

03043

5  
209



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS  
PROFESIONAL Y DE POSGRADO DEL  
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES/  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN  
MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN SISTEMAS

**ANÁLISIS DE LAS CONDUCTAS OBSERVADAS EN LAS  
GUARDERÍAS DE LA GOLONDRINA MARINA ELEGANTE  
(Sterna elegans) EN ISLA RASA**

**T R A B A J O F I N A L**

Que para obtener el Diploma de  
**ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA**

presenta el Biol.

**EMILIO DANIEL TOBON GARCIA**

México D.F., 1995



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 está 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.

## INDICE

Resumen .....	i
Abstrac .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Indice .....	iv
Indice de Figuras .....	v
Indice de Gráficas .....	vi
Indice de Tablas .....	vii
1. Introducción .....	1
2. Objetivos .....	4
3. Antecedentes .....	5
3.1. Características generales .....	5
3.1.1. Descripción .....	5
3.1.2. Historia natural .....	6
3.1.2.1. Biología reproductiva .....	6
3.1.2.2. Conductas en las guarderías .....	9
3.1.2.3. Depredación y robo de alimento .....	13
3.1.3. Distribución .....	15
3.2 Población objetivo .....	18
3.2.1. Ubicación espacial .....	18
3.2.1.1. Localización .....	18
3.2.1.2. Geología .....	19
3.2.1.3. Clima .....	19
3.2.1.4. Descripción del área .....	20
4. Especificación de variables y escala de medición .....	25
5. Proceso de captación de la información .....	26
5.1. Métodos y material .....	26
5.2. Observaciones .....	26
6. Métodos para el análisis de la información .....	28
6.1. Análisis preliminar .....	28
6.2. Modelos log- lineales .....	31
6.3. Componentes principales .....	37
7. Resultados y discusión .....	40
7.1. Análisis preliminar .....	40
7.2. Modelos log - lineales .....	56
7.3 Componentes principales .....	64
8. Conclusiones .....	66
9. Referencias .....	68
10. Anexos .....	75

## 1. Introducción

La golondrina marina o gallito de mar elegante (*Sterna elegans*) es un ave marina que anida en sitios aislados o libres de depredadores terrestres (Harrison 1984), tiene una sola pareja de por vida, forma colonias muy densas y por lo general pone un sólo huevo (Kirven 1969; Schaffner 1982; Harrison 1984). Se alimenta principalmente de sardina y anchoveta (Schaffner 1986; Velarde y Arriola 1989).

Con este estudio se incrementará la información relacionada a la historia natural y a la ecología de la golondrina marina así como de las interrelaciones que se realizan dentro de las guarderías, principalmente entre las crías. Se da especial atención a las guarderías porque es donde se reúnen los polluelos y donde realizan la mayor parte de su actividad dentro de la colonia antes de volar, por lo que se considera que la actividad en estos grupos influye en su sobrevivencia (Schaffner 1982; McIntyre 1983).

Esta especie puede ser susceptible de perturbaciones debido a las actividades humanas, tales como la reducción en la disponibilidad de áreas de anidación, que pueden ser invadidas, modificadas o destruidas, ya sea durante las épocas de anidación o fuera de ella (Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990), la explotación de sus huevos, la contaminación por derivados del petróleo y productos químicos (insecticidas y sus residuos) (Nettleship 1991), la introducción de animales exóticos que depredan a la aves o destruyen su hábitat (Nettleship 1991), la entrada de personas a las colonias reproductoras con la consecuente destrucción de los huevos o de las crías, y que en la mayoría de los casos pasa inadvertida o es causada por ignorancia (Anderson, Mendoza y Keith 1976; Anderson y Keith 1980; Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990), así como los cambios en la disponibilidad de las presas y la sobreexplotación de recursos pesqueros de los que se alimentan las aves (Furness 1982; Schaffner 1986, Haley 1984; Furness y Monaghan 1987; Furness y Nettleship 1991; Monaghan Uttley y Burns 1991; Nettleship 1991).

Según Flint (1984) el término guardería (creché) se aplica a la agregación de aves jóvenes. Magnusson (1980) la define como un grupo de crías, algunas veces acompañadas por algún adulto. Murno y Bédard (1977a) describen a la guardería en el pato común (*Somateria mollissima*) como la agrupación de cierto número de hembras no relacionadas parentalmente y algunos polluelos. Muselet (1982), en un reporte de la golondrina marina común (*Sterna hirundo*), presenta a la guardería como una agrupación que se origina como reacción de protección y defensa de las crías. Davis (1982) describe a las guarderías de los pingüinos de Adelia (*Pygoselys adeliae*) como una agregación de polluelos en la colonia; sugiere que las guarderías sirven como una alternativa de defensa contra la depredación cuando hay muy pocos adultos para evitarla y que también sirven como agrupación termorreguladora en climas desfavorables (excesivo frío o calor) (Flint 1984).

Los trabajos que se han realizado sobre la golondrina marina elegante (*Sterna elegans*) se refieren a la biología reproductiva (Schaffner 1982; Kirven 1969; Tobón 1992) y a la dieta (Schaffner 1986; Tordesillas y Velarde 1987; Velarde y Arriola 1989; Tordesillas 1992), así como algunos reportes de sitios de anidación. En lo que se refiere a estudios sobre guarderías en esta especie, Schaffner (1982) las menciona y hace algunas descripciones muy someras mientras que Tobón (1992) realiza descripciones de algunas conductas dentro de estas agrupaciones.

En Isla Rasa se han realizado pocos estudios en esta especie, la mayoría sobre su dieta (Tordesillas y Velarde 1987; Velarde y Arriola 1989; Tordesillas 1992), uno de guarderías (Tobón y Velarde 1987) y uno sobre su ecología reproductiva y su historia natural (Tobón 1992). En este último se realizó un análisis preliminar de las conductas registradas dentro de las guarderías, que se consideraron como el principal antecedente de este trabajo y de donde se tomaron las descripciones de las conductas y los datos que se utilizaron.

En la actualidad sólo se conocen tres sitios de anidación para esta especie, uno en la Bahía de San Diego (Kirven 1969; Evans 1973; Schaffner 1982), otro en Bolsa Chica (Palacios com. pers.), ambos en California, E.U.A., el tercer sitio de anidación se encuentra en Isla Rasa, en el Golfo de California. En este último anida aproximadamente el 95% de la población total (Anderson, Beebe y Velarde 1985; Bourillon et al. 1988; Velarde 1989; Tobón 1992).

Para este trabajo se considera guardería a la agrupación de polluelos, cuyo tamaño puede ser muy variado, teniendo como mínimo dos individuos. En estas agrupaciones se pueden encontrar adultos, algunos de los cuales probablemente sean padres de uno de los polluelos que se encuentran en la guardería. La edad de los polluelos dentro de esta agrupación puede variar desde dos o tres días de nacidos hasta poco tiempo antes de que abandonen la isla (4.5 semanas o más) (Tobón 1992).

El conjunto de todos los individuos de la especie estudiada que anidan en Isla Rasa es considerado como colonia; a su vez, esta colonia está dividida en varias partes separadas unas de otras por un espacio físico dentro de la isla, estas agrupaciones de aves anidantes son llamadas subcolonias. Estas subcolonias pueden variar en tamaño desde algunos cientos de individuos hasta decenas de miles (Tobón 1992).

La información que se utilizó para llevar a cabo este trabajo, que consiste en el análisis de las conductas observadas dentro de las guarderías, fue obtenida a partir de los datos colectados para elaborar la tesis de licenciatura, realizada por el autor, para obtener el título de biólogo en la Facultad de Ciencias de la UNAM (Tobón 1992).

Este trabajo pretende utilizar de forma práctica algunas técnicas de análisis estadístico en datos reales, usándolas sólo como herramientas para resolver un problema, sin profundizar en sus bases matemáticas, haciendo énfasis en la resolución del problema a

---

tratar. En este caso particular se realiza una exploración de los datos y se le da una interpretación desde el punto de vista biológico y ecológico.

Se hace énfasis en la utilización de los modelos log - lineales para el análisis de tablas de contingencia, aunque se utilizan otras técnicas, como el análisis de varianza y análisis de componentes principales, como herramientas para análisis preliminares y complementarios para un mejor entendimiento del problema o como soluciones alternas.

## 2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo <sup>es</sup> obtener mayor información de las interrelaciones que se realizan dentro de las guarderías. Se da especial atención a estas agrupaciones, ya que es aquí donde se reúnen los polluelos y donde realizan la mayor parte de su actividad dentro de la colonia antes de volar, por lo que se considera que la actividad en estos grupos influye en su sobrevivencia (Schaffner 1982; McIntyre 1983).

Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

- Analizar si existen relaciones entre la fecha, la hora y la temperatura ambiental y cada una de las conductas registradas, incluyendo la actividad general (frecuencia de todas las conductas registradas).
- Analizar la relación de las conductas registradas con el tamaño de la guardería y la edad promedio de los polluelos.

### 3. Antecedentes

#### 3.1 Características Generales

##### 3.1.1 Descripción

El Orden Charadriiformes esta formado por 13 familias (Haley 1984) y está dividida en cuatro subórdenes: Charadrii, Scolopaci, Lari y Alcae (American Ornithologist Union (A.O.U) 1983; Haley 1984). Dentro del suborden Lari se encuentra la familia Laridae, que está dividida en cuatro subfamilias: Stercorariinae, Larinae, Sterninae y Rynchopinae (A.O.U 1983; Haley 1984).

Las golondrinas marinas están catalogadas dentro de la subfamilia Sterninae, que tiene nueve géneros y aproximadamente 42 especies (Harrison 1984). Las aves de esta subfamilia en general tienen el plumaje color blanco y gris, con negro en la cabeza. Algunas especies muestran variación estacional en su plumaje; en general, después de la época reproductiva, pierden parte de la cresta negra que presentan durante este periodo.

La golondrina marina elegante (*Sterna elegans*) (Cuadro 3.1) tiene una longitud total promedio de 40 a 43 cm y un promedio de extensión alar de 86 cm (National Geographic Society (N.G.S) 1983; Harrison 1983). Los colores del pico presentan un rango que va desde naranja rojizo hasta amarillo, pasando por amarillo-naranja (Peterson y Chalif 1973; N.G.S. 1983; Harrison 1984). Small (1951) menciona que el pico de esta especie es proporcionalmente más delgado y largo comparado con los de la golondrina marina caspia (*Sterna caspia*) y la golondrina marina real (*Sterna maxima*). El color de las patas varia desde negro brillante hasta naranja rojizo y con combinaciones de estos colores (Tobón 1992).

El adulto, en la época reproductiva, presenta una cresta negra en la parte superior de la cabeza, que se extiende alrededor de los ojos hasta la punta de la cabeza (N.G.S. 1983). La parte dorsal del cuerpo y las alas tienen una coloración gris azulosa pálida con las plumas primarias externas de color gris oscuro o negro; la parte ventral del cuerpo y las alas son de color blanco, en ocasiones con una ligera coloración rosada (Harrison 1983). La cola tiene forma de horquilla muy pronunciada con el plumaje blanco (Peterson y Chalif 1973; Harrison 1983). Durante la época no reproductiva el adulto presenta una ligera variación en la coloración de las plumas primarias externas, que pasan a un color gris; la cola toma un color grisáceo y se pierde la coloración de la parte frontal de la cresta, la cual queda blanca con manchones negros (Harrison 1983; N.G.S. 1983).



Cuadro 3.1: Clasificación de la golondrina marina elegante (A.O.U. 1983).

Orden: Charadriiformes
Suborden: Lari
Familia: Laridae
Subfamilia: Sterninae
Género: <u>Sterna</u>
Especie: <u>elegans</u> (Gambel, 1849)

### 3.1.2 Historia Natural

#### 3.1.2.1 *Biología Reproductiva*

Las especies están adaptadas a muchos hábitat marinos y se encuentran a lo largo de las costas continentales, en islas oceánicas o mar adentro en todas latitudes. La mayoría de las especies de esta subfamilia se reproducen en colonias, muchas de las cuales están situadas en lugares planos, arenosos o rocosos cerca del mar, donde las temperaturas ambientales son altas (Harrison 1984). Estos sitios ofrecen varias ventajas para las aves; la mayor parte anidan en islas donde los depredadores terrestres no existen o son muy escasos (Harrison 1984; Buckley y Buckley 1972a); por otro lado, al anidar en colonias, el riesgo para los individuos y sus crías se reduce si hay un gran número de presas potenciales (Hamilton 1971; Furness y Monahan 1987). Los depredadores son principalmente gaviotas, fragatas, ratas, gatos, perros y humanos (Ashmole 1963a; Buckley y Buckley 1972a; Anderson y Keith 1980; Harrison 1984; Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990; Nettleship 1991).

Comparaciones de varias especies de este género sugieren que muchas de las diferencias en sus hábitos de anidación pueden ser atribuidos, directa o indirectamente, a diferencias en los métodos para evitar la depredación (Cullen 1960; Burger 1984), aunque otros factores pueden intervenir, como la competencia interespecifica por los sitios de anidación (Maxwell y Smith 1983; Hounde 1983). La presencia de la colonia también sirve como un aviso de la existencia de un hábitat adecuado, una característica importante para las aves jóvenes que anidan por primera vez (Ashmole 1963a; Harrison 1984).

Los dos miembros de la pareja cuidan del huevo. El periodo de incubación varía de 12 días en la golondrina marina negra (Chlidonias niger) a 36 en la golondrina marina blanca

(*Oygis alba*), con un promedio de tres semanas para la mayoría de las especies (Harrison 1984). El crecimiento del polluelo depende de la frecuencia de alimentación, la cual a su vez depende de las condiciones de alimentación locales, de la experiencia de los padres para encontrar alimento, de la calidad del mismo, de la distancia que tienen que recorrer para conseguirlo y del clima (Ashmole 1963b; Hulsman y Smith 1988; Safina y Burger 1988).

La golondrina marina elegante arriba a los sitios de anidación a principios de abril (Kirven 1969; Schaffner 1982; Harrison 1984; obs. pers.). El ciclo reproductivo comienza inmediatamente después del equinoccio de primavera, que es considerado el período donde las condiciones climáticas son óptimas para las especies que anidan en climas templados (Miller 1960).

En Isla Rasa esta especie anida mezclada con la golondrina marina real y con la gaviota ploma (Vidal 1967; Tobón y Velarde 1987; Velarde 1989; Tobón 1992). En la colonia de San Diego, en California, aunque el comienzo de la puesta en cada subcolonia fue diferente, en la mayoría de los casos se produjo pocos días después del inicio de la puesta de la golondrina marina cáspica en las mismas localidades, lo que sugiere que la golondrina marina elegante es atraída por las concentraciones de la otra especie (Kirven 1969).

→ La golondrina marina elegante anida en terrenos planos en islas, con excepción de la colonia de San Diego, en California, donde anidan en los diques que separan los tanques de evaporación de una salina (Kirven 1969; Schaffner 1982).

La densidad de nidificación de la golondrina marina elegante es de aproximadamente diez nidos por metro cuadrado (Schaffner 1982; Tobón 1992); este espaciamiento al parecer no resulta de ningún tipo de comportamiento territorial ya que esta especie no es agresiva con sus conespecíficos (Schaffner 1982).

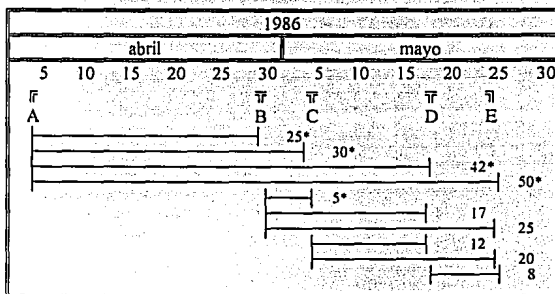
Esta especie pone por lo general un huevo, ocasionalmente dos (Kirven 1969; Schaffner 1982; Harrison 1984); el promedio del tamaño de nidada para la colonia de San Diego en 1966 fue de 1.4 huevos, con un rango de uno a dos huevos (Kirven 1969); para 1980 y 1981 fue de 1.02 huevos por nido con el mismo rango (Schaffner 1982).

El crecimiento de la cría es rápido, desde 28.5 g un día después de que nace hasta 206 g (80.2% del peso del adulto) en sólo 20 días (Kirven 1969). Son ambulatorios desde los tres o cuatro días de nacidos; edad a la que son capaces de viajar grandes distancias desde sus nidos, escoltados por sus padres (Kirven 1969; Schaffner 1982). Los polluelos de la golondrina marina elegante comienzan a volar aproximadamente entre los 30 y 35 días de nacidos, aunque es posible que sean capaces de volar antes (Kirven 1969; Schaffner 1982).

En 1986 la colonia de Isla Rasa estuvo dividida en dos subcolonias que se ubicaron en la parte central del "Valle de los Gallitos" (valle noreste de la isla). En 1987 la colonia se dividió en tres subcolonias, la mayor de ellas se ubicó en la parte central del "Valle de los Gallitos" y las dos pequeñas en la parte norte del Valle Central, en el llamado "Promontorio de Guano" (Tobón 1992).

Los Cuadros 3.2 y 3.3 muestran las fechas más relevantes en la formación y desarrollo de la colonia reproductora (tomado de Tobón 1992). Para 1986 no fue posible obtener las fechas precisas del establecimiento de los primeros nidos definitivos ni de los primeros nacimientos, por lo que se realizaron estimaciones con base en los días transcurridos entre cada uno de los eventos registrados en los dos años. En 1987 se pudieron obtener las fechas precisas de los parámetros medidos. Se dan las fechas del establecimiento de los primeros nidos, del fin del crecimiento de la colonia, de los primeros nacimientos, de los primeros polluelos fuera del área de anidación y de las primeras guarderías (Tobón 1992).

Cuadro 3.2: Fechas de formación y desarrollo de la colonia reproductora de Isla Rasa en 1986, así como los días transcurridos entre cada uno de los eventos (números a la derecha de las líneas horizontales).



- A: primeros nidos (04.04\*)  
 B: fin del crecimiento de la colonia (29.04)  
 C: primeros nacimientos (04.05\*)  
 D: primeros polluelos fuera de la colonia (16.05)  
 E: primeras guarderías (24.05)

\*: fechas y días estimados con base en las observaciones de la colonia.

Las guarderías están formadas principalmente por polluelos; el tamaño de estas agrupaciones puede ser muy variado, con un mínimo de dos individuos; en ocasiones se pueden encontrar uno o varios adultos que permanecen por períodos cortos de tiempo (por lo general sólo algunos minutos). No hay un área determinada en la que se ubiquen las guarderías; por lo general éstas se localizan en zonas cercanas a las subcolonias en lugares donde no hay nidos de gaviota ploma (Tobón 1992).

La edad de los polluelos dentro de estas agrupaciones es muy variado. Después de que comienzan los nacimientos en las subcolonias, los polluelos comienzan a abandonar su nido y se integran a las guarderías a una edad aproximada de una semana. Cuando ya ocurrieron



una lista detallada de especies de pingüinos; ver Flint 1984 para una lista detallada general). Las conductas que se observan en éstas agrupaciones varían según la especie (Smith 1975; Flint 1984) pero todas involucran algún tipo de comportamiento gregario en polluelos no emparentados de especies de aves coloniales (Flint 1984).

Las guarderías parecen beneficiar a las crías; disminuyen la efectividad de la depredación al reducir el perímetro de exposición a los depredadores y/o disminuyen el riesgo para cada individuo (Hamilton 1971) y aceleran la detección de los depredadores.

En términos generales, la formación de guarderías puede ser una estrategia altamente eficiente para proteger a los polluelos contra la depredación, al mismo tiempo que minimiza el tiempo que los padres utilizan para cuidar a su cría de los depredadores, lo que les permite tener más tiempo para buscar alimento necesario para sus crías (Buckley y Buckley 1972a).

Según Schaffner (1982) hay poca evidencia de depredación natural significativa en polluelos del género *Sterna*, por lo que la principal función de las guarderías puede no ser la de formaciones antidepredador. Indudablemente estas agrupaciones hacen a las crías más vulnerables a depredadores terrestres que puedan entrar en la colonia debido a que los polluelos son muy conspicuos cuando están agrupados. Las guarderías proveen una forma conveniente de cuidado de los polluelos que permite a los padres buscar alimento y localizar a su cría con mayor facilidad.

Según Buckley y Buckley (1970), en su estudio de la golondrina marina real, algunas de las posibles ventajas adaptativas de las guarderías son: 1) hace posible que la tendencia del polluelo a alejarse del nido se cumpla; 2) aumenta la velocidad con la que un padre localiza a su cría; 3) aumenta el tiempo para buscar alimento; 4) una guardería alarmada se compacta y se mueve rápidamente, lo que hace de ella un blanco que los adultos pueden guiar con mayor facilidad lejos de los depredadores; y 5) da ventaja a cada uno de los miembros de la guardería por encontrarse en un grupo compacto y que se mueve rápidamente cuando enfrentan algún depredador.

En la golondrina marina real puede haber dos tipos de guarderías, la "relajada" o poco densa y la "alarmada" o muy densa (Buckley y Buckley 1972a). Una guardería "relajada" esta formada por polluelos que han salido de su nido en forma permanente, los adultos y las crías están más o menos separados unos de otros; el grado de dispersión depende del tamaño de la isla, cercanía al agua y el tamaño del área donde se encuentran. En una guardería "alarmada" los adultos vuelan, los polluelos se juntan hasta estar en contacto unos con otros en grupos muy compactos, que se mueven como una unidad alejándose de la causa del disturbio. Si un intruso humano persigue a una guardería, ésta permanece unida hasta que el intruso le da alcance; entonces, repentinamente, se dispersan en todas direcciones al mismo tiempo, para volver a reunirse a poca distancia; esta es una estrategia muy efectiva contra los depredadores terrestres (Buckley y Buckley 1972a).

Al parecer los adultos no guían a la guardería en la golondrina marina real, más bien parece que la siguen, especialmente si tienen que alimentar a su cría; en tal caso los adultos

vuelan alrededor de la guardería llamando con fuerza; algunas veces aterrizan y siguen llamando hasta que los polluelos son localizados, identificados y alimentados (Buckley y Buckley 1972a; 1972b).

Dentro de las guarderías de la golondrina marina real, un polluelo es diferenciado de otros por sus vocalizaciones; el padre identifica a su cría y ésta identifica y responde al padre. La cría en la guardería es atraída primero por las vocalizaciones de su padre, por lo que se acerca al sonido; el padre puede reconocer entonces al polluelo por su vocalización y después visualmente antes de alimentarlo. Este es un triple mecanismo que asegura que cada pareja alimente sólo a su propio polluelo usando la gran variación de voz y color del plumaje de las crías, que es una característica de esta especie (Buckley y Buckley 1970; 1972a; 1972b).

La variación en el plumaje de la golondrina marina real refuerza las diferencias en las vocalizaciones para el reconocimiento individual, aún durante el cuidado paterno después de que los polluelos comienzan a volar. Este prolongado período para aprender la voces de sus padres puede preparar a la golondrina marina real para identificar a su pareja dentro de la colonia y su experiencia como miembro de la guardería puede estimularla a anidar a las densidades excepcionales, características de esta especie (Buckley y Buckley 1970).

Las guarderías pueden funcionar como un sistema de retroalimentación positiva, ya que constituyen una forma de entrenamiento y un mecanismo de reforzamiento de las tendencias gregarias que son valiosas para alimentarse en grupo, para seleccionar pareja y para establecerse en la colonia (Schaffner 1982).

La formación de guarderías parece ser obligada en la golondrina marina real y se presenta en otras especies del género *Sterna*, como la golondrina marina caspia y la golondrina marina San Vicente, donde podría ser facultativo (Smith 1975; Flint 1984; Buckley y Buckley 1972a). Este comportamiento ha sido observado en la golondrina marina elegante, aunque no se ha reportado si es facultativo u obligado (Willis en: Buckley y Buckley 1972a).

La tendencia de los polluelos de la golondrina marina elegante de dejar el nido en cuanto es posible y de congregarse en guarderías escoltados por adultos, puede ser una respuesta a anidar en asociación con especies más grandes y más agresivas (Kirven 1969). Esta situación ha sido observada en todas las colonias de esta especie (Bancroft 1927; Walker 1965; Kirven 1969; Evans 1973; Schaffner 1982). La ventaja obvia del abandono del nido es evitar una exposición prolongada a las interacciones interespecíficas y a la depredación de los polluelos; la incidencia aparentemente baja de depredación terrestre sugiere que no hay desventaja en la formación de las guarderías (Kirven 1969).

En una colonia donde anidan la golondrina marina real y la golondrina marina San Vicente, las crías de ambas especies forman una guardería común en donde, debido a que los polluelos exhiben coloración similar, es difícil reconocer a las crías de cada especie (Buckley y Buckley 1972a). Esto también se observa en Isla Rasa, donde los polluelos de la

golondrina marina real y elegante forman guarderías comunes donde es difícil reconocer a los individuos de cada especie (Tobón, 1992).

En Isla Rasa la presencia de miles de aves incubando en algunas subcolonias y la ocurrencia de las guarderías con polluelos de aproximadamente la misma edad (de una a tres semanas) indican una sincronía en la puesta de grandes segmentos de la población (Kirven 1969; Schaffner 1982). Tobón (1992) realizó una descripción de las conductas que se presentan en las guarderías: alimentación del polluelo, autoacicalamiento y agresión; también se consideró el robo de alimento o cleptoparasitismo por parte de la gaviota ploma:

- **Alimentación del polluelo:** En esta conducta hay una interacción entre uno de los miembros de la pareja y su cría; el padre, con un pescado en el pico, sobrevuela la colonia y la zona de las guarderías emitiendo vocalizaciones hasta que localiza a su polluelo; este contesta a las vocalizaciones y por lo general sale de la guardería. Después de que el padre ha localizado a su cría baja a tierra, en ocasiones luego de varios intentos, y de inmediato le da el alimento; el padre siempre da el pescado a su cría de tal forma que ésta lo trague empezando por la cabeza.

El polluelo aumenta la velocidad con que traga el alimento conforme crece y adquiere experiencia, esto es importante ya que, entre otras posibles implicaciones, el polluelo que trague más rápido dará menor oportunidad a que las gaviotas plomas que están en los alrededores le roben el alimento. Una vez que el adulto dio el pez a su cría, trata de protegerlo de las gaviotas; se coloca frente al polluelo, muy cerca de él, mantiene las alas bajas, semiabiertas y levanta la cabeza ahuyentando a las aves que se acercan, ya sea por tierra o por aire. Después de que la cría tragó el pescado, su padre permanece junto a él por un tiempo variable, que va desde unos pocos segundos hasta algunos minutos, y luego se aleja volando; cuando se va, el polluelo por lo general se reincorpora a la guardería.

- **Autoacicalamiento:** Este comportamiento se realiza en forma individual; sólo se registró esta conducta en las crías dentro de la guardería. Los polluelos se limpian con el pico las plumas del cuello, parte ventral, alas y cola. Se acicalan a intervalos irregulares, algunas veces por sólo un instante y otras por varios minutos; en ocasiones realizan este comportamiento por varios minutos y lo interrumpen constantemente sin realizar otra actividad; la cría puede autoacicalarse tanto cuando está parada como echada. En ninguna de las dos temporadas se observó que un individuo acicalara a otro.

- **Agresión:** Esta es una interacción entre dos individuos, que pueden ser polluelos o adultos; sólo se registraron aquellas donde intervenía al menos un polluelo y que se realizaba dentro de la guardería y sus cercanías. Se presenta generalmente cuando uno de los actores se acerca demasiado a otro (cuatro o cinco cm aproximadamente o cuando hay contacto físico), el individuo que recibe la agresión es generalmente el que se acerca al otro, aunque en ocasiones algún individuo se acerca y agrede a otro. La agresión consiste en que el emisor estira el cuello bajándolo un poco junto con la

parte delantera del cuerpo, algunas veces bajando ligeramente las alas y abriendo el pico ampliamente; en ocasiones emite vocalizaciones mientras apunta el pico ligeramente hacia arriba. El individuo puede realizar la agresión ya sea si esta parado o echado, dirigiendo siempre el pico hacia el receptor; este por lo general simplemente se aleja.

La intensidad del ataque generalmente es baja, en ocasiones algún individuo llega a picar varias veces a otro, pero sin causar ningún daño aparente. El emisor puede ser un polluelo o un adulto y el receptor en la mayoría de los casos es un polluelo, aunque algunas veces es un adulto cuando el emisor es una cría de más de tres semanas de edad aproximadamente.

### 3.1.2.3. Depredación y Robo de Alimento

El cleptoparasitismo es una forma parasítica de alimentación - robar el alimento de otras aves - y se observa en varias familias de aves marinas (Fregatidae, Stercorariidae, Laridae) cuyos miembros son generalmente excelentes voladores que con frecuencia tienen adaptaciones estructurales y conductuales a su forma de alimentación (Buckley y Buckley 1980). Muchas de las especies que practican el cleptoparasitismo también son depredadores de huevos o polluelos, incluyendo conespecíficos e incluso de aves adultas más pequeñas (Buckley y Buckley 1980).

Este comportamiento se presenta en grandes colonias mixtas de aves marinas (Furness y Monahan 1987); el cleptoparasitismo entre las aves en general parece estar asociado con la disponibilidad de hospederos potenciales que se alimentan de peces grandes y atractivos, aunado a períodos de falta de alimento (Brockman y Barnard 1979).

Muchas variables parecen afectar la frecuencia y éxito del cleptoparasitismo: 1) el número de víctimas potenciales y parásitos en la colonia; 2) el tamaño relativo del parásito con relación a su víctima; 3) la interferencia de conespecíficos; 4) el número de individuos que persiguen a la víctima y la duración de la persecución; 5) la reacción de la víctima ante el pirata; 6) el método usado por el pirata para robar el alimento; 7) el tamaño del alimento; y 8) las condiciones climáticas (Hulsman 1976, 1984).

En el caso de depredadores que pueden tomar sólo una presa a la vez, el riesgo para los individuos o sus crías de ser víctimas de un ataque se reduce si están presentes gran número de presas potenciales (Hamilton 1971; Furness y Monahan 1987). El riesgo para las crías también se reduce si la anidación es sincrónica. Una desventaja de anidar en colonias es que éstas son muy conspicuas y fáciles de localizar para los depredadores (Furness y Monahan 1987).



La relación entre el resultado del intento de robo y el método de robo usado varía con la forma de la presa; el éxito de robo también es afectado por la habilidad de la víctima, sus métodos de evasión y la velocidad con que reacciona ante las gaviotas (Hulsman 1984). Dunn (1973) encontró que el éxito de robo de la golondrina marina rosada (*Sterna dougallii*) disminuye con el incremento de la longitud del pescado; sugiere que las golondrinas marinas que transportan peces grandes están más atentos al intento de robo y están mejor preparados para evadir a los parásitos.

Algunas golondrinas marinas son tanto parásitos como víctimas; algunas golondrinas marinas rosadas, que actúan solas, patrullan sobre varias especies de golondrinas marinas que llegan a la colonia con alimento y entonces se arrojan por sorpresa sobre la víctima (en la misma forma en que lo hacen para pescar) y tratan de arrebatarle el pescado del pico (Nelson 1980). Este comportamiento se ha observado en la colonia de la golondrina marina elegante en Isla Rasa, aunque no ha sido cuantificado (Tobón 1992). Según las observaciones hechas en One Tree Island, las golondrinas marinas generalmente fueron poco exitosas cuando trataron de robar a miembros de su propia especie (Hulsman 1976).

Muchos cleptoparásitos son también depredadores; las escúas, que son cleptoparásitos, también son buenas depredadoras: atacan algunas aves adultas, incluyendo otras escúas, frailecillos y polluelos de algunas gaviotas. Las fragatas son también depredadoras importantes en algunas colonias de aves marinas, depredan crías de golondrina marina oscura, pardelas, bobos, etc., la fragata magnífica (*Fregata magnificens*) en particular toma huevos y polluelos; las gaviotas también son depredadoras de frailecillos, golondrinas marinas, pardelas, petreles e incluso de otras gaviotas (Nelson 1980). En Isla Rasa se ha observado que la gaviota ploma depreda los huevos y los polluelos de las golondrina marinas elegante y real, aunque esto no ha sido cuantificado (Kirven 1969; Tobón 1992).

El aislamiento en que se encuentran las salinas donde se localiza la colonia de golondrina marina elegante en la bahía de San Diego, en California, hace que los depredadores terrestres estén casi totalmente ausentes; la golondrina marina caspia, que anida en el mismo sitio, es más agresiva y le da protección adicional de los depredadores, especialmente los aéreos (Schaffner 1982).

En Isla Rasa, además de su inaccesibilidad, las golondrinas marinas elegante y real están rodeadas de la gaviota ploma, que puede alejar a depredadores importantes como la gaviota de patas amarillas (*Larus livens*) (Velarde com. pers.; obs. pers.), pero la única protección que tiene la golondrina marina elegante contra la gaviota ploma, que le roba el alimento y depreda sus huevos y crías, es la anidación sincrónica y la gran densidad de anidación (Schaffner 1982). La formación de guarderías posiblemente dé alguna ventaja adicional contra los depredadores para polluelos cuyos padres se encuentran ausentes (Schaffner 1982). A continuación se presenta una descripción del robo de alimento por parte de la gaviota ploma a la golondrina marina elegante en la colonia de Isla Rasa (Tobón 1992):

- **Robo de alimento o cleptoparasitismo:** En esta conducta se registró la interacción entre una o varias gaviotas plomas y un adulto de la golondrina marina elegante y/o su cría. Cerca de la guardería se registró siempre la presencia de una o varias gaviotas; cuando un adulto de golondrina marina de acercaba para tratar de alimentar a su polluelo, era atacado por una o varias gaviotas (tanto en vuelo como cuando se posaba en tierra) que trataban de arrebatarle el pescado que transportaba en el pico. Si el acecho era en vuelo, la golondrina marina trataba de esquivar los ataques por medio de maniobras y se alejaba del lugar, si era en tierra trataba de levantar el vuelo lo antes posible. En ocasiones las gaviotas trataban de robar el pescado cuando el adulto ya se lo había dado a su cría; en este caso el padre trataba de defenderla (como ya se describió en alimentación del polluelo) mientras que ésta trataba de tragarse el alimento.

### 3.1.3. Distribución

La golondrina marina elegante fue descrita por primera vez en 1848 por Gambel a partir de un ejemplar colectado cerca de Mazatlán (Schaffner 1982). A continuación se presenta una relación cronológica de los registros que hay para esta especie.

Ridway (1919) apunta que la distribución de esta especie va desde Bahía de San Francisco, en California, hasta Bahía Coquimbo, en Viña del Mar, Chile y refiere como zonas de anidación Guaymas, Sonora e Isla Isabel, Nayarit, ambas en México. Bent (1921) reporta como sitios de anidación Isla San Pedro Mártir, Isla Cerralvo y las cercanías de Guaymas. Isla Rasa es reportada por Maillard (1923) como zona de anidación, junto con Isla San Jorge, en el Golfo de California.

Bancroft (1927) hace una breve descripción de la dinámica de la colonia en Isla Rasa y apunta que en la región central del Golfo de California sólo anidan golondrinas marinas elegantes y reales; según este autor, la golondrina marina elegante también fue observada por Van Rossen en Bahía Petrel y en Bahía de Agua Dulce, en Isla Tiburón.

Banks (1963) hace referencia a una colección de huevos de golondrina marina elegante colectados en la Isla Cerralvo en 1910 como evidencia de la existencia de una colonia en esta isla. Hace notar que los gatos ferales patrullan regularmente las costas de la isla y que estos probablemente contribuyeron a la desaparición de la colonia.

Según la A.O.U. (1983) la golondrina marina elegante se reproduce a lo largo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde la Bahía de San Diego, en el sur de California, hasta la Laguna Ojo de Liebre y la Isla San Roque en la parte central de Baja California; dentro del Golfo de California anida en Isla San Jorge, Isla Trinidad e Isla Rasa; también mencionan que anida a lo largo de las costas de Sonora y Sinaloa hasta Isla Isabel, en Nayarit.

La única colonia conocida actualmente en el Golfo de California es la que se encuentra en Isla Rasa (Kirven 1969; Schaffner 1982; Tobón 1992), donde anida mezclado con la golondrina marina real (*Sterna maxima*) y la gaviota ploma (*Larus heermanni*) (Velarde 1989; Tobón 1992). La otra colonia de anidación conocida es la que se encuentra en la Bahía de San Diego en California, donde anida con la golondrina marina caspia (Kirven 1969; Schaffner 1982). En 1987 esta especie anidó en Bolsa Chica, California, junto con la golondrina marina mínima, el rayador (*Rynchops niger*) y la golondrina marina de Forster (*S. forsteri*) (Palacios com. per.).

Harrison (1984) reporta que en Isla Rasa anidan aproximadamente 12 mil parejas de esta especie mezcladas con la golondrina marina real. Otros registros que se tienen del tamaño poblacional de la golondrina marina elegante en Isla Rasa se basan en estimaciones cualitativas y son de 25 mil individuos (Anderson, Beebe y Velarde 1985) y de 42 mil (Bourillón et al. 1988). Tobón (1992) estimó el número de aves anidantes por las técnicas de conteo directo de nidos, muestro aleatorio simple y por medio de fotografía aérea, a continuación se presentan algunos de estos resultados.

Según los datos obtenidos en el campo, para 1986 la estimación por conteo directo fue de 24 577 nidos o 49 154 individuos. La estimación de la densidad absoluta por medio del muestreo aleatorio simple (Caughley 1977; Cochran 1980) a partir del número de nidos en cinco cuadrantes de 10 x 10 m (de los 21 que se calculó utilizaron ambas subcolonias, basados en el área total que ocuparon) fue de 24 460.8 nidos o 48 921.6 individuos.

Para 1987 la estimación por conteo directo en la subcolonia uno fue de 18 480 nidos, para la subcolonia dos de 24 680 nidos o 49 360 individuos. La estimación de la densidad absoluta a partir de la cantidad de nidos en tres de los 19 cuadrantes que ocuparon las aves en las tres subcolonias para este año fue de 21 109 nidos o 42 218 individuos. El conteo a partir de la fotografía aérea realizado en 1987 da un total en la colonia de 22 037 nidos o 44 074 individuos.

A partir del conteo directo se puede calcular la densidad de nidificación en un cuadrante de 10 x 10 m. Para 1986 el total de nidos fue de 24 577 ocupando un área de aproximadamente 21 cuadrantes de 10 x 10 m, lo que da una densidad promedio de 1 170.33 nidos por 10 m cuadrados. Para 1987 el total de nidos fue de 24 680 en un área aproximada de 19 cuadrantes lo que da una densidad promedio de 1 298.95 nidos en 10 m cuadrados.

La densidad de nidificación calculada por el método de muestreo aleatorio simple nos da un promedio de 1 164.8 nidos en 10 m cuadrados (d.e. 44.52, n = 5) en 1986 y de 1 111 nidos en 10 m cuadrados (d.e. 36.45, n = 3) en 1987.

La golondrina marina elegante migra hacia el norte después de la época de reproducción y se puede encontrar hasta las bahías de Monterey y San Francisco, en California. El rango de distribución durante el invierno se extiende por la mayor parte de la costa americana del Océano Pacífico hasta Valparaíso, en Chile (Bent 1921; Kirven 1969).

En 1967 se anillaron 378 polluelos de la golondrina marina elegante en Isla Rasa y siete meses después dos de éstas aves fueron recobradas en Esmeraldas, Ecuador (Kirven 1969).

La A.O.U. (1983) reporta como áreas de distribución de individuos que todavía no alcanzan la edad reproductora a las costas del Pacífico (durante el verano), desde el centro de California hasta Costa Rica. Según la A.O.U., fuera de la época reproductiva, esta especie se distribuye a lo largo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Guatemala hasta el sur de Ecuador y centro de Chile.

No se tienen datos precisos acerca del tiempo que esta especie lleva anidando en Isla Rasa, aunque Vidal (1967) menciona que, según sus estudios de los perfiles edafológicos de la isla, la presencia de las aves se remonta aproximadamente al final del Pleistoceno o principios del reciente (hace menos de diez mil años), aunque aclara que son necesarios estudios más detallados. El primer reporte específico de Isla Rasa como zona de anidación de la golondrina marina elegante fue dado por Maillard en 1923.

En 1964, Isla Rasa fue declarada, por decreto presidencial, "Zona de reserva y refugio de aves migratorias y de la fauna silvestre" (D.O.F. 30/05/1964). Poco después de que se dio protección a esta isla, las poblaciones de la golondrina marina elegante y la gaviota ploma comenzaron a recobrase, aunque aún existe la amenaza de perturbación humana (Anderson y Keith 1980). De 1971 a 1975 hubo algunas temporadas reproductivas con excelente productividad, aunque éstas se combinaron con años de poca productividad debida a causas naturales (Anderson, Mendoza y Keith 1976).

A pesar de esto, actualmente la perturbación humana directa o indirecta (que en la mayoría de los casos pasa inadvertida o es causada por ignorancia, y que incluye visitas de pescadores, grupos de "turismo ecológico", etc.) ha causado baja productividad en varias especies de aves marinas, incluyendo a la golondrina marina elegante (Anderson, Mendoza y Keith 1976; Anderson y Keith 1980; Bahre 1983; Jehl 1984; Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990).

A partir de 1985 se iniciaron los estudios para determinar la dieta de esta especie (Tordesillas y Velarde 1987; Velarde y Arriola 1989; Tordesillas 1992), así como para conocer aspectos básicos de su biología reproductiva y ecología (Tobón y Velarde 1987; este trabajo), lo cual incluye anillado de polluelos.



---

### 3.2.1.2. Geología

El Golfo de California esta localizado en la región noroeste de México, entre los 18 y los 35 grados latitud norte. Es una cuenca marina alargada con una orientación noroeste-sureste, limitada por las costas de Sonora, Sinaloa, Nayarit y por la Península de Baja California; dentro del Golfo se encuentran aproximadamente 100 islas y otros tantos islotes (Secretaría de Gobernación y Secretaría de Marina 1987).

La región del Golfo de California es geológicamente reciente, se estima que tiene una edad aproximada de 4.5 millones de años. Si se considera la intensa actividad sísmica del Golfo, se puede asumir que su origen se debió a una serie de eventos geológicos que han ocurrido desde el Mesozoico Superior, hace 130 millones de años (Gastil et al. 1983).

El Golfo está dividido en cinco provincias que presentan características meteorológicas y fisiográficas distintas, las cuales coinciden con áreas de caracteres geológicos bien definidos (Bourillón *et al.* 1988). La Región de las Grandes Islas se encuentra dentro de la provincia del Golfo de California.

Isla Rasa se originó probablemente debido a una erupción volcánica y la consecuente acumulación y deposición de materiales rocosos emitidos por la erupción (Gastil et al. 1983). La edad probable de esta isla data del Reciente (11 mil años o menos) y la roca principal que la constituye es basalto de la misma época (Gastil et al. 1983). La isla tiene un mayor contenido de Sílice que las islas vecinas; está constituida además por basalto y obsidiana (Phillips en: Vidal 1967). En la posterior transformación de la isla intervinieron, además de la erosión y fenómenos tectónicos ligeros, la avifauna, ya que las deyecciones de las aves marinas actuaron sobre la roca basal y originaron el guano que se ha depositado en la isla (Vidal 1967).

### 3.2.1.3. Clima

El Golfo de California se ubica dentro de la región subtropical, por lo que presenta una marcada fluctuación de las condiciones climáticas durante el año, así como del día a la noche. Durante el invierno y parte de la primavera los vientos predominantes en el Golfo provienen del noroeste, estos vientos ocasionan fuertes descensos de la temperatura en la porción norte del Golfo. El resto del año los vientos predominantes son los del sureste, también llamados alisios, los cuales son cálido-húmedos.

La distribución de masas de agua y de tierra dentro del Golfo originan que su parte norte, dentro de la cual se encuentra la Región de las Grandes Islas, presente temperaturas más extremas que las de la parte sur. La temperatura media anual en las costas del Golfo de California es de 24 grados centígrados (Bourillón *et al.* 1988).

En la región del Golfo hay una estación seca y otra lluviosa, la primera se prolonga desde octubre hasta finales de junio; las lluvias comienzan a finales de junio y continúan durante el verano hasta septiembre, aunque pueden no presentarse todos los años (Bourillón *et al.* 1988). La precipitación es mayor de agosto a octubre y pueden presentarse lluvias ligeras entre diciembre y marzo; la precipitación anual en la región tiene un rango de alrededor de 150 mm o menos, con una gran fluctuación interanual. Precipitaciones localizadas de un huracán o tormenta pueden, en ocasiones, acumular más de 150 mm en 24 horas, sin más lluvias por varios años (Maluf 1983).

La escasa precipitación en el Golfo se debe en buena parte a la localización geográfica y a la presencia de cordilleras con cimas de más de tres mil metros de altura a lo largo de la península, que lo aíslan y limitan. La humedad proveniente del Océano Pacífico es retenida por las laderas occidentales de las sierras de la península; esta barrera, junto con las extensas zonas áridas que rodean al Golfo, contribuyen a la producción de un clima más continental que oceánico (Maluf 1983).

Las condiciones climáticas y las corrientes marinas dan lugar a un fenómeno conocido como "surgencias", que son corrientes de aguas frías que provienen de profundas fosas marinas y que acarrear a la superficie gran cantidad de nutrientes, lo que da lugar a una gran productividad y hace que el Golfo de California, especialmente la Región de las Grandes Islas, sea un ecosistema altamente productivo (Maluf 1983; Bourillón *et al.* 1988).

Isla Rasa tiene un clima seco y caluroso; en la época reproductiva de las aves (de marzo a julio) generalmente no se presentan lluvias, salvo raras excepciones cuando caen lloviznas muy ligeras; también se presenta niebla con cierta frecuencia durante esta temporada, la cual en ocasiones es muy espesa (obs. pers.).

#### *3.2.1.4. Descripción del Area*

Isla Rasa tiene una longitud de 1 200 m de largo en su eje este-oeste y 804 m de ancho; tiene una superficie total de 0.6 km. cuadrados (Gastil *et al.* 1983; Secretaría de Gobernación y Secretaría de Marina 1987) (Figura 3.2). Sus costas están formadas por playas rocosas y acantilados; de éstos, los más altos se encuentran en la parte este y sur de la isla (Bourillón *et al.* 1988). Al noroeste hay tres lagunas formadas por el aporte de agua marina; la mayor de éstas tiene un canal que la comunica directamente con el mar. Durante

la pleamar el agua llena la laguna (con las mareas más altas hay lugares con hasta dos metros de profundidad) y luego, con la bajamar, se vacía totalmente. Las otras dos lagunas son menos variables y por lo general persisten a través de las fluctuaciones de mareas (Vidal 1967).

Existen porciones de terreno en forma de valles que están cubiertos de guano, cuya extensión varía de los que tienen unos cuantos metros cuadrados hasta aquellos de cerca de dos hectáreas (Vidal 1967). En los dos valles más grandes, situados en la parte noreste de la isla, es donde en los últimos años se han ubicado las colonias de la golondrina marina elegante

No hay grandes elevaciones de terreno, aunque éste es muy irregular y abrupto; en los alrededores de los valles y las lagunas se elevan colinas y pequeños cerros, el más alto de ellos con una elevación de 30 msnm (Vidal 1967; Velarde 1989). El suelo está constituido, además de rocas, de guano, el cual cubre gran parte de la isla, en especial los valles. No se puede encontrar agua dulce en la superficie de la isla.

En el año de 1986 la colonia estuvo dividida en dos subcolonias que se ubicaron en la parte central del "Valle de los Gallitos" (valle noreste de la isla, ver figuras 3.2 y 3.3). En 1987 la colonia se dividió en tres subcolonias, la mayor de ellas se ubicó en la parte central del "Valle de los Gallitos" y las dos pequeñas en la parte norte del Valle Central, en el llamado "Promontorio de Guano" (Tobón 1992) (ver Figuras 3.2 y 3.4).

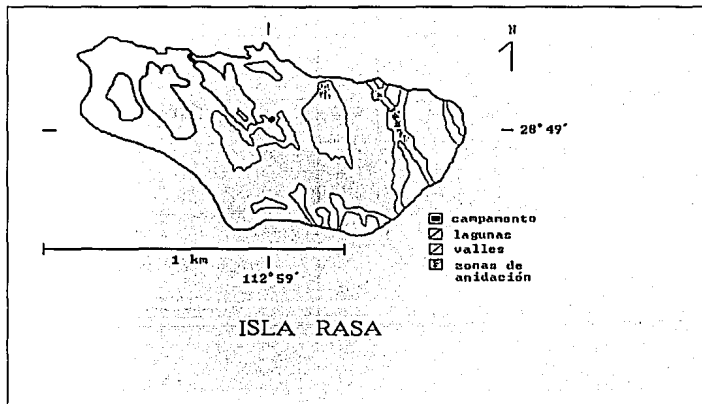


Figura 3.2.- Isla Rasa; se muestran los valles y las zonas de anidación que usó la golondrina marina elegante para anidar en 1986 y 1987.



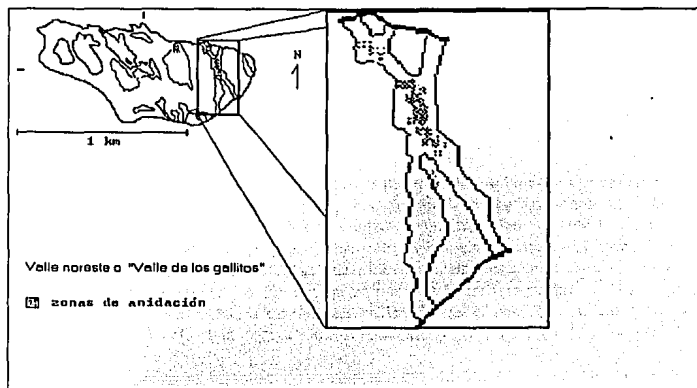


Figura 3.3.- Valle noroeste de Isla Rasa ("Valle de los Gallitos"). Se muestran los valles y las zonas de anidación que uso la golondrina marina elegante para anidar en 1986 y 1987.

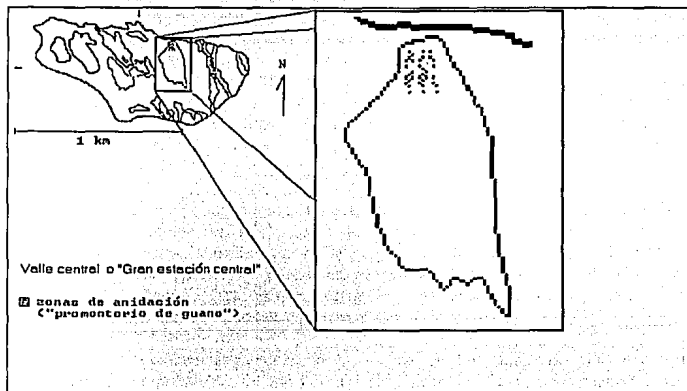


Figura 3.4.- Valle central de Isla Rasa ("Gran Estación Central"). Se muestran los valles y las zonas de anidación que uso la golondrina marina elegante para anidar en 1986 y 1987.

En los años en que se realizaba la explotación del guano fueron introducidos dos roedores, la rata noruega (Rattus norvegicus) y el ratón europeo (Mus musculus) (Bourillón et al. 1988; Velarde 1989). En la actualidad no se encuentra el pato nocturno de Craveri (Synthliboramphus craveri) que anidaba a fines del siglo pasado en esta isla y que probablemente fue eliminado por la depredación de sus huevos por parte de estos roedores (Bourillón et al. 1988; Velarde en prensa).

En lo que respecta a las aves anidantes, la más importante en cuanto a su número es la gaviota parda o gaviota ploma (Larus heermanni), con aproximadamente 300 000 individuos, lo cual representa el 95% de la población mundial (Velarde 1989); la siguiente especie de importancia en cuanto a su número es la golondrina marina elegante (Sterna elegans) (el número de aves anidantes se discutirá más adelante), seguido por el gallito de mar real (Sterna maxima) con un número aproximado de 17 000 individuos (Velarde com. pers.; obs. pers.). Otras especies que anidan en la isla son el gavilán pescador (Pandion haliaetus) y el cuervo (Corvus corax) y ocasionalmente anida la gaviota de patas amarillas (Larus livens).

Muy probablemente los primeros visitantes humanos a esta isla fueron los indios seris, que hasta hace pocos años eran un grupo nómada de recolectores, cazadores y pescadores; su territorio comprendía un área aproximada de 3 200 km cuadrados a lo largo de la costa de Sonora y las islas de Tiburón y San Esteban. Documentos coloniales españoles y la tradición oral seri indican que viajaban por el Golfo de California en sus balsas de carrizo (Bourillón et al. 1988); después de ellos no se conoce otra intervención del hombre hasta que éste utilizó como fertilizante el guano producido por las aves marinas.

La explotación del guano comenzó aproximadamente en 1850; se sabe que en los dos primeros años se extrajeron 10 mil toneladas, la mayor parte del cual fue enviado a puertos europeos. Debido a esta actividad se perturbó la vegetación y se despejaron zonas rocosas en los valles para facilitar la recolección del guano, modificando la topografía. (Bourillón et al. 1988).

Otra actividad que perturbó a la isla y que llegó incluso a poner en peligro de extinción tanto a la gaviota ploma como a la golondrina marina elegante fue la recolección de sus huevos (Walker 1965). Los efectos de la sobreexplotación de huevos ha llevado a la extinción a algunas especies y puesto en peligro de desaparecer a otras (Cott 1954; Nettleship 1991). Muchos factores que afectan de forma adversa a una población son causa inevitable de la civilización y pueden ser susceptibles de control (Cott 1954).

Esta sobreexplotación causó, en la década de los cincuenta, una importante disminución en la población de aves. Gracias al esfuerzo de varias organizaciones y personas, tanto en México como en el extranjero, entre las que se encuentra la entonces Dirección General de Fauna Silvestre (S.A.R.H.), a cargo de Rodolfo Hernández Corzo, el Dr Bernardo Villa del Instituto de Biología de la U.N.A.M., el Dr Enrique Beltrán, Lewis Walker y George Lindsay, de la California Academy of Sciences, el gobierno mexicano

declaró en 1964 a Isla Rasa como "Santuario de Aves Marinas Migratorias" (D.O.F. 30/05/1964).

Desde entonces se ha protegido y estudiado a las aves anidantes (Lindsay en Walker 1965; Anderson, Beebe y Velarde 1985; Bourillón et al. 1988). A partir de entonces se han realizado labores de protección e investigación, primero por parte de biólogos de la Dirección General de Fauna Silvestre y el Dr. Bernardo Villa y sus estudiantes (Anderson, Beebe y Velarde 1985). En los últimos 17 años, Enriqueta Velarde, junto con investigadores y estudiantes del Instituto de Biología y la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M., se han encargado de realizar labores de investigación y de controlar la actividad turística durante la época de anidación. El presente trabajo se desprende de dicha actividad de investigación y protección.

### 3.2.2. Ubicación temporal

La recolección de datos se realizó en las temporadas reproductivas de la golondrina marina elegante (*Sterna elegans*) de 1986 y 1987 en Isla Rasa. Cada temporada abarca aproximadamente de finales del mes de marzo a principios o mediados del mes de julio.

Se realizaron observaciones en las guarderías que se formaron en las diferentes subcolonias. En 1986 las observaciones se realizaron durante las horas de luz (0600-1900 hrs.) y se dividieron en periodos de observación de hasta cuatro horas, cinco días a la semana, del ocho de abril al 26 de junio. En 1987 se realizaron observaciones cinco días a la semana del primero de abril al 30 de junio, de 0600 a 1100 y de 1600 a 1900 hrs.

#### 4. Especificación de Variables y Escala de Medición

Las variables utilizadas para este estudio son las siguientes:

**Variables Conductuales.** Estas variables son todas en escala de medición nominal, se registraron las frecuencias de aparición de cada conducta en períodos de una hora cada uno (ver punto 7); las variables observadas fueron las siguientes:

- alimentación del polluelo
- autoacicalamiento
- agresión
- cleptoparasitismo
- actividad general (frecuencia de todas las conductas registradas)

La descripción de cada una de estas conductas se tomará de un trabajo anterior (Tobón 1992).

**Variables Ambientales.** Estas variables tienen la escala de medición de intervalo; se registraron durante los mismos períodos en los que se registraban las conductas observadas (ver punto 6); las variables son las siguientes:

- fecha
- hora
- temperatura ambiental

**Variables Estructurales.** Estas variables tienen la escala de medición de relación; se registraron durante los mismos períodos en los que se registraban las conductas observadas (ver punto 6); las variables son las siguientes:

- tamaño de la guardería
- edad promedio de los polluelos

## **5. Proceso de Captación de la Información**

### **5.1. Métodos y Material**

Para las observaciones se utilizaron binoculares de 8 x 30 con un ángulo de visión de 7.5 grados. Para medir los periodos de observación se utilizó un reloj-cronómetro (60 min, + - 0.01 seg). Se tomó la temperatura ambiental (termómetro: max. 50, min. -40; + - 2 grados centígrados, a una altura aproximada de 1 m del suelo en el área de observación) cada hora durante los periodos de observación para relacionarla con las observaciones conductuales. Las anotaciones de las frecuencias de las conductas observadas y de los parámetros ambientales (hora y temperatura) se anotaron en cédulas de registro y cuadernos de campo. La hoja de registro que se utilizó para las frecuencias fue del tipo de propósitos múltiples (Hinde 1973), es decir, que no solamente registra las conductas, sino también otros parámetros como el tamaño de grupo, la temperatura, etc.

### **5.2. Observaciones**

Se realizaron observaciones en las guarderías formadas durante 1986 y 1987. En el primer año las observaciones se realizaron durante las horas de luz (0600-1900 hrs) y se dividieron en periodos de observación de hasta cuatro horas, cinco días a la semana, del ocho de abril al 26 de junio. En el segundo año se observaron cinco días a la semana del primero de abril al 30 de junio, de 0600 a 1100 y de 1600 a 1900 hrs.

Las observaciones se realizaron en las diferentes subcolonias, desde distintos puntos cercanos a los sitios donde se encontraban las guarderías (5-10 m aproximadamente); para llegar a estos puntos se realizó el acercamiento de forma lenta y pausada, de tal manera que no se perturbara a las aves. El registro de las conductas y los otros parámetros observados tomaban como elemento de estudio a la guardería, independientemente de su tamaño o ubicación.

Para describir las conductas de las guarderías en las diferentes subcolonias. Las interacciones registradas fueron: alimentación del polluelo, autoacicalamiento y agresión, así como robo de alimento o cleptoparasitismo, para este último se tomó en cuenta el cleptoparasitismo interespecífico de la gaviota ploma hacia la golondrina marina elegante. Se escogieron estas conductas debido a que son las que se presentan con mayor frecuencia dentro de la guardería y a que es posible distinguirlas con facilidad.

Se realizaron descripciones generales de las conductas antes mencionadas para poder identificarlas en posteriores observaciones; se tomaron en cuenta las posturas y los

movimientos más evidentes en cada conducta, sin una descripción detallada de los mismos, sólo con el fin de diferenciarlas unas de otras (ver Tobón 1992). Una vez hechas las descripciones, se registraron las frecuencias de ocurrencia, en periodos de una hora, de cada una de ellas hasta antes de que los polluelos comenzaran a volar.

Para 1986 se realizaron observaciones durante 13 días entre el cuatro y el 21 de junio, para 1987 el total de días observados en guarderías fue de 14 entre el primero y el 21 de junio (cuadro 1); estos registros se utilizaron para analizar la relación de las conductas con los otros parámetros medidos. El total de días observados en cada año fue depurado al eliminar horas de observación donde no se tenía la información completa o donde la información no era confiable (debido a distracciones al observador, perturbación de las colonias, interrupción momentánea o definitiva de las observaciones por causas varias, etc.)

Los métodos de registro utilizado fueron el de ad libitum para la descripción de las conductas y el de todas las ocurrencias de las conductas para el registro de las frecuencias (Altmann 1974; Lenher 1979), modificado de tal forma que se registraron las frecuencias (número de ocurrencias) de las interacciones arriba mencionadas durante un período determinado de tiempo (una hora) dentro de las guarderías; se consideró este método adecuado ya que las conductas se podían diferenciar bien unas de otras y eran relativamente fáciles de observar; la frecuencia con que éstas ocurrían daba tiempo suficiente para un registro adecuado sin pérdida de información.

Tabla 5.1.- Fechas y horas en las que se observaron las guarderías en 1986 y 1987 para obtener las frecuencias de ocurrencia de las conductas registradas. Se eliminaron las horas que no se tomaron en cuenta para el análisis.

	fechas (dd.mm)	días observados	horarios (hhmm)	periodos (horas)	horas observadas	promedio diario
1986	04.06 - 26.06	13	0600 - 1900	4	44	3.38
1987	01.06 - 21.06	14	0700 - 1100	4	22	1.57
		14	1600 - 1900	4	21	1.5
		14	ambos	4	43	3.07

Además de la interacciones registradas entre los miembros de las guarderías se anotaron: fecha, hora de inicio y de finalización de las observaciones, temperatura al principio y al final de las observaciones, tamaño de grupo, así como una estimación de la edad promedio de los integrantes del grupo. La edad del polluelo fue calculada con base en su tamaño, en el desarrollo de su plumaje y en el tiempo transcurrido desde el inicio de los primeros nacimientos.

## 6. Métodos para el análisis de la información

### 6.1. Análisis preliminar

El análisis preliminar de los datos consistió en primer lugar en obtener la información descriptiva de los datos ya depurados; esta información se obtuvo tanto para 1986 como para 1987. La depuración de los datos consistió en eliminar aquellos datos que no estaban completos o que no eran confiables; se consideró como elemento de estudio a la guardería.

Se realizaron análisis de correlación para cada año para saber si existía alguna relación entre las diferentes variables cuantificadas, tanto las ambientales y estructurales como las variables conductuales. Se obtuvo la matriz de correlación tanto para 1986 como 1987 y se hicieron gráficas de dispersión de las variables que tenían un coeficiente de correlación mayor del 60% (0.6) para ver su comportamiento conjunto.

Se elaboraron pruebas de análisis de varianza para comparar cada una de las conductas a diferentes niveles de las variables ambientales y estructurales. Se utilizó un modelo con un criterio de clasificación (completamente aleatorio).

El modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

donde  $i = 1, 2, \dots, a$   
 $j = 1, 2, \dots, n$

En este modelo,  $y_{ij}$  es la (ij) - ésima observación de las diferentes conductas en los niveles de las variables ambientales y estructurales,  $\mu$  es un parámetro común a todas las variables denominado media global,  $\tau_i$  es un parámetro único para la i-ésima variable llamado efecto o factor de la variable i-ésima, y  $\epsilon_{ij}$  es la componente aleatoria del error; el objetivo de este análisis es probar las hipótesis apropiadas con respecto a los efectos de las variables y hacer una estimación de dichos efectos (Montgomery 1991).

Para realizar este análisis se dividieron en tres niveles cada una de las variables o factores ambientales, fecha (fecha), hora (hora) y temperatura ambiental (temp) (excepto la variable "hora" en 1987 que se dividió en dos niveles, ya que fue la forma en que se hicieron las observaciones) y las variables estructurales tamaño promedio de grupo (tppo) y edad promedio (edad). Primero se analizaron las variables ambientales vs el tamaño promedio de

grupo; no se hizo el mismo análisis contra la otra variable estructural (edad) por ser una variable independiente de la hora o la temp y por estar altamente correlacionada con la fecha (ver resultados).

El primer análisis para 1986 fue fecha con tres niveles (nivel 1: día 1 a día 5; nivel 2: días 6 a 9; nivel 3: días 10 a 13) vs tgpo. La hipótesis a probar fue la siguiente:

$$H_0: \text{tgpo1} = \text{tgpo2} = \text{tgpo3}$$

vs

$H_1$ : al menos uno de los niveles diferentes

donde tgpo1 es el promedio del tamaño de grupo para el nivel 1 de fecha, tgpo2 es el promedio del tamaño de grupo para el nivel 2 de fecha y tgpo3 es lo mismo para el nivel 3 de fecha. Este mismo procedimiento se siguió para establecer las hipótesis en los análisis subsecuentes.

El segundo grupo de variables analizadas fue el de las variables ambientales y estructurales vs las variables conductuales. Estos análisis se realizaron para los dos años de observaciones.

Este análisis se llevó a cabo utilizando las herramientas de análisis del programa Excel versión 5.0a de Microsoft (Copyright © 1985 - 1994 Microsoft Corporation).

Después de obtener los resultados del análisis de varianza se realizaron análisis de comparaciones múltiples, específicamente se utilizó la llamada prueba de intervalos múltiples de Duncan para agrupar a las diferentes variables. Para obtener este resultado se utilizó el paquete estadístico SPSS/PC+ versión 4.0.1 (Copyright © SPSS Inc. 1984 - 1990).

Se hicieron pruebas para realizar la comprobación de las suposiciones del modelo de análisis de varianza.

Las suposiciones del modelo de análisis de varianza son que los errores sean independientes y normalmente distribuidos con media cero y varianza constante  $s^2$ . En el modelo completamente aleatorio, que se utilizó aquí, se hace la suposición adicional de que los  $\epsilon_{ij}$  son independientes y están distribuidas normalmente con media cero y varianza  $s^2$  y además que  $\tau_i$  y  $\epsilon_{ij}$  son independientes (Montgomery 1991; Steel y Torrie 1988; Marques 1988).

El incumplimiento de uno o más supuestos puede afectar tanto el nivel de significancia como la sensibilidad de F a las discrepancias reales respecto a la hipótesis nula. En el caso de no normalidad, el verdadero nivel de significancia es con frecuencia mayor que el nivel aparente; esto lleva a rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera con mayor



frecuencia de lo que prescribe el nivel de probabilidad. Se presenta pérdida de sensibilidad para las pruebas de significancia y la estimación de efectos. (Steel y Torrie 1988).

Para la mayoría de los datos biológicos, la experiencia indica que las perturbaciones debidas a que los datos no cumplen los supuestos no son de importancia. En todo caso, la mayoría de los datos no cumplen exactamente con estos supuestos y los procedimientos de pruebas de hipótesis no deben considerarse exactos sino aproximados (Steel y Torrie 1988).

Las pruebas que se realizan son las siguientes:

- Normalidad

Una forma para comprobar la suposición de normalidad consiste en elaborar un histograma de los residuos; si la suposición de que los errores tienen una distribución normal con media cero y varianza  $\sigma^2$  se satisface, la gráfica debe ser semejante a la de una muestra extraída de una distribución normal centrada en cero (Montgomery 1991).

Se realiza un histograma de los residuos para ver si la gráfica tiene la forma que sigue una distribución normal. También se construye una gráfica de probabilidad normal de los residuos; si los residuos siguen una distribución normal, la gráfica debe presentar una línea recta; desviaciones de esta línea recta son desviaciones de la normalidad.

- Independencia

Grficar los residuos vs el orden del tiempo en que fueron observados los datos es útil para detectar alguna correlación entre ellos; una tendencia a tener rachas con residuos positivos y negativos indica una correlación positiva, lo que implica que la suposición de independencia de los residuos ha sido violada (Montgomery 1991).

Se grafican los residuos vs tiempo (orden en que se hicieron las observaciones), si se presenta algún patrón en estas gráficas significa que no existe independencia en los datos.

Se grafican los residuos vs el valor ajustado y. Tampoco en esta gráfica se debe revelar algún patrón obvio de los puntos para que se pueda suponer que se cumple la suposición de independencia y varianza constante.

- Homogeneidad de varianzas

Se realizaron las siguientes pruebas para comprobar la igualdad de varianzas en el modelo: C de Cochran, F de Bartlett-Box y la relación Máxima Varianza / Mínima Varianza. Para obtener este resultado se utilizó el paquete estadístico SPSS/PC+ versión 4.0.1 (Copyright © SPSS Inc. 1984 - 1990).

## 6.2. Modelos log - lineales

En los procesos de medición y/o experimentación que se realizan en distintas disciplinas, se presentan las variables categóricas; éstas corresponden a las observaciones de ciertas características de un fenómeno cuando éste puede tomar varias modalidades que caen principalmente dentro de dos tipos de escalas de medición, la nominal y la ordinal (Olguin 1986).

Una gran variedad de datos biológicos pueden ser representados en tablas de conteos con clasificación cruzada, comúnmente llamadas tablas de contingencia. Las unidades de una población muestreada en estas circunstancias tiene una clasificación cruzada de acuerdo a cada una de las distintas categorías, por ejemplo sexo (macho, hembra), edad (joven, adulto, viejo), especies, etc. (Fienberg 1980).

Las tablas de contingencia están formadas por celdas que quedan determinadas por las combinaciones de las categorías de las diferentes variables bajo estudio; de modo que al tomar una muestra de objetos o sujetos donde se observan las diferentes variables de una tabla, a cada celda corresponde el conteo o la frecuencia con que aparece en la muestra la combinación de categorías que la determinan (Olguin 1986).

Quando vemos <sup>+ de dos</sup> varias variables categóricas en forma simultánea, se dice que forman una tabla de contingencia multidimensional, con cada variable correspondiendo a una dimensión de la tabla. Dichas tablas presentan problemas especiales de análisis e interpretación (Fienberg 1980).

Hasta hace poco tiempo las técnicas estadísticas y computacionales disponibles para el análisis de datos con clasificación cruzada eran muy limitadas y muchos investigadores las manejaban analizando varios totales marginales de dos dimensiones, esto es, examinando las variables categóricas de dos en dos (Fienberg 1980).

Aunque esta forma de analizar las tablas multidimensionales puede ser de gran utilidad, confunde las relaciones marginales entre un par de variables categóricas con las relaciones cuando están presentes otras variables, confunde la relación marginal entre un par de variables, no permite el examen simultáneo de las relaciones entre pares de variables e ignora la posibilidad de asociación (interacción) entre tres o más variables (Fienberg 1980).

A pesar de la gran ocurrencia de datos cualitativos en la ciencia, los métodos estadísticos para su análisis permanecían poco desarrollados hasta la década de los sesenta; el desarrollo de los modelos log - lineales resultó en un rápido progreso en el análisis de los datos cualitativos y nominales (Haberman 1978).

Para el análisis de tablas de contingencia multidimensionales actualmente son ampliamente aceptados los modelos logarítmicos lineales o log - lineales que, como su nombre lo indica, son modelos lineales en los logaritmos de las frecuencias esperadas de las celdas (Olguín 1986).

Los modelos log - lineales tienen dos grandes ventajas, son flexibles y son interpretables; tienen toda la flexibilidad de modelación que está asociada con el análisis de varianzas o el análisis de regresión, también tienen interpretaciones naturales en términos de momios (odds) y frecuentemente tienen interpretaciones en términos de independencia (Christensen 1990).

El análisis de datos por medio de los modelos los modelos log - lineales involucra varias etapas, a continuación se presenta un resumen de estas etapas, (tomado de Haberman 1978):

**Primero.** Se propone un modelo plausible para los datos bajo estudio

**Segundo.** Se estiman los parámetros desconocidos de los datos, generalmente por el método de máxima verosimilitud (~~maximum likelihood~~); este método proporciona estimaciones directas o estimaciones por medio del algoritmo de Newton - Raphson.

**Tercero.** Los parámetros estimados son usados en pruebas estadísticas de la idoneidad del modelo; las pruebas de Ji cuadrada de Pearson y Ji cuadrada de razón de verosimilitud (~~ratio likelihood Chi-square~~) dan medidas generales de compatibilidad del modelo y los datos. Se puede hacer un análisis más detallado de las desviaciones entre el modelo y los datos por medio del análisis de residuales ajustados. - CCITW

**Cuarto.** Existen dos posibilidades en este punto, si el modelo parece adecuado, entonces se usan los estimadores de los parámetros para obtener resultados cuantitativos concernientes a los datos, de los cuales los más importantes son la desviación estándar asintótica y los intervalos de confianza. Si el modelo parece inadecuado, entonces se utiliza el análisis de residuales del paso anterior para obtener sugerencias de nuevos modelos que sean más consistentes con los datos, a los cuales se les aplica el nuevo modelo.

Este tipo de análisis con frecuencia puede ser un proceso iterativo en el cual el paso cuatro es aplicado a diferentes modelos, muchos de los cuales son sugeridos por la exploración previa de los datos.

Para el caso de tablas de contingencia de tres dimensiones, que son las que se utilizan en el presente estudio, existen varios tipos de modelos log - lineales. A continuación se presenta una breve introducción a este tipo de modelos.

Considérese una tabla de contingencia de tres dimensiones  $(K \times K \times K)$ . Sea  $n_{ijk}$  la frecuencia observada en las categorías  $i$  de la variable "A",  $j$  de la variable "B" y  $k$  de la variable "C", es decir, el conteo de la celda  $(i, j, k)$  de la tabla; sea  $m_{ijk}$  el valor esperado de  $n_{ijk}$ .

Para este tipo de tablas se pueden considerar un gran número de relaciones entre las variables; algunos modelos log - lineales que pueden ser usados para describir estas relaciones son los llamados modelos jerárquicos. Aunque no son los únicos apropiados para tablas de tres dimensiones; los modelos jerárquicos tienen su base en un método general de parametrización comúnmente encontrado en el análisis de varianza factorial (Haberman 1978).

Un modelo jerárquico es donde los términos de orden superior sólo pueden ser incluidos si los términos relacionados de orden inferior están incluidos (Fienberg 1980).

En el caso de los modelos log - lineales para una tabla de tres dimensiones, sean  $n_{ijk}$  los conteos arreglados en una tabla de tres dimensiones; se asume que cada  $n_{ijk}$  tiene un valor esperado positivo  $m_{ijk}$ , entonces se tiene que:

$$\ln m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}$$

Como en el análisis de varianza, los parámetros  $\lambda_i^A$  son llamados los efectos principales de la variable A, los  $\lambda_{ij}^{AB}$  son las interacciones A x B, y los  $\lambda_{ijk}^{ABC}$  son las interacciones A x B x C. Las  $\lambda_{ij}^{AB}$ ,  $\lambda_{ik}^{AC}$  y  $\lambda_{jk}^{BC}$  son las interacciones de dos factores, mientras que las  $\lambda_{ijk}^{ABC}$  son las interacciones de tres factores. Si no se imponen restricciones a los parámetros  $\lambda$ , se especifica el llamado modelo saturado. El modelo saturado es un ejemplo de modelo jerárquico (Haberman 1978).

En otros modelos jerárquicos, algunos parámetros  $\lambda$  son igualados a cero, la restricción jerárquica es seguida si algún parámetro  $\lambda$  con superíndice S es igualado a cero, entonces cualquier parámetro  $\lambda$  del mismo orden o mayor es igualado a cero; aquí un parámetro  $\lambda$  tiene el mismo orden o mayor si su superíndice contiene cada letra de S. Por ejemplo, se puede asumir que cada  $\lambda_{ijk}^{ABC}$  es cero, por lo que se tiene el modelo de no interacción de tres factores (Haberman 1978).

A continuación se presentan algunos de los posibles modelos log - lineales para tablas de tres dimensiones; la enumeración que se usa aquí tiene su base en la división de modelos jerárquicos en nueve clases, de las cuales sólo cinco son de interés y son las que se presentan (tomados de Haberman 1978):

*Clase 1.* El modelo saturado. No se imponen restricciones en el  $\ln m_{ijk}$ , la clase generadora es ABC

$$\ln m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}$$

*Clase 2.* Modelo de no interacción de tres factores. La solución para este modelo requiere método iterativos como el algoritmo de Newton - Raphson o el algoritmo de Ajuste Proporcional Iterativo; las clases generadoras son AB, AC y BC.

$$\ln m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC}$$

*Clase 3.* Independencia condicional. Esta clase contiene tres modelos, las clases generadoras son AC o AB, AB o BC, y AC o BC. El caso que consiste de AB y AC implica que las interacciones BC y ABC son iguales a cero

$$\ln m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC}$$

*Clase 4.* Dos variables independientes de la tercera. Como en la clase 3, hay tres modelos disponibles; las clases generadoras consisten de AB y C, A y BC o AC y B. En el caso de AB y C el modelo ajusta si y sólo si C es independiente del par AB, lo que implica que las interacciones AC, BC y ABC son primero.

$$\ln m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB}$$

*Clase 5.* Todas las variables mutuamente independientes. Aquí la clase generadora es A, B y C, de tal manera que todas las interacciones de dos y tres factores son iguales a cero

$$\ln m_{ijk} = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C$$

Existen otras cuatro clases, que sólo serán mencionadas. La Clase 6, en donde todas las categorías de una variable son equiprobables dadas las otras dos, en los tres modelos de esta clase, la clase generadora consiste en un sólo par AB, AC o BC. La Clase 7, donde las categorías de una variable son equiprobables dadas las otras dos variables, y las otras dos variables independientes; hay tres modelos en esta clase, que son generados por A y B, A y C o B y C. La Clase 8, donde dada una variable, todas las combinaciones de categorías de las otras dos variables son igualmente probables, los tres modelos de esta clase se generan por los elementos simples A, B o C. La Clase 9, donde todas las combinaciones de las tres variables tiene la misma probabilidad (Haberman 1978).

En lo que se refiere a la elección del modelo, si se tiene un modelo jerárquico específico para analizar, la prueba del modelo es un procedimiento directo. Si los datos se analizan sin seleccionar algún modelo específico con anticipación, entonces es importante

tener en cuenta los valores estandarizados de los parámetros estimados y las particiones de la prueba de razón de verosimilitud (Haberman 1978).

Es bien conocido en el análisis de regresión que se puede probar un modelo contra un modelo más grande para ver si el más pequeño da una explicación adecuada de los datos. Esta técnica también es usada en el análisis de varianzas pero con frecuencia no es discutida explícitamente. La técnica de probar modelos contra otros más grandes es fundamental en el análisis de los modelos log - lineales (Christensen 1990).

Los modelos grandes, que incluyen gran cantidad de parámetros (con frecuencia) ajustan mejor un conjunto de datos que un modelo más simple, el cual puede ser un caso especial del primero. Por otro lado, un modelo simple es muchas veces preferido sobre un modelo más complicado que ajusta mejor, por lo que existe un compromiso entre bondad de ajuste y simplicidad, y la línea divisoria entre el "mejor" modelo y los otros que también ajustan a los datos en muy fina (Fienberg 1980). Principio de parsimonia

Las pruebas de bondad de ajuste permiten tomar un modelo particular y ver si tiene valores esperados que estén cercanos en cierto sentido a los valores observados. En una tabla de tres dimensiones hay ocho modelos log - lineales jerárquicos posibles. Debido a que las pruebas no son estadísticamente independientes, no es posible probar la bondad de ajuste de cada modelo por separado, por lo que es necesario un método para la selección de los términos de la interacción que serán incluidos en el modelo ajustado (Fienberg 1980).

El método de partición rompe la prueba de bondad de ajuste de máxima verosimilitud ( $L^2$ ) de un modelo jerárquico log - lineal en varios componentes aditivos; para hacer uso de la partición se debe formular un modelo jerárquico anidado, donde cada uno de los modelos considerados debe contener a los anteriores en la jerarquía como un caso especial (Fienberg 1980).

Para seleccionar el "mejor" modelo se propone un conjunto de modelos anidados, se toman los que tiene un ajuste adecuado y se comparan por parejas comenzando por los más complejos; en la primera pareja donde la  $L^2$  particionada resulta significativa se selecciona el modelo más complejo de la pareja (Olguin 1989).

Existen diferentes estrategias para construir una jerarquía de modelos; para un tabla de tres dimensiones es posible analizar las seis jerarquías posibles para determinar si la jerarquía escogida afecta la selección del modelo (Fienberg 1980).

En el caso de los modelos jerárquicos, todos los modelos pueden ser probados contra el modelo saturado; este modelo tiene al menos un parámetro para cada celda en la tabla por lo que siempre se ajusta perfectamente a los datos (Christensen 1990).

No existen problemas para utilizar la Ji cuadrada de Pearson ( $X^2$ ) o el estimador de máxima verosimilitud ( $L^2$ ) con los modelos jerárquicos. En general se conoce poco sobre la exactitud de las aproximaciones de ji cuadrada; los grados de libertad para las estadísticas de

$\chi^2$  cuadrada son la suma de todos los términos  $b(T)$  para los cuales se supone que el parámetro  $\lambda$  es cero (Haberman 1978).

En una tabla  $r \times s \times t$  formada por observaciones de una clasificación cruzada con variables A, B, y C, con  $1 \leq h \leq N$ ,

$$\begin{aligned} b(A) &= r - 1 \\ b(B) &= s - 1 \\ b(C) &= t - 1 \\ b(AB) &= (r - 1)(s - 1) \\ b(AC) &= (r - 1)(t - 1) \\ b(BC) &= (s - 1)(t - 1) \\ &y \\ b(ABC) &= (r - 1)(s - 1)(t - 1). \end{aligned}$$

En la siguiente tabla se muestran los grados de libertad para un prueba de  $\chi^2$  cuadrada para los modelos jerárquicos (tomada de Haberman 1978).

Tabla 6.1. Grados de libertad para pruebas de  $\chi^2$  cuadrada de modelos log - lineales jerárquicos en una tabla de tres dimensiones

Clase generadora	Grados de libertad
ABC	0
AB, AC, BC	$(r - 1)(s - 1)(t - 1)$
AB, AC	$r(s - 1)(t - 1)$
AB, C	$(rs - 1)(t - 1)$
A, B, C	$rst - r - s - t + 2$
AB	$rs(t - 1)$
A, B	$rst - r - s + 1$
nula	$rst - 1$

Una de las ventajas de usar  $L^2$  en vez de  $X^2$  es que se simplifica el proceso de probar los modelos uno contra otro; de hecho, esta es la forma estándar para probar estos modelos (Christensen 1990).

Una de las razones de no usar la partición de la  $\chi^2$  cuadrada de Pearson es que no necesariamente ajusta para algún grupo de modelos anidados cuando  $L^2$  es reemplazada con  $X^2$  (Fienberg 1980).

El análisis de residuos tiene una gran importancia en la verificación de los supuestos básicos en el ajuste de modelos estadísticos y en las posibles causas cuando se tienen evidencias de fallas (Olguin 1986).

El valor principal del análisis de residuos es la detección de desviaciones de un modelo que involucra a un número limitado de celdas; este análisis puede detectar desviaciones limitadas de forma eficiente sin recurrir a un nuevo análisis de  $L^2$ . El análisis de residuos puede sugerir desviaciones más generales de el modelo; sin embargo, su exploración con frecuencia requiere comparaciones de el modelo con modelos más generales por medio de herramientas como la  $L^2$  y por comparación de parámetros estimados a sus desviaciones estándar asintóticas estimadas (Haberman 1978).

### 6.3. Componentes principales

El análisis de componentes principales fue, por un tiempo, quizá el procedimiento de ordenación más usado en ecología. El análisis de componentes principales es una técnica estadística multivariada que maneja la estructura interna de las matrices. Este método rompe o parte la matriz en un grupo de ejes