1.2829
<i>Mormordica charantia</i>	1.2199
<i>Vittis tiliifolia</i>	1.2325
Mediana	1.2325
<b>Preferidas</b>	
<i>Ipomoea batatas</i>	1.5127
<i>Ipomoea batatoides</i>	1.4029
<i>Ipomoea dumosa</i>	1.7965
<i>Ipomoea phillomega</i>	1.3680
Mediana	1.478

Se realizó la prueba de Mann-Whitney para comparar las medianas de los valores químicos (Análisis químico proximal, lignina y tasa proteína entre fibra), de las plantas preferidas y no preferidas (Cuadros 5, 6 y 7), lo cual nos indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de la proteína cruda con un valor  $p$  de 0.016162 y de las cenizas con un valor  $p$  de 0.048485.

Se aplicó la prueba de correlación de Spearman entre el índice de palatabilidad y los atributos químicos de cada una de las plantas y se demostró que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre el índice de palatabilidad y la tasa proteína / fibra y una relación negativa entre el índice de palatabilidad y cenizas.

**Cuadro 7. Resultado del análisis estadístico al aplicar la prueba de Mann-Whitney entre plantas preferidas y no preferidas con base a sus atributos químicos.**

	p
Materia seca	0.569697
Humedad	0.569697
Proteína cruda	0.016162
Extracto etéreo	0.569697
Cenizas	0.048485
Fibra cruda	1.066667
Extractivos libres de nitrógeno	0.808081
TND	0.933333
ED	0.682828
EM	0.682828
Lignina	0.101691
Tasa proteína entre fibra	0.107396

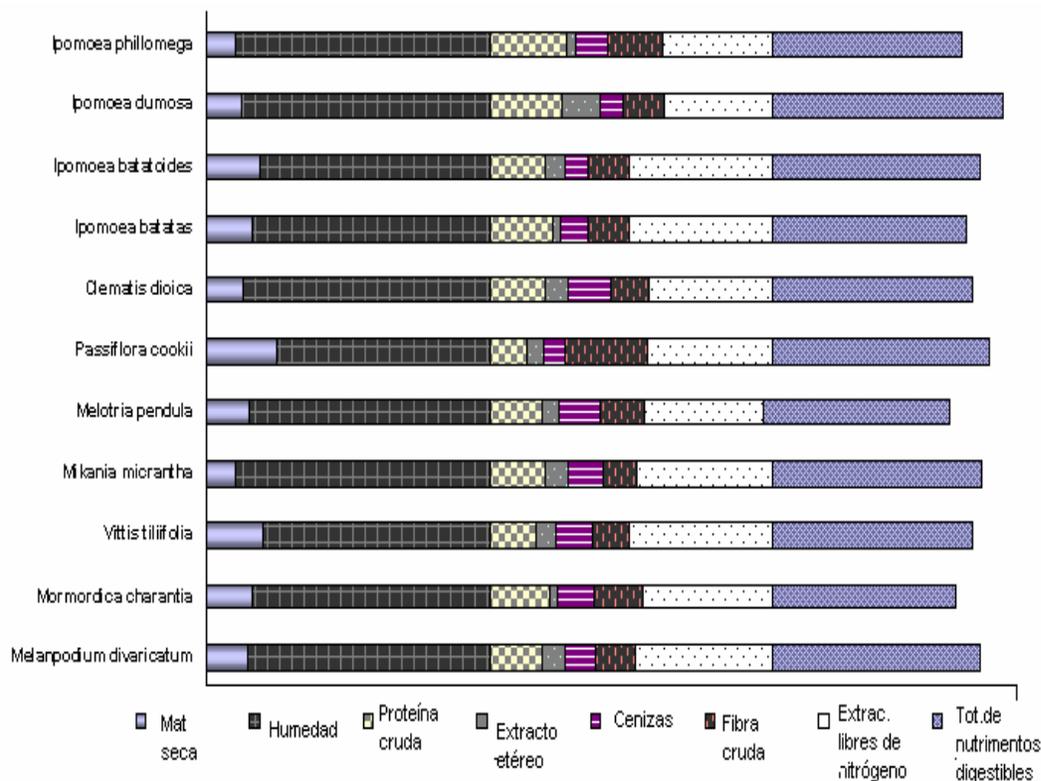


Figura 5. Porcentajes del análisis químico proximal (excepto energía digestible, y energía metabolizable) de las plantas probadas.

