



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS IZTACALA

400282



61060

Aspectos sobre la alimentación del Tucán  
**Ramphastos sulfuratus** y su efecto sobre la  
germinación, dentro de la dispersión de semillas

BO1188/96  
Ej. 1

**T E S I S**

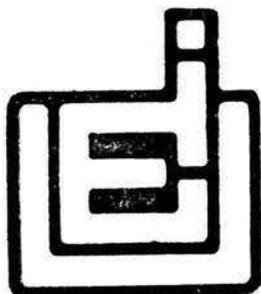
PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

P R E S E N T A

**BERTHA LOURDES PEREZ VIDAL**

DIRECTOR: BIOL. NOEMI CHAVEZ CASTAÑEDA





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

A Mis Padres: **Lupita y Juan.**

A quienes les debo tanto en mi formación profesional,  
como en mi integración personal.

Además de que siempre me han impulsado y ayudado  
para salir adelante en todo y no dejarme vencer por nada.

A ellos, con todo mi amor y respeto, muchas GRACIAS,  
por su paciencia y por haberme permitido estudiar esta  
hermosa carrera.

A Mis Hermanos : **Guillermo, Juanita y Tere**

Así como a mi cuñado **Claudio**  
y mis sobrinos **Edgar y Ricardo.**

Por el apoyo y cariño que siempre  
me han brindado, y por todos los  
momentos que pasamos juntos.

A tí **Dios:** Por sentir siempre tu presencia cerca de mí,  
por brindarme la oportunidad de vivir  
y sentir el deseo de conocer más,  
sobre todo lo que creaste.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Biol. **Noemí Chávez Castañeda**, por su asesoría, apoyo y sugerencias en la elaboración de esta tesis. De la misma manera, agradezco a los miembros de la Comisión Dictaminadora: **Biol. Atahualpa E. De Sucre M.**, **Biol. Patricia Ramírez B.**, **Biol. Noemí Chávez C.**, **Biol. Rodolfo García C.** y **Biol. Tizoc Altamirano A.**, por sus comentarios, indicaciones y sobre todo, por su excelente disponibilidad en la revisión del presente trabajo.

También, al **M.V.Z. Carlos Rodríguez E.** y a todo el personal del Parque Ecológico Nanciyaga; así como al Parque de La Flora y Fauna Silvestre Tropical, de la Universidad Veracruzana y a su Director el **Biol. Ernesto Rodríguez - Luna**, les doy las gracias, por su ayuda alimenticia y hospitalaria durante mi estancia en Catemaco Veracruz. Igualmente, agradezco el apoyo otorgado por el **Biol. Gonzálo Pérez** y el **Dr. Guillermo Angeles**, de la Estación de Biología "Los Tuxlas" del IBUNAM.

Asimismo, agradezco al **Dr. Roberto Martínez Gallardo**, por su valiosa disponibilidad en la orientación estadística en los parámetros evaluados. También, al **M. en C. Osvaldo Telléz Valdéz**, por su extraordinaria asesoría en la identificación de las plantas; así como a mi hermano, el **Ing. Guillermo Pérez Vidal**, por su apreciable colaboración en la realización de los dibujos.

Un afectuoso reconocimiento a mis amigas **Cristina Castañeda**, **Irene Goyenechea** y **Ela Martínez**, por su apoyo desinteresado y amistad sincera, y porque los momentos inolvidables que compartimos, son un tesoro invaluable que perdurará a través del tiempo.

Además, a mis amigos del Parque de La Flora y Fauna Silvestre Tropical, de la Universidad Veracruzana: **Francisco**, **Edith**, **Adrián**, **David**, **Juan Carlos**, **Gustavo**, **Bello**, **Jorge Taurino**, **Jorge Morales** y **Andrea**; gracias por su compañerismo, ayuda y apoyo en todo momento.

También doy gracias, a mi entrañable **Universidad Nacional Autónoma de México**, a la **ENEP Iztacala**, y a **todos los catedráticos** que de una u otra forma contribuyeron a mi formación académica, e infundaron en mí el gusto por la Biología.

En general, agradezco a todas aquellas personas que confiaron en mí y me impulsaron a seguir adelante, y que no por quedar ahora en el anonimato son menos importantes.

Finalmente, todo mi cariño y agradecimiento a los extraordinarios protagonistas de éste estudio, el cual no habría sido posible sin su cooperación.

*¡Gracias, por permitirme contemplar su fascinante existencia!*

*"¿Qué sería del Hombre  
sin los animales?"*



*Si todos fueran exterminados  
el hombre también moriría  
de una gran soledad espiritual.*

*Porque, lo que les suceda  
a los animales también  
le sucederá al hombre.*

*Todo va enlazado"*

*JEFE SEATTLE  
Indio Piel Roja Americano  
Año de 1850*

## CONTENIDO

Indice de Cuadros y Figuras .....	2
Resumen.....	4
Introducción.....	5
Historia Natural de <i>Ramphastos sulfuratus</i> .....	8
Antecedentes.....	10
Objetivos .....	24
Descripción de la zona de estudio .....	25
Método .....	28
Resultados	
Crecimiento .....	33
Hábitos de alimentación .....	49
Germinación.....	67
Selectividad .....	81
Discusión .....	89
Conclusiones .....	97
Literatura Citada .....	98
Apéndice I .....	110
Apéndice II .....	112

## Índice de Cuadros y Figuras

<b>Fig. I</b> Precipitación mensual para Los Tuxtlas	26
<b>Fig. II</b> Localización de la zona de estudio	27
<b>Cuadro I</b> Uso de las especies de frutos	29
<b>Cuadro II</b> Forma de registro de datos de alimentación	30
<b>Cuadro 1.1</b> Longitud Total registrada	34
<b>Figs. 1.1</b> Crecimiento en longitud total	35
<b>Cuadro 1.2</b> Envergadura registrada	36
<b>Figs. 1.2</b> Crecimiento en envergadura	37
<b>Cuadro 1.3</b> Cuerda Alar registrada	38
<b>Figs. 1.3</b> Crecimiento en cuerda alar	39
<b>Cuadro 1.4</b> Longitud de la Cola registrada	40
<b>Figs. 1.4</b> Crecimiento en la cola	41
<b>Cuadro 1.5</b> Longitud del Pico registrada	42
<b>Figs. 1.5</b> Crecimiento del pico	43
<b>Cuadro 1.6</b> Longitud del Tarso registrada	44
<b>Figs. 1.6</b> Crecimiento del tarso	45
<b>Cuadro 1.7</b> Peso registrado	46
<b>Figs. 1.7</b> Variación del peso	47
<b>Cuadro 1.8</b> Tasa de Crecimiento de los datos merísticos	48
<b>Figs. 2.1 y 2.2</b> Método que emplean las aves para tomar el fruto, y el método usado por <i>Ramphastos sulfuratus</i>	52
<b>Figs. 2.3 y 2.4</b> Forma de manipular el fruto de <i>Ramphastos sulfuratus</i>	53
<b>Cuadro 2.1 y Fig. 2.5</b> Registro del Tiempo de Manipuleo	54
<b>Cuadros 2.2</b> Anova entre individuos y entre especies de fruto, para el tiempo de manipuleo	55
<b>Cuadro 2.3 y Fig. 2.6</b> Registro del Tiempo de Digestión	56
<b>Cuadros 2.4</b> Anova entre individuos y entre especies de fruto, para el tiempo de digestión	57
<b>Cuadro 2.5 y Fig. 2.7</b> Registro del porcentaje de peso de fruto asimilado	58
<b>Cuadros 2.6</b> Anova entre individuos y entre especies de fruto, para el porcentaje de peso de fruto asimilado	59
<b>Cuadro 2.7 y Fig. 2.8</b> Registro del Consumo	60
<b>Cuadros 2.8</b> Anova entre individuos y entre especies de fruto, para el consumo	61
<b>Cuadro 2.9 y Fig. 2.9</b> Registro de la Eficiencia de Forrajeo	62
<b>Cuadros 2.10</b> Anova entre individuos y entre especies de fruto, para la eficiencia de forrajeo	63
<b>Cuadro 2.11</b> Datos merísticos de los frutos	64

<b>Figs. 2.10</b> Relación entre el Tiempo de Manipuleo y los datos merísticos de los frutos	65
<b>Fig. 2.11</b> Relación entre el Tiempo de Digestión y el tamaño de la semilla	66
<b>Cuadro y Fig. 3.1</b> Tiempo de germinación registrado para <i>Aristolochia schippíi</i>	70
<b>Cuadro y Fig. 3.2</b> Porcentaje de germinación registrado para <i>Aristolochia schippíi</i>	71
<b>Cuadro y Fig. 3.3</b> Tiempo de germinación registrado para <i>Ficus insipida</i>	72
<b>Cuadro y Fig. 3.4</b> Porcentaje de germinación registrado para <i>Ficus insipida</i>	73
<b>Cuadro y Fig. 3.5</b> Tiempo de germinación registrado para <i>Cecropia obtusifolia</i>	74
<b>Cuadro y Fig. 3.6</b> Porcentaje de germinación registrado para <i>Cecropia obtusifolia</i>	75
<b>Cuadro y Fig. 3.7</b> Tiempo de germinación registrado para <i>Poulsenia armata</i>	76
<b>Cuadro y Fig. 3.8</b> Porcentaje de germinación registrado para <i>Poulsenia armata</i>	77
<b>Cuadro 3.9</b> Promedios del Tiempo y Porcentaje de germinación de las diferentes especies de frutos	78
<b>Figs. 3.9</b> Tiempo y Porcentaje de germinación de las especies de frutos	79
<b>Figs 3.10</b> Relación entre el Tiempo de Digestión, y el tiempo y porcentaje de germinación	80
<b>Cuadro y Fig. 4.1</b> Preferencia entre <i>Aristolochia</i> vs. <i>Ficus</i>	83
<b>Cuadro y Fig. 4.2</b> Preferencia entre <i>Ficus</i> vs. <i>Cecropia</i>	84
<b>Cuadro y Fig. 4.3</b> Preferencia entre <i>Ficus</i> vs. <i>Poulsenia</i>	85
<b>Cuadro y Fig. 4.4</b> Preferencia entre <i>Cecropia</i> vs. <i>Poulsenia</i>	86
<b>Cuadro 4.5</b> Preferencia entre estados de madurez	87
<b>Figs. 4.5</b> Preferencia entre estados de madurez	88
<b>Cuadro III</b> Medidas de las semillas de las especies de frutos	112
<b>Cuadro IV</b> Análisis Químico de cada especie de fruto	112

## RESUMEN

En las selvas tropicales, los tucanes son considerados como importantes agentes dispersores de semillas. Por ello, se realizó un diseño experimental en Catemaco Veracruz, con seis tucanes "pico canoa" ***Ramphastos sulfuratus***, en cautiverio. Registrando su crecimiento de juvenil a adulto, sus hábitos de alimentación, su efecto sobre la germinación de semillas, así como la selectividad entre frutos silvestres, tales como: *Aristolochia schippíi*, *Ficus insipida*, *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*. Así, se observó que el método de forrajeo empleado por el tucán, está influenciado por la anatomía y habilidad del ave. Además, las características físicas y nutricionales del fruto, son importantes para la selectividad, así como para la eficiencia digestiva y forrajera del tucán. Asimismo, se registró un corto tiempo de digestión, favoreciéndose así un menor daño sobre la semilla en su digestibilidad; y también se reportó un beneficio en el tiempo y porcentaje de germinación, en las semillas digeridas por los tucanes. Por lo tanto, se considera que el tucán "pico canoa" es una especie dispersora y no depredadora de semillas, contribuyendo en la recuperación de las selvas tropicales.

## INTRODUCCION

Las selvas del trópico húmedo son los ecosistemas terrestres biológicamente más diversos y complejos, ya que ocupan sólo un 10 % de la superficie terrestre y alojan del 50 al 80% de todas las especies de organismos existentes en nuestro planeta (Estrada y Coates-E.1994). Es por ello, motivo de interés y compromiso saber que México posee parte de su territorio cubierto por selvas, principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Además nuestro país ocupa una posición privilegiada en la distribución de estas selvas, ya que resguarda la representación más septentrional de este ecosistema en el continente americano, siendo ubicada en la Huasteca Potosina por Rzedowski (1963) y Puig (1991), y en la Sierra de Los Tuxtlas Veracruz por Pennington y Sarukhán (1968), Dirzo y Miranda (1991).

Particularmente, la zona de Los Tuxtlas representa solamente el 3% de la superficie total del estado de Veracruz, y sus selvas aportan cerca del 50% de la diversidad biológica estatal, alojando especies de origen tropical, templado, así como especies endémicas (Dirzo 1991; Estrada y Coates-E. 1994).

Sin embargo, en México las selvas tropicales han estado sujetas en los últimos 50 años, a un intenso y extenso proceso de destrucción, como resultado de la implementación de sistemas de manejo forestal y agropecuario; esto es por demás evidente en Los Tuxtlas, donde solamente queda un 5 ó 10% de la extensión original de las selvas en la región (Estrada y Coates-E. 1994). Además existe el grave problema de la escasa investigación sobre aspectos ecológicos básicos, como el de las relaciones ecológicas entre la fauna y la vegetación (Aguirre 1981).

Dentro de estas relaciones ecológicas, se encuentra el importante impacto que ejercen los animales sobre la regeneración de las selvas al dispersar las semillas de las plantas tropicales. Esta dispersión permite, que muchas semillas escapen a una muerte segura bajo la sombra del árbol progenitor, así como el ampliar sus límites biogeográficos (Grime 1982; Howe y Smallwood 1982).

En las plantas tropicales la forma común de diseminación de semillas es la endozoocoria, es decir, el paso de la semilla a través del tracto digestivo de aves y mamíferos (García 1991; Janzen 1983). Por lo tanto, más del 80% de estas plantas, han desarrollado estrategias para evitar el problema de depredación de sus semillas y favorecer su dispersión, encubriendo las semillas dentro de un fruto comestible. Dichos frutos, a menudo carnosos, dulces y succulentos, son el cebo por medio del cual la planta atrae a una amplia variedad de aves y mamíferos, posibles dispersores de sus semillas (Estrada y Coates-E.1994).

Estos organismos dispersores digieren la pulpa y cuando las semillas atraviesan el tubo digestivo, no son dañadas por la acción de los jugos gástricos, gracias a la protección de las envolturas de las semillas y/o a que los jugos son más o menos débiles, conservando así su capacidad de germinación. Además, dichos jugos gástricos pueden reblandecer las envolturas facilitando la germinación de la semilla después de ser expulsada con los excrementos (Dorst 1975).

Igualmente se ha observado que los "frugívoros especialistas", son los que efectúan una dispersión de mayor calidad, considerando que ésta calidad está influenciada, por la constancia en las visitas de los dispersores, la rapidez de remoción de las semillas, el tratamiento que éstas reciben dentro del tracto digestivo y su depositación en un lugar apto para su germinación (García 1991; Mckey 1975).

De acuerdo a Coates-E. y Estrada (1986b), entre los "frugívoros especialistas" se encuentran los tucanes, aves que son consideradas como importantes agentes dispersores, porque poseen un aparato digestivo poco muscularizado, con un pequeño estómago, que favorece un pasaje leve y rápido de la semilla, así como el hecho de presentar el hábito de regurgitar, y además de que generalmente se alejan inmediatamente del árbol después de alimentarse.

Así, al considerar a los tucanes como importantes agentes dispersores en las selvas tropicales; se decidió realizar un estudio sobre sus hábitos de alimentación y su efecto en la germinación, al presentarse la oportunidad de trabajar con un grupo de tucanes de la especie **Ramphastos sulfuratus** (la mayoría pollos), que fueron decomisados en 1991 por la SEDESOL, en la zona de los Tuxtlas. Este estudio experimental se llevó a cabo en condiciones de cautiverio, en el Parque Ecológico Nanciyaga, en Catemaco Veracruz; cuyo propósito nos llevará a conocer uno de los aspectos más importantes de la historia natural del tucán, después de 24 años de rezago en su estudio.

## Historia Natural del Tucán *Ramphastos sulfuratus*.

Los tucanes son aves de origen neotropical, cuyo nombre se deriva de la palabra tucano, de los indios Tupí del Brasil . Pertenecen a la familia Ramphastidae, del orden Piciformes; son exclusivamente latinoamericanos, localizándose desde México hasta el sur de Brasil y norte de Argentina, y ausentes en las Antillas (Landsborough 1964).

En México existen tres especies distribuidas principalmente en la Huasteca, el Istmo de Tehuantepec y la Península de Yucatán. Concretamente el tucán "Pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, se encuentra en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. Esta especie ha sido declarada en peligro de extinción por el Diario Oficial (1986) y amenazada por Vega (1988) y CITES (1994), debido principalmente a la destrucción de su hábitat, y su comercio con fines de ornato. Su hábitat se encuentra en las selvas medianas y altas, así como en las riberas de los ríos, lagos y lagunas de la vegetación exuberante; desde el nivel del mar hasta unos 1,230 m.s.n.m.. Es la especie de tucán de mayor tamaño en México, ya que mide 450-500 mm de longitud total, y pesa aproximadamente 450-500 gr. (Chávez y Santana en prensa).

Su plumaje es negro, contrastante con el amarillo intenso del cuello y pecho, y en la parte posterior de la cabeza, presenta un color marrón; las plumas cobertoras superiores de la cola son blancas y las inferiores rojas; la piel alrededor de los ojos es verde, el iris y los tarsos azules. Su pico es notablemente largo y aserrado, de color verde claro, combinado con tonos azul y amarillo, y la porción terminal de color naranja rojizo. El macho es más grande y con un pico más largo que la hembra (Skutch 1971).

Su anidación ocurre en primavera, de marzo a julio, en cavidades de árboles; su nidada es de 2 a 4 huevos color blanco opaco (40 x 35 mm), con un período estimado de incubación de 15-17 días; los polluelos son nidícolas, permaneciendo en el nido durante 45-50 días, alcanzando su plumaje adulto a los 13 meses de edad y su madurez sexual a los 2 ó 3 años. La especie es monógama y ambos sexos se turnan empollando los huevos. Sus vocalizaciones son simples notas graves parecidas al "croack" de una rana, emitiendo fuertes sonidos rasposos y al emitirlos mueven la cabeza en todas direcciones; frecuentemente se les puede ver en bandadas de hasta 15 individuos, que al volar, se siguen en fila de uno en uno (Chávez y Santana en prensa).

Básicamente son frugívoros, pero también consumen insectos, arañas, lagartijas y huevos de otras aves. Se reportan en su dieta frutos de los géneros *Protium*, *Alchornea*, *Ficus*, *Virola*, *Cecropia*, *Cupania*, *Cnestidium*, *Didymopanax*, *Caesaria*, *Guarea*, *Ehretia* y *Metopium*. Sus depredadores más comunes son los mamíferos de las familias *Procyonidae*, *Mustelidae*, *Felidae*, *Sciuridae*, *Didelphidae* y *Cebidae*, así como grandes serpientes que los capturan en el nido, y algunas especies de halcones que los atrapan en los árboles (Remsen et al. 1993; Chávez y Santana en prensa).

## ANTECEDENTES

La actividad de diseminación de semillas, es un aspecto ecológico fundamental en la dinámica de la vegetación; por consiguiente, al revisar los trabajos sobre dispersión de semillas por aves, encontramos estudios de diferente naturaleza. De esta forma, mencionaremos que existen trabajos que observan la dispersión de semillas desde un enfoque evolutivo, así como aquéllos que lo hacen desde una perspectiva ecológica. Igualmente, hay estudios sobre factores que afectan la dispersión, tales como el método de forrajeo, la eficiencia digestiva y la selección de frutos de las aves, así como el efecto de éstas en la germinación de semillas. También, se hace referencia sobre trabajos de dispersión de semillas por aves, realizados en México; y por último los estudios sobre el tucán *Ramphastos sulfuratus*.

Así, entre los trabajos sobre dispersión de semillas por aves, encontramos que Darwin fue uno de los primeros autores que reportó que las aves actúan como agentes dispersores de propágulos de plantas, al demostrar la presencia de semillas viables en el lodo adherido a las patas de aves acuáticas (Pijl 1969). También encontramos el trabajo de Ridley (1930), básico para cualquier estudio sobre dispersión, ya que contiene una recopilación de información y una lista de numerosas especies de aves diseminadoras de semillas. Igualmente Pijl (1969) utiliza la morfología y disposición de la semilla y el fruto como indicadores del tipo de dispersión, incluyendo además características de frutos y semillas con dispersión ornitócora.

### Estudios con un enfoque Evolutivo

Entre los trabajos que presentan un enfoque evolutivo entre las plantas y las aves frugívoras que dispersan sus semillas, podemos mencionar los de Snow (1965 y 1971) que analizan las consecuencias evolutivas de la relación entre plantas y aves dispersoras, ofreciendo una explicación evolutiva para los periodos desplazados de producción de frutos en el género *Miconia* sp. (Melastomataceae); además de sugerir que, dentro de una población, la selección natural favorece las plantas que producen las mayores cantidades de fruto y por lo tanto atraen la mayor cantidad y diversidad de agentes diseminadores, proponiendo también que existe una dicotomía básica entre frugívoros generalistas y especialistas que coinciden con diferencias en la calidad nutricional de los frutos que ellos consumen.

En 1970, Janzen examina el efecto de los agentes dispersores y los depredadores de semillas, sobre la abundancia y distribución de especies de plantas. Por su parte, Smith (1975) observa la coevolución de plantas y predadores de semillas, e intenta clasificar y analizar los tipos de presión selectiva que están involucrados en dicha coevolución.

Mckey (1975), estudió la coevolución entre frutos y frugívoros, en base a la dicotomía generalista-especialista; mencionando que existen múltiples medios para lograr la diseminación por animales, ya que algunas plantas pueden beneficiarse de una gran variedad de diseminadores, mientras que otras obtienen mayores beneficios de la diseminación por unos pocos especialistas confiables; además ofrece una base conceptual para el estudio de la ecología de la dispersión de semillas.

Howe en 1977, observa en Costa Rica la actividad de las aves en un árbol tropical fructificante (*Casearia corymbosa*), para identificar los posibles agentes dispersores; además al intentar determinar el comportamiento y las características ecológicas de las aves que favorecen la dispersión, proporciona bases empíricas para el estudio de la coevolución de los sistemas de dispersión de semillas. En ese mismo año, Howe y Estabrook sugieren dos modelos ilustrativos de las relaciones entre frugívoros y las plantas que compiten por la dispersión, indicando que los frutos de alta calidad nutricional son consumidos por un grupo limitado de frugívoros especialistas, mientras que los frutos de baja calidad son consumidos por una gran variedad de oportunistas; también examinan la evolución entre el tamaño de la producción de frutos y el comportamiento de fructificación de las plantas, en respuesta a la búsqueda de alimento por el ave frugívora y el comportamiento forrajero. Además Howe (1993a), explora el paradigma de especialización y generalización en frugivoría y dispersión de semillas.

Igualmente, Snow (1981), estudia los géneros y familias de plantas registradas en la dieta de aves frugívoras de cuatro regiones tropicales (América tropical, África, Sureste de Asia y Australia), encontrando diferencias físicas y nutricionales entre los frutos consumidos por aves frugívoras especialistas y oportunistas, explicando que los frutos consumidos por aves frugívoras especialistas, son de mayor tamaño, con menos semillas, más ricos en lípidos y/o proteínas, que los frutos consumidos por aves frugívoras oportunistas.

De la misma manera, Smythe (1982), ayudó a establecer una importante línea de investigación sobre la coevolución de adaptaciones entre plantas y animales tropicales, al mostrar que los frutos con semillas pequeñas maduran de manera constante a través de todo el año, en tanto que aquellos de semillas grandes muestran una tendencia a ser estacionales, evitándose así la competencia por la dispersión.

Por su parte, Herrera (1982, 1984a, 1986 y 1989), mostró que la calidad nutritiva del fruto y las necesidades del frugívoro, están relacionadas a la coevolución entre plantas y aves; también intenta identificar las adaptaciones de los agentes dispersores, así como las adaptaciones de las plantas para atraer más dispersores; y analizó el efecto de la dispersión de semillas en la diversificación de angiospermas.

Otro trabajo importante es el de Morton (1982), quien examina las ventajas y desventajas del hábito frugívoro en las aves, puntualizando que la disponibilidad de los frutos en los trópicos ha provocado que el hábito frugívoro se encuentre más desarrollado en aves tropicales que en aves de zonas templadas, discutiendo así algunas ideas fundamentales de este campo. Asimismo, se encuentra el trabajo de Wheelwright y Orians (1982), que manejan las diferencias entre el sistema de polinización y el sistema de dispersión de semillas, sugiriendo que la naturaleza de las relaciones entre una planta y sus dispersores, imposibilita la evolución de estrechas relaciones interespecíficas, como las existentes entre polinizadores y las plantas en que se alimentan.

En 1986, Dirzo y Dominguez exploran algunas consecuencias de la dispersión, enfatizando que debe considerarse dentro del éxito reproductivo de la planta, el papel que desempeña la depredación de semillas después de haber sido dispersadas. En ese mismo año, Stapanian ofrece explicaciones evolutivas para los patrones de dispersión de semillas por aves y ardillas en un bosque deciduo de los Estados Unidos, discutiendo los costos evolutivos y metabólicos de la dispersión, así como los beneficios de los organismos involucrados en la dispersión.

También, Stiles y White (1986), en un bosque deciduo de New Jersey, analizan las mezclas de semillas encontradas en heces fecales y contenidos estomacales de aves frugívoras, encontrando en mayor proporción semillas pequeñas y de alta calidad; además discuten el potencial de selección que actúa sobre la evolución de la calidad nutricional y tiempo de madurez del fruto.

En 1993, Charles-Dominique examina la relación entre el grado de especialización dietética en aves y mamíferos frugívoros en la Guyana Francesa, y las especies de plantas que constituyen su alimento, encontrando que las plantas consumidas por vertebrados especialistas son excesivamente ricas en especies, atribuyendo esto a una coevolución escalonada seguida por largos periodos de estabilidad evolutiva. De igual forma, Schupp (1993), revisa los datos sobre el concepto de dispersión de semillas de calidad en la coevolución fruto-frugívoro, construyendo un marco jerárquico para la eficiencia de los dispersores, y puntualizando que esta eficiencia depende de la cantidad y calidad de la dispersión de semillas, además, afecta las relaciones evolutivas y ecológicas entre los dispersores y las plantas. Igualmente, Jordano (1993), examina las interrelaciones planta-frugívoro en un contexto biogeográfico y aplica esto a tordos frugívoros y *Juniperus* de Europa, notando que las especies con fuertes relaciones de mutua dependencia, presentan bajos niveles de congruencia biogeográfica, limitándose así la coevolución específica.

Así, percibimos que los primeros conceptos sobre la evolución de los frutos y la frugivoría, asumían que las plantas y los animales frugívoros han coevolucionado, y recientes investigaciones señalan que se trata de una coevolución difusa, en donde muchas especies vegetales interactúan recíprocamente con una variedad de agentes dispersores (Howe y Smallwood 1982).

## **Estudios desde una perspectiva Ecológica**

De igual modo, entre los estudios sobre frugivoría y dispersión de semillas desde una perspectiva ecológica están, el trabajo de Snow y Snow (1971), en Trinidad, que analizan la ecología de alimentación de 14 especies de tangaras y aves mieleras, encontrando que la mayoría de las especies observadas presentan una dieta mezclada de insectos y frutos, aunque las especies más frugívoras tienden a ser más abundantes, concluyendo así que la diversidad de especies de aves depende de la diversidad estructural del hábitat. Aparte, Foster (1977) en Costa Rica, estudió los efectos ecológicos y nutricionales de la escasez de alimento en *Chiroxiphia linearis*, observando que, cuando faltaba éste, el ave se alimentaba con frutos verdes de otras especies que normalmente no consume, ingiriendo mayor cantidad de fruto para obtener la misma energía metabolizante contenida en su alimento común, siendo esto probablemente la mejor forma de enfrentarse a un período de escasez de

alimento. Igualmente, Stiles (1980) en un bosque deciduo de Estados Unidos, examinó la presentación y dispersión de frutos de plantas selváticas en términos de disponibilidad de agentes dispersores, observando que los frutos de baja calidad nutricional presentan niveles más bajos de dispersión de semillas, que los de alta calidad nutricional.

Asimismo, Howe (1979), estudió el efecto del depredador de aves frugívoras, sobre el comportamiento forrajero de éstas y a su vez en la dispersión de semillas; observando que al aumentar el tamaño de la producción de frutos disponibles, los frugívoros tienden a visitar más frecuentemente la planta y por tanto, existe mayor posibilidad de que esta planta este vigilada por un depredador, y por miedo a éste, los frugívoros la frecuenten menos. También, Howe (1981 y 1990) en Panamá, realiza observaciones de aves que visitan a *Virola sebifera*, *Virola surinamensis* y *Tetragastris panamensis*, determinando la importancia relativa de los diferentes agentes dispersores y la correlación entre el tamaño de la producción de frutos y la remoción de estos. Igualmente, Howe y Vander Kerckhove (1979), en *Casearia corymbosa*, y Howe y De Steven (1979), en *Guarea glabra*, observaron la actividad de aves, encontrando una relación entre las visitas de aves y el tamaño de la producción de frutos disponibles. En 1982, Howe y Smallwood revisan los trabajos realizados sobre la ecología de dispersión de semillas y proporcionan definiciones, mecanismos y ventajas de dicha dispersión. Además Howe (1993b), explora las causas y consecuencias de la mortalidad de semillas y plántulas de *Virola nobilis* en Panamá, para comprender la ventaja de la dispersión local de semillas por aves y monos.

Por su parte, Sorensen (1981), describe las observaciones hechas en Oxford, a dos familias de aves: los zozoles (Turdidae) y los paros (Paridae), escribiendo que difieren en el consumo de frutos de acuerdo a la estación, los paros consumen los frutos a principio de la época de fructificación (verano-otoño) y zozoles los consumen a finales de la época (otoño-invierno); también los miembros de las dos familias visitaron diferentes tipos de hábitat siguiendo el consumo de los frutos, efectuando a la vez diferentes patrones de dispersión.

En 1982 Stapanian analiza en Kansas, el efecto positivo de una eficiente exhibición de frutos de *Morus* sobre la dispersión de las semillas. En 1983, Jordano en Costa Rica, observa las aves que se alimentan de *Ficus continifolia*, mencionando a orioles, tangaras, trogones y mosqueros, como verdaderos dispersores.

Herrera (1984b), estudia la producción de frutos y patrones de dispersión por aves, en el mediterráneo del sur de España, encontrando que los dispersores son más comunes en el período de mayor abundancia de frutos ricos en lípidos, además de observar una mayor remoción en plantas con frutos pequeños.

En 1986, Davidar y Morton encuentran la relación entre las visitas de las aves y el tamaño de la producción de frutos disponibles, al observar las tasas de remoción de frutos por aves en *Phytolacca americana*, *Lindera benzoin*, *Viburnum dentatum*, *Aralia spinosa*, *Sassafras albidum* y *Toxicodendron radicans*. Asimismo, Snow y Snow (1986), discuten el efecto que tienen los predadores de frugívoros, la defensa territorial de los frugívoros y la predación de semillas, sobre la dispersión de semillas; observando que estos factores actúan de diferente forma en zonas templadas y en zonas tropicales. Igualmente, Charles-Dominique (1986), observa las interrelaciones planta-animal en las primeras etapas de regeneración de bosques en la Guyana Francesa, encontrando que un 93% de las plantas pioneras tienen frutos zoocoros y son principalmente explotados por murciélagos o aves pequeñas; enfocándose a dos especies de *Cecropia*, las cuales presentan diferentes agentes dispersores y compiten por la colonización de claros en los bosques. Al mismo tiempo Murray (1986), en Monteverde Costa Rica, compara las consecuencias de diferentes patrones de dispersión de semillas, en plantas que dependen de la luz para su establecimiento, concluyendo que el éxito reproductivo de una planta está determinado por las características del hábitat y de la planta.

## **Método de Forrajeo y Eficiencia Digestiva**

Por otra parte, la dispersión de semillas se encuentra afectada por el método de forrajeo y la eficiencia digestiva de las aves, así observamos valiosos trabajos sobre el método de forrajeo de aves frugívoras, como el de Moermond y Denslow (1985), que discuten las adaptaciones fisiológicas y morfológicas de las aves, asociadas al hábito de comer frutos, además de describir su método de forrajeo, encontrando que las aves pequeñas se alimentan generalmente de pequeños frutos, ricos en carbohidratos; mientras que las aves grandes se alimentan de frutos de diversos tamaños, ricos en carbohidratos y lípidos. En otras consideraciones, Foster (1987) en Paraguay, reporta el método de manipuleo y eficiencia alimentaria de 26 especies de aves sobre

*Allophylus edulis*, describiendo principalmente tres métodos de forrajeo: 1) los frutos son tomados y tragados completos, 2) con el pico se toma el fruto y se corta la pulpa, para ingerirla sin semillas, y 3) remueven la pulpa o manipulan el fruto, con la asistencia de alguna estructura aparte del pico; observándose una mejor eficiencia digestiva en aquellas aves que tragan el fruto completo.

Aparte, Levey (1986,1987a,b) observó en Costa Rica, el método empleado por nueve especies de aves frugívoras tropicales en la manipulación del fruto de siete especies de plantas, encontrando que las aves que ingieren el fruto completo pueden realizar una mejor dispersión de semillas, ya que aquéllas que parten el fruto, pueden tirar las semillas debajo del árbol progenitor; y menciona que las estimaciones del pasaje de la semilla en el tracto digestivo, están influenciadas por el tamaño de la semilla, textura de la pulpa del fruto y el tamaño del ave; además, observó que las tangaras al partir el fruto, pueden probar con su lengua el jugo de los frutos, mientras que los pipras no pueden hacerlo al tragar el fruto completo, por tanto las tangaras muestran mayor capacidad en la diferenciación de los frutos que tienen diversos contenidos de azúcar. Igualmente, Levey y Grajal (1991), observan las implicaciones evolutivas de las limitaciones del procesamiento del fruto, en *Bombycilla cedrorum*, encontrando una preferencia por frutos de grandes semillas, explicando que esta preferencia se debe a que las semillas grandes son defecadas más rápidamente, proponiendo que el rápido proceso de las semillas está influenciado por la composición y distribución de las semillas, en el fruto.

De igual forma, Wheelwright (1983 y 1985) en Costa Rica, observa los hábitos de alimentación del Quetzal, analizando que el tamaño de la presa está relacionado directamente al tamaño del predador, indicando que las limitaciones de la amplitud del pico, influyen sobre el tamaño del fruto en la dieta de aves frugívoras.

Sobre la eficiencia digestiva de las aves, encontramos trabajos como el de Izhaki y Safriel (1989), que realizaron experimentos de digestibilidad de seis especies de frutos en seis especies passerinas, observando que la mayoría de las aves ingieren más energía y más proteínas de la que necesitan para mantenerse, pero metabolizan y digieren menos de lo requerido; concluyendo que los frutos carnosos son nutritivamente adecuados, pero probablemente contienen agentes que reducen la eficiencia de las aves, para el metabolismo de nitrógeno, y por lo tanto existe la incapacidad de subsistir con una dieta exclusiva de frutos.

De la misma manera, Bosque y De Parra (1992), observaron la eficiencia digestiva y la velocidad del pasaje de alimento en polluelos de *Steatornis caripensis*, los cuales son exclusivamente frugívoros, encontrando que los polluelos asimilan más nitrógeno del requerido para crecer, además presentaron un tiempo largo de retención digestiva, concluyendo que ellos procesan lentamente una dieta energéticamente rica y muestran una alta eficiencia en la utilización de los nutrientes de los frutos.

En 1993, Martínez del Río y Restrepo revisaron la fisiología digestiva de aves frugívoras, puntualizando que debido a las diferentes formas de las aves de procesar los frutos en la garganta, el aprovechamiento del fruto resulta de la interacción entre características del fruto y características fisiológicas y morfológicas de los frugívoros. Igualmente Murray et al. (1994) en Costa Rica, estudiaron el efecto de un químico laxante en la pulpa de los frutos de *Witheringia solanacea*, sobre el pasaje de sus semillas a través del tracto digestivo de *Myadestes melanops*; observando que este químico incrementó el paso de la semilla, quizás porque existe un incremento de motilidad en el tracto.

## **Selección de Frutos**

Otro elemento esencial dentro de la frugivoría y dispersión de semillas, es la selección de frutos y los factores relacionados a esta; así encontramos que Sorensen (1984), descubre una fuerte influencia del contenido nutricional, y el tiempo de pasaje de la semilla, en la preferencia de frutos, en *Turdus merula*. Al mismo tiempo, Johnson et al. (1985), observaron que aves frugívoras migratorias en Illinois, consumieron y prefirieron frutos con alto contenido de potasio y proteínas. Igualmente Foster (1990), observa que el contenido de agua y minerales en la pulpa del fruto, influyen en la elección de las aves en *Allophylus edulis*.

Por su parte Denslow y Moermond (1982 y 1985), Denslow et al. (1986), Moermond et al. (1986 y 1987) y Santana et al. (1986), demostraron que la accesibilidad al fruto, el tamaño y madurez del fruto, así como la habilidad y eficiencia digestiva del ave, influyen fuertemente sobre la selección de frutos que realizan las aves.

Del mismo modo, Willson y Hoppes (1986), Willson y Whelan (1990), Willson et al. (1990), Willson y Comet (1993) y Willson (1994), encontraron que el color del fruto es importante para la selección, observando que los colores preferidos son el rojo y negro debido a su conspicuidad en el medio. Igualmente Murray et al. (1993) estudiaron la influencia del color del fruto y el empaquetamiento de las semillas en la preferencia de alimento de *Turdus migratorius*, observando que la mayoría de las siete aves estudiadas, prefirieron frutos con semillas grandes y sorprendentemente frutos de color azul, ya que comúnmente esta especie se alimenta de frutos rojos. Por su parte, Wheelwright y Janson (1985), detectaron que en 383 especies de plantas dispersadas por aves, en dos selvas tropicales de Costa Rica y Perú, los colores negro y rojo fueron los más comunes en los frutos exhibidos. Así, Wheelwright (1993), observó que en *Ocotea tenera* las aves prefirieron los frutos grandes, aparentemente porque la pulpa neta se incrementa con el diámetro del fruto. Finalmente, Stiles (1993), examina las relaciones entre el contenido de lípidos en los frutos y la selección de alimento en zonas templadas, observando que las aves altamente frugívoras se alimentan de frutos con alto contenido de lípidos, en el campo y en experimentos de laboratorio.

## **Efecto de las aves en la Germinación**

Otro aspecto que se ha considerado, es el efecto que tiene el paso de la semilla a través del tracto digestivo de las aves, sobre la germinación; ya que es frecuente afirmar que algunas semillas tienen "una mejor germinación" después de haber pasado por el tracto digestivo de estas (Mckey 1975). De este modo, tenemos que Judd (1902), recuperó semillas de varios arbustos orientales de egagrópilas de cuervos, y que tales semillas después germinaban. Collinge (1913), germinó un total de 281 plantas herbáceas de 142 excretas de gorrión casero, camachuelo y pinzón verde. Low (1937), alimentó con semillas de *Scirpus paludosus* a un pato doméstico y obtuvo casi una total germinación en semillas defecadas, mientras que las semillas control fue muy pobre. Swank (1944) probó la germinación de semillas recuperadas de las heces fecales, tanto de faisanes en cautiverio como silvestres, encontrando que las semillas defecadas por las aves germinaron en un número mayor que las semillas control. Krefting y Roe (1949), trabajaron con el faisán *Phasianus colchicus torquatus* y la codorniz *Colinus virginianus* en cautiverio, alimentándolos con frutos de varios árboles y arbustos, concluyendo que todas las

semillas fueron evacuadas en condiciones viables y que germinaron en un menor tiempo, entre un 6 a 20% más alto que las semillas control. Además, Howe (1977), experimentó con semillas defecadas y regurgitadas por aves, de *Casearia corymbosa*, registrando la germinación de 56 semillas de 57 totales. Aguirre (1981) reportó la germinación en un 57% de semillas encontradas en los intestinos de aves. Levey (1986), observó que las semillas defecadas por tangaras, pipras y pinzones, no solamente resultaron intactas sino viables. Escalona (1989), encontró un mayor porcentaje de germinación y un menor tiempo de latencia, de las semillas de *Chamaedorea tepejilote*, que fueron defecadas o regurgitadas por aves.

## Estudios en México

En relación a los trabajos realizados en México, sobre frugivoría y dispersión de semillas por aves, se encuentra el estudio de Kantak (1979) en Campeche, sobre observaciones de algunas aves frugívoras que se alimentaban de *Neea psychotrioides*, *Ficus padifolia*, *Ehretia tinifolia*, *Metopium browneii* y *Talisia olivaeformis*, mencionando que las aves mostraron una preferencia por los frutos más disponibles. En este mismo año Hernández estudia aspectos ecológicos sobre la polinización y dispersión de *Nicotiana glauca* en el Pedregal de San Angel, D.F, observando como principales agentes dispersores a *Carpodacus mexicanus* y *Turdus migratorius*.

En 1985, Quintana observa la dispersión de las semillas del nopal (*Opuntia sp*) en San Luis Potosí, reportando a aves passerinas y cuervos como principales dispersores, siendo *Corvus cryptoleucus* el ave que consumió con mayor intensidad los frutos; además sugiere que las interacciones de depredación/dispersión varían, con la abundancia de recursos y el nivel de perturbación del hábitat. Por su parte, Rebon (1987), observa la frugivoría sobre *Citharexylum mocinnii* en un bosque de niebla en Chiapas, reportando un total de 12 especies de aves alimentándose de esta especie, siendo los más comunes *Ptilogonys cinereus* y *Myadestes obscurus*; además encontró una correlación entre la morfología del ave y la técnica de alimentación.

Asimismo, Castañeda (1988), en el matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, realiza un estudio fenológico de 44 especies de plantas, observando la producción de frutos, la dispersión y germinación de semillas, realizando además una clasificación de los frutos estudiados

en sus síndromes de dispersión, con base a sus características de color, peso y morfología; reportando que la mayoría de las especies son dispersadas por viento, aunque también por aves. Igualmente, Gryj (1990), en Chamela Jalisco, estudia la dispersión de frutos del arbusto *Erythroxylum havanense*, observando el patrón de fructificación y remoción de los frutos, detectando que la tasa de remoción de frutos esta relacionada linealmente con el tamaño de la producción de frutos de la planta, y al parecer los frutos son dispersados por aves y mamíferos principalmente.

Particularmente en Veracruz, en la zona de Los Tuxtlas, la Estación de Biología Tropical de la UNAM, ha favorecido la realización de numerosos e importantes estudios, sobre frugivoría y dispersión de semillas por aves. Así, tenemos el trabajo de Sousa (1969), sobre el papel de las aves en la dispersión ecológica y geográfica de *Bursera simaruba*, *Trichilia sp*, *Psychotia sp* y otras, en la laguna de Majahual, en Los Tuxtlas, reconociendo que las aves favorecieron positivamente a la distribución geográfica de esta especie de planta. Del mismo modo, Trejo (1976), examina la diseminación de semillas por aves en Los Tuxtlas, al revisar tubos digestivos de estas, observando que la mayoría de las especies de plantas son utilizadas por más de una especie de ave, es decir, que no existe especificidad por ninguna; reportando además a *Trema*, *Phytolacca*, *Cecropia* y *Ficus*, como la especies con mayor número de especies de aves diseminadoras. Para el caso, Aguirre (1981), da algunos datos importantes del papel de las aves en la dinámica del ecotono, entre la selva alta perennifolia, en Balzapote, Veracruz; observando que el hábitat transformado ofrece condiciones y recursos a las aves, y estas presentan una adaptación a nuevas condiciones ambientales, mencionando que en efecto, las aves tienen un papel en la dinámica entre las selvas y las zonas perturbadas.

En 1984, Estrada et al. reportan la utilización de la fruta de *Cecropia obtusifolia* por 48 especies de animales, incluyendo insectos, aves, mamíferos y un reptil; indicando que esta especie asegura una alta dispersión, presentando viabilidad en semillas ingeridas por aves, así como la probabilidad de que esta viabilidad permanezca hasta obtener condiciones adecuadas de germinación. Además, Nuñez (1985), observa aspectos ecológicos de especies pioneras (como *Cecropia sp*) en una selva húmeda, mencionando que al menos 46 especies de animales usan los frutos de *Cecropia*.

Por su parte, Van Dorp (1985), estudió la frugivoría y dispersión de las semillas por aves, destacando que las aves frugívoras distinguen y responden de diferente forma, a los diferentes niveles de disponibilidad de los frutos; además las aves frugívoras son responsables de manera muy importante en el intercambio de especies de plantas "secundarias" en hábitats primarios, y especies "primarias" en hábitats secundarios.

Igualmente, importantes estudios realizan Coates-E. y Estrada (1986b y 1988), sobre la frugivoría y dispersión de semillas de *Ficus aff. cotinifolia* y *Cymbopetalum baillonii*, ya que de ellos se derivan valiosas observaciones, tanto para aves, como para mamíferos; destacando que a mayor disponibilidad de frutos, existen más visitantes, y el tiempo de forrajeo fue correlacionado con el número de semillas removidas y con el número de semillas tiradas bajo la copa del árbol.

En este renglón, Martínez-R y Alvarez-B (1986), revisan datos sobre las relaciones entre la dispersión de semillas de árboles y la dinámica de claros en las selvas, mencionando que el síndrome de dispersión de semillas de árboles pioneros, está asociado con el restablecimiento en grandes claros, ya que el surgimiento de estos, disparan la germinación de semillas de plantas pioneras. Igualmente Vázquez-Y. y Orozco-S. (1986), dentro de la dispersión de semillas por animales, observan el efecto de la luz en la latencia de *Cecropia obtusifolia*, examinando la transmisión espectral de la cubierta de la semilla, mostrando que las semillas de *C. obtusifolia* contienen un mecanismo muy sensitivo para detectar los niveles de luz ambiental y que la eficiencia de este mecanismo es preservado por frugívoros, con rápido pasaje de semilla en el tracto digestivo.

Al mismo tiempo, Illescas (1987), estudió y examinó la importancia de la dispersión de semillas de un árbol tropical (*Trichilia martiana*) en el establecimiento de plántulas, probando la hipótesis de escape a predadores y colonización, observando que las plántulas juveniles de *T. martiana* pueden sobrevivir bajo condiciones limitadas de luz, aumentando su crecimiento en condiciones de elevada luminosidad, y por tanto la dispersión de semillas, es de alta importancia en la dinámica poblacional de esta especie, confiriendo ventajas a la colonización de claros y el escape a predadores. Del mismo modo, Escalona (1989), observa aspecto de la dispersión de semillas de *Chamaedorea tepejilote*, registrando a *Habia fuscicauda*, *Hylocichla mustelina*, *Turdus assimilis* y *Pipra*

*mentalis*, como las aves que visitaron más frecuentemente las palmas, y con mayor posibilidad de dispersar eficientemente las semillas.

En 1993, Guevara y Laborde, observan la actividad de aves en árboles de *Ficus sp.* aislados en pastizales, reportando a 73 especies de aves perchando en los árboles y que depositaron las semillas de 56 especies de plantas, demostrando que las aves frugívoras proporcionan substancial movilidad a las semillas de una amplia variedad de árboles, y que los pastizales sirven potencialmente como foco de restablecimiento para plantas tropicales. También Martínez-R y Soto-C. (1993), monitorean la lluvia de semillas en selvas intactas, encontrando que aproximadamente el 50 % de las especies de semillas llegan de fuentes distantes, concluyendo que, no obstante que especies ocales de semillas grandes tienen un alto establecimiento en selvas de dosel cerrado, hay especies migratorias que llegan a establecerse.

Asimismo, Estrada et al. (1993), documentaron la respuesta de aves y mamíferos frugívoros a la fragmentación de selvas en Veracruz, indicando que los frugívoros pueden ser comunes en fragmentos de selva < 100 ha.; concluyendo que las áreas de agricultura proporcionan importantes conexiones entre fragmentos de selva, ofreciendo alimento y abrigo temporal para muchos frugívoros.

### **Estudios sobre *Ramphastos sulfuratus***

Por último, los estudios sobre el tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus* son realmente escasos, por ser tal vez un ave de hábitos peculiares, ya que vive en el dosel de las selvas tropicales, razón por la cual no es fácil observarla (Chávez y Santana en prensa). Los reportes aislados sobre su biología en general son efectuados por Van Tyne (1929), Skutch (1971), Remsen et al. (1993) y Chávez y Santana (en prensa), los cuales describen a la especie, mencionan su dieta y reproducción. También, existen trabajos como los de Denslow y Moermond (1985), Moermond y Denslow (1985), Moermond et al. (1986), y Foster (1987), que describen su forma de forrajear y sus hábitos de alimentación. Su importancia como agente dispersor, es mencionada por Mckey (1975), Trejo (1976), Howe (1977 y 1990), Howe y Estabrook (1977), Aguirre (1981), Howe y Smallwood (1982), Van Dorp (1985), Coates-E. y Estrada (1988), Escalona (1989) y Estrada y Coates-E. (1994); pero todos los

trabajos en este aspecto dan a conocer la biología de una especie de planta y sus posibles dispersores de semillas, sin enfocarse naturalmente a la biología del ave. Por último, autores como Santana y Milligan (1984) y Santana et al. (1986), describen la conducta forrajera y la selección de frutos de la familia Ramphastidae, contribuyendo así al conocimiento de la familia en general. Por consiguiente, con la finalidad de contribuir en el conocimiento de la biología del tucán "pico canoa", se realizó un estudio experimental con tucanes juveniles en cautiverio, en el Parque Ecológico Nanciyaga, en Catemaco Veracruz.

## OBJETIVO GENERAL :

Observar en cautiverio, algunos aspectos de la biología del tucán "Pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, tales como sus hábitos de alimentación y su efecto en la germinación.

## OBJETIVOS PARTICULARES :

- 1) Obtener la Tasa de Crecimiento de Juvenil a adulto de *Ramphastos sulfuratus* , y observar a través de datos merísticos el dimorfismo sexual.
- 2) Observar los hábitos de alimentación de *Ramphastos sulfuratus*
- 3) Examinar el efecto provocado por *Ramphastos sulfuratus*, sobre el tiempo y porcentaje de germinación de cuatro especies de frutos.
- 4) Realizar un diseño experimental con *Ramphastos sulfuratus*, sobre la selección de frutos silvestres y su estado de madurez.

## DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

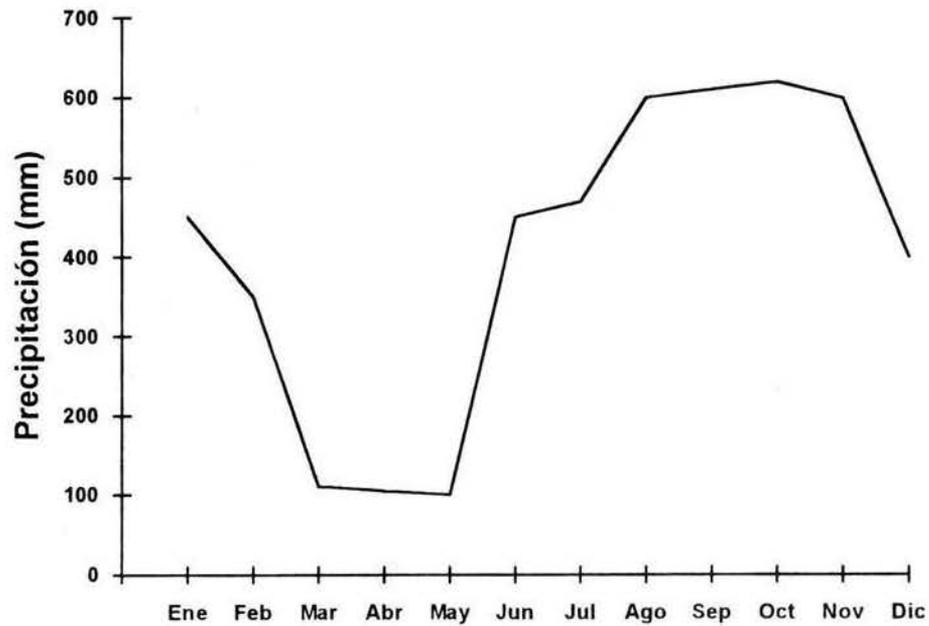
El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Parque Ecológico Nanciyaga, que se localiza en el macizo montañoso conocido como Los Tuxtlas, a 7 kms. hacia el Noreste de Catemaco Veracruz (fig. II) ; entre las coordenadas de 95° 04' - 95° 05' Latitud Oeste y 18° 26' - 18° 27' Latitud Norte. Con una altitud de 150- 350 m.s.n.m.

De acuerdo a los datos obtenidos en la Estación Meteorológica de Catemaco, el clima en la zona es Am (e) gw, cálido húmedo, con lluvias en verano. La temperatura máxima extrema es de 36.5° C. y la mínima de 11° C. La precipitación anual media es de 4800 mm, siendo los meses más lluviosos agosto, septiembre y octubre (fig. I). Durante los meses de enero a abril, los vientos dominantes proceden del Norte, y de julio a octubre del Noreste (Soto 1976; Escalona 1989).

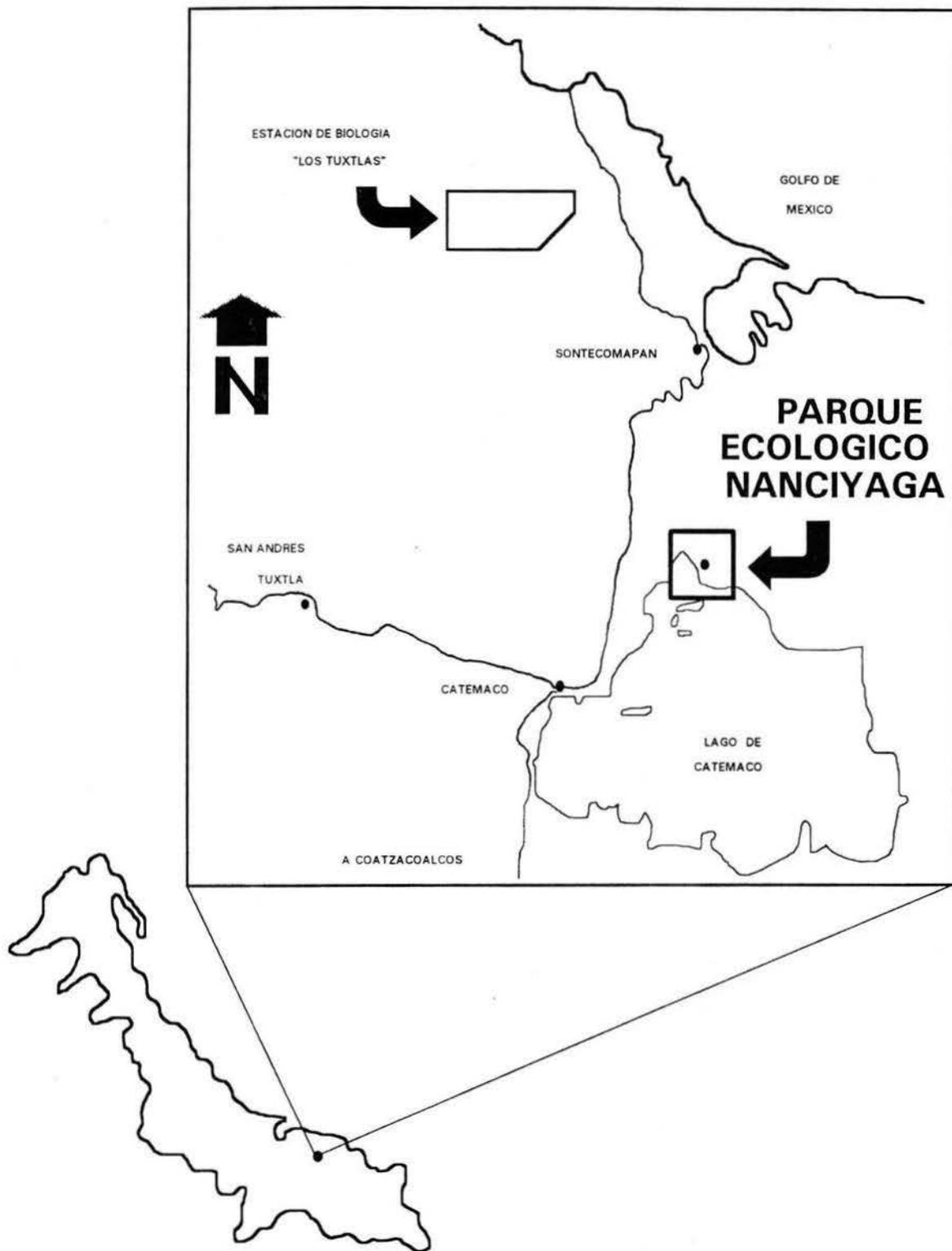
La vegetación existente es Selva Alta Perennifolia; los árboles del estrato superior poseen una altura mayor a los 30 m., alcanzando con frecuencia hasta 65 ó 75m. Son frecuentes los contrafuertes bien desarrollados y amplios; además casi la totalidad de los individuos arbóreos presentan fustes muy largos y limpios, con las ramas situadas generalmente hasta el extremo superior del tronco. Se incluye la gama más variada de formas vegetativas, aparte de los árboles y arbustos, hay plantas herbáceas umbrófilas, palmas espinosas, epífitas, bejucos y plantas trepadoras y estranguladoras. Las familias mejor representadas son: **Araceae, Bignoniaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Graminae, Leguminosae, Moraceae, Palmae y Piperaceae**. Además, donde está ubicada el área de estudio, es un mosaico de vegetación que se caracteriza por la presencia de selvas mezcladas con cultivos, pastizales y acahuals o áreas en proceso de regeneración. Los suelos son litosólicos, desde rojos hasta morenos, con buen drenaje (Pennington y Sarukhán 1968; Ibarra 1990).

La fauna existente en la zona de Los Tuxtlas, es particularmente rica y diversa. Los insectos constituyen el grupo de especies más variadas; por ejemplo, se han identificado aproximadamente 122 especies de libélulas (Odonata) pertenecientes a 55 géneros. En cuanto a los vertebrados, están identificados cerca de 97 especies de reptiles que ocupan diferentes nichos alimentarios. Se registran alrededor de 50 especies de anfibios entre salamandras (caudados), sapos y ranas (anuros). La comunidad de aves está representada por 320 especies (30% migratorias y 70% residentes); algunas de las familias mejor

representadas son **Accipitridae**, **Tyrannidae**, **Emberizidae**, **Columbidae** y **Muscicapidae**. En el caso de los mamíferos, se reportan 90 especies, de las cuales el 42% son voladores, 33% terrestres y 13% terrestres con habilidad para trepar a los árboles (Coates-E. y Estrada 1985 y 1986a).



**Fig. I** Precipitación mensual para la zona de Los Tuxtlas.



**Fig. II** Localización del Parque Ecológico Nanciyaga, en Catemaco Veracruz.

## METODO

Con la finalidad de cumplir los objetivos propuestos, se realizó un diseño experimental en cautiverio, con seis individuos juveniles del tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, en un período de un año (Septiembre 1992- Agosto 1993) invirtiéndose ocho días de trabajo al mes, con cuatro meses previos de entrenamiento.

Por tratarse de organismos juveniles de aproximadamente 15 meses de edad, se registró su crecimiento, considerando que el crecimiento se expresa fundamentalmente como la variación de una dimensión cualquiera del individuo, en función del tiempo; así durante el transcurso del estudio, en el primer día de trabajo de cada mes, cada individuo fue marcado (de acuerdo al número del anillo de Sedesol), pesado y medido en los siguientes datos merísticos: **longitud total, envergadura, cuerda alar, cola, pico y tarso**. Posteriormente, para cada individuo y para la especie en general, se obtuvo la tasa de crecimiento por medio de la siguiente ecuación (Adams et al. 1994):

$$\begin{array}{l} \text{Tasa} \\ \text{de} \\ \text{Crecimiento} \end{array} = \frac{L 2 - L 1}{T 2 - T 1}$$

donde :

L 2 = última longitud registrada

L 1 = primer longitud registrada

T 2 = último tiempo

T 1 = primer tiempo

Con el deseo de observar los hábitos de alimentación, el efecto sobre la germinación y la selección de frutos que presentaban los tucanes, se emplearon cuatro especies de frutos silvestres del área de estudio: *Aristolochia schippii*, *Ficus insipida*, *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata* (apéndice I); estas se emplearon debido a su abundancia en el área de estudio, siendo *Ficus* y *Cecropia*, especies registradas en la dieta de los tucanes (Chávez y Santana, en prensa), mientras que *Aristolochia* y *Poulsenia* no se registran en su dieta, pero previamente fueron probadas si eran o no de su agrado; así, las cuatro especies se usaron de acuerdo a su temporada de fructificación en la zona de estudio (cuadro I).

<b>Especie</b> <b>Mes</b>	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Sep-'92				X
Oct -'92 *	X	X		
Nov -'92	X			
Dic -'92	X			
Ene-'93	X			
Feb-'93	X			
Mar-'93	X			
Abr-'93 *	X	X		
May-'93 *		X	X	X
Jun-'93 *		X	X	X
Jul-'93 *		X	X	
Agos-'93		X		

**Cuadro I** Uso de las cuatro especies de frutos durante el estudio.

\* Meses en que coincidieron 2 o más especies, para las pruebas de selectividad.

En relación a los hábitos de alimentación del tucán "pico canoa", se observaron en un período aproximado de 6 horas diarias (10:00-16:00hrs) durante los siguientes seis días de trabajo, completándose un total de 36 horas al mes y 432 anuales. Estas observaciones se realizaron sobre un individuo (diferente cada día), que se aisló en una jaula (70x90x60cm) con piso, observando su conducta desde una distancia aproximada de 3 metros. Se le proporcionaron frutos silvestres de la temporada, que previamente fueron pesados y medidos (largo x ancho y volúmen), se registró el comportamiento de forrajeo (forma de tomar el fruto), tiempo de manipuleo del fruto (desde que lo toma con el pico hasta que lo traga), el tiempo de digestión o digestibilidad (desde que ingiere el fruto hasta que lo defeca o regurgita); después se recolectaron las heces fecales y se pesaron (Jordano, 1983; Foster, 1987; Coates-Estrada y Estrada, 1988; Izhaki y Safriel, 1989). Todas éstas observaciones se vaciaron a una hoja de registro (cuadro II).

Fecha:					
Especie del fruto	Individuo	Peso de fruto ofrecido	Tiempo de manipuleo	Tiempo de digestión	Peso de fruto defecado

**Cuadro II.** Forma de registro utilizada para los datos de alimentación.

Al considerar los datos obtenidos, se tomaron en cuenta cinco principales factores:

Tiempo de Manipuleo (seg)

Tiempo de Digestión o digestibilidad (min)

Peso de fruto asimilado (%) =  $\frac{\text{Peso ofrecido} - \text{Peso defecado}}{\text{Peso ofrecido}} \times 100$

Consumo (gr) =  $\frac{\text{Peso asimilado}}{\text{Peso corporal del individuo}}$

Eficiencia de forrajeo (gr/min) =  $\frac{\text{Cantidad de fruto tomado}}{\text{unidad de tiempo}}$

Estos parámetros, se obtuvieron para cada individuo en las diferentes especies de frutos; posteriormente para ver si existe diferencias significativas entre los individuos y entre las cuatro especies de frutos, se aplicó un Análisis de Varianza (Foster 1987, Izhaki y Safriel 1989, Bosque y De Parra 1992).

Conjuntamente, con respecto a los frutos, otro tipo de información obtenida, fueron las medidas (largo, ancho, peso y volúmen) de 10 frutos de 5 árboles, sumando 50 frutos para cada especie (Escalona 1989). De igual forma, se observó la influencia de éstas medidas (tamaño del fruto) sobre el tiempo de su manipuleo por medio de una correlación lineal, al mismo tiempo, el tamaño de la semilla de la especie (anexo II) con el tiempo de digestión (Levey, 1986).

Igualmente, con la intención de conocer el efecto de los tucanes sobre la germinación, en el último día de trabajo se realizaron experimentos con semillas defecadas y/o regurgitadas por las aves; asimismo, con semillas control que no fueron manipuladas por los tucanes y que fue removida su pulpa artificialmente. Así, se prepararon para germinar de 30-60 semillas (dependiendo de la cantidad de semillas contenidas en el fruto), tanto en condiciones naturales: dentro de la zona de estudio, en una área sombreada (1.50 m<sup>2</sup>) y cercada con malla de acero, se colocaron las semillas a nivel del suelo dentro de recipientes de plástico (30 x 20 cm), ocupando como sustrato tierra del área; así como en condiciones de invernadero: donde las semillas también se colocaron en recipientes de plástico (30x20 cm), y se usó agrolita como sustrato, bajo luz controlada, proporcionándoles agua (250 ml) cada tercer día. Posteriormente se registró el tiempo y porcentaje

de germinación, confrontando el grupo control y el experimental, combinando ambas condiciones, aplicando una prueba t de Student para ver las diferencias (Howe 1977; Escalona 1989; Garwood 1986 y 1990). Además de comparar los promedios del tiempo y porcentaje de germinación obtenidos para cada una de las especies de frutos trabajadas, comprobando si existían diferencias significativas entre ellas, con un Análisis de Varianza. A parte de esto, se observó la relación entre el tiempo y porcentaje de germinación con el tiempo que tarda la semilla en el tracto digestivo (tiempo de digestión o digestibilidad) al aplicarse una correlación lineal (Murray et al. 1994).

Por otra parte, en lo concerniente a la pruebas de selectividad, se examinó la preferencia que mostraron los tucanes entre las cuatro especies de frutos trabajadas, durante cinco veces al mes, ofreciendo la misma cantidad de 2-3 especies (Denslow y Moermond 1982; Santana et al. 1986), de acuerdo a la temporada de fructificación de éstas (cuadro I ), así, se cotejó a:

***Aristolochia* vs. *Ficus*** en 10 ocasiones,  
***Ficus* vs. *Cecropia*** en 15 ocasiones,  
***Ficus* vs. *Poulsenia*** en 10 ocasiones  
***Cecropia* vs. *Poulsenia*** en 10 ocasiones.

Desafortunadamente por falta de coincidencia del período de fructificación de las especies, faltó examinar a ***Aristolochia*** con ***Cecropia*** y ***Poulsenia***. Además se observó la selección entre los estados de madurez (maduro vs. inmaduro), diez veces para cada especie. Las pruebas se realizaron con todos los individuos, considerando que la especie y categoría de madurez predilecta, era aquélla que se tomaba y consumía en primer lugar. Igualmente, se calculó el Índice de Preferencia para cada especie y estado de madurez, el cual se obtuvo al dividir su frecuencia de elección entre el número total de observaciones; comprobando estadísticamente las diferencias de preferencia con una prueba de  $X^2$  (Denslow y Moermond 1982; Santana et al. 1986; Moermond et al. 1986 y 1987; Willson et al. 1990).

## RESULTADOS

De acuerdo a las observaciones y los datos registrados, se obtuvieron los siguientes resultados:

### Crecimiento

En general, el crecimiento de los organismos juveniles de *Ramphastos sulfuratus*, se manifestó como una curva de tipo asintótico: con una fase de crecimiento acelerado y otra de equilibrio. (figs. 1.1 - 1.7).

Al examinar el crecimiento de cada individuo, se observó que en longitud total (cuadro y figs.1.1), envergadura (cuadro y figs.1.2), cuerda alar (cuadro y figs. 1.3) y cola (cuadro y figs. 1.4), los individuos 2, 3 y 5 fueron los que presentaron las mayores tallas y tasas de crecimiento; mientras que el individuo 6 mostró un crecimiento más escalonado (figs. 1.1), y los individuos 1 y 4 denotan las menores tallas y tasas, debido a una desaceleración registrada por la muda de la cola (figs 1.1 y 1.4).

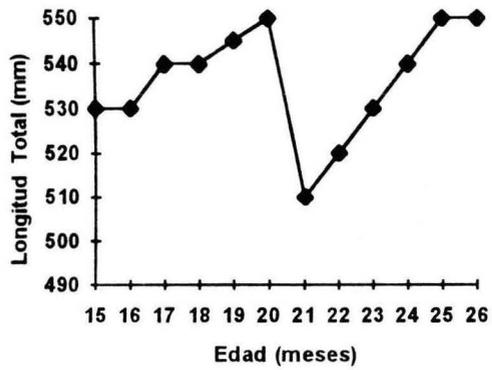
Por otro lado, los individuos 2, 3 y 5 se pueden considerar machos, por presentar mayores dimensiones en el cuerpo y pico (cuadro y figs. 1.5). Mientras que, en el tarso (cuadro y figs. 1.6), las tasas más altas se registraron en los individuos 4, 6 y 1, ya que tardaron más tiempo en alcanzar la talla máxima.

Con respecto al peso (cuadro y figs. 1.7), igualmente los individuos que pesaron más y presentaron las tasas más elevadas, fueron 2, 3 y 5; y aunque dos individuos (3 y 5) bajaron de peso, en general, la mayoría fue constante.

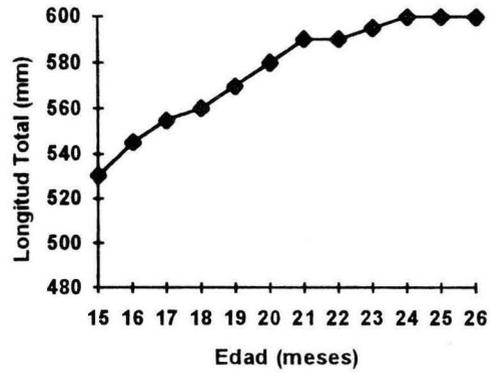
Así, de acuerdo al promedio de las tasas de crecimiento para cada medida considerada (cuadro 1.8), se observó que los tucanes en general, presentaron las tasas más altas en longitud total, envergadura y cuerda alar.

Edad (meses)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Individuo</b>												
1	530	530	540	540	545	550	510	520	530	540	550	550
2	530	545	555	560	570	580	590	590	595	600	600	600
3	550	555	560	560	575	575	585	590	600	610	610	610
4	490	510	520	530	535	540	545	550	550	510	520	520
5	520	530	540	540	550	550	560	560	570	580	580	580
6	490	490	500	500	520	530	530	540	540	540	550	550

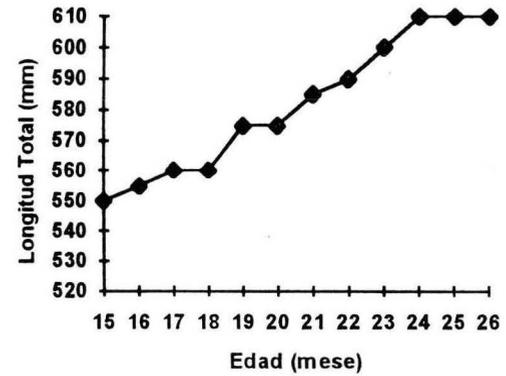
**Cuadro 1.1** Longitud Total (mm), registrada para los seis individuos.



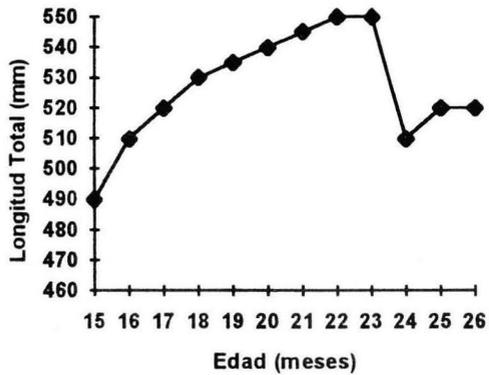
a) Ind.1, T. C. = 1.81



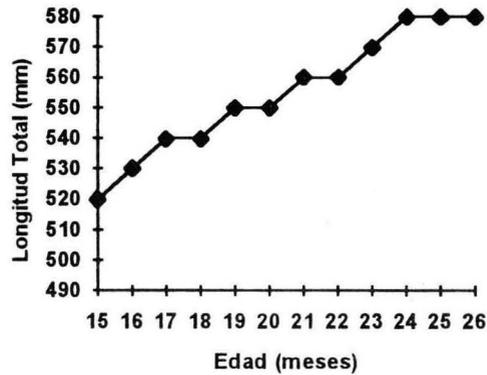
b) Ind.2, T. C. = 6.36



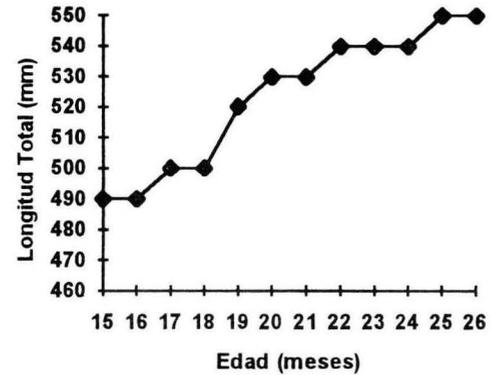
c) Ind.3, T. C. = 5.45



d) Ind.4, T. C. = 2.72



e) Ind.5, T. C. = 5.45

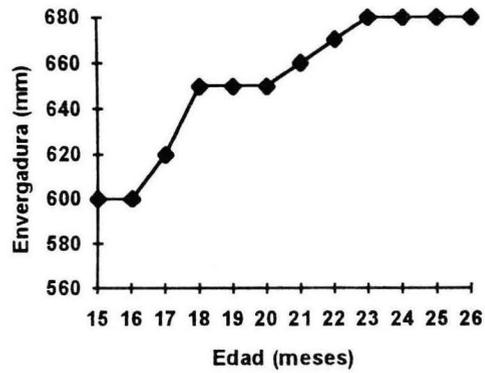


f) Ind.6, T. C. = 5.45

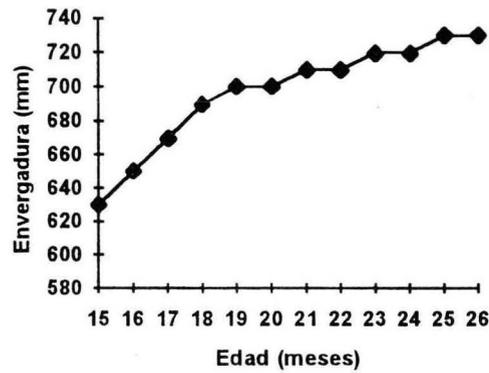
**Figs. 1.1** Crecimiento de los individuos en Longitud Total, así como su tasa de crecimiento.

Edad (meses)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Individuo</b>												
1	600	600	620	650	650	650	660	670	680	680	680	680
2	630	650	670	690	700	700	710	710	720	720	730	730
3	630	650	675	695	710	715	720	720	730	730	730	730
4	600	620	640	650	660	670	670	670	680	680	680	680
5	620	630	640	650	670	690	700	700	720	730	730	730
6	620	630	640	650	660	670	680	700	700	700	700	700

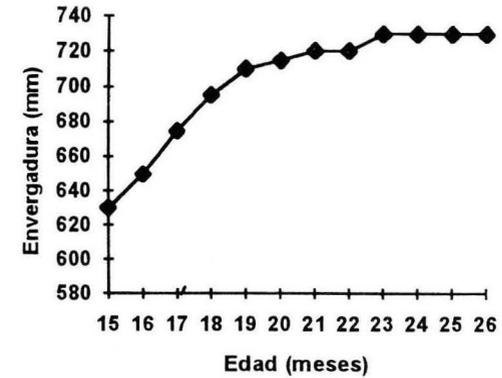
**Cuadro 1.2** Datos Merísticos de los individuos para Envergadura o Extensión alar (mm).



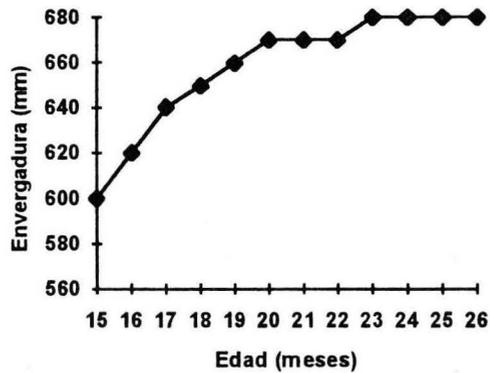
a) Ind.1 , T. C. = 7.27



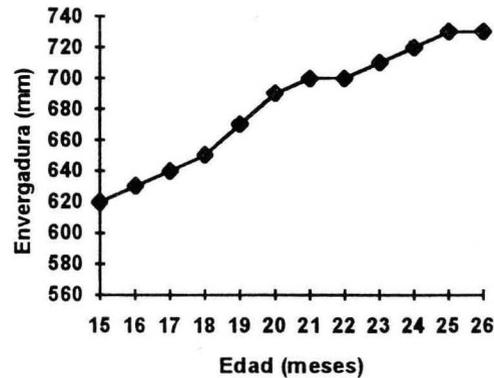
b) Ind.2 , T. C. = 9.09



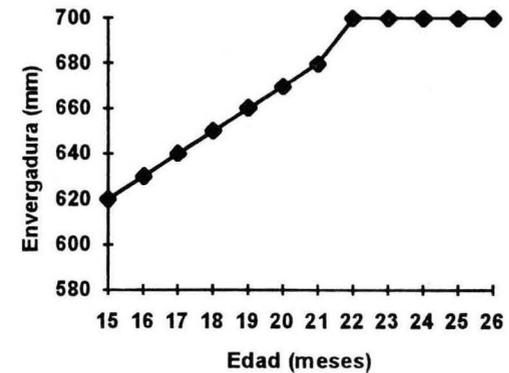
c) Ind.3 , T. C. = 9.09



d) Ind.4 , T. C. = 7.27



e) Ind.5 , T. C. = 10.0

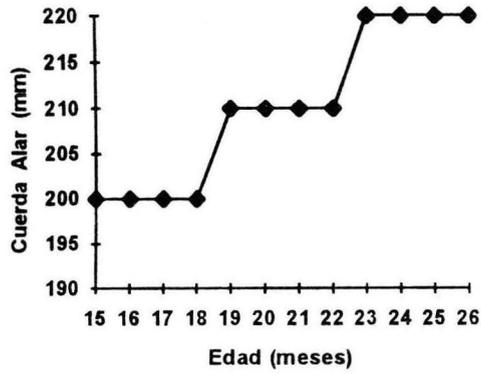


f) Ind.6 , T. C. = 7.27

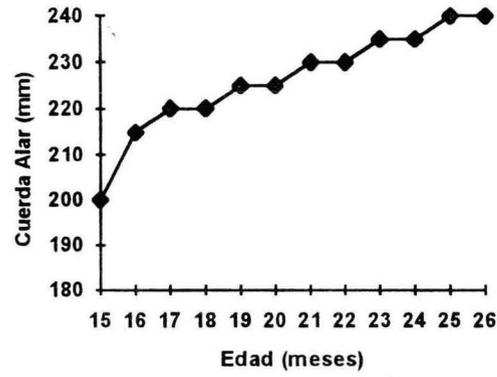
**Figs. 1.2** Tasa de crecimiento de los seis individuos en Envergadura.

<b>Edad (meses)</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
<b>Individuo</b>												
<b>1</b>	200	200	200	200	210	210	210	210	220	220	220	220
<b>2</b>	200	215	220	220	225	225	230	230	235	235	240	240
<b>3</b>	200	210	210	220	220	225	225	230	230	235	240	240
<b>4</b>	190	190	190	190	200	200	200	200	200	210	210	210
<b>5</b>	200	200	205	210	220	225	230	230	235	235	240	240
<b>6</b>	190	200	200	210	210	215	215	215	220	220	220	220

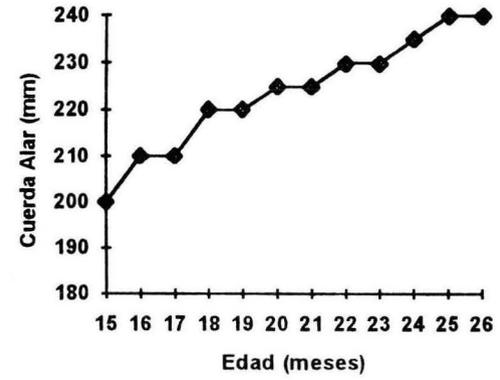
**Cuadro 1.3** Dimensiones de Cuerda Alar (mm) para los seis individuos.



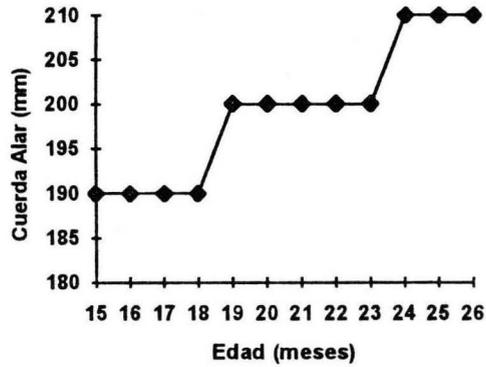
a) Ind.1 , T. C. = 1.81



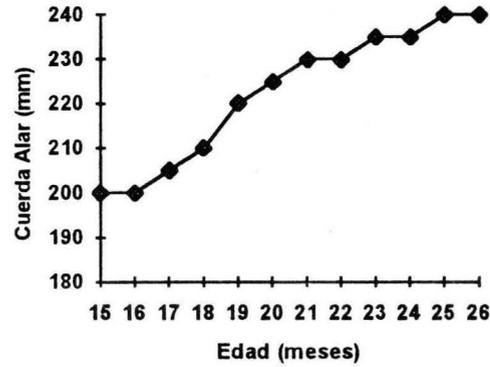
b) Ind.2 , T. C. = 3.63



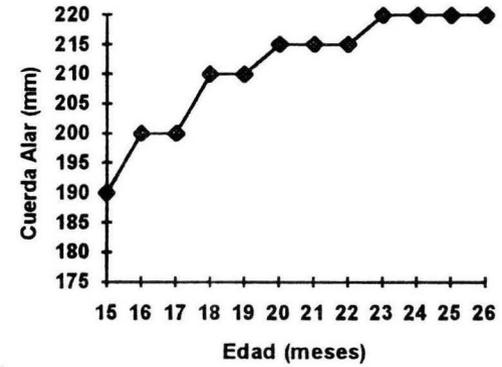
c) Ind.3 , T. C. = 3.63



d) Ind.4 , T. C. = 1.81



e) Ind.5 , T. C. = 3.63

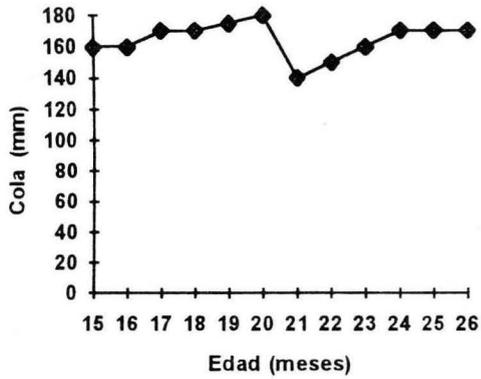


f) Ind.6 , T. C. = 2.72

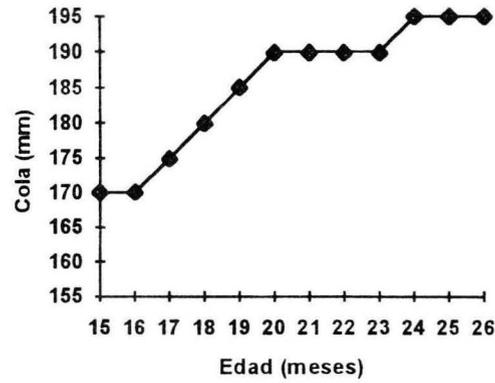
**Figs. 1.3** Tasa de crecimiento de los individuos para Cuerda Alar.

Edad (meses)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Individuo</b>												
1	160	160	170	170	175	180	140	150	160	170	170	170
2	170	170	175	180	185	190	190	190	190	195	195	195
3	170	170	180	180	185	185	185	190	190	190	195	195
4	160	165	170	170	175	180	180	180	180	130	140	150
5	170	175	180	180	185	185	190	190	190	190	195	195
6	165	165	165	165	170	170	170	170	170	175	175	175

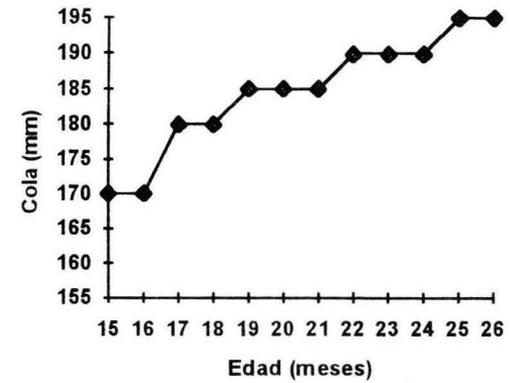
**Cuadro 1.4** Medidas de los individuos para Cola (mm).



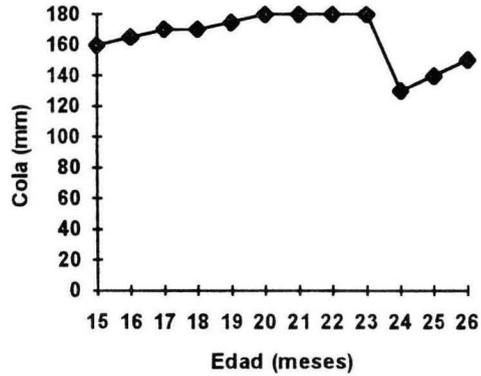
a) Ind.1 , T. C. = 0.90



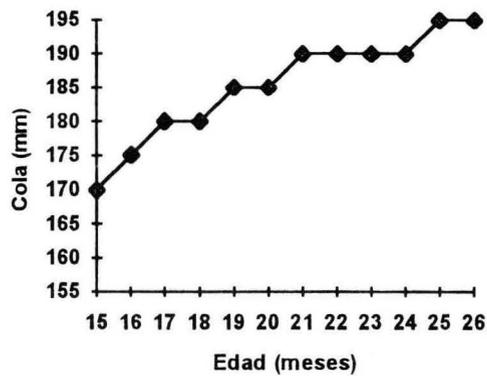
b) Ind.2 , T. C. = 2.27



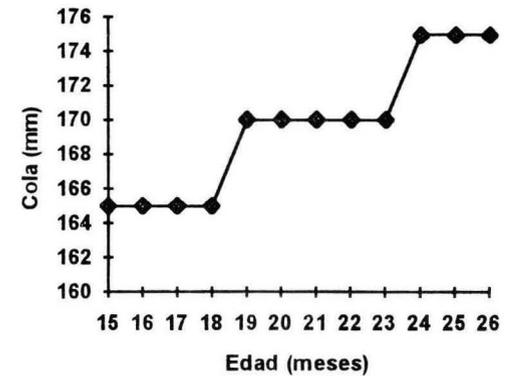
c) Ind.3 , T. C. = 2.27



d) Ind.4 , T. C. = 0.90



e) Ind.5 , T. C. = 2.27

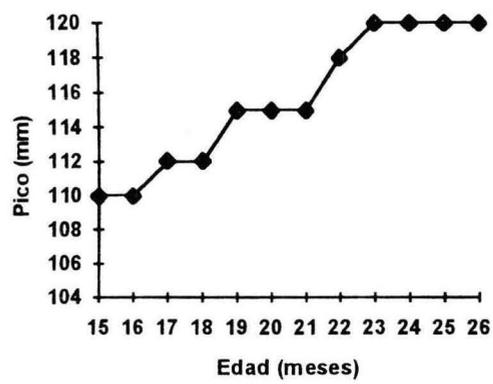


f) Ind.6 , T. C. = 0.90

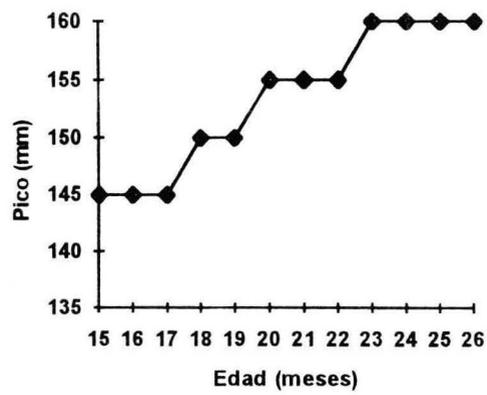
Figs.1.4 Tasa de crecimiento de los individuos para la Cola.

Edad (meses)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Individuo</b>												
1	110	110	112	112	115	115	115	118	120	120	120	120
2	145	145	145	150	150	155	155	155	160	160	160	160
3	147	147	150	150	155	155	155	155	155	160	160	160
4	110	110	114	114	116	116	118	118	120	120	120	120
5	125	125	126	127	128	130	130	132	135	135	140	140
6	125	126	127	127	128	128	129	129	130	130	130	130

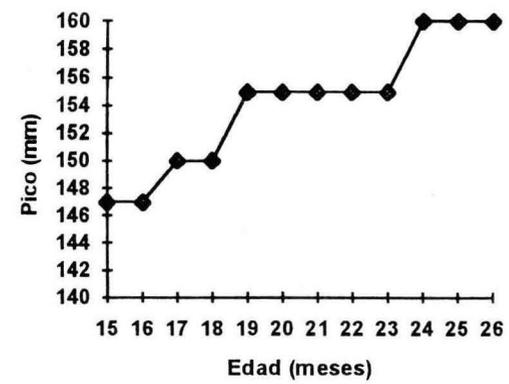
**Cuadro 1.5** Datos de longitud del Pico (mm), de los seis individuos.



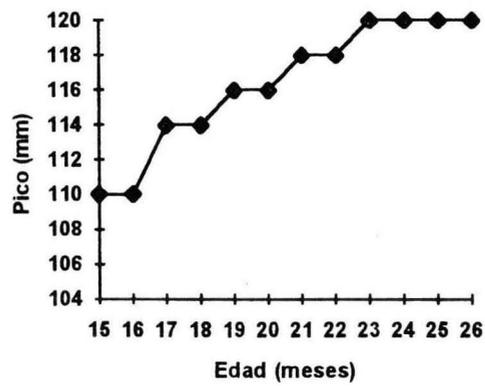
a) Ind.1 , T. C. = 0.90



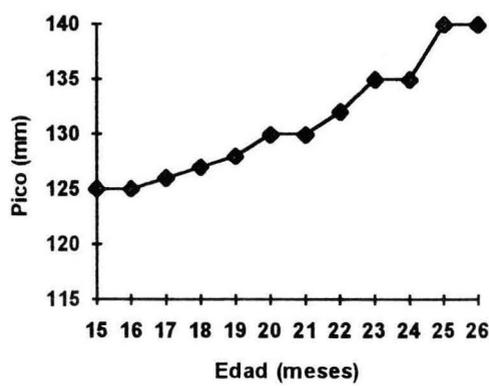
b) Ind.2 , T. C. = 1.36



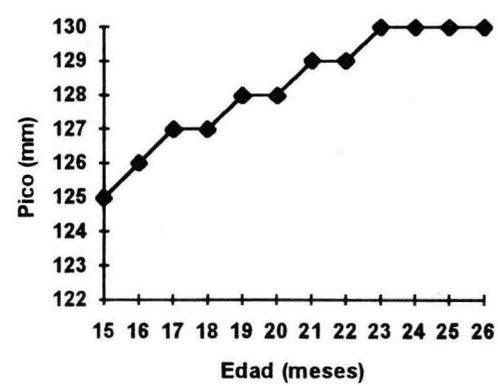
c) Ind.3 , T. C. = 1.18



d) Ind.4 , T. C. = 0.90



e) Ind.5 , T. C. = 1.36

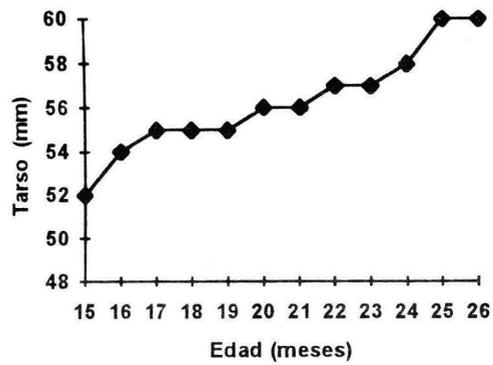


f) Ind.6 , T. C. = 0.27

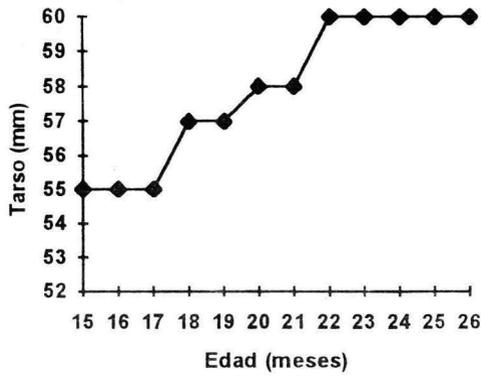
**Figs.1.5** Tasa de crecimiento de los individuos para el Pico.

Edad (meses)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Individuo</b>												
1	52	54	55	55	55	56	56	57	57	58	60	60
2	55	55	55	57	57	58	58	60	60	60	60	60
3	55	55	55	55	57	57	58	58	60	60	60	60
4	52	52	53	53	54	54	55	56	58	60	60	60
5	55	55	55	56	56	56	56	58	58	60	60	60
6	53	53	55	55	56	58	58	60	60	60	60	60

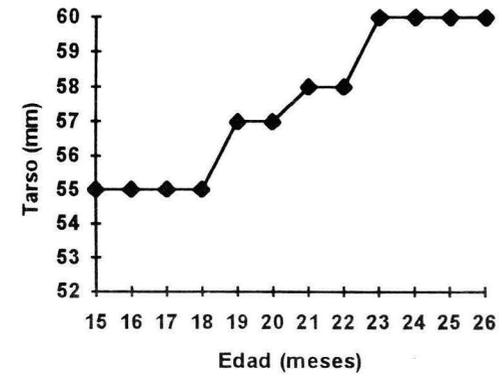
**Cuadro 1.6** Datos Merísticos del Tarso (mm) en los individuos.



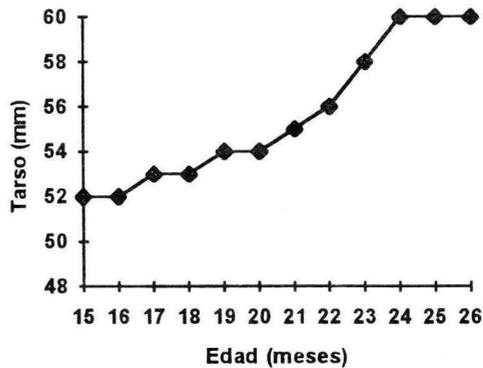
a) Ind.1 , T. C. = 0.72



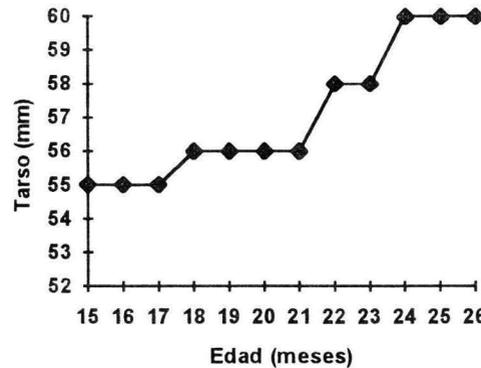
b) Ind.2 , T. C. = 0.45



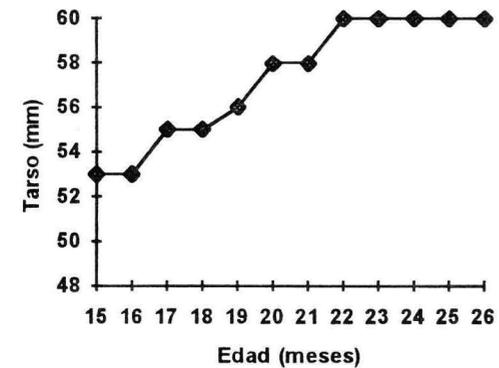
c) Ind.3 , T. C. = 0.45



d) Ind.4 , T. C. = 0.72



e) Ind.5 , T. C. = 0.45

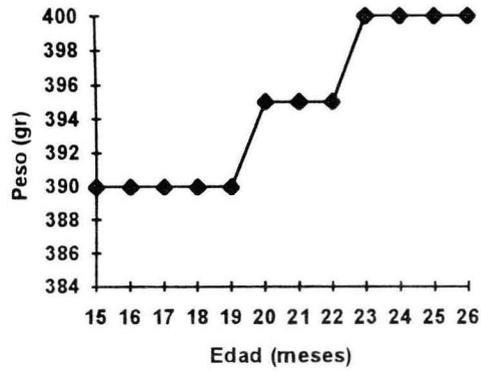


f) Ind.6 , T. C. = 0.63

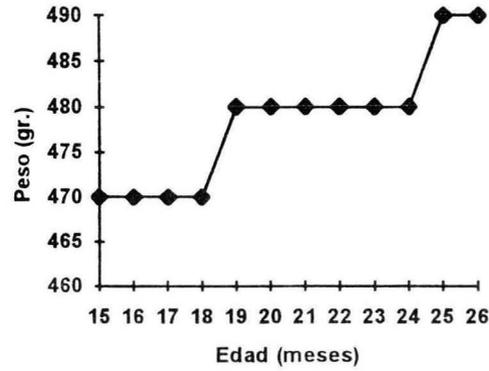
**Figs 1.6** Tasa de crecimiento de los individuos en el Tarso.

Edad (meses)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>Individuo</b>												
1	390	390	390	390	390	395	395	395	400	400	400	400
2	470	470	470	470	480	480	480	480	480	480	490	490
3	470	470	480	490	500	500	500	500	490	490	490	490
4	420	420	420	420	425	430	430	435	435	430	430	430
5	460	460	460	470	470	470	470	470	470	470	480	480
6	420	420	420	420	420	420	430	430	430	430	435	435

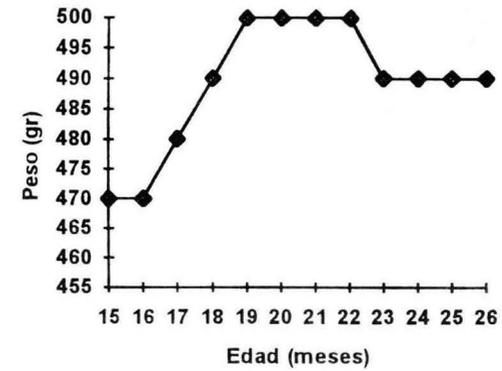
**Cuadro 1.7** Peso (gr.) registrado para los seis individuos.



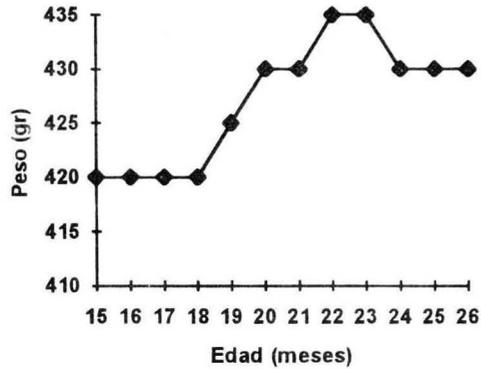
a) Ind.1 , T. C. = 0.90



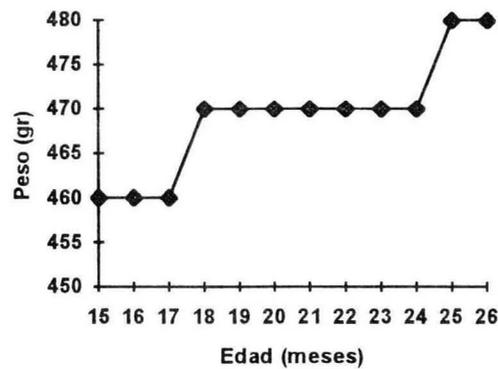
b) Ind.2 , T. C. = 1.81



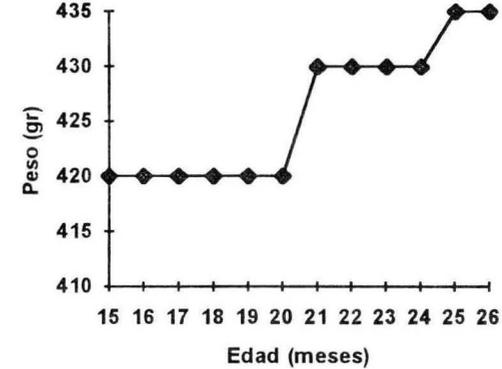
c) Ind.3 , T. C. = 1.81



d) Ind.4 , T. C. = 0.90



e) Ind.5 , T. C. = 1.81



f) Ind.6 , T. C. = 1.36

**Figs. 1.7** Tasa de crecimiento de los individuos para el Peso.

Medida	Tasa de Crecimiento
Longitud Total (mm)	4.54
Envergadura (mm)	8.33
Cuerda Alar (mm)	2.87
Cola (mm)	1.58
Pico (mm)	0.99
Tarso (mm)	0.57
Peso (gr)	1.43

**Cuadro 1.8** Promedios de la tasa de crecimiento para las diferentes medidas.

## Hábitos de alimentación.

Moermond y Denslow (1985), indicaron que las aves frugívoras usan diferentes métodos para forrajear (fig.2.1). La forma empleada depende de la habilidad y características físicas del ave.

De acuerdo a las observaciones realizadas, el método usado por el tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, fue el de extender y suspender su cuerpo hacia abajo, sosteniéndose de la percha con sus fuertes patas, y alcanzar el fruto con su largo pico (fig. 2.2). Posteriormente, con el fruto ya en el pico, el tucán lo lanzaba al aire, al mismo tiempo, en que movía la cabeza hacia atrás con el pico abierto, para atraparlo y dejarlo caer en la garganta (fig. 2.3).

Esto sucedió cuando el tamaño del fruto era igual o menor a la amplitud del pico, y por lo tanto podía ser ingerido sin dificultad. Pero cuando el fruto era de gran tamaño, se auxiliaba sosteniéndolo con su pata, y con el pico cortarlo, para tragarlo por partes (fig. 2.4).

Aparte, para cada especie de fruto que se utilizó, se obtuvo el promedio de los seis individuos, en los cinco factores considerados:

### Tiempo de Manipuleo

Al observar los promedios de los individuos (cuadro 2.1 y fig. 2.5), se apreció que los individuos tardaron el mismo tiempo en el manipuleo del fruto de *Aristolochia schippíi*; mientras que con los frutos de *Ficus insipida*, *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*, los tiempos más altos se observaron en los individuos 1, 4 y 6 ( $\bar{x}$ = 191, 194, 176 min.); sin embargo, de acuerdo a la prueba estadística, no existe diferencias entre los individuos (cuadro 2.2a). De igual modo, al cotejar los tiempos de manipuleo de las cuatro especies de frutos (fig. 2.5), se observó que los de *Aristolochia schippíi* presentaron los tiempos más bajos ( $\bar{x}$ =5 seg.), y *Poulsenia armata* los más altos ( $\bar{x}$ =270 seg.). Estas diferencias se comprobaron estadísticamente (cuadro 2.2b).

Por otra parte, al relacionar el tiempo de manipuleo de cada especie de fruto con su tamaño, es decir, sus medidas (cuadro 2.11), se encontró correlación positiva con el peso y volumen del fruto ( $r=0.8564$ ,  $r=0.8461$ ,  $\alpha=0.05$ ) y sin correlación con el largo y ancho ( $r=0.1806$ ,  $r=0.6495$ ,  $\alpha=0.05$ ) (figs. 2.10).

## Tiempo de Digestión

Para el tiempo de digestión o digestibilidad (cuadro 2.3, fig. 2.6), se contempló que para las cuatro especies de frutos, los individuos 2, 3 y 5 registraron los tiempos menores de digestión ( $\bar{x}$ =24, 25, 26 min.), mientras que 1, 4 y 6 los mayores ( $\bar{x}$ =31, 31, 29 min.). Pero de acuerdo a la prueba de Anova, las diferencias entre individuos no son relevantes (cuadro 2.4a).

Por otro lado, al comparar los tiempos de digestión entre las especies de frutos (figs 2.6), se observó que los tucanes tardaron más tiempo en digerir las semillas de *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia* ( $\bar{x}$ =33, 30 min.), que las semillas de *Aristolochia schippif* y *Poulsenia armata* ( $\bar{x}$ =22, 26 min.), ya que éstas últimas generalmente eran regurgitadas. Estadísticamente existen diferencias entre las especies de frutos (cuadro 2.4b). Además, ésta digestibilidad se relacionó con el tamaño de la semilla (apéndice II), encontrando una correlación negativa ( $r = - 0.9635$ ,  $\alpha=0.05$ ) (fig. 2.11).

## Porcentaje de Peso de Fruto Asimilado

En el porcentaje asimilado (cuadro 2.5 y fig. 2.7), en las cuatro especies, los individuos que presentaron los porcentajes más altos fueron 1, 4 y 6 ( $\bar{x}$ =50, 49, 49 %); mientras que 2, 3 y 5 alcanzaron porcentajes menores de asimilación ( $\bar{x}$ =42, 43, 43 %). Aunque, no hay diferencias estadísticas entre individuos (cuadro 2.6a).

Al mismo tiempo, al observar los porcentajes alcanzados con las cuatro especies (fig. 2.7), se registraron los más altos con *Aristolochia schippif* y *Poulsenia armata* ( $\bar{x}$ =68, 44%). De la misma forma, con la prueba de Anova, se observaron diferencias entre las especies (cuadro 2.6b).

## Consumo

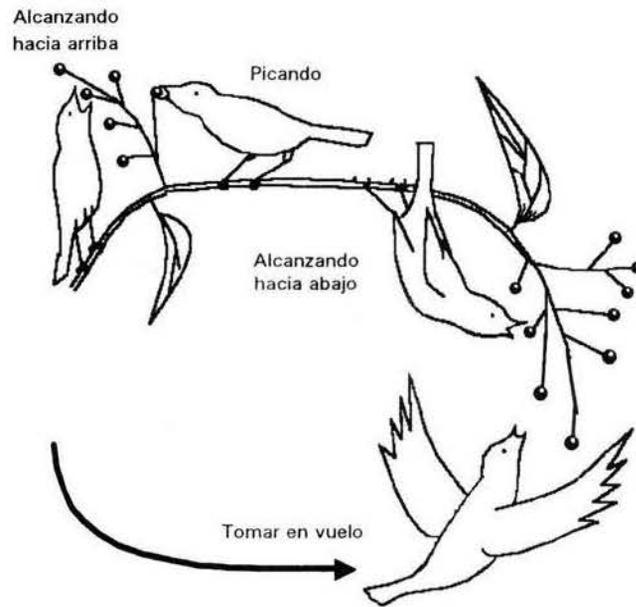
Respecto al consumo de fruto por gramo corporal (cuadro y fig. 2.7), para las especies de frutos, los mayores consumos se registraron con los individuos 1, 4 y 6 ( $\bar{x}$ =0.022, 0.020, 0.020 gr), en comparación de los individuos 2, 3 y 5 que presentaron los consumos menores ( $\bar{x}$ =0.015, 0.014, 0.016 gr). Sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencias entre individuos (cuadro 2.8a).

Entre las especies de frutos (fig. 2.7), encontramos que *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia* fueron los frutos de menor consumo ( $\bar{x}$ =0.0098, 0.0107 gr); asimismo, la prueba estadística mostró diferencias entre las especies (cuadro 2.8b).

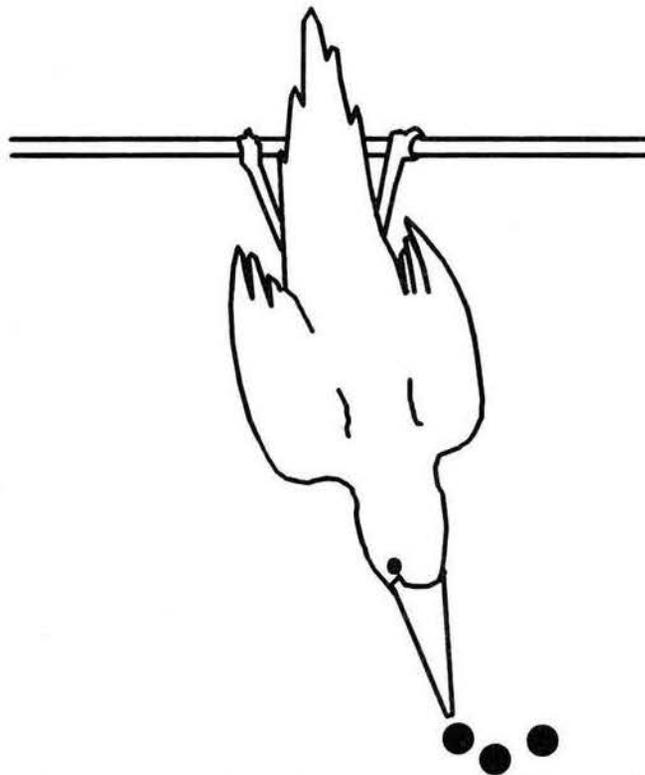
## Eficiencia de Forrajeo

En relación a la eficiencia de forrajeo (cuadro 2.9 y fig. 2.8), se encontró que en las cuatro especies de frutos, los individuos 2, 3 y 5 manifestaron mejor eficiencia forrajera ( $\bar{x}$ =10, 10, 9 gr/min), que los individuos 1, 4 y 6 ( $\bar{x}$ =8, 8, 9 gr/min). Pero, de acuerdo a la prueba estadística, los individuos no difieren significativamente (cuadro 2.10a).

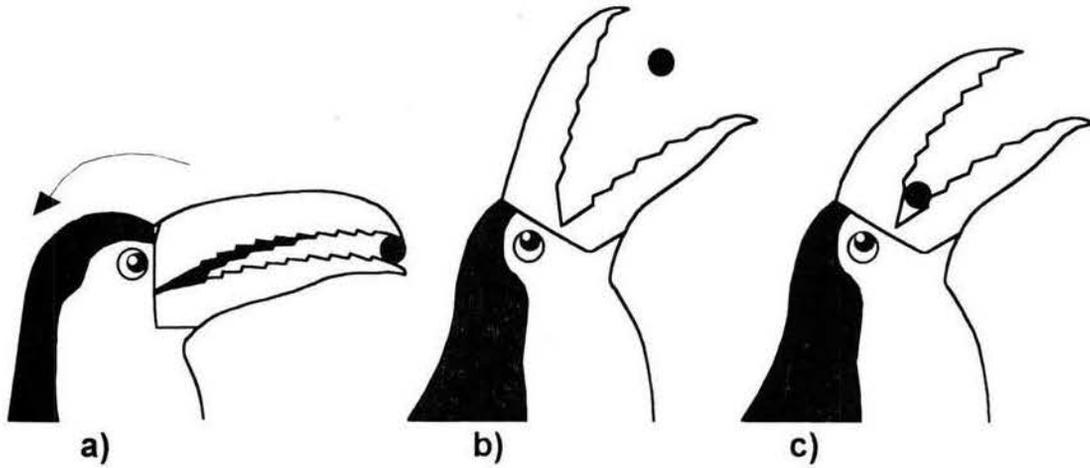
Igualmente, al comparar las eficiencias de forrajeo entre las especies (fig. 2.9), se observó que los tucanes presentan una mejor eficiencia con *Aristolochia schippíi* ( $\bar{x}$ =28 gr/min). También estadísticamente, existen diferencias entre las especies de frutos (cuadro 2.10b).



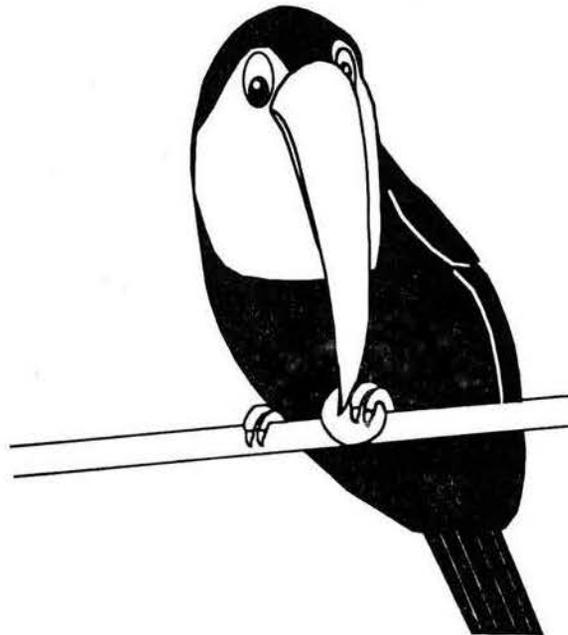
**Fig. 2.1** Representación de los métodos usados por las aves para tomar el fruto. (Ver Moermond and Denslow 1985, para mayor detalle).



**Fig 2.2** Método utilizado por el tucán "pico canoa" para tomar los frutos, alcanzándolos en un plano hacia abajo.



**Figs. 2.3** Representación del estilo de Manipular el fruto: a) moviendo la cabeza hacia atrás, b) lanzando el fruto al aire para posteriormente, c) dejarlo caer en la garganta.

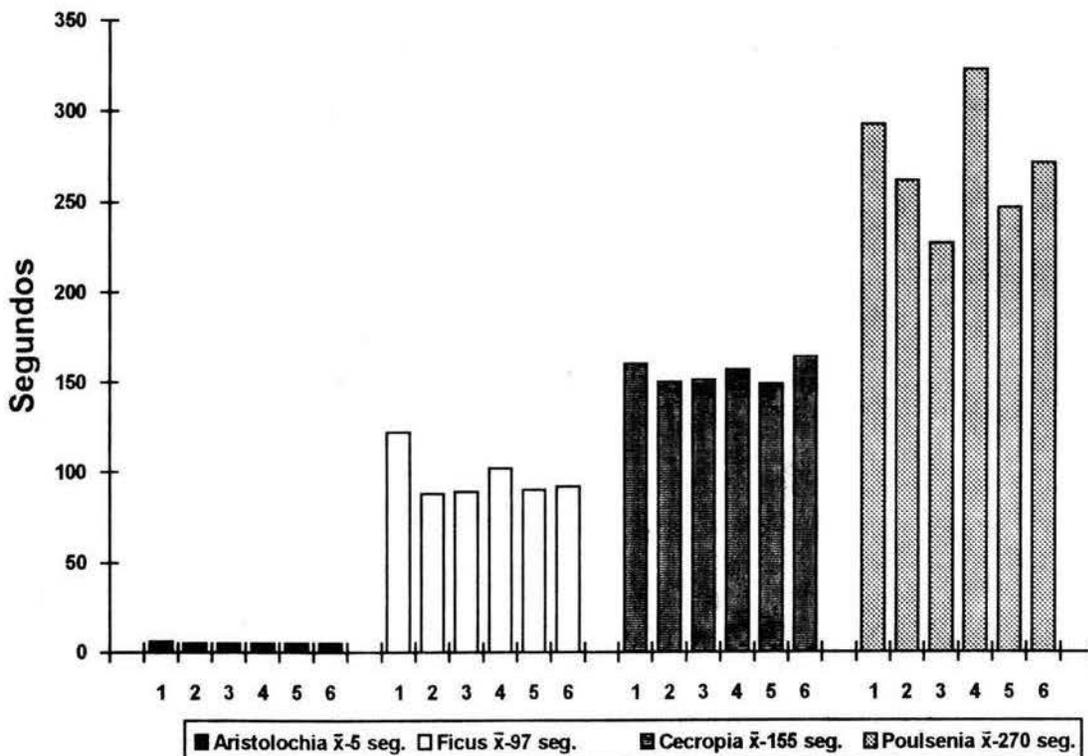


**Fig. 2.4** Otro método diferente, es cuando se trata de un fruto de mayor tamaño, ya que el tucán se auxilia con su pata para partirlo y después ingerirlo como en la Fig. 2.3.

### Tiempo de Manipuleo (seg)

Especie	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Individuo				
1	6	122	160	293
2	5	88	150	262
3	5	89	151	227
4	5	102	157	323
5	5	90	149	247
6	5	92	164	272
$\bar{X}$	<b>5 seg.</b>	<b>97 seg.</b>	<b>155 seg.</b>	<b>270 seg.</b>

**Cuadro 2.1** Promedios en los seis individuos, para las diferentes especies de frutos.



**Fig. 2.5** Promedios de los seis individuos para cada especie de fruto.

Especie	Grados de Libertad $\alpha = 0.05$	F. Teórica	F. Experimental
Aristolochia	5 - 36	2.48	0.89
Ficus	5 - 30	2.53	2.24
Cecropia	5 - 12	3.11	2.11
Poulsenia	5 - 12	3.11	0.68

**Cuadro 2. 2 (a)** Resultados del Análisis de Varianza entre los seis individuos, para el Tiempo de Manipuleo de cada especie de fruto. No existiendo diferencias entre individuos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Teórica	F Exp.
Entre	3	955063.69	318354.56		
Dentro	110	112450.10	1022.27	2.68	311.41
Total	113	1067513.8	319376.83		

**Cuadro 2. 2 (b)** Anova entre las especies de frutos para el Tiempo de Manipuleo. Detectándose diferencias significativas entre ellas.

## Tiempo de Digestión (min)

Especie	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Individuo				
1	25	36	33	30
2	20	30	25	23
3	19	30	30	24
4	27	38	32	28
5	21	32	26	25
6	22	32	35	30
$\bar{X}$	22 min.	33 min.	30 min.	26 min.

Cuadro 2.3 Promedios para los individuos, en cada especie de fruto.

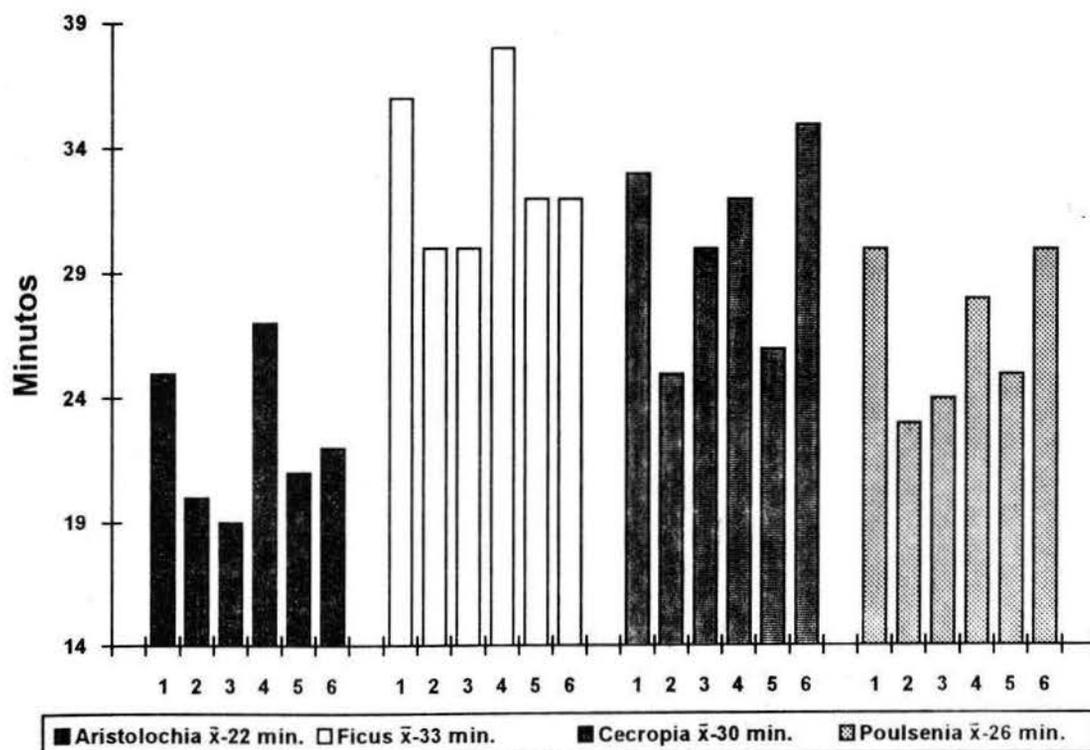


Fig. 2.6 Promedios en cada especie de fruto, para los seis individuos.

Especie	Grados de Libertad $\alpha = 0.05$	F Teórica	F Experimental
Aristolochia	5 - 36	2.48	1.05
Ficus	5 - 30	2.53	1.57
Cecropia	5 - 12	3.11	2.47
Poulsenia	5 - 12	3.11	0.14

**Cuadro 2.4 (a)** Resultados del Análisis de Varianza entre los individuos para el Tiempo de Digestión de cada especie de fruto. Encontrando que no hay diferencias entre individuos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Teórica	F Exp.
Entre	3	3137.418	1045.80		
Dentro	110	10894.099	99.03	2.68	10.56
Total	113	14031.518	1144.83		

**Cuadro 2.4 (b)** Anova entre las cuatro especies de frutos en el Tiempo de Digestión. Con diferencia significativas entre ellas.

## Peso de Fruto Asimilado (%)

Especie	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Individuo				
1	71	44	41	47
2	65	33	32	41
3	65	32	37	41
4	72	38	38	50
5	68	37	31	39
6	69	38	45	47
$\bar{X}$	68 %	37 %	37 %	44 %

Cuadro 2.5 Promedios en los seis individuos para las especies de frutos.

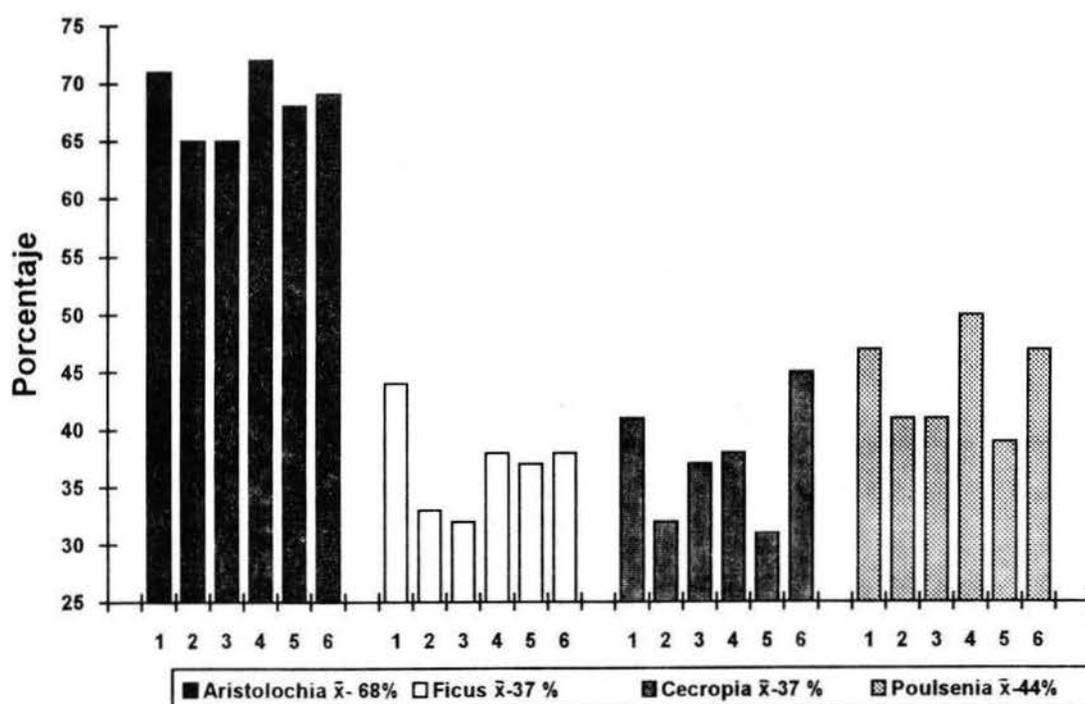


Fig. 2.7 Promedios para cada especie de fruto en los individuos.

Especie	Grados de Libertad $\alpha = 0.05$	F Teórica	F Experimental
Aristolochia	5 - 36	2.48	0.35
Ficus	5 - 30	2.53	0.40
Cecropia	5 - 12	3.11	0.20
Poulsenia	5 - 12	3.11	0.96

**Cuadro 2.6 (a)** Resultados del Análisis de Varianza entre los individuos para el % de fruto asimilado, en cada especie de fruto. Encontrando que no existen diferencias entre individuos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Teórica	F Exp.
Entre	3	23562.533	7854.17		
Dentro	110	33822.471	307.47	2.68	25.54
Total	113	57385.004	8161.64		

**Cuadro 2.6 (b)** Anova entre las especies de frutos, en el % de peso de fruto asimilado. Existiendo diferencias entre las especies.

## Consumo (gr)

Especie	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Individuo				
1	0.0377	0.0154	0.0142	0.0242
2	0.0267	0.0073	0.0078	0.0195
3	0.0212	0.0070	0.0093	0.0207
4	0.0356	0.0097	0.0113	0.0246
5	0.0317	0.0071	0.0073	0.0192
6	0.0343	0.0123	0.0146	0.0212
$\bar{X}$	<b>0.0312 gr.</b>	<b>0.0098 gr.</b>	<b>0.0107 gr.</b>	<b>0.0224 gr.</b>

Cuadro 2.7 Promedios de los individuos para cada especie de fruto.

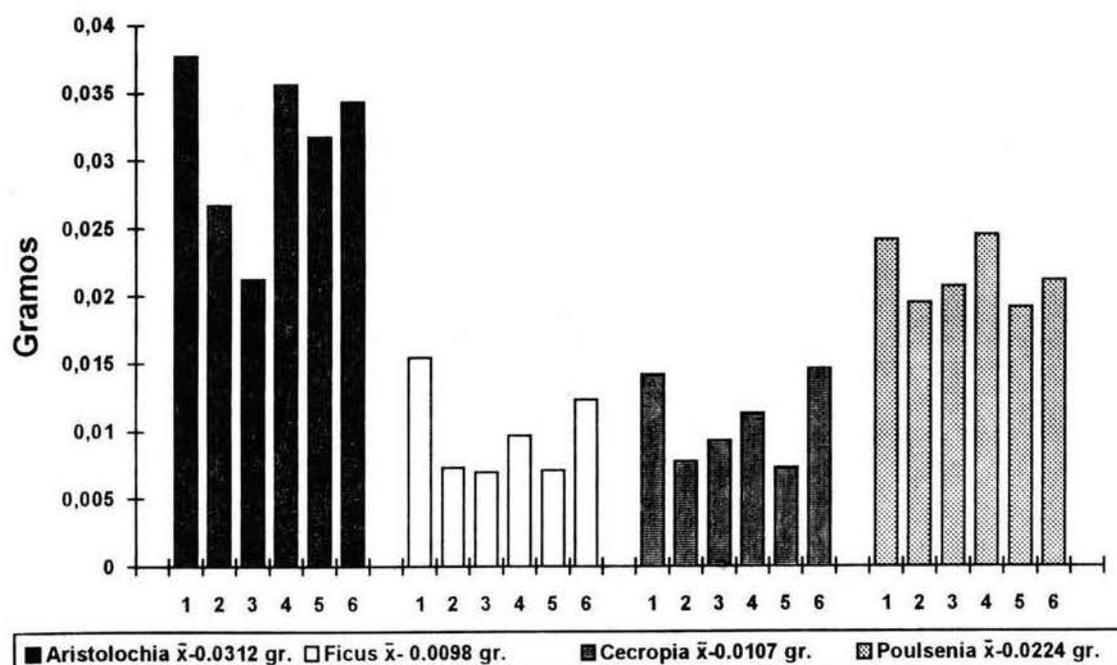


Fig. 2.8 Promedios de los seis individuos en las cuatro especies de frutos.

Especie	Grados de Libertad $\alpha = 0.05$	F Teórica	F Experimental
Aristolochia	5 - 36	2.48	1.33
Ficus	5 - 30	2.53	1.48
Cecropia	5 - 12	3.11	1.71
Poulsenia	5 - 12	3.11	1.68

**Cuadro 2.8 (a)** Resultados del Análisis de Varianza entre los individuos para el Consumo de cada especie observada. No hay diferencias significativas entre individuos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Teórica	F Exp.
Entre	3	.0070096	.0023365		
Dentro	110	.0146633	.0001333	2.68	17.52
Total	113	.0216730	.0024698		

**Cuadro 2.8 (b)** Anova entre las especies de frutos, en su Consumo. Sí existen diferencias entre ellas.

## Eficiencia de Forrajeo (gr/ min)

Especie	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Individuo				
1	26	4.10	2.50	1.94
2	30	4.80	3.68	2.38
3	33	4.60	3.43	2.72
4	26	4.12	2.07	1.79
5	28	4.30	4.40	2.44
6	27	4.21	3.20	1.97
$\bar{X}$	28 gr/min.	4.35 gr/min.	3.21 gr/min.	2.20 gr/min.

Cuadro 2.9 Promedios para los individuos en las especies de frutos.

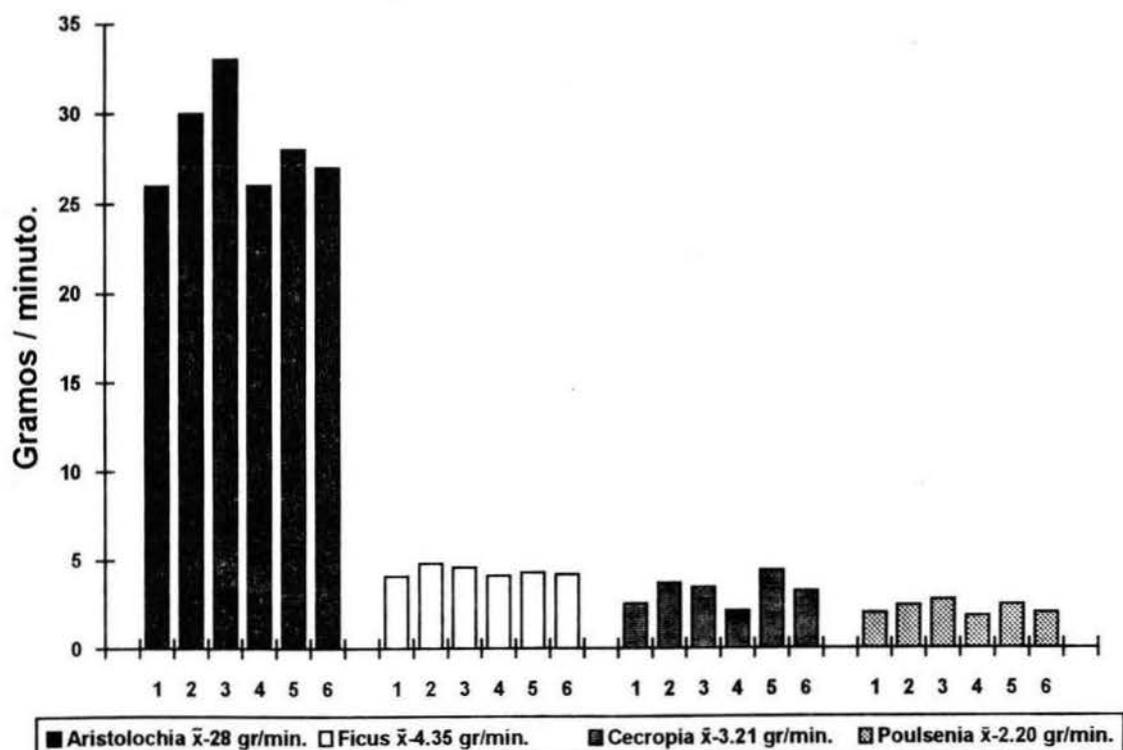


Fig. 2.9 Promedios en las especies de frutos, para cada individuo.

Especie	Grados de Libertad $\alpha = 0.05$	F Teórica	F Experimental
Aristolochia	5 - 36	2.48	0.64
Ficus	5 - 30	2.53	0.76
Cecropia	5 - 12	3.11	1.68
Poulsenia	5 - 12	3.11	2.40

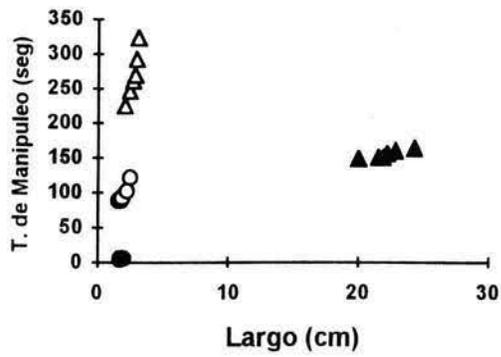
**Cuadro 2.10 (a)** Resultados del Análisis de Varianza entre los seis individuos, para la Eficiencia de Forrajeo de cada especie de fruto. No hay diferencias entre individuos.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Teórica	F Exp.
Entre	3	4.7379903	1.5793		
Dentro	110	1.9520060	.0177	2.68	88.9
Total	113	6.6899963	1.5970		9

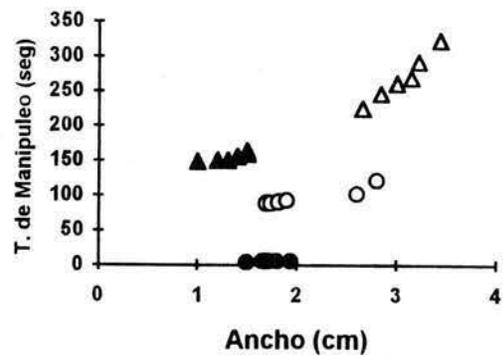
**Cuadro 2.10 (b)** Anova entre las especies de frutos, para la Eficiencia de Forrajeo. Encontrando diferencias significativas entre ellas.

Especie	<i>Aristolochia</i>		<i>Ficus</i>		<i>Cecropia</i>		<i>Poulsenia</i>	
	$\bar{X}$	D.S	$\bar{X}$	D.S	$\bar{X}$	D.S	$\bar{X}$	D.S
Largo (cm)	1.82	0.11	1.95	0.36	23.16	1.13	2.54	0.35
Ancho (cm)	1.67	0.10	2.16	0.28	0.88	0.19	3.14	0.27
Peso (gr)	2.75	0.48	3.75	1.01	10.22	2.16	11.38	2.27
Volúmen (ml)	2.78	0.55	3.78	1.01	10.32	1.69	12.86	1.79

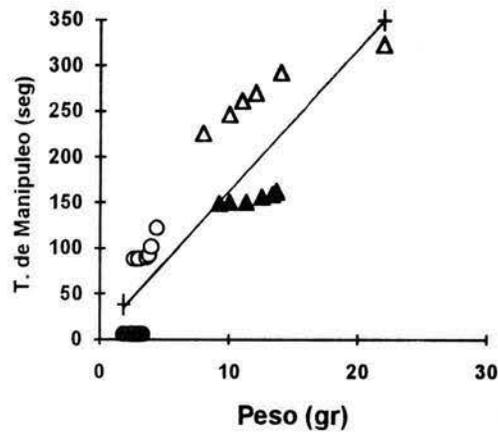
**Cuadro 2.11** Datos merísticos de las cuatro especies de frutos.  
 $\bar{X}$  = valores promedio, D.S = Desviación Estándar.



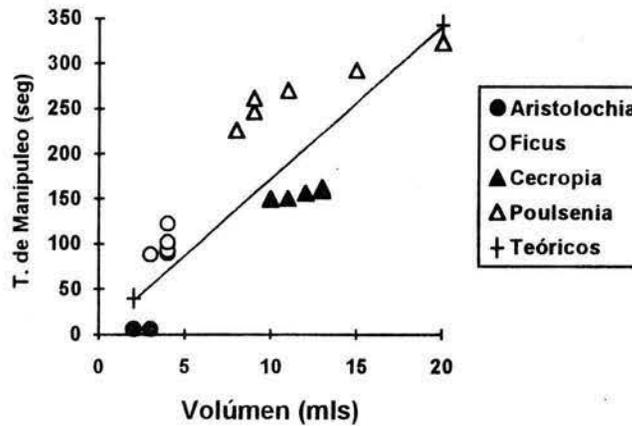
( a )



( b )

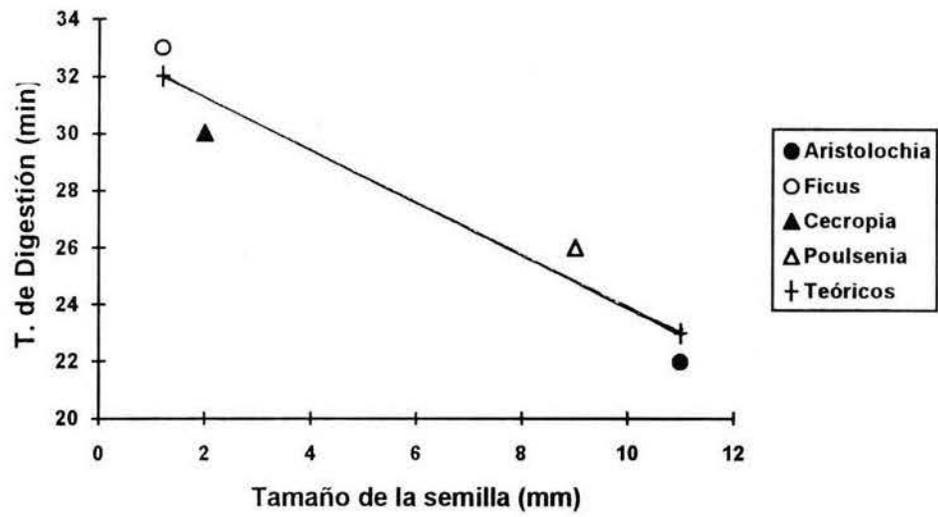


( c )



( d )

**Figs 2.10** Relación entre el Tiempo de Manipuleo y medidas de las cuatro especies de frutos. Encontrando únicamente una correlación positiva del tiempo de manipuleo con el peso y volúmen del fruto.



**Fig. 2.11** Relación entre el Tiempo de digestión y el tamaño de la semilla de cada una de las especies tratadas. Existiendo una correlación negativa o inversa.

## Germinación

Los resultados del tiempo y porcentaje de germinación, tanto en condiciones naturales como en condiciones de invernadero, para cada una de las cuatro especies de frutos trabajadas fueron:

### *Aristolochia schippii*

De siete veces que se trabajó con ella, se observó que las semillas experimentales (manipuladas por los tucanes) tardaron menos tiempo en germinar ( $\bar{x}$ =19 días en condiciones naturales y 12 días en invernadero), que las semillas control ( $\bar{x}$ =29 y 24 días) (cuadro y fig. 3.1); dicha diferencia se comprobó estadísticamente [ $t=7.66$ ,  $t=5.10$ ,  $gl=12$ ,  $\alpha=0.05$ ]. De igual forma se obtuvo un porcentaje mayor de germinación en las semillas experimentales ( $\bar{x}$ =81 y 64%) que las de control ( $\bar{x}$ =66 y 49%) (cuadro y fig. 3.2); así como la prueba estadística [ $t=4.62$  y  $t=3.06$ ,  $gl=12$ ,  $\alpha=0.05$ ].

Al comparar ambas condiciones de trabajo, se registró un tiempo y porcentaje de germinación menor en el invernadero ( $\bar{x}$ =18 días y 56%), y un mayor porcentaje y tiempo en condiciones naturales ( $\bar{x}$ =24 días y 73%), (fig. 3.1 y 3.2); ésta diferencia también se vió al aplicar la prueba de t de Student [ $t=4.17$  y  $t=3.67$ ,  $gl=12$ ,  $\alpha=0.05$ ].

### *Ficus insipida*

Durante los seis muestreos, se observó que en tiempo de germinación, las semillas control demoraron más en germinar ( $\bar{x}$ =40 días en condiciones naturales y 32 días en invernadero), que las semillas ingeridas por los tucanes ( $\bar{x}$ =30 y 20 días) (cuadro y fig. 3.3); ésto se comprobó estadísticamente al encontrar diferencias significativas [ $t=4.44$  y  $t=4.77$ ,  $gl=10$ ,  $\alpha=0.05$ ]. Mientras que en porcentaje de germinación, las semillas control mostraron menos porcentaje ( $\bar{x}$ =22 y 15%) que las experimentales ( $\bar{x}$ =35 y 25%) (cuadro y fig. 3.4); igualmente se demostró con el análisis estadístico [ $t=4.46$  y  $t=4.04$ ,  $gl=10$ ,  $\alpha=0.05$ ].

Comparativamente, ambas condiciones presentan diferencias, detectando un mayor tiempo y porcentaje de germinación en condiciones naturales ( $\bar{x}$ =50 días, 28%), que en el invernadero ( $\bar{x}$ =26 días, 20%), (fig. 3.3 y 3.4), dicha diferencia también se observó con la prueba t de Student [ $t=6.50$  y  $t=4.38$ ,  $gl=10$ ,  $\alpha=0.05$ ].

### ***Cecropia obtusifolia***

Esta especie se muestreo tan sólo en tres ocasiones, observando que las semillas tratadas por los tucanes demoraron menos en germinar ( $\bar{x}$ =25 días en condiciones naturales y 15 días en invernadero), a diferencia de las no tratadas ( $\bar{x}$ =35 y 26 días) (cuadro y fig. 3.5); ésta disparidad también se presentó estadísticamente [ $t=3.05$  y  $t=3.67$ ,  $gl=4$ ,  $\alpha=0.05$ ]. Así mismo, un mayor porcentaje de germinación se manifestó en dichas semillas manipuladas ( $\bar{x}$ =32 y 18%) que las de control ( $\bar{x}$ =22 y 10%) (cuadro y fig. 3.6); de igual forma, se registró en la prueba estadística [ $t=1.88$  y  $t=1.92$ ,  $gl=4$ ,  $\alpha=0.05$ ].

Por otra parte, en condiciones naturales las semillas demoraron más en germinar, que en condiciones de invernadero, aunque, en un porcentaje mayor (fig. 3.5 y 3.6); ésto también se comprobó con la prueba de t de Student [ $t=4.09$  y  $t=3.36$ ,  $gl=4$ ,  $\alpha=0.05$ ].

### ***Poulsenia armata***

Durante los tres muestreos realizados con ella, se registró que las semillas no ingeridas por los tucanes se llevaron más tiempo en germinar ( $\bar{x}$ =30 días en condiciones naturales y 22 días en invernadero), que las tragadas por ellos ( $\bar{x}$ =20 y 14 días) (cuadro y fig. 3.7); según análisis estadístico [ $t=2.45$  y  $t=1.30$ ,  $gl=4$ ,  $\alpha=0.05$ ]. Así, éstas semillas sin manipulación presentaron un porcentaje menor de germinación ( $\bar{x}$ =52 y 21%) que las manipuladas ( $\bar{x}$ =75 y 36%) (cuadro y fig. 3.8); igualmente ésta diferencia se demostró con la prueba estadística [ $t=3.76$  y  $t=3.37$ ,  $gl=4$ ,  $\alpha=0.05$ ].

De igual forma, se obtuvo una germinación más rápida en condiciones de invernadero, aunque con un mayor porcentaje en condiciones naturales (fig.3.7 y 3.8); comprobándose así, estadísticamente [ $t=1.25$  y  $t=3.76$ ,  $gl=4$ ,  $\alpha=0.05$ ].

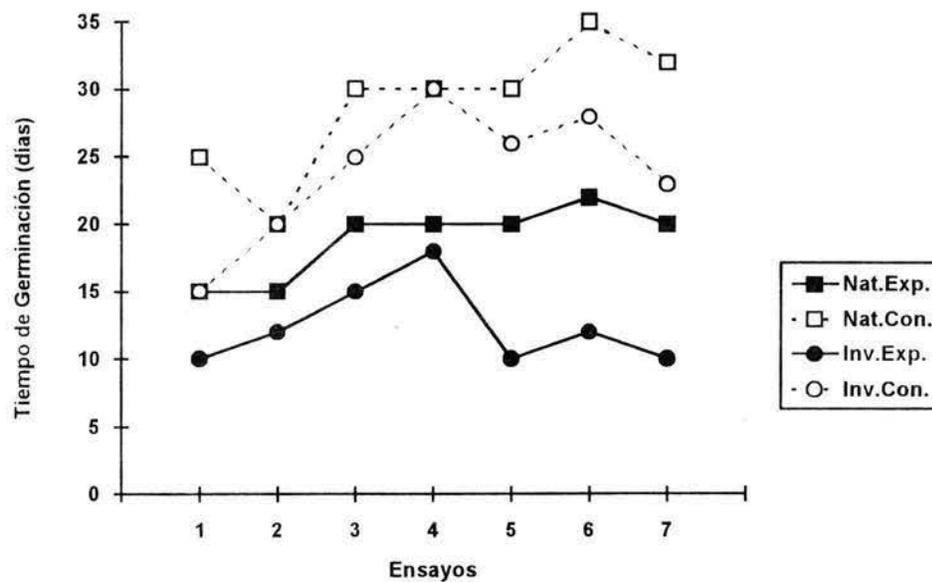
En términos generales en las cuatro especies, las semillas ingeridas por los tucanes se beneficiaron para germinar en menor tiempo y en mayor porcentaje. Por otro lado, la confrontación del tiempo y porcentaje de germinación entre las especies de fruto (cuadro y fig. 3.9), nos muestra que existen diferencias entre ellas, aunque, estadísticamente esas diferencias no son significativas [ $F=0.98$ ,  $F=3.77$ ,  $gl=3$  y  $4$ ,  $\alpha=0.05$ ]; observándose un mejor éxito de germinación con *Aristolochia schippii* y *Poulsenia armata*, ya que, fueron las especies que germinaron más rápido y en mayor porcentaje ( $\bar{x}=21$  y  $21$  días,  $64$  y  $46\%$ ), que las especies *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia* ( $\bar{x}=30$  y  $25$  días,  $24$  y  $20\%$ ).

De igual modo, al relacionar el tiempo y porcentaje de germinación de cada especie de fruto, con el tiempo que tarda la semilla en el tracto digestivo del tucán (tiempo de digestión o digestibilidad) (figs. 3.10), se encontró, una correlación positiva con el tiempo de germinación [ $r=0.9390$ ], y una correlación negativa con el porcentaje de germinación [ $r=-0.9453$ ].

## *Aristolochia schippii*

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
15	25	10	15
15	20	12	20
20	30	15	25
20	30	18	30
20	30	10	26
22	35	12	28
20	32	10	23
$\bar{X} = 19$ días	$\bar{X} = 29$ días	$\bar{X} = 12$ días	$\bar{X} = 24$ días

**Cuadro 3.1** Tiempo de germinación , tanto en condiciones naturales como de invernadero.



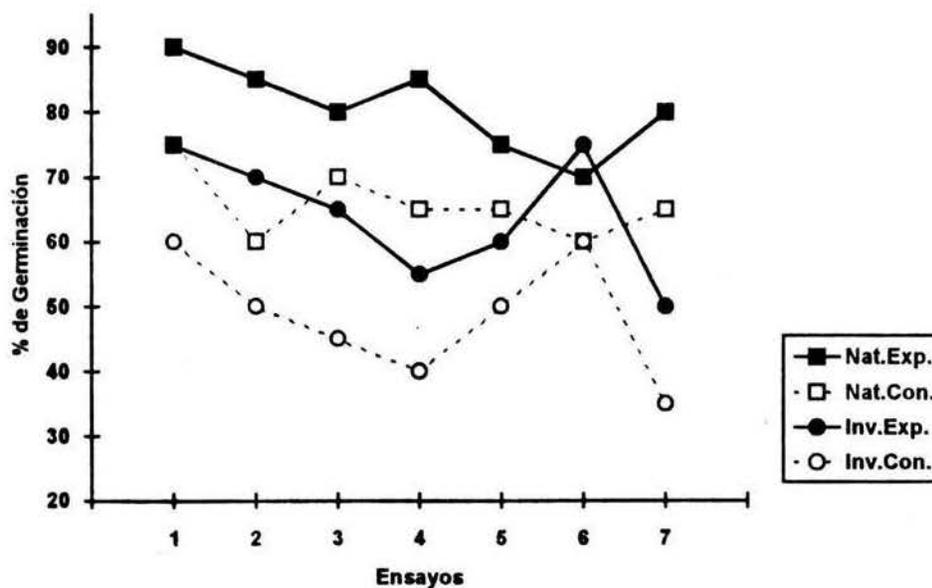
**Fig. 3.1** Promedios del Tiempo de Germinación.

Nota: **Nat. Exp.** y **Nat. Con.** = Condiciones Naturales, Experimental y Control.  
**Inv. Exp** e **Inv. Con.** = Invernadero, Experimental y Control.

## *Aristolochia schippii*

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
90	75	75	60
85	60	70	50
80	70	65	45
85	65	55	40
75	65	60	50
70	60	75	60
80	65	50	35
$\bar{X} = 81\%$	$\bar{X} = 66\%$	$\bar{X} = 64\%$	$\bar{X} = 49\%$

**Cuadro 3.2** Porcentaje de Germinación en ambas condiciones.

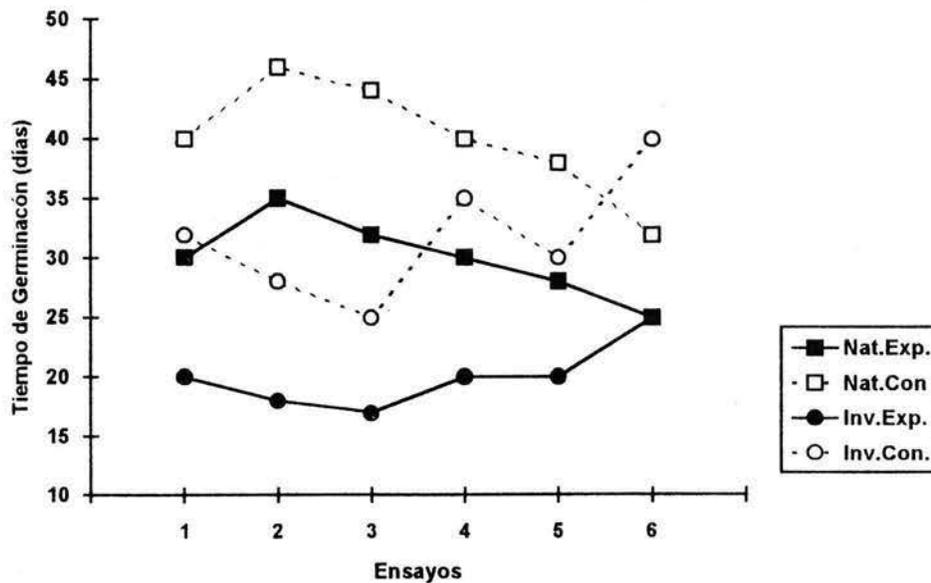


**Fig. 3.2** Promedios del Porcentaje de Germinación.

***Ficus insipida***

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
30	40	20	32
35	46	18	28
32	44	17	25
30	40	20	35
28	38	20	30
25	32	25	40
$\bar{X} = 30$ días	$\bar{X} = 40$ días	$\bar{X} = 20$ días	$\bar{X} = 32$ días

**Cuadro 3.3** Tiempo de germinación en invernadero y en condiciones naturales.

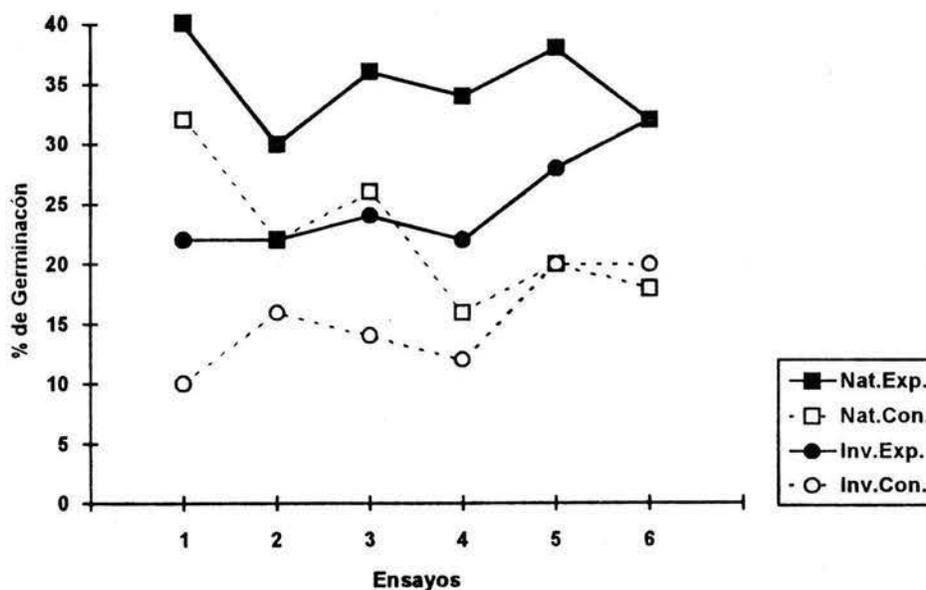


**Fig. 3.3** Promedios del Tiempo de Germinación.

## *Ficus insipida*

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
40	32	22	10
30	22	22	16
36	26	24	14
34	16	22	12
38	20	28	20
32	18	32	20
$\bar{X} = 35 \%$	$\bar{X} = 22 \%$	$\bar{X} = 25 \%$	$\bar{X} = 15 \%$

**Cuadro 3.4** Porcentajes de Germinación obtenidos para las dos condiciones.

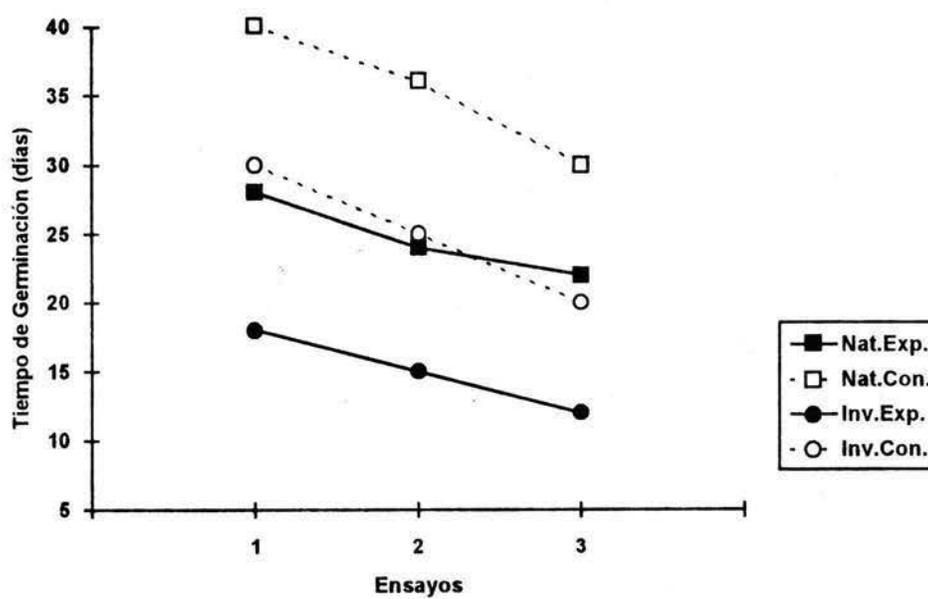


**Fig. 3.4** Promedios del Porcentaje de Germinación.

## *Cecropia obtusifolia*

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
28	40	18	30
25	36	15	25
22	30	12	22
$\bar{X} = 25$ días	$\bar{X} = 35$ días	$\bar{X} = 15$ días	$\bar{X} = 26$ días

**Cuadro 3.5** Tiempo de germinación para ambas condiciones.

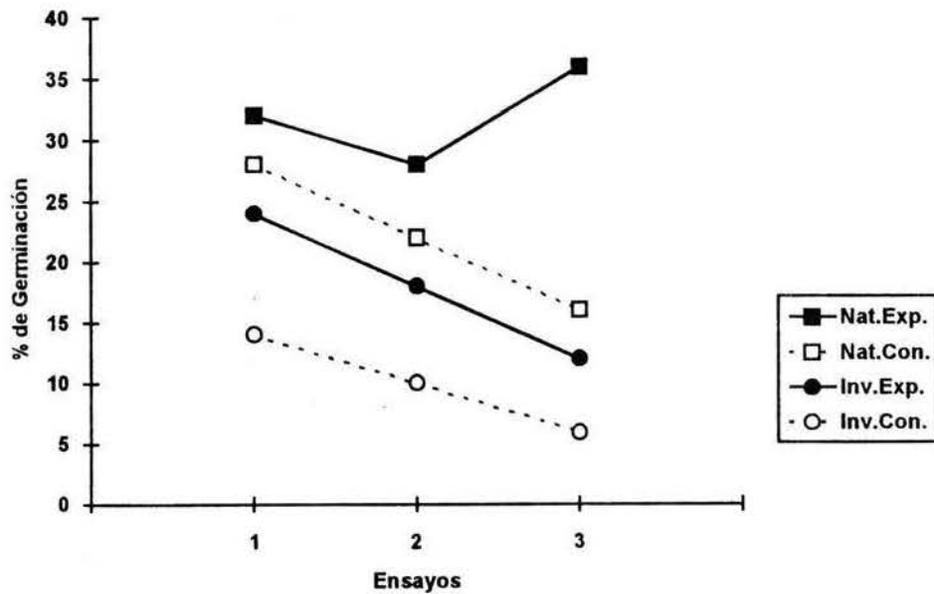


**Fig. 3.5** Promedios del Tiempo de Germinación.

## *Cecropia obtusifolia*

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
32	28	24	14
28	22	18	10
36	16	12	6
$\bar{X} = 32 \%$	$\bar{X} = 22 \%$	$\bar{X} = 18 \%$	$\bar{X} = 10 \%$

**Cuadro 3.6** Porcentaje de Germinación para las dos condiciones.

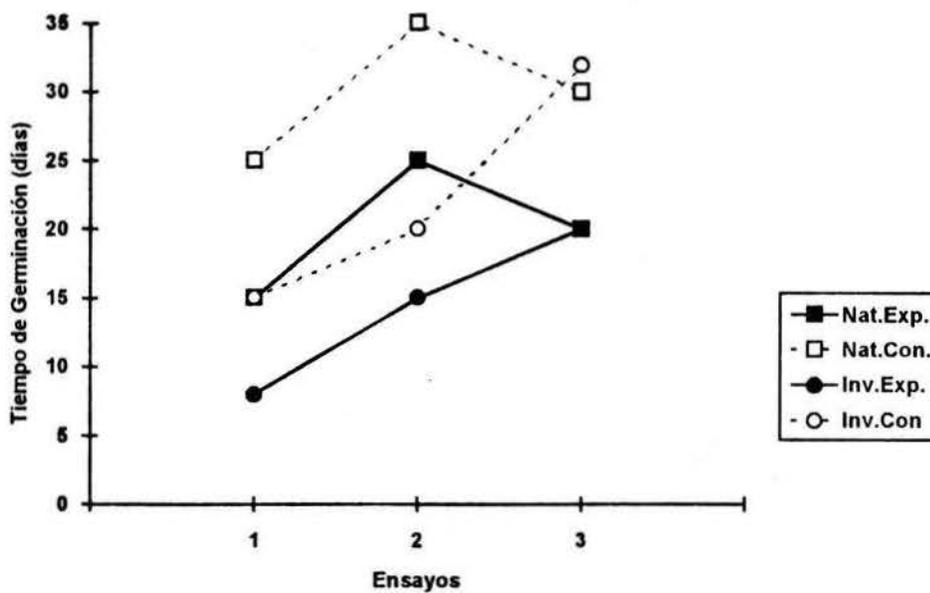


**Fig. 3.6** Promedios del Porcentaje de Germinación.

***Poulsenia armata***

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
15	25	8	15
25	35	15	20
20	30	20	32
$\bar{X} = 20$ días	$\bar{X} = 30$ días	$\bar{X} = 14$ días	$\bar{X} = 22$ días

**Cuadro 3.7** Tiempo de germinación en condiciones naturales y de invernadero.

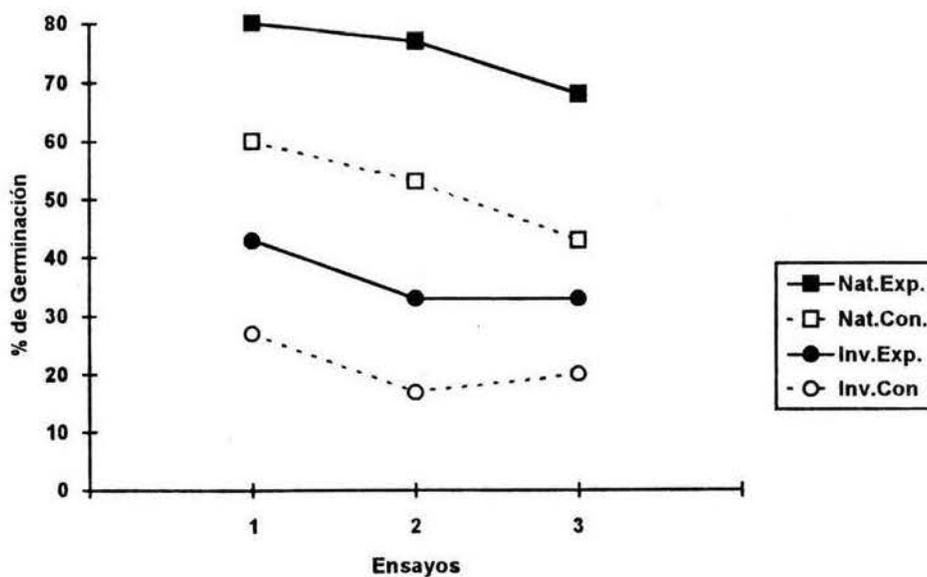


**Fig. 3.7** Promedios del Tiempo de Germinación.

***Poulsenia armata***

Condiciones Naturales		Condiciones de Invernadero	
Experimental	Control	Experimental	Control
80	60	43	27
77	53	33	17
68	43	33	20
$\bar{X} = 75 \%$	$\bar{X} = 52 \%$	$\bar{X} = 36 \%$	$\bar{X} = 21 \%$

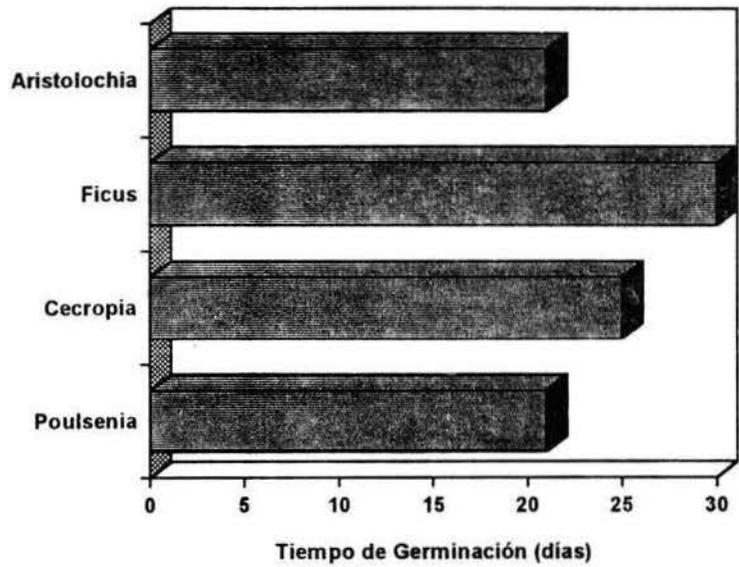
**Cuadro 3.8** Porcentaje de Germinación para ambas condiciones.



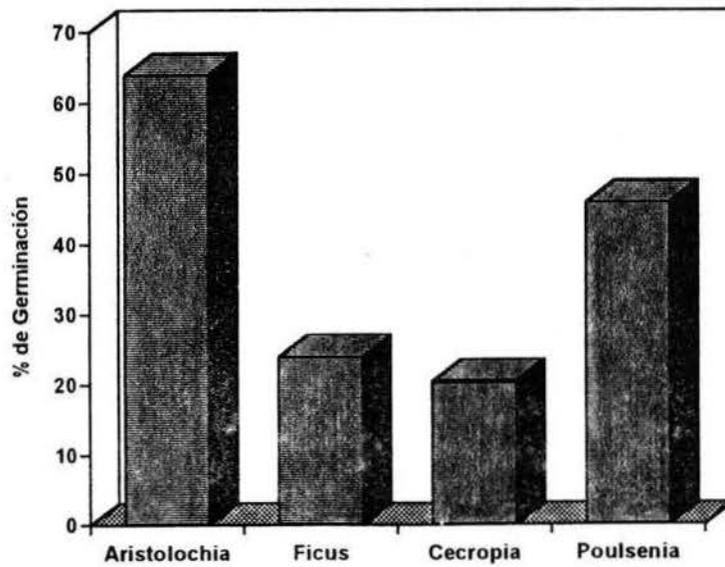
**Fig. 3.8.** Promedios del Porcentaje de Germinación.

Especie	Tiempo de Germinación	Porcentaje de Germinación
<i>Aristolochia schippii</i>	21 días	64 %
<i>Ficus insipida</i>	30 días	24 %
<i>Cecropia obtusifolia</i>	25 días	20.5%
<i>Poulsenia armata</i>	21 días	46 %

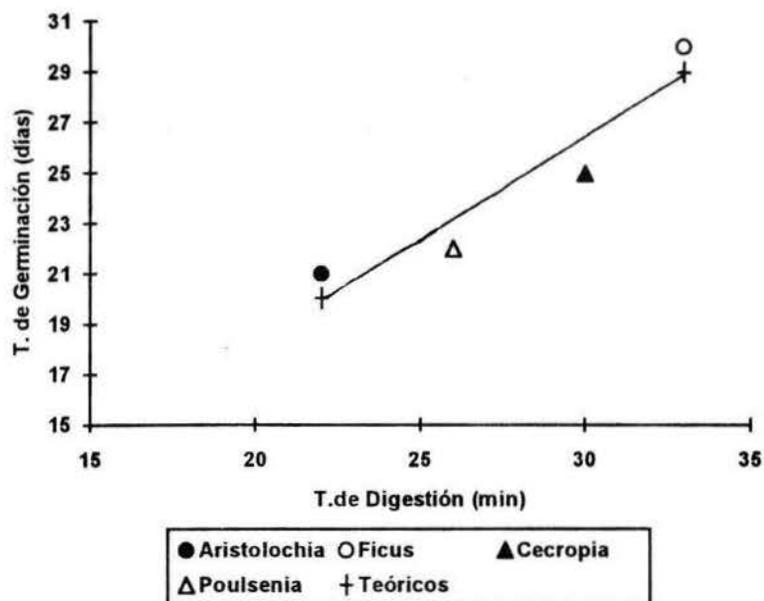
**Cuadro 3.9** Promedios del Tiempo y Porcentaje de Germinación, para las diferentes especies de frutos.



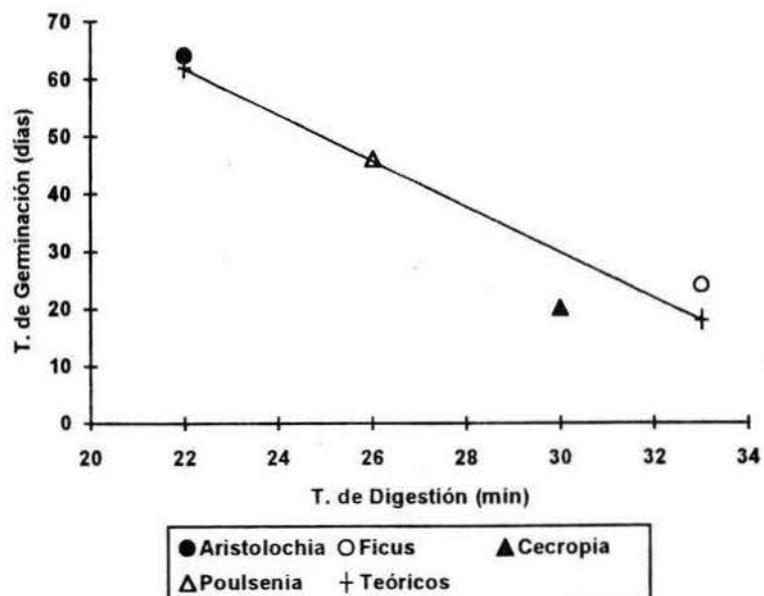
**Fig. 3.9a** Promedios del Tiempo de Germinación, para las especies de frutos observadas.



**Fig. 3.9b** Promedios del Porcentaje de Germinación de las especies de frutos trabajadas.



**Fig. 3.10 a** Relación entre el Tiempo de Digestión y el Tiempo de Germinación.



**Fig. 3.10 b** Relación entre el Tiempo de Digestión y el Porcentaje de Germinación.

## Selectividad

Por último, todas las pruebas de selectividad entre las especies de frutos, mostraron que:

Al ofrecer *Aristolochia schippii* y *Ficus insipida* (fig. 4.1), la primera especie resultó ser elegida; dicha preferencia se comprobó estadísticamente [ $\chi^2=6.4$ , gl-1,  $\alpha=0.05$ ].

Por el contrario, *Ficus insipida* fue preferida sobre *Cecropia obtusifolia* (fig. 4.2), y sobre *Poulsenia armata* (fig. 4.3); encontrándose estadísticamente diferencia preferencial con *Cecropia* [ $\chi^2=8.06$ , gl-1,  $\alpha=0.05$ ], aunque, con *Poulsenia* no existe una diferencia preferencial significativa [ $\chi^2=1.6$ , gl-1,  $\alpha=0.05$ ].

De igual modo, al cotejarse *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*, se presentó una inclinación por ésta última (fig. 4.4). Corroborándose estadísticamente [ $\chi^2=6.4$ , gl-1,  $\alpha=0.05$ ].

Desafortunadamente, por falta de coincidencia del periodo de fructificación de las especies, faltó examinar a *Aristolochia schippii* con *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*. A pesar de esto, se puede proponer un orden de selección entre las especies trabajadas, de acuerdo a las pruebas realizadas:



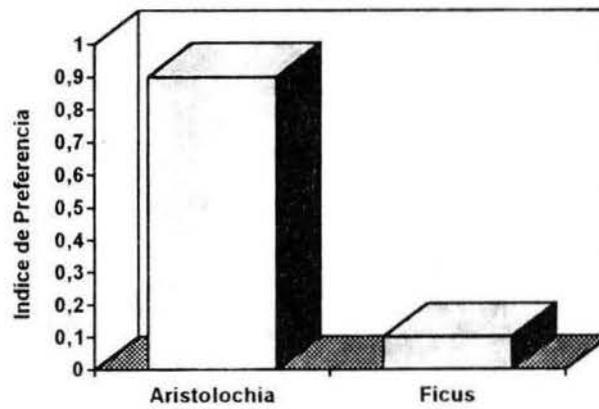
Por otra parte, al realizar la pruebas de selectividad entre los estados de madurez del fruto (maduro vs. inmaduro), para cada una de las especies, se registró que:

Para *Aristolochia schippii* y *Poulsenia armata*, se mostró una preferencia por el fruto maduro y un claro rechazo por el inmaduro (fig.4.5 a). Igualmente, en ambos casos de manera estadística, se presentaron diferencias preferenciales [ $\chi^2=5.0$ , gl-1,  $\alpha=0.05$ ].

Mientras que, para *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia* se manifestó una selección por el maduro y algo de tolerancia hacia el inmaduro (Fig. 4.5b). Aún así, estadísticamente se encontraron diferencias preferenciales [ $\chi^2=6.4$ , gl-1,  $\alpha=0.05$ ].

Especie	Frecuencia de Preferencia.	Indice de Preferencia.
<i>Aristolochia</i>	9	0.90
<i>Ficus</i>	1	0.10

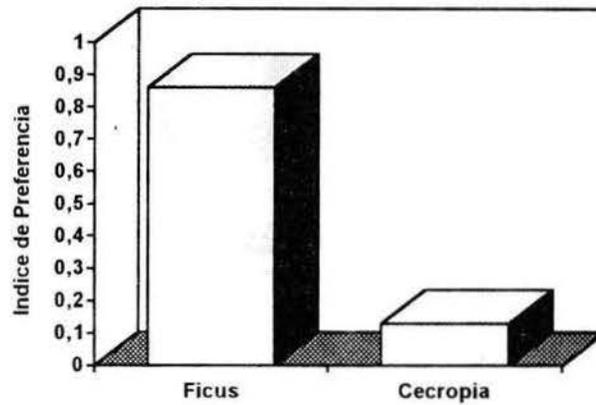
**Cuadro 4.1** Preferencia entre *Aristolochia* vs. *Ficus*.



**Fig. 4.1** Indice de preferencia para *Aristolochia* y *Ficus*.

Especie	Frecuencia de Preferencia	Indice de Preferencia
<i>Ficus</i>	13	0.86
<i>Cecropia</i>	2	0.13

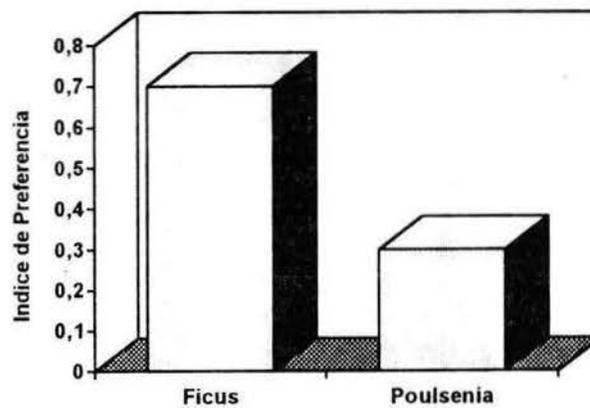
**Cuadro 4.2** Preferencia entre *Ficus* vs. *Cecropia*.



**Fig.4.2** Indices de preferencia para ambas especies.

Especie	Frecuencia de Preferencia	Indice de Preferencia
<i>Ficus</i>	7	0.70
<i>Poulsenia</i>	3	0.30

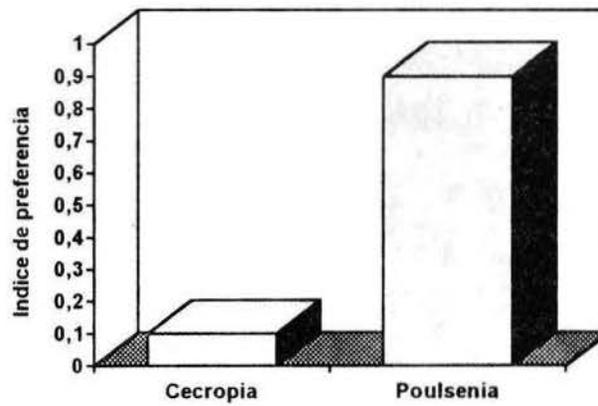
**Cuadro 4.3** Preferencia entre *Ficus* vs. *Poulsenia*.



**Fig. 4.3** Indices de preferencia de ambas especies.

Especie	Frecuencia de Preferencia	Indice de Preferencia.
<i>Cecropia</i>	1	0.10
<i>Poulsenia</i>	9	0.90

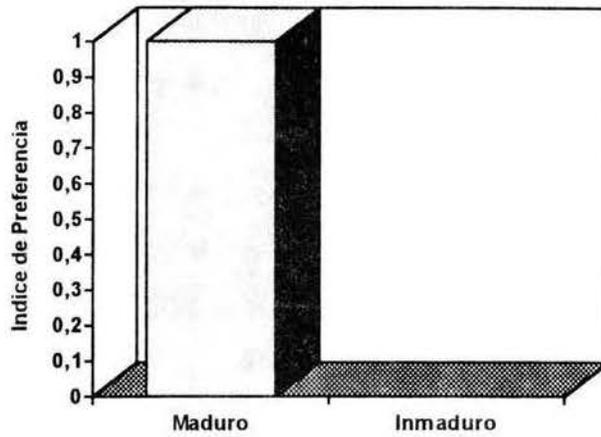
**Cuadro 4.4** Preferencia entre *Cecropia* vs. *Poulsenia*.



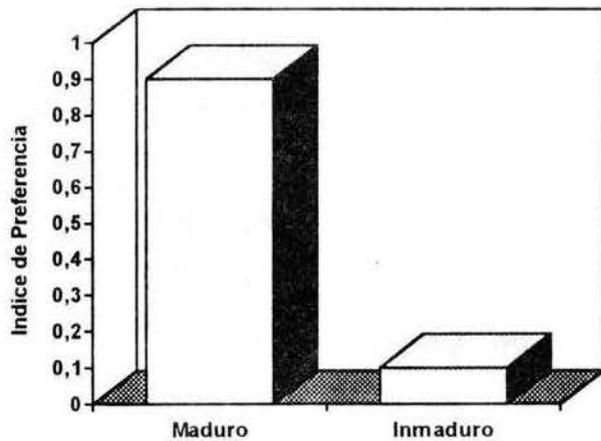
**Fig. 4.4** Indices de preferencia de ambas especies.

Especie	Frecuencia de Preferencia.	Indice de Preferencia
<b><i>Aristolochia</i></b>		
Maduro	10	1.00
Inmaduro	0	0.00
<b><i>Ficus</i></b>		
Maduro	9	0.90
Inmaduro	1	0.10
<b><i>Cecropia</i></b>		
Maduro	9	0.90
Inmaduro	1	0.10
<b><i>Poulsenia</i></b>		
Maduro	10	1.00
Inmaduro	0	0.00

**Cuadro 4.5** Preferencia entre estados de madurez, en las diferentes especies de frutos.



**Fig. 4.5a** Indices de preferencia de los estados de madurez para *Aristolochia schippi* y *Poulsenia armata*.



**Fig. 4.5b** Indices de preferencia de los estados de madurez para *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia*.

## DISCUSION

La alimentación representa un factor importante para el crecimiento de un individuo; más aún, si consideramos que dentro de un grupo de organismos la accesibilidad al alimento varía de un individuo a otro, debido a la presencia de líderes que ejercen su dominio al monopolizar el alimento disponible; por tanto, no es difícil esperar que el mayor crecimiento se presente en estos individuos. Es por ello, que dentro del grupo de tucanes, encontramos que los individuos marcados como 2, 3 y 5, por lo general, exhibieron la tasa y talla más altas, ya que son los organismos dominantes dentro del grupo; dicho dominio, puede deberse a que estos individuos son organismos machos, ya que presentan los cuerpos y picos más grandes, y de acuerdo a Skutch (1971), corporalmente los machos son más grandes que las hembras.

Por lo demás, aunque se estimó que los seis tucanes tenían aproximadamente la misma edad, puede existir una variación de días entre ellos, por tratarse de individuos de diferente camada; así, encontramos que las tallas y tasas menores de crecimiento, se presentaron en los individuos 1 y 4, y por tanto, a estos organismos se les puede considerar como los más jóvenes en el grupo.

Además, se observó que los tucanes presentaron, las tasas generales de crecimiento más altas en longitud total, envergadura, cuerda alar y cola, porque en las aves, el crecimiento de las plumas es más rápido, que el de estructuras óseas (pico y tarso), debido a la influencia de la muda. Con respecto al peso, este en general no varió demasiado, ya que por tratarse de organismos en cautiverio, la alimentación puede considerarse constante. Aunque esta alimentación consistió básicamente de frutos, y estos en general son considerados como una dieta energética y nutricionalmente pobre, y en la mayoría de los casos, no adecuada para soportar el rápido crecimiento postnatal de las aves, debido a su bajo contenido de proteínas (Moermond y Denslow 1985; Morton 1982); los tucanes en términos generales mantuvieron un crecimiento constante, puesto que de acuerdo a Bosque y De Parra (1992), Levey y Grajal (1991), gracias a su corto tiempo de digestión, procesan rápidamente grandes cantidades de fruto, para satisfacer los requerimientos de energía y nutrientes; además probablemente consumieron insectos que cazaban dentro de la jaula, y también se les proporcionó alimento comercial para pollo (vitaminas y minerales), contribuyendo así, a su crecimiento.

En relación a los hábitos de alimentación, las observaciones del método de forrajeo, empleado por el tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, coincide con las descripciones de Moermond y Denslow (1985), Moermond et al. (1986, 1987), y Santana et al. (1986). Este método, se encuentra influenciado por la anatomía y habilidad del ave, ya que el tucán "pico canoa", es extremadamente ágil al utilizar su largo pico para alcanzar los frutos desde la percha. Además, de presentar patas muy fuertes, que le permiten maniobrar en posiciones difíciles, ya que, la musculatura de éstas constituye aproximadamente un 12 % del peso corporal. Además de que sus cortas alas le ayudan a incrementar su estabilidad y maniobrabilidad (Moermond y Denslow 1985; Chávez y Santana en prensa).

Por otra parte, Foster (1987) menciona que la forma en que cualquier fruto es manipulado, probablemente es una respuesta facultativa determinada por el tamaño del fruto, en relación al tamaño del pico. Igualmente, Wheelwright (1985), demostró que el tamaño del fruto que puede ser tragado, es correlacionado con la amplitud del pico. Debido a esto, cuando el fruto es relativamente pequeño, como *Aristolochia schippii* y *Ficus insipida*, el tucán lo traga completo, mientras que los frutos grandes como *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*, son sostenidos con la pata, cortados con el pico, e ingeridos por pedazos. Pero el comer el fruto pedazo por pedazo, no es característico de cualquier especie particular de frugívoro, antes que nada, parece ser una respuesta a frutos que son relativamente grandes a la amplitud del pico del ave (Moermond y Denslow 1985).

Al mismo tiempo, al comparar el comportamiento de alimentación de los seis organismos, se observó que los individuos número 2, 3 y 5 (considerados machos), debido a su gran tamaño, frecuentemente tardaron menos tiempo en la manipulación y digestibilidad de los frutos, y por consiguiente presentaron mejor eficiencia de forrajeo, que los individuos 1, 4 y 6 (considerados hembras). Pero estos últimos, asimilaron y consumieron más fruto, debido a que tardaron más tiempo en el proceso de digestión; y la velocidad del pasaje del alimento a través del tracto digestivo, determina la cantidad de alimento procesado y el tiempo, en que está disponible para las enzimas digestivas y las superficies de absorción (Bosque y De Parra 1992).

De tal suerte observamos, que entre individuos existen diferencias en el consumo general, debido a que cada uno presenta una habilidad y capacidad digestiva particular; aunque, estas diferencias no son significativas estadísticamente y en términos generales, los individuos actuaron de forma similar.

Por otra parte, se presenta una clara diferencia en el consumo general de las cuatro especies de frutos. Así, observamos que los tucanes tardaron más tiempo en manipular los frutos de *Poulsenia armata* y *Cecropia obtusifolia*, que los frutos de *Ficus insipida* y *Aristolochia schippíi*, ya que, los primeros son de mayor tamaño (cuadro 2.11), y por tanto, se invirtió más tiempo en su manejo. Esto también se comprobó, al encontrar una correlación positiva del tiempo de manipuleo con el tamaño del fruto, específicamente con el peso y volúmen del fruto (figs. 2.10); aunque, la forma alargada y delgada de *Cecropia obtusifolia*, provocó que éste tiempo, no presentará correlación con el largo y ancho de los frutos.

Con respecto al tiempo de digestión, Levey (1986) menciona que el tiempo que tarda una semilla en el tracto digestivo, depende del tamaño de ésta, dado que las aves frugívoras presentan un mecanismo para separar la pulpa de las semillas, y dicho proceso es más rápido y fácil con semillas grandes que con las pequeñas. Por lo cual, encontramos que los tucanes tardaron más tiempo en la digestibilidad de las semillas de *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia*, que con las semillas de *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata*, que son de mayor tamaño (apéndice II). Igualmente, esta relación se confirmó con una correlación inversa, entre el tamaño de la semilla y el tiempo de digestión (fig. 2.11), observando, que mientras más pequeña sea la semilla, más tarda su digestibilidad. Además, los tucanes son frugívoros especialistas que presentan la capacidad de regurgitar las semillas grandes, y Levey (1986), Bosque y De Parra (1992) y Murray et al. (1994), indican, que el tiempo promedio de regurgitación es significativamente más corto, que el tiempo promedio de la defecación de semillas, ya que, las semillas son regurgitadas antes de que entren al intestino y por lo tanto demoran menos tiempo en el tracto digestivo. Del mismo modo, Foster (1990) menciona que el contenido de agua influye sobre la textura de la pulpa del fruto, y así, la facilidad con que esta puede ser removida de la semilla; de esta forma, encontramos que la digestibilidad de *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata* fue favorecida por los altos porcentajes de humedad (apéndice II).

En lo referente al porcentaje de peso asimilado y al consumo, Izhaki y Safriel (1989) indicaron que en general, un ave exhibe diferencias en la eficiencia digestiva, dependiendo de la energía metabolizable, y del contenido de carbohidratos y nitrógeno del fruto. En función de esto, observamos que *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata*, manifestaron los niveles más altos de porcentaje asimilado y consumo, porque presentan altos contenidos de nutrientes y energía digeribles, así como, de agua y carbohidratos solubles (apéndice II). Asimismo, como se mencionó anteriormente, semillas grandes como las de *Aristolochia* y *Poulsenia*, fueron regurgitadas y la tasa neta de energía ganada, debe ser más alta para frutos con semillas grandes (Murray et al. 1993). Además no sólo, se favoreció una mejor asimilación, porque los carbohidratos proporcionan una fuente de energía rápida, ya que ellos tienen pocos cambios químicos, cuando se transforman en energía utilizada en la musculatura (Mckey 1975); sino que conjuntamente, la textura húmeda del fruto, permite que éste sea más eficientemente asimilable. Por otro lado, Jordano (1983) afirmó que la pulpa de *Ficus*, es muy rica en fibra (arriba de 23.7% de peso seco), y que tiene una correlación negativa con la digestibilidad, por eso, fue la especie menos asimilada y consumida.

En la eficiencia de forrajeo, encontramos que de acuerdo a Foster (1987), aquellas aves cuyas dietas incluyen grandes cantidades de frutos, al parecer reducen el tiempo de manipuleo del fruto, para poder consumir mayor cantidad de este. De esta forma, los tucanes presentaron la mejor eficiencia de forrajeo con *Aristolochia schippíi*, ya que, debido a su tamaño, el tiempo de manipuleo de este fruto es corto y por tanto, en un tiempo determinado, puede ingerir más cantidad.

En cuanto a los resultados de germinación, se observó que en las cuatro especies de frutos, la germinación fue favorecida por el paso de las semillas a través del tracto digestivo de los tucanes, ya que estas semillas registraron un menor tiempo de latencia, y un mayor porcentaje de germinación, en comparación de aquéllas que no fueron manipuladas por las aves, debido quizás a un reblandecimiento de la cubierta de la semilla (Dorst 1975). Pronosticando así, que el tratamiento que reciben las semillas dentro del tracto, es leve porque no pierden su viabilidad, y es rápido porque el tiempo promedio de retención registrado para los tucanes (28 min), es un tiempo corto en relación al tiempo registrado para cualquier ave de 450 gr. (109 min.), o por ejemplo, para *Steatornis caripensis* (377 min.) (Bosque y De Parra 1992). De esta forma,

demostramos que el tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, puede ser considerado como un buen dispersor y no como depredador de semillas.

Por lo demás, encontramos que la germinación de semillas, fue diferente en condiciones de invernadero y en condiciones naturales. Detectando que en el invernadero, las semillas presentaron un menor tiempo de latencia, debido a que fueron regadas cada tercer día, y según Aguirre (1981), Coates-E. y Estrada (1988) y Garwood (1986 y 1990), el agua es un factor crítico promotor de la germinación, por consiguiente estas semillas germinaron más rápido, que aquéllas sembradas en el campo, las cuales dependieron de la época de lluvias, para su germinación. Sin embargo, en las condiciones naturales, cuando se presenta una época favorable de humedad (época de lluvias), existió una gran manifestación de germinación, la cual alcanzó porcentajes más altos, que los registrados en el invernadero; esto es porque, en el invernadero a pesar de existir un suministro constante de agua, las condiciones experimentales no fueron iguales a las naturales, en relación al fotoperíodo y microclima presentes en el campo (Aguirre 1981).

Conjuntamente, al analizar la germinación de las cuatro especies de frutos, registramos una mejor germinación con *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata*, ya que fueron las especies que germinaron más rápido y en mayor porcentaje. Debido en parte, a que se trata de semillas grandes con mayor cantidad de reservas, y por lo tanto con extraordinarias posibilidades de germinar más rápido, dando origen a plántulas metabólicamente más activas (Howe y Richter 1982; Silvertown 1989). También, su tamaño favorece un corto período de permanencia en el tracto (por ser regurgitadas), evitando a que sean excesivamente dañadas. De esta forma, al relacionar el tiempo que tarda la semilla en el tracto, con el tiempo y porcentaje de germinación (figs. 3.10), encontramos que al incrementarse el tiempo de retención, la abrasión química y/o mecánica, puede ser suficiente para dañar las semillas, y por consiguiente, se presenta un mayor tiempo y menor porcentaje de germinación. Al mismo tiempo, Garwood (1986), menciona que las semillas pequeñas dan origen a plántulas diminutas y probablemente su germinación es subestimada a partir, de que las plántulas no son identificables hasta que crecen más; y posiblemente esto provocó que *Ficus* y *Cecropia* registraran el tiempo más largo y el menor porcentaje de germinación. Además, los requerimientos de una semilla para su germinación, varían de una especie a otra, y de acuerdo a Foster y Janson (1985), en los trópicos las semillas grandes

pueden germinar en zonas de dosel cerrado, con luz limitada, en tanto que las semillas pequeñas como *Cecropia*, necesitan de claros de luz para germinar (Charles-Dominique 1986; Martínez-R y Alvarez-B. 1986; Vázquez-Y. y Orozco-S. 1986), y quizás, tanto en condiciones naturales (selva de dosel cerrado) como en el invernadero, la cantidad de luz no fue suficiente para que la germinación de estas semillas (*Ficus* y *Cecropia*) se disparara rápidamente.

En los resultados concernientes a la selectividad, cabe destacar que autores como Denslow y Moermond (1982 y 1985), Denslow et al. (1986), Moermond et al. (1986 y 1987), y Santana et al. (1986), han reportado que la accesibilidad del fruto influye sobre su selección; por lo tanto, para estandarizar las condiciones de las pruebas, los frutos se presentaron uniformemente, así, las desigualdades se limitaron en las diferencias de los frutos por su tamaño, forma y color. Observando, que entre *Ficus insipida* y *Aristolochia schippii*, los tucanes eligieron esta última, tal vez por tratarse de frutos de color rojo, ya que de acuerdo a las observaciones de Willson et al. (1990), Willson y Comet (1993), las aves frecuentemente seleccionan el color rojo, por su conspicuidad en un ambiente de tono café y verde; además el rojo, es uno de los colores más comunes en los frutos dispersados por las aves.

De la misma manera, observamos que *Ficus insipida*, fue preferida por encima de *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*, probablemente, porque los frutos de *Ficus* son más fáciles de manipular, debido a su tamaño y forma esférica, y por tanto, requieren un menor gasto de energía y tiempo, y como lo indican Moermond et al. (1986), las selecciones son hechas de acuerdo al costo/beneficio.

Igualmente, entre *Cecropia obtusifolia* y *Poulsenia armata*, quizás la forma alargada y flácida consistencia del fruto de *Cecropia*, provocó que los tucanes prefirieran los frutos casi esféricos de *Poulsenia armata*, porque las aves, evitan los frutos que tienen rasgos de estar estropeados o que son altamente flácidos (Moermond et al. 1987).

Además, otro factor importante en la selección de frutos, es el contenido nutricional de estos; así, encontramos que Mckey (1975), Howe y Estabrook (1977), Moermond y Denslow (1985), Foster (1990), y Willson y Comet (1993) y Stiles (1993), observaron que aves como los tucanes, preferían los frutos con alto contenido de lípidos y proteínas, por lo mismo,

no es raro encontrar que en el orden de selección propuesto, los frutos con mayor porcentaje de lípidos y proteínas (apéndice II), es decir *Aristolochia schippíi* y *Ficus insipida*, fueron los de mayor preferencia. De esta forma observamos que el color, tamaño, forma y contenido nutricional de los frutos, influyen en la selección de frutos.

Además, en la selección de frutos maduros e inmaduros, Moermond et al. (1986 y 1987), señala que la mayoría de las aves casi siempre toman solamente los frutos maduros, puesto que, se ha demostrado que los frutos inmaduros en comparación con los maduros, presentan poca concentración de agua, proteínas, calorías metabolizantes y carbohidratos (Foster 1987) y grandes concentraciones de alcaloides, taninos y lignina que inhiben su digestión (Santana et al.1986; Izhaki y Safriel 1989). Aunque, algunas aves, como los tucanes, aceptan los frutos que no están totalmente maduros, aún así, tienen fuerte preferencia por los maduros, y cuando los frutos no se diferencian mucho en la madurez, esta selección ocurre en menor proporción (Moermond et al. 1986; Santana et al.1986). Esto se corroboró, cuando los tucanes mostraron tolerancia, hacia frutos inmaduros de *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia*, porque en estas especies los frutos maduros y los inmaduros, no difieren mucho en el color, si no sobre todo en la consistencia; en tanto que, con los frutos de *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata*, existe una diferencia evidente de color, entre frutos maduros e inmaduros, y por consiguiente un claro rechazo por los inmaduros.

Finalmente, conforme a los resultados generales, el tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, al alimentarse del pericarpio de los frutos, defecar y/o regurgitar las semillas en condiciones viables, es considerada como una de las principales aves dispersoras de semillas. Al analizar los registros de las cuatro especies de frutos, el tucán presenta una mayor eficiencia de forrajeo, con aquellos frutos que pueden ingerir completos (*Aristolochia schippíi* y *Ficus insipida*), incrementando así, la calidad de dispersión de estos frutos, ya que, en aquéllos que son ingeridos en pedazos, existe la posibilidad de que algunas semillas sean tiradas bajo el árbol progenitor. Por otra parte Mckey (1975), menciona que si las semillas permanecen mucho tiempo en el tracto digestivo, existe el riesgo de que puedan ser excesivamente dañadas, pero si son rápidamente evacuadas, existe el peligro, de que sean depositadas cerca o bajo el árbol progenitor, reduciéndose así la dispersión. Por lo tanto, tenemos que las semillas de *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata*, por

ser regurgitadas en tiempos cortos, su dispersión puede ser de mala calidad; mientras que las semillas de *Ficus insipida* y *Cecropia obtusifolia*, pueden ser dispersadas a mayores distancias del árbol progenitor, por permanecer más tiempo en el tracto. Aunque, ese tiempo largo, puede ser contraproducente, porque las semillas pueden ser dañadas y por lo tanto, presentar los porcentajes más bajos de germinación, en comparación de *Aristolochia schippíi* y *Poulsenia armata*, que presentaron las germinaciones más exitosas. Por otro lado, en las pruebas de selectividad entre las cuatro especies, *Aristolochia schippíi* y *Ficus insipida*, resultaron ser las favoritas, debido a su color, forma, tamaño y contenido nutricional.

De acuerdo a todo lo anterior, entre las cuatro especies de frutos, *Ficus insipida* y *Aristolochia schippíi* pueden ser consideradas como las especies con mayores posibilidades de que el tucán "pico canoa", les brinde una dispersión de calidad. Aunque para que una planta se establezca y crezca, es necesario tomar en cuenta cómo, y dónde, es depositada la semilla, así, como su posible depredación post-dispersión y la competencia establecida entre las plántulas que crecen en la misma zona.

## CONCLUSIONES

- El crecimiento de juvenil a adulto del tucán *Ramphastos sulfuratus* en cautiverio, fue constante y de tipo asintótico, a pesar de que se alimentó principalmente de frutos.

- El método de forrajeo empleado por el tucán "pico canoa" *Ramphastos sulfuratus*, está reflejado por la anatomía y habilidad del ave.

- Su eficiencia digestiva y forrajera está influenciada por el tamaño de la semilla, el tamaño y contenido nutricional del fruto, y la habilidad del ave.

- El tucán *Ramphastos sulfuratus* por presentar un tiempo corto de residencia digestiva de la semilla, y por depositarla en condiciones viables, puede ser considerado como uno de los mejores dispersores y no depredadores de semillas.

- Además, provocó un efecto positivo en la germinación de las semillas que ingirió, pues presentaron un menor tiempo y mayor porcentaje de germinación, y como consecuencia posiblemente ayuda a la regeneración de selvas tropicales.

- El tucán "pico canoa" selecciona los frutos de acuerdo a sus características físicas y nutricionales. Manifestando una preferencia por frutos maduros, pequeños, de color rojo, así como los de alto contenido de proteínas y lípidos.

## Literatura Citada

- ADAMS, J.S, R.L. Knight, L.C. McEwen y T.L. George. 1994. Survival and growth of nestling Vesper Sparrows exposed to experimental food reductions. *The Condor* 96:739 - 748.
- AGUIRRE, L. G. 1981. El papel de las aves en la dispersión de semillas entre las zonas abiertas a la ganadería y la selva alta perennifolia en Balzapote, Veracruz. *Centzontle* I (2): 69-78.
- BOSQUE, C y O. DE PARRA. 1992. Digestive efficiency and rate of food passage in oilbird nestlings. *The Condor* 94: 557 - 571.
- CASTAÑEDA, A. J. 1988. Producción de frutos, dispersión y germinación de semillas en el matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León. Tesis Prof., Universidad del Noreste, México. 68 pp.
- COATES-ESTRADA, R. y A. ESTRADA. 1985. Lista de aves de la Estación de Biología. Instituto de Biología, UNAM. 41 pp.
- COATES-ESTRADA, R y A. ESTRADA. 1986a. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "Los Tuxtlas". Instituto de Biología, UNAM. 151 pp.
- COATES-ESTRADA, R y A. ESTRADA. 1986b. Fruiting and frugivores at a strangler fig in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 2: 349 - 357.
- COATES-ESTRADA, R y A. Estrada. 1988. Frugivory and seed dispersal in *Cymbopetalum baillonii* (Annonaceae) at Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 4:157 - 172.
- COLLINGE, W. E. 1913. The destruction and the dispersal of weed seeds by wild birds. *Journ.Board Agr.* 20:15 - 26.
- CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA. 1994. Minister of Environment. Canadian Wildlife Service B55 pp.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia* sp. birds and bats in French Guyana. 119 - 135 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W. Junk. Publishers, Dordrecht.

- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1993. Speciation and Coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. 75-84 pp. In: Fleming, T.H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- CHAVEZ, C. N. y E. SANTANA. En prensa. *Ramphastos sulfuratus* (Lesson, 1980) Tucán Pico canoa.
- DAVIDAR, P y E. S. MORTON. 1986 The relationship between fruit crop sizes and fruit removal rates by birds. *Ecology* 67: 262-265.
- DENSLOW, J. S. y T. C. MOERMOND. 1982 The effect of accessibility on rates of fruit removal from tropical shrubs: an experimental study. *Oecology* 54: 170 - 176.
- DENSLOW, J. S. y T. C. MOERMOND. 1985. Fruit display and foraging strategies of small frugivorous birds. 245 - 253 pp. In: D'Arcy, W.G. & M.D. Correa (eds). *The Botany and Natural History of Panamá*. Missouri Botanical Garden Sain Louis, Missouri.
- DENSLOW, J. S., T. C. MOERMOND y D.J. LEVEY. 1986. Spatial components of fruit display in understory trees and shrubs. 37 - 44 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- DIARIO OFICIAL. 1986. Ley Orgánica de La Administración Pública Federal. SEDESOL, pág 11.
- DIRZO, R. 1991. Rescate y restauración ecológica de la selva de Los Tuxtlas. *Ciencia y Desarrollo XVII* (97): 33 - 45.
- DIRZO, R. y C. A. DOMINGUEZ. 1986. Seed shadows, seed predation and the advantages of dispersal. 237 - 249 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- DIRZO, R. y A. MIRANDA. 1991. El límite boreal de la selva tropical húmeda en el continente americano. *Interciencia* 16 (5): 240 - 247.
- DORST, J. 1975. *La vida de las aves*. Historia Natural, Tomo 12. Barcelona, España. 400 pp.
- ESCALONA, S. G. 1989. Aspectos de la dispersión de semillas de *Chamaedorea tepejilote* (Palmae). Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 89 pp.

- ESTRADA, A. y R. COATES-ESTRADA. 1994. Las selvas de los Tuxtlas, Veracruz: ¿islas de supervivencia de la fauna silvestre?. *Ciencia y Desarrollo* 116: 50 - 61.
- ESTRADA, A., R. COATES-ESTRADA, C. VASQUEZ-YANES y A. OROZCO-SEGOVIA. 1984. Comparison of frugivory by Howling Monkeys (*Alouatta palliata*) and Bats (*Artibeus jamaicensis*), In de Tropical Rain Forest of Los Tuxtlas, México. *Abid* 7: 3 - 13.
- ESTRADA, A., R. COATES-ESTRADA, D. MERITT, Jr., S. MONTIEL y D. CURIEL. 1993. Patterns of frugivores species richness and abundance in forest islands and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Méx. 245 - 257 pp. In: Fleming, T.H. & A. Estrada (eds). *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- FLORES, M. J. 1983. *Bromatología Animal*. 3ra. ed. Limusa, México. 38 - 43.
- FOSTER, M. S. 1977. Ecological and nutritional effects of food scarcity on a tropical frugivorous bird and its fruit source. *Ecology* 58: 73 - 85.
- FOSTER, M. S. 1987. Feeding methods and efficiencies of selected frugivorous birds. *The Condor* 89: 566-580.
- FOSTER, M. S. 1990. Factors influencing bird foraging preferences among conspecific fruit trees. *The Condor* 92: 844 - 854.
- FOSTER, S. A. y C. H. JANSON. 1985. The Relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology* 66(3): 773-780.
- GARCIA, A. 1991. La dispersión de las semillas. *Ciencias* 24: 3 - 6.
- GARWOOD, N. C. 1986. Constraints on the timing of seed germination in a tropical forest. 347 - 355 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- GARWOOD, N. C. 1990. Ciclo estacional de germinación de semillas en un bosque semicaducifolio tropical. 243 - 250 pp. En: Leigh, E. G., A.S. Rand & D. Windsor (eds). *Ecología de un Bosque Tropical*. Smithsonian Institute Press, Washington, D.C.
- GRIME, P. J. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas. Limusa, México. 133 - 134.

- GRYJ, R.E. 1990. Dispersión de frutas del arbusto *Erythroxylum havanense* Jacq. en Chamela, Jalisco. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 101 pp.
- GUEVARA, S. y J. LABORDE. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. 319 - 338 pp. In: Fleming, T.H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- HERNANDEZ, M. H. 1979. Aspectos ecologicos sobre la polinización y la dispersión de *Nicotiana glauca* Grah. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 39 pp.
- HERRERA, C. M. 1982. Seasonal variation in the quality of fruit and diffuse coevolution between plants and avian dispersers. *Ecology* 63 (3):773 - 785.
- HERRERA, C. M. 1984a. Adaptation to frugivory of mediterranean avian seed dispersers. *Ecology* 65 (2): 609 - 617.
- HERRERA, C. M. 1984b. A study of avian frugivores, bird-dispersed plants, and their interaction in mediterranean scrublands. *Ecological Monographs* 54 : 1 -23.
- HERRERA, C. M. 1986. Vertebrate- dispersed plants: why they don't behave the way they should. 5 - 18 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). Frugivores and seed dispersal. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- HERRERA, C. M. 1989. Seed dispersal by animals: a role in angiosperm diversification? *The American Naturalist* 133: 309 -322.
- HOWE, H. F. 1977. Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. *Ecology* 58: 539 - 550.
- HOWE, H. F. 1979. Fear and frugivory. *The American Naturalist* 114: 925 -931.
- HOWE, H. F. 1981. Dispersal of a neotropical nutmeg (*Virola sebifera*) by birds. *Auk* 98: 82 - 98.
- HOWE, H. F. 1990. Producción de frutos y actividad animal en dos árboles tropicales. 189- 199 pp. En: Leigh, E. G., A.S. Rand & D. Windsor (eds) *Ecología de un Bosque Tropical*. Smithsonian Institute Press, Washington, D.C.

- HOWE, H. F. 1993a. Specialized and generalized dispersal systems: where does " the paradigm " stand?. 3- 13 pp. In: Fleming, T.H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- HOWE, H. F. 1993b. Aspects of variation in a neotropical seed dispersal system. 149 -162 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- HOWE, H. F. y D. De STEVEN. 1979. Fruit production, migrant bird visitation, and seed dispersal of *Guarea glabra* in Panamá. *Oecología* 39: 185 - 196.
- HOWE, H. F. y G. F. ESTABROOK. 1977. On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *The American Naturalist* 111: 817 - 832.
- HOWE, H. F. y W. M. RICHTER. 1982. Effects of seed size on seedling size in *Virola surinamensis*; a within and between tree analysis. *Oecología* 53: 347 - 351.
- HOWE, H. F. y J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201 - 228.
- HOWE, H. F. y G. A. VANDER KERCKOVE. 1979. Fecundity and seed dispersal of a tropical tree. *Ecology* 60: 180 - 189.
- IBARRA, M. G. 1985. Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la estación de biología tropical Los Tuxtlas, Veracruz México. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 251 pp.
- IBARRA, M. G. 1990. Taxonomía del género *Ficus*, subgenero *Pharmacoycea* (Moraceae) en Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias, UNAM. 238 pp.
- ILLESCAS, R. H. 1987. Algunos aspectos de la ecología post-dispersión de semillas de una especie arbórea, *Trichilia martiana* (Meliaceae), en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 103pp.
- IZHAKI, I. y U. N. SAFRIEL. 1989. Why are there so few exclusively frugivorous birds? Experiments on fruit digestibility. *Oikos* 54: 23 - 32.

- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *The American Naturalist* 104: 501 - 527.
- JANZEN, D. H. 1983. Seed and pollen dispersal by animals: convergence in the ecology of contamination and sloppy harvest. *Biol. J. Linn. Soc.* 20: 103 -113.
- JOHNSON, R. A., M. F. WILLSON, J. N. THOMPSON y R. I. BERLIN. 1985 Nutritional values of wild fruits and consumption by migrant frugivorous birds. *Ecology* 66 (3): 819 - 827.
- JORDANO, P. 1983. Fig- seed predation and dispersal by birds. *Biotropica* 15: 38 - 41.
- JORDANO, P. 1993. Geographical ecology and variation of plant-seed disperser interactions: southern Spanish Junipers and frugivorous Thrushes. 85- 104 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- JUUD, S. D. 1902. *Birds of a Maryland. Farm.* U. S. Dept. Agr. Biol. Surv. Bul. 17, 115 pp.
- KANTAK, G. E. 1979. Observations on some fruit-eating birds in México. *Auk* 96: 183 - 186.
- KREFTING, L. W. y E. I. ROE. 1949. The role of some birds and mammals in seed germination. *Ecological Monographs* 19 (3): 271 - 286.
- LANDSBOROUGH, T. A. 1964. *A new Dictionary of bird.* McGraw-Hill book Company, USA. 829- 831.
- LEVEY, D. J. 1986. Methods of seed processing by birds and seed deposition patterns. 147- 158 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- LEVEY, D. J. 1987a. Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. *The American Naturalist* 129 (4): 471 -485.
- LEVEY, D. J. 1987b. Sugar-tasting ability and fruit selection in tropical fruit-eating birds. *Auk* 104: 173 - 179.
- LEVEY, D. J. y A. GRAJAL. 1991. Evolutionary implications of fruit processing limitations in Cedar Waxwings. *The American Naturalist* 138: 171 - 189.

- LOW, J. B. 1937. Germination tests of some aquatic plants important as duck foods. Utah Agr. Col. School Forestry 27 pp.
- MARTINEZ-R, M. y E. ALVAREZ- B. 1986. Seed dispersal, gap dynamics and tree recruitment: the case of *Cecropia obtusifolia* at Los Tuxtlas, México. 333 - 346 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). Frugivores and seed dispersal. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- MARTINEZ-R, M. y A. SOTO-C. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. 299- 318 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- MARTINEZ DE RIO, C. y C. RESTREPO. 1993. Ecological and behavioral consequences of digestion in frugivorous animals. 205- 216 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- McKEY, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal system. 159- 191 pp. In: Gilbert, L. E. & P.H. Raven (eds). Coevolution of animals and plants. University of Texas Press, Austin.
- MOERMOND, T. C. y J. S. DENSLOW. 1985. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. Ornithological Monographs 36: 865- 897 pp. In: Buchley, P.A., M.S. Foster, E.S. Morton, R.S. Ridgely y F.G. Buckley (eds). Neotropical Ornithology. The American Ornithologist's Union. Washington.
- MOERMOND, T. C., J. S. DENSLOW, D. J. LEVEY y E. SANTANA. 1986. The influence of morphology on fruit choice in neotropical birds. 137- 146 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). Frugivores and seed dispersal. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- MOERMOND, T. C., J. S. DENSLOW, D. J. LEVEY y E. SANTANA. 1987. The influence of context on choice behavior: fruit selection by tropical birds. 229- 254 pp. In: Commons, M. L., S.J. Shettleworth & A. Kacelnik (eds). Quantitative Analysis of Behavior 6. New York Botanical Gardens, Bronx.

- MORTON, E. S. 1982. Sobre las ventajas y desventajas de comer frutos en la evolución de aves tropicales. 113- 123 pp. En: De Alba, G. A. & R.W. Rubinoff (eds). Evolución en los tropicos. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- MURRAY, K. G. 1986. Consequences of seed dispersal for gap-dependt plants: relationships between seed shadows, germination requirements, and forest dynamic processes. 187- 198 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). Frugivores and seed dispersal. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- MURRAY, K. G., K. WINNETT-M, E. A. CROMIE, M. MINOR y E. MEYERS. 1993. The influence of seed packaging and fruit color on feeding preferences of American robins. 217 - 226 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- MURRAY, K. G., S. RUSSELL, C. M. PICORE, K. WINNET-M., W. SHERWOOD y M. L. KUHLMANN. 1994. Fruit laxatives and seed passage rates in frugivores: consequences for plant reproductive success. *Ecology* 75(4): 989 - 994.
- NUÑEZ, F. J. 1985. Aspectos ecológicos de especies pioneras en una selva húmeda de México. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 235 pp.
- PENNINGTON, T. D. y J. SARUKHAN. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Inst. Nal. de Inv. Forestales, Sec. de Agr. y Gan. 413pp.
- PFEIFER, H. W. 1966. Aristolochiaceaea. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 53(2) : 115 - 120.
- PIJL, L. V. 1969. Principles of dispersal in higher plants. Springer Verlag, Berlín. 153 pp.
- PUIG, H. 1991. Vegetación de la Huasteca (México), Estudio Fitogeográfico y Ecológico. Ins. Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation, Ins. de Ecología, A. C. 142 pp.
- QUINTANA, A. P. 1985. Dispersión de las semillas de nopal (*Opuntia spp*) por animales silvestres y domesticos en "El gran tunal", San Luís Potosí. Tesis Prof., Fac. de Ciencias, UNAM. 140 pp.

- REBON, G. M. 1987. Observación de frugivoría sobre un árbol neotropical y aspectos avifaunísticos en un bosque de niebla de Chiapas, Méx. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 111 pp.
- REMSEN, J. V., M. A. HYDE y A. CHAPMAN. 1993. The diets of Neotropical Trogons, Motmots, Barbets and Toucans. *The Condor* 95: 178 - 192.
- RIDLEY, H. N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. Ashford, England. L. Reeve & Co. 744 pp.
- RZEDOWSKI, J. 1963. El extremo boreal del Bosque Tropical siempre verde en Norteamérica Continental. *Vegetation* II: 173 - 198.
- SANTANA, E. C. y B. G. MILLIGAN. 1984. Behavior of Toucanets, Bellbirds, and Quetzals feeding on Lauraceous fruit in Costa Rica. *Biotropica* 16: 152 -154.
- SANTANA, E. C., T. C. MOERMOND y J. S. DENSLOW. 1986. Fruit selection in the collared aracari (*Pteroglossus torquatus*) and the slaty-tailed trogon (*Trogon massena*): two birds with contrasting foraging modes. *Brenesia* 25: 279 - 295.
- SCHUPP, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. 15 - 29 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- SILVERTOWN, J. 1989. The Paradox of seed size and adaptation. *Tree* 4: 24 - 26.
- SKUTCH, A. F. 1971. Life history of the Keel-billed Toucan. *Auk* 88: 381 - 424.
- SMITH, C. C. 1975. The coevolution of plants and seed predators. 55 - 77 pp. In: Gilbert, L. E. & P.H. Raven (eds). *Coevolution of animals and plants*. University of Texas Press, Austin.
- SMYTHE, N. 1982. Relaciones entre las épocas de abundancia de frutos y los métodos de dispersión de las semillas en un bosque neotropical. 77 - 82 pp. En: De Alba, G. A. & R.W. Rubinoff (eds) *Evolución en los Tropicos*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- SNOW, D. W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15: 274 - 281.

- SNOW, D. W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis* 113: 194 - 202.
- SNOW, D. W. 1981. Topical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13: 1 - 14.
- SNOW, B. K. y D. W. SNOW. 1971. The feeding ecology of Tanagers and Honeycreepers in Trinidad. *Auk* 88: 291 - 322.
- SNOW, D. W. y B. K. SNOW. 1986. Some aspects of avian frugivory in a north temperate area relevant to tropical forest. 159 - 164 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- SORENSEN, A. E. 1981. Interactions between birds and fruit in a Temperate Woodland. *Oecologia* 50: 242 - 249.
- SORENSEN, A. E. 1984. Nutrition, energy and passage time: experiments with fruit preference in European Blackbirds (*Turdus merula*). *Journal of Animal Ecology* 53: 545 - 557.
- SOTO, E. M. 1976. Algunos aspectos climáticos de la región de Los Tuxtlas, Ver. 70- 111 pp. En: Gómez-P. A, C. Vázquez-Y, R. Del Amo y C. Butanda (eds). *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. Compañía Editorial Continental, México.
- SOUSA, M. 1969. Influencia de las aves en la vegetación de la laguna de Majahual, en Los Tuxtlas, Ver. *Bol. Soc. Bot. México* 30: 97 - 112.
- STAPANIAN, M. A. 1982. A model for fruiting display: seed dispersal by birds for Mulberry trees. *Ecology* 63 (5): 1432 - 1443.
- STAPANIAN, M. A. 1986. Seed dispersal by birds and squirrels in the deciduous forest of the United States. 225 - 236 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- STILES, E. W. 1980. Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird-disseminated woody plants in the eastern deciduous forest. *The American Naturalist* 116(5): 670 - 688.

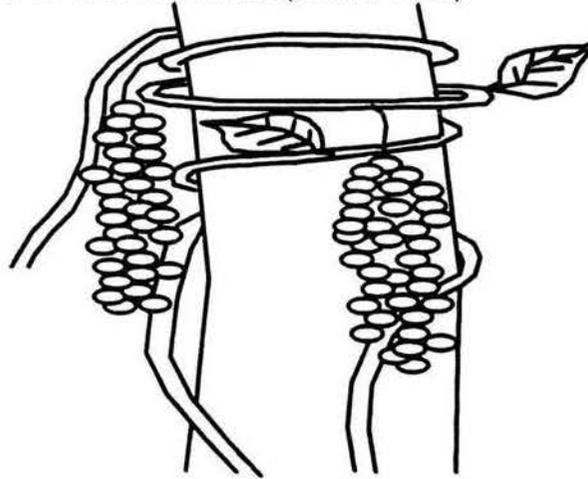
- STILES, E. W. 1993. The influence of pulp lipids on fruit preference by birds. 227 - 235 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- STILES, E. W. y D. W. WHITE. 1986. Seed deposition patterns: influence of season, nutrients, and vegetation structure. 45 - 54 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). Frugivores and seed dispersal. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- SWANK, W. G. 1944. Germination of seeds after ingestion by ring-necked pheasants. Jour. Wildlife Mangt. 8: 223 - 231.
- TREJO, P. L. 1976. Diseminación de semillas por aves en Los Tuxtlas, Veracruz. 447 - 470 pp. En: Gómez-P. A, C. Vázquez-Y, R. Del Amo y C. Butanda (eds). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Compañía Editorial Continental, México.
- VAN DORP, D. 1985. Frugivoría y dispersión de semillas por aves. Tomo II: 333 - 363 pp. En: Gómez-P. A, & R. Del Amo (eds). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Alhambra Mexicana.
- VAN TYNE, J. 1929. The life history of Toucan. Univ. of Michigan, Micc. Publ. 19. Ann Arbor, M.F. 35 pp.
- VAZQUEZ-Y, C. y A. OROZCO-S. 1986. Dispersal of seed by animals: effect on light controlled dormancy in *Cecropia obtusifolia*. 71 - 77 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). Frugivores and seed dispersal. W.Junk Publishers, Dordrecht.
- VEGA, J. 1988. Aves posibles de calificarse como amenazadas o en peligro de extinción. Cuauhtli Boletín de CIPA-MEX. Vol 1, art. 1.
- WHEELWRIGHT, N. T. 1983. Fruits and the ecology of Resplendent Quetzals. Auk 100: 286 - 301.
- WHEELWRIGHT, N. T. 1985. Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. Ecology 66(3): 808 - 818.
- WHEELWRIGHT, N. T. 1993. Fruit size in a tropical tree species: variation, preference by birds, and heritability. 163 - 173 pp. In: Fleming, T. H. & A. Estrada (eds). Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

- WHEELWRIGHT, N. T. y C. H. JANSON. 1985. Colors of fruit displays of bird-dispersed plants in two tropical forest. *The American Naturalist* 126 (6): 777 - 799.
- WHEELWRIGHT, N. T. y G. H. ORIANI. 1982. Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology, and constraints on coevolution. *The American Naturalist* 119(3): 402 - 413.
- WILLSON, M. F. 1994. Fruit choices by captive American Robins. *The Condor* 96 (2):494 - 502.
- WILLSON, M. F. y T. A. COMET. 1993. Food choices by Northwestern Crows: experiments with captive, free-ranging and hand-raised birds. *The Condor* 95:596 -615.
- WILLSON, M. F. y C. J. WHELAN. 1990. The evolution of fruit color in fleshy fruited plants. *The American Naturalist* 136(6): 790 - 805.
- WILLSON, M. F., D. A. GRAFF, y C. J. WHELAN. 1990. Color preferences of frugivorous birds in relation to the colors of fleshy fruit. *The Condor* 92(3): 545 - 555.
- WILLSON, M. F. y W. G. HOPPES. 1986. Foliar "flags" for avian frugivores: signal or serendipity?. 55 - 69 pp. In: Estrada, A & T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. W.Junk Publishers, Dordrecht.

## APENDICE I

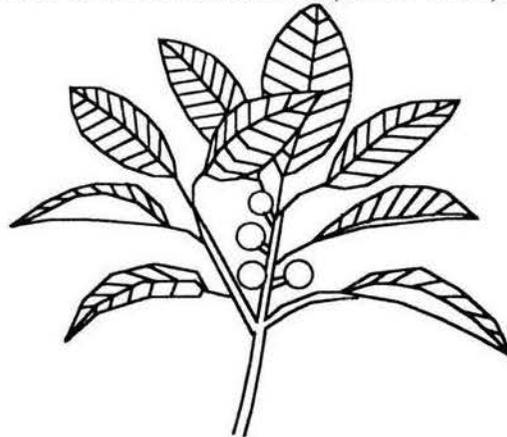
***Aristolochia schippii*** Standl., "Bejuco" Fam. Aristolochiaceae.

Lianas robustas, glabras. Sus hojas son simples, la lámina es acorazonada, acuminada, de 15 -25 cm. de ancho y 18 -30 cm. de largo. Los frutos son cilíndricos largos, de 1.5 - 2.0 cm. de largo, y 1.0 - 1.5 cm. de ancho, de color naranja -rojizo, agrupados en racimos, con una semilla por fruto. Fructifica durante los meses de octubre - marzo (Pfeifer 1966).



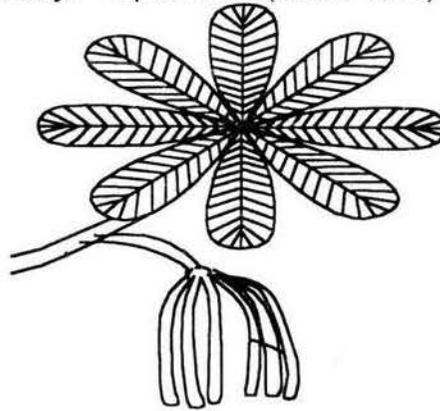
***Ficus insipida*** Willd. "Amate" Fam. Moraceae.

Árbol de 20 - 35 m. de alto, con contrafuertes; tronco cilíndrico, recto; corteza lisa, pardo amarillenta a pardo grisácea. Hojas simples en espiral, con lámina de 6 -17 cm. de largo y 3 -7 cm. de ancho, elíptica u ovada, con base y ápice agudos, margen entero, haz verde oscuro y envés más pálido. Los frutos son siconos de 20 x 30 mm. de largo y ancho, elipsoides o esféricos, verdes amarillentos, con 50 -120 semillas por fruto. Con un período de fructificación a lo largo de todo el año, porque se sabe que dentro de una población, existe una fructificación alternada entre los individuos (Ibarra 1990).



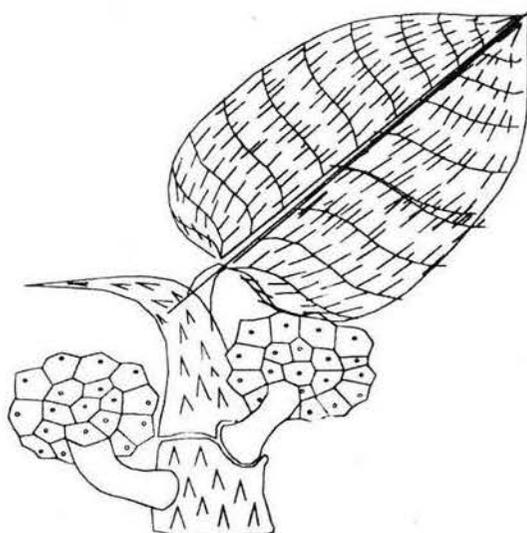
***Cecropia obtusifolia*** Bertol. "Chancarro" Fam. Moraceae.

Árbol de 20 -30 m. de alto, con raíces fulcrantes, tronco cilíndrico, recto, hueco en el centro; corteza lisa, grisácea a parda, lenticelas abundantes. Hojas simples, en espiral, peltadas, palmado partidas y 20 -30 cm. de diámetro; lámina de 8 -11 lóbulos oblongos a lanceolados, margen entero, haz verde oscuro, y envés más pálido. Los frutos son aquenios agregados en infrutescencia de 15 -20 cm. de largo, 0.8 -1 cm. de ancho, de color verde amarillenta a pardo obscura, flácida al madurar; con aproximadamente 3000 semillas por infrutescencia. Su periodo de fructificación es de mayo -septiembre (Ibarra 1985).



***Poulsenia armata*** (Miq.) Standl. "Abasbabi" Fam. Moraceae.

Árbol de 20 -30 (-40) m. de alto, con contrafuertes, tronco recto o fuertemente inclinado, acostillado; con corteza variable, habitualmente lisa, pardo amarillenta. Hojas simples, alternas o en espiral; lámina de 8 -30 cm. de largo y 4.5 -15 cm. de ancho, elíptica a casi orbicular, base redondeada o raramente truncada, y el ápice obtuso, el haz oscuro y envés más pálido. El fruto es una infrutescencia de aproximadamente 2 x 3 cm. de largo por ancho, esférica, gris verdosa a pardo oscuro, con 4 -15 semillas. Fructifica de mayo - junio (-octubre) (Ibarra 1985).



## APENDICE II

Medida	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Largo (mm)	8 - 11	1 - 1.2	1 - 2	5 - 9
Ancho (mm)	6 - 8	0.8 - 1.1	0.8 - 1	4 - 7

**Cuadro III.** Medidas promedio, de las semillas de las diferentes especies de frutos (Datos obtenidos de Ibarra 1985).

Caracter ( % )	<i>Aristolochia</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Poulsenia</i>
Humedad	91.05	61.96	66.19	85.86
Nutrientes digeribles	84.40	64.75	74.45	90.88
Energía digerible Kcal/Kg.	3839.49	2841.81	3295.56	4006.93
Proteína cruda	13.67	9.90	5.86	6.27
Lípidos	14.55	7.76	6.00	9.49
Carbohidratos solubles	52.69	40.50	39.07	47.93
Carbohidratos no solubles	6.01	16.93	21.59	10.01

**Cuadro IV.** Análisis Químico para cada especie de fruto, de acuerdo a Flores (1983), realizado en el Lab. de Análisis Químicos, Fac. de Veterinaria y Zootecnia UNAM.