**Cuadro 8. Resultado del análisis estadístico al aplicar la prueba de correlación de Spearman entre índice de palatabilidad y sus atributos químicos.**

	p
Índice de palatabilidad y tasa de proteína/fibra cruda	0.025399
Índice de palatabilidad y proteína cruda	0.160522
Índice de palatabilidad y extracto etéreo	- 0.812407
Índice de palatabilidad y cenizas	- 0.025399
Índice de palatabilidad y fibra cruda	1
Índice de palatabilidad y extractos libres de nitrógeno	0.812407
Índice de palatabilidad y total de nutrimentos digestibles	0.812407
Índice de palatabilidad y lignina	- 0.286336

El cuadro 8 nos indica que al aplicar la prueba de Spearman entre el índice de palatabilidad y los atributos químicos hubo una correlación positiva entre el índice de palatabilidad y la tasa proteína / fibra con un  $p = 0.025399$ , lo cual quiere decir que las iguanas prefieren un alimento con mucha proteína y poca fibra. La correlación negativa entre el índice de palatabilidad y cenizas, quiere decir que las iguanas prefieren alimentos con poca cenizas que puede ser algún mineral.

### 7.3 Análisis de metabolitos secundarios

**Cuadro 9. Análisis fitoquímico de metabolitos secundarios del extracto hexánico, –Negativo = 0, +Ligeramente positivo =1 ,++Positivo = 2, +++ Altamente positivo = 3.**

Especies	Terpenos	Flavonoides	Glucósidos	Alcaloides
<b>Preferidas</b>				
<i>Ipomoea batatas</i>	3	2	0	0
<i>Ipomoea batatoides</i>	1	0	0	0
<i>Ipomoea dumosa</i>	0	0	0	0
<i>Ipomoea phillomega</i>	0	0	1	0
<b>No Preferidas</b>				
<i>Melanpodium divaricatum</i>	3	1	1	0
<i>Mormordica charantia</i>				
<i>Vitis tiliifolia</i>	0	1	0	0
<i>Mikania micrantha</i>	1	1	1	0
<i>Melotria pendula</i>	0	0	0	0
<i>Psiguria triphilla</i>	1	1	0	0
<i>Passiflora cookii</i>	0	0	0	0
<i>Clematis dioica</i>	0	0	0	0

En el cuadro 9 se muestran los resultados correspondientes de la presencia de terpenos, flavonoides, glucósidos y alcaloides en el extracto hexánico, cabe hacer notar que ninguna planta dio resultados positivos para los alcaloides y que las plantas *Ipomoea dumosa*, (que es la planta control y palatable), *Melotria pendula*, *Passiflora cookii* y *Clematis dioica* (son plantas no preferidas) resultaron negativas para todos los metabolitos secundarios del extracto hexánico. La prueba de Mann-Whitney nos indica que no existen diferencias significativas entre todas las plantas respecto a la presencia de metabolitos secundarios del extracto hexánico.

**Cuadro 10. Análisis fitoquímico de metabolitos secundarios del extracto metanólico.**

– Negativo = 0, +Ligeramente positivo = 1, ++Positivo = 2, +++ Altamente positivo = 3.

Especie	Terpenos	Flavonoides	Glucósidos	Alcaloides
<b>Preferidas</b>				
<i>Ipomoea batatas</i>	1	1	2	0
<i>Ipomoea batatoides</i>	0	1	1	0
<i>Ipomoea dumosa</i>	0	0	0	0
<i>Ipomoea phillomega</i>	2	2	2	0
<b>No preferidas</b>				
<i>Melanpodium divaricatum</i>	3	1	1	1
<i>Mormordica charantia</i>	1	2	2	0
<i>Vittis tiliifolia</i>	1	0	2	0
<i>Melotria pendula</i>	1	1	2	0
<i>Mikania micrantha</i>	2	1	1	1
<i>Psiguria triphilla</i>	1	0	3	0
<i>Pasiflora cookii</i>	1	2	2	0
<i>Clematis dioica</i>	1	0	2	1

En el cuadro 10 se muestran los resultados de la presencia de terpenos flavonoides, glucósidos y alcaloides, en el extracto metanólico, la planta control (*Ipomoea dumosa* que es la planta control y preferida), no resulto positiva para ninguno de los metabolitos secundarios del extracto metanólico, *Melanpodium divaricatum* y *Mikania micrantha* (plantas no preferida) fueron positivas para alcaloides. Los análisis de las plantas restantes dieron resultados desde

ligeramente positivos hasta altamente positivos, para terpenos flavonoides y glucósidos. La prueba de Mann-Whitney nos indicó que no existen diferencias significativas entre todas las plantas respecto a la presencia de metabolitos secundarios del extracto metanólico.

**Cuadro 11. Se muestran los resultados del análisis fitoquímico de metabolitos secundarios del extracto acetónico. – Negativo = 0, +Ligeramente positivo = 1, ++Positivo = 2, +++ Altamente positivo = 3.**

Especie	Terpenos	Flavonoides	Glucósidos	Alcaloides
<b>Preferidas</b>				
<i>Ipomoea batatas</i>	0	0	1	0
<i>Ipomoea batatoides</i>	0	2	2	0
<i>Ipomoea dumosa</i>	0	0	0	0
<i>Ipomoea phillomega</i>	1	1	1	0
<b>No preferidas</b>				
<i>Melanpodium divaricatum</i>	0	0	0	1
<i>Mormordica charantia</i>	1	0	0	0
<i>Vittis tiliifolia</i>	1	1	0	0
<i>Mikania micrantha</i>	2	0	1	0
<i>Melotria pendula</i>	1	0	0	0
<i>Psiguria triphilla</i>	1	0	0	0
<i>Pasiflora cookii</i>	0	1	0	0
<i>Clematis dioica</i>	1	0	0	0

En el cuadro 11 se muestran los resultados de la presencia de terpenos flavonoides, glucósidos y alcaloides, en extracto acetónico, la planta control *Ipomoea dumosa*, no resultó positiva para ninguno de los metabolitos secundarios. Solo *Melanpodium divaricatum* resultó ligeramente positiva para alcaloides. El análisis de las plantas restantes dió resultados desde ligeramente positivos hasta

altamente positivos para terpenos, flavonoides y glucósidos. La prueba de Mann-Whitney nos indicó que no existen diferencias significativas entre todas las plantas respecto a la presencia de metabolitos secundarios. Tampoco existe una correlación entre la palatabilidad y presencia de metabolitos secundarios para ninguno de los metabolitos de los diferentes extractos.

Al parecer las crías de iguana están prefiriendo las especies del género *Ipomoea* sobre el resto de las especies experimentales. Las iguanas están prefiriendo las especies de plantas con significativamente mayor contenido de proteínas ( $p < 0.05$ ), al de las especies no preferidas. Asimismo, las plantas del género *Ipomoea* presentan significativamente un menor contenido de cenizas ( $p < 0.05$ ), que las especies no preferidas. Ninguna de las plantas del género *Ipomoea* presentó alcaloides e inclusive *Ipomoea dumosa* no registró ningún tipo de metabolito secundario.

## 8. DISCUSIÓN

En éste trabajo se analizó el factor calidad del alimento para determinar las preferencias alimentarias de las crías de *Iguana iguana*. Se contrastaron los resultados con las diferentes teorías de forrajeo propuestas para los organismos herbívoros. La primera teoría plantea la maximización de la ingesta de un nutriente, energía o proteínas, limitado por algún compuesto como las toxinas, algún elemento esencial o sustancias que dificultan la digestión (Belovsky, 1978, 1981, 1984; Stephen y Krebs, 1986). La segunda teoría planteada, es la del equilibrio nutricional, en la que se propone que la dieta de un herbívoro generalista no es un alimento en sí, sino un conjunto de alimentos o raciones en donde se evitan niveles peligrosos de compuestos tóxicos (Westoby, 1974, 1978). Finalmente teoría propuesta por Freeland y Janzeen (1974), se limita a suponer que la selección de la dieta por los organismos herbívoros está restringida por los metabolitos secundarios.

Parece ser que la teoría que más se acerca a explicar los resultados obtenidos, es la teoría de la maximización de la ingesta de un nutriente, en éste caso proteínas, pero limitada por la cantidad de cenizas, ya que las crías de iguana prefieren entre una planta y otra, a las plantas que contienen un mayor porcentaje de proteína. También prefieren a las plantas que contienen un menor porcentaje de cenizas.

Las iguanitas prefieren alimentos con alto contenido en proteína y bajo contenido en fibra, es decir alta tasa proteína/fibra, el mono araña también prefiere éstos alimentos (Milton 1969).

Nuestros resultados no coinciden con los resultados a los que llegaron Dearing y Schall (1992) con la lagartija de Donaire *Cnemidophorus murinos* en la que

propone que ésta lagartija sigue el modelo de una dieta equilibrada propuesta por Westoby (1974,1978). A diferencia de *Iguana iguana*, *C. murinus* no tiene ninguna preferencia por algún alimento que contenga mayor cantidad de proteína o algún otro atributo alimenticio. El experimento coincide con los resultados a los que llegó Troyer (1982, 1984a) respecto a que las crías de *Iguana iguana* consumen plantas con mayor contenido de proteína digestible.

La preferencia por las plantas con mayor contenido de proteína se puede explicar por los hábitos alimentarios herbívoros de las iguanas. Las plantas son alimentos que no contienen las mismas cantidades de proteínas que un alimento animal, lo que al transformar el tejido vegetal a tejido animal, se requiere mayor energía. Las crías de iguana al preferir plantas con mayor contenido de proteínas ahorran gasto de energía ya que, las iguanas en crecimiento requieren de proteínas para formar nuevos tejidos.

Las cenizas son los componentes que quedan después de quemar la materia orgánica de los alimentos y se puede componer de minerales y de carbonato de origen orgánico. La preferencia por algún alimento se ha relacionado con las deficiencias de elementos más que con evitar algún elemento contenido en las cenizas. El análisis de cenizas desgraciadamente no nos indica que elementos contienen las plantas. En los resultados de éste trabajo se muestra que las plantas preferidas contienen menos cenizas que las plantas no preferidas. Podría ser un indicio de que algún elemento químico influyó en la preferencia alimentaria.

La lignina se considera un compuesto inhibidor de la digestión por tener fuertes enlaces químicos con la mayoría de los polisacáridos vegetales, así como con las proteínas de la pared celular, que impiden la digestión de estos productos. La

incrustación física de las fibras vegetales en la lignina impiden que las enzimas actúen en las proteínas y polisacáridos (McDonald, 1995). Los resultados de este trabajo indican que no existe una influencia del porcentaje de lignina en la preferencia alimentaria de las crías de iguana. Éste fenómeno se puede explicar debido al proceso de litofagia que presentan (Sokol, 1971), por la presencia de nemátodos simbiotes (Nagy, 1977), las piedras contribuyen físicamente a romper las fibras vegetales lo cual hace que la lignina no sea un impedimento para que las enzimas de los microbios simbiotes tengan acceso a los productos vegetales y así ser aprovechados por las iguanas. Éstos resultados no coinciden con las observaciones hechas en los trabajos realizados con *Colobus satanas* (colobo negro), (Mckey, 1981) y *Gorilla gorilla* (Calvert, 1985), los cuales muestran que estos primates seleccionan su alimento en función del bajo contenido de lignina.

Las iguanas tienen válvulas en el sistema digestivo para mantener el alimento y fermentarlo. La degradación de la lignina es causada por bacterias. Cobos (comunicación personal) demostró que las bacterias son las importantes para degradar a los carbohidratos compuestos. Los nemátodos que presentan las iguanas sirven para sostener a las bacterias aumentando la superficie de contacto con el alimento.

El hecho de que la tasa proteína/fibra tenga influencia en las preferencias alimentarias y la lignina no, se puede explicar por la presencia de otros compuestos en la fibra como son la celulosa y hemicelulosa además de la lignina o que en realidad lo que influye es la combinación de la proteína entre la fibra.

El hecho de que la iguana presente adaptaciones a la herbivoría (McBee y McBee, 1982), también explicaría el por qué, no existe una influencia en las preferencias alimentarias de las crías de iguana, de los alimentos que contengan metabolitos secundarios, ya que la flora intestinal ayuda a destoxificar dichas sustancias (McDonald, 1995; Crawley, 1983).

## **9. CONCLUSIONES.**

Las crías de iguana prefieren a las plantas, *Ipomoea phillomega*, *Ipomoea batatas*, *Ipomoea batatoides* e *Ipomoea dumosa*, que son plantas silvestres de la región de “Los Tuxtlas”. En la alimentación de las crías de iguana al escoger entre una planta y otra, influye el alto contenido proteína y el bajo contenido de cenizas. Los compuestos secundarios no influyeron al escoger entre una planta y otra. Inferimos que nuestros resultados en el caso de la alimentación en las crías de iguanas se apegan a la hipótesis de que la dieta de *I. iguana* es la de un herbívoro generalista que selecciona los alimentos para maximizar la ingesta de un nutriente, en éste caso proteínas, pero es influenciada por el contenido de cenizas y tasa proteína / fibra

## LITERATURA CITADA.

- Ayala M. M .C. 1984. Alimentación de *Iguana iguana* y *Ctenosaura similis* en los alrededores del Parque Nacional "Walter Thilo Deinger". Tesis de licenciatura. Universidad del Salvador.
- Balasko, M. y M. Cabanac. 1998 Behavior of juvenile lizards (*Iguana iguana*) in a conflict between temperature regulation and palatable food. *Brain Behavior and Evolution* 52: 257-262
- Barton, R. A., y Whiten. A. 1994. Reducing complex diets to simple rules: food selection by olive baboons. *Behavior Ecology Sociobiology*. 35:283-293.
- Belovsky G. E. 1978. Diet optimization in a generalist herbivore; the moose. *Theoretical Population Biology* 14:105-34.
- Belovsky G. E. 1981. Food plant selection by a generalist herbivore: the moose. *Ecology* 62:120-30.
- Belovsky G. E. 1984. Herbivore optimal foraging: a comparative test of three models. *The American Naturalist*. 124:97-115.
- Bickoff, E. M. 1968. Oestrogenic constituents of forage plants. *Pasture end field crops*, Pp1-39. Review series1. Commonwealth Agricultural Bureau Hurley, Berkshire.
- Brattsen, L. B. 1979. Biochemical defense mechanisms in herbivores against allelochemicals.200-270 pp. In: Rosenthal, G. A. y D. H. Janzen (Eds.). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites* Academic Press. New York.

Burghardt, G. M.; Green, H. W. y A. S. Rand. 1977. Social behavior in hatchling green iguanas: life at a reptile rookery. *Science* 195:689-691.

Calvert, J. J. 1985. Food selection by western gorillas (*G. g. gorilla*) in relation to food chemistry. *Oecologia* 65:236-246.

Cates, R.G. y O. H. Orians 1975 Successional status and the palatability of plants to generalized herbivores. *Ecology* 56:410-418.

Chapman R. F. 1974. The chemical inhibition of feeding by phytophagus insects: a review. *Bulletin of Entomological Research*. 64; 339-3.

Chapman, R. F.; y W. M. Blaney, 1979. How animals perceive secondary compounds. 539-562pp. In: Rosenthal, G. A. y D. H., Janzen (Eds.). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites..* Academic Press. U. S. A.

Cooke, R. G. 1992. Preliminary observations on vertebrate food avoidance by the Precolombian Amerinds of Panama, with comments on the relevance of this behavior to archaeozoology and palaeoenvironmental reconstruction, en: *Archaeology and Environment in Latin America*. pp59-107. Editado por Omar Ortiz Troncoso y Thomas van der Hammen. Institutvoor Pre- en Protohistorische Archeologie Albert Egges van Giffen, Universiteit van Amsterdam.

Crawley, M. J. 1983. Herbivory. Dynamics of animal-plant interactions. Blackwell Scientific Publications, London. Pp 437.

Dearing M. D y J. J. Schall. 1992 Testing models of optimal diet assembly by the generalist herbivorous lizard *Cnemidophorus murinus*. *Ecology* 73(3). pp. 845-858.

- Edwards, P. J. y Wratten, S. D. 1980. *Ecology of insect plant interactions. Studies in Biology*. No. 121. Edward Arnold, Great Britain. Pp 60.
- Emlen, J. M. 1966. The role of time and energy in food preference. *The American Naturalist*. 100: 611-617.
- Emlen, J. M. 1968. Optimal choice in animals. *The American Naturalist*. 102:385-389.
- Feeny, P. 1976. Plant appearance and chemical defense. *Recent Advances in Phytochemistry* 10:1-40.
- Farnsworth, N. R. 1966. Biological and phytochemical screening and plants. *The Journal of Pharmacie Science*. 5(3):225-276.
- Freeland, W. J.; and Janzen, D. H. 1974. "Strategies in herbivory by mammals: the role of plant secondary compound. *The American Naturalist* 108:269-289.
- Ganzhorn, J. U. 1986. The influence plant chemistry on food selection by *Lemur catta* and *Lemur fulvus* Else, J G; Lee, P C ([Eds). *Primate ecology and conservation*. Cambridge University Press. 21-29 pp.
- García, E. 1973. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía 2. Universidad Nacional Autónoma de México pp. 5-207.
- González E., R. Dirzo y R. C. Vogt 1997 (Eds) *Historia Natural de Los Tuxtlas*. Eds. México UNAM-Inst. Biol.247pp.
- Hamilton, R. A. y G. Birute 1994. A preliminary study of food selection by orangutan in relation to plant quality primates. *Primates*. 35:225-263.

- Harbone, J. B. 1979. Flavonoid pigments. Pp 619-653. In: G. A. Rosenthal y D. H. Janzen (Eds.). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press. New York..
- Iverson, J. B. 1982. Colic modifications in iguanine lizard. *The Journal of Morphology*.152.
- Jacobson J. y D. G. Crosby 1971. (Eds.) *Naturally Occurring Insecticides*. Marcel Dekker. Inc., New York. 585 pp.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*. 61:65-71.
- Kar-Gupta K. y Kumar Ajith. 1994. Leaf chemistry and food selection by common langurs (*Presbytis entellus*) in Rajaji National Park, Uttar Pradesh, India. *International Journal of Primatology*. 15:75-93.
- Kenneth, H. 1990. Official methods of analysis of the association of Chemistry. Washington, D. C.
- Kool, K. M. 1992. Food selection by the silver leaf monkey, *Trachypithecus auratus sondaicus*, in relation to plant chemistry. *Oecologia*. 90:527-533.
- Krebs, J. R.; A. I. Houston y E. L. Charnov.1981. Some recent developments in optimal foraging. In: kamil A.C. y T. D. sergeant (Eds.) *Foraging Behavior* pp. 3-18. Garland STPM Press, New York.
- Mabry, T. J. y J. E. Gill. 1979. Sesquiterpene lactones and other terpenoids. In: Rosenthal, G. A., y D. H., Janzen (Eds). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press. U. S. A. pp 502-533.

McArthur, R. y E. R. Pianka 1966. On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*. 100:603-609.

McBee, R. H. y V. H. McBee 1982. The hindgut fermentation in the green iguana, *Iguana iguana*. Pp77-82. In; Burghardt, G. M. y A. S. Rand (Eds.). *Iguanas of the world: Their behavior, ecology and conservation*. Noyes Publications, Park.

Mc Donald, P., Edwards, R. A., J. F. D Greenhalgh, y C. A. Morgan. 1995. *Nutrición Animal*. 5a edición, Acribia, España. 576 pp.

McKey, D. B., J. S., Gartlan, P. G. Waterman y G. M. Choo, 1981. Food selection by black colobus monkeys (*Colobus satanas*) in relation to plant chemistry. *Biological Journal of the Linnean Society*. 16:115-146.

McNeill, S. y T. R. E. Southwood 1978. The role of nitrogen in the development of insect/plant relationships. In *Biochemical Aspects of Plant and Animal Coevolution* (Ed. J.B. Harbone). Pp. 77-98. Academic Press. London.

Manly, B. F. J. 1993. Comment on design and analysis of multiple-choice feeding-preference experiments. *Oecologia* 93:149-152.

Mattson, J. W. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 11:119-61.

Maxwell F.G. y P. R. Jennings (Eds.) 1980. *Breeding plants resistant to insects*. John Wiley and Sons, New York. 683. Pp.

Metzler, E. D. 1981. *Bioquímica: las reacciones químicas en las células vivas*. Omega. España.

- Milton, K. 1979. Factors influencing leaf choice by howler monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *The American naturalist* 114: 362-378.
- Miranda, F y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- Mota B. L. 1987. Estudio experimental sobre la ecología digestiva de una iguana herbívora dentro de un proyecto de manejo. Tesis para obtener el grado de Maestro. Facultad de Ciencias UNAM. Pp 174.
- Nagy, K. A. 1977. Cellulose digestion and nutrient assimilation in *Sauromalus obesus*, a plant-eating lizard. *Copeia* 1977:355-362.
- Norma Oficial Mexicana Nom-Ecol-059-2002. Publicada en el diario oficial de fecha 6 de marzo del 2002.
- Oates, J. F., Swain, T. y M. E. Allen. 1977. Secondary compounds and food selection by Colobus monkeys. *Biochemistry Systematics and Ecology*. 5:317-321.
- Prestidge R. A. and McNelly S. 1983. The role of nitrogen in the ecology of grassland Auchenorrhyncha. In: A. Lee, S. McNeill y I. H. Rorison (Eds.) *Nitrogen as an Ecological Factor*, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 470 Pp.
- Pulliam, P. R. 1975. Diet optimization with nutrient constraints. *The American Naturalist* 109:765-766.
- Pyke, G. H., H. R. Pulliman y E. L. Charnov. 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and test. *Quarterly Review of Biology*. 52: 137-54.

Rand, A. S., B. A. Dugan, H. Monteza y D. Vianda 1990. The diet of a generalized folivore *Iguana iguana* in Panama. *Journal of Herpetology*. 24: 211-214.

Robinson, T. 1979. The evolutionary ecology of alkaloids". In: Rosenthal, G. A., y D. H., Janzen. (Eds). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press. U. S. A. pp 413-448.

Rosenzweig, M. L. 1981 A theory of habitat selection. *Ecology*. 62:327-335.

Rosenthal, G. A., y D. H Janzen,. 1979. *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press. U. S. A. 717.

Rzedowski. J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México p.p. 432.

Schall, J. J., y S. Ressel. 1991. Toxic plant compound and the diet of the predominantly herbivorous whiptail lizard *Cnemidophorus arubensis*. *Copeia* 1991:111-119.

Schoener, T. W. 1968. Sizes of feeding territories among birds. *Ecology* 49: 123-141.

Schoener, T. W. 1969. Models of optimal size for solitary predators. *The American Naturalist*. 103:277-313.

Schoener, T. W. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2:369-404.

Sokol, D. M. 1967. Herbivory in lizards. *Evolution* 21:192-194.

Sokol, D. M. 1971. Lithophagy and geophagy in reptiles. *The Journal Herpetology*. 5:69-71.

Stephen, D. W. y J. R. Krebs. 1986. *Foraging theory*. Princeton University Press. Pp.247.

Stumpf P. K. and Conn E. E. (Eds) 1982 *Biochemistry of Plants: comprehensive Treatise: Volume 7 Secondary Plant Products*. Academy Press London.

Suazo O. y J. Alvarado. D.1995. Las iguanas en México; consideraciones sobre la herbivoría. *Revista Ciencia Nicolaita*.8:36-42.

Swain, T. 1977. Secondary compounds as protective agents. *Annual Review Plant Physiology*. 28:479-501.

Swanson, P. L. 1950. The iguana *Iguana iguana iguana*. *Herpetologica*. 6:187-193. *Herpetologica* 6:187-193.

Troyer, K. 1982. Transfer of fermentative microbes between generations in a herbivorous lizard. *Science*. 216: 540-542.

Troyer, K. 1984a. Diet selection and digestion in *Iguana iguana*: the importance of age and nutrient requirements. *Oecologia*. 61: 201-207.

Troyer, K. 1984b. Structure and function of the digestive tract of a herbivorous lizard *Iguana iguana*. *Physiological Zoology*. 57: 1-8.

Werner, D. I. 1991. *The rational use of green iguanas in Robinson J. G. y H. H. eds., Neotropical Wildlife Use and Conservation*. The University Chicago Press. Chicago y London. Pp. 181-201.

Westoby, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *American Naturalist*. 108:209-304.

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

Westoby, M. 1978. "¿What are the biological bases of varied diets?" *The American Naturalist*. 112:627-631.

Whittaker, R. H., y Feeny, P. P., 1971. Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science*. 172: 757-769.

## Anexo 1

### Cuestionario

1. Nombre del informante y edad. \_\_\_\_\_
2. Lugar donde habita. \_\_\_\_\_
3. ¿Don ve usted generalmente a las iguanas chicas? \_\_\_\_\_
- 4.- ¿A que hora se ven más iguanitas comiendo? \_\_\_\_\_
5. ¿Que ha visto que comen? \_\_\_\_\_
6. ¿Que les gusta más? \_\_\_\_\_
7. ¿De estas plantas que usted ve cuales son las que más les gustan? \_\_\_\_\_

A la pregunta número tres ¿Dónde ve usted generalmente a las iguanas chicas? 10 respondieron, que en los patios de las casas que dan al mar o sitios soleados, y donde crecen plantas tiernas, 15 respondieron que en lugares cerca del agua y donde crecen bejucos y donde pega el sol.

A la pregunta número cuatro a que hora se ven más iguanitas comiendo, los entrevistados contestaron haciendo alusión condiciones meteorológicas, cuando hay sol, en la mañana cuando hay sol, cuando no llueve, antes de que llueva, en la tarde antes de ponerse el sol, sino llueve, siempre andan por aquí y señalaban lugares donde había bejucos y donde había cuerpos de agua. Los lugares señalados eran estratos bajos, y mencionaban que las iguanas grandes estaban hasta arriba en los árboles y que solo bajaban a poner huevos a las playas.

A la pregunta ¿que comen las iguanitas? Contestaron: hierbas o plantas, lo que encuentran, un 100 % de los entrevistados contestó que comían bejucos.

A la pregunta ¿que les gusta más? , al hacer ésta pregunta buscábamos que nos señalaran la planta para poder identificarla o recolectar ejemplares para su posterior identificación, así se también se les pedía que mencionaran el nombre común.

Respuestas a la pregunta 7 del cuestionario aplicado a los habitantes los alrededores de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtla Veracruz”.

1.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), Ashmole (*Ipomoea phillomega*), cundeamor (*Mormordica charantia*), bejucos.

2.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo, Sandillita (*Melotria pendula*), *Melanpodium divaricatum*.

3.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), ashmole (*Ipomoea phillomega*), cundeamor (*Mormordica charantia*), bejuco gagapache (*Passiflora cookii*), hojas tiernas.

4.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), barba de viejo, *Ipomoea batatoides*, *Melanpodium divaricatum*,

5.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), sanalotodo (*Vittis tiliifolia*), *Psiguria triphilla*, Ashmole (*Ipomoea phillomega*), Barba de viejo (*Clematis dioica*).

- 6.- Bejucos, Sandillita (*Melotria pendula*), Sanalotodo (*Vittis tiliifolia*), Ashmole (*Ipomoea phillomega*), Chonegue (*Ipomoea dumosa*), *Ipomoea batatas*, *Ipomoea batatoides*.
- 7.- Bejucos, *Ipomoea batatoides*, chonegue (*Ipomoea dumosa*), hojas tiernas (*Ipomoea batatas*), hojas de camotillo, cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo (*Clematis dioica*), Ashmole (*Ipomoea phillomega*).
- 8.- Bejuco tiernos, *Mikania micrantha*, cundeamor (*Mormordica charantia*), ashmole (*Ipomoea phillomega*), chonegue (*Ipomoea dumosa*).
- 9.- Bejucos, *Ipomoea batatoides*, chonegue, hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo (*Clematis dioica*), *Ipomoea phillomega*, Bejuco de *Psiguria triphilla*.
- 10.- Bejucos, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo (*Clematis dioica*), Sandillita (*Melotria pendula*), *Melanpodium divaricatum*.
- 11.- Bejucos, *Ipomoea batatoides*, hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo (*Clematis dioica*), (*Ipomoea phillomega*), *Psiguria triphilla*.
- 12.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), ashmole, bejuco gagapacho (*Passiflora cookii*), *Ipomoea batatoides*, hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), barba de viejo, *Ipomoea phillomega*.
- 13.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), ashmole, bejuco gagapacho (*Passiflora cookii*), hojas tiernas.
- 14.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), *Vittis tiliifolia* (sanalotodo), *Psiguria triphilla*, Ashmole (*Ipomoea phillomega*), barba de viejo (*Clematis dioica*), bejuco tiernos, *Mikania micrantha*, cundeamor, bejuco gagapacho (*Passiflora cookii*), hojas tiernas.
- 15.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), ashmole, bejuco gagapacho (*Passiflora cookii*), hojas tiernas.
- 16.- Bejucos, sanalotodo (*Vittis tiliifolia*), *Psiguria triphilla*, Ashmole (*Ipomoea phillomega*), barba de viejo (*Clematis dioica*).
- 17.- Bejuco tiernos, *Mikania micrantha*, Ashmole (*Ipomoea phillomega*, sandillita (*Melotria pendula*).
- 18.- Bejucos, *Ipomoea batatoides*, hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), barba de viejo (*Clematis dioica*), Ashmole (*Ipomoea phillomega*), *Psiguria triphilla*.
- 19.- Bejuco tiernos, *Mikania micrantha*, cundeamor (*Mormordica charantia*), ashmole (*Ipomoea phillomega*), chonegue (*Ipomoea dumosa*).
- 20.- Bejucos, Chonegue (*Ipomoea dumosa*), hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), Ashmole (*Ipomoea phillomega*), cundeamor (*Mormordica charantia*), bejucos.
- 21.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo (*Clematis dioica*), Sandillita (*Melotria pendula*), *Melanpodium divaricatum*.
- 22.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), ashmole, cundeamor (*Mormordica charantia*), bejuco gagapacho (*Passiflora cookii*), hojas tiernas.
- 23.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), barba de viejo (*Clematis dioica*), *Ipomoea batatoides*, *Melanpodium divaricatum*,

24.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), sanalotodo (*Vittis tiliifolia*), *Psiguria triphilla*, Ashmole (*Ipomoea phillomega*), Barba de viejo (*Clematis dioica*).

25.- Bejucos, chonegue (*Ipomoea dumosa*), hojas tiernas, hojas de camotillo (*Ipomoea batatas*), cundeamor (*Mormordica charantia*), barba de viejo (*Clematis dioica*).

## Anexo 2

Análisis químico de los alimentos.

Prueba de Shinoda,

Consistió en agregar a 1 ml de cada una de las soluciones patrón de los extractos de acetato de etilo y metanol un trocito de lima dura de magnesio y dos gotas de ácido clorhídrico concentrado. La prueba es positiva si la solución vira de color anaranjado, rojo-azulosa, violeta, verde o azul.

Reacción de Molisch

Para la realización de las pruebas se prepararon soluciones patrón de cada extracto a una concentración de 5 mg/ml. Debido a la presencia de clorofila, se procedió a decolorar con carbón activado (2% del peso de la muestra), calentando a baño maría durante 5 min., posteriormente se filtraron estas soluciones y se ajustó el nivel del disolvente con el fin de mantener la concentración inicial. Los tubos conteniendo las soluciones se mantuvieron tapados con el fin de evitar la evaporación del disolvente.

A 1 ml de cada una de las soluciones patrón de los extractos de acetato de etilo y metanol se les agregó dos gotas de una solución etanólica de  $\alpha$  naftol al 5% y 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, resbalándolo por las paredes del tubo para que se estratificara a fin de poder observar el anillo colorido que se forma en la interfase, que en caso de ser violeta indica la presencia de glucósidos.

Reactivo de Lieberman-Burchard.

Mezclar volúmenes iguales de anhídrido acético y cloroformo enfriar la mezcla cubriendo el recipiente que la contiene con hielo molido y agregar tantas gotas de ácido sulfúrico concentrado como mililitros de cloroformo contenga la mezcla.

Reactivo de Dragendorff.

Solución A:

8.0 g	Bi (NO <sub>3</sub> ) 5H <sub>2</sub> O
20.0 ml	NHO <sub>3</sub> al 3%

Solución B:

27.2 g	KI
100.0 ml	H <sub>2</sub> O

Se mezclan ambas soluciones

Reactivo de ácido silicotúngstico.

Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales.

Se disuelven 5.0 g de ácido silicotúngstico en ácido sulfúrico 6 N para formar 100 ml de una solución.

Sulfato cérico.

Se agregan 40 ml de ácido sulfúrico a 350 g de hielo molido, se calienta a 40° C y se le disuelven 14 g. de sulfato cérico.

Solución de butanol-ác. Acético-agua 5:1:4

Se preparó agregando butanol, ácido acético glacial y agua destilada en las proporciones indicadas, en un embudo de separación donde se mezclan por agitación ligera y se deja reposar la mezcla hasta que se han separado completamente la fase orgánica de la fase acuosa. En ocasiones es conveniente ayudar a dicha separación golpeando suavemente el embudo o sometiéndolo a un movimiento circular mientras se mantiene en posición vertical. Una vez lograda la separación se elimina la fase acuosa y se utiliza la orgánica como eluyente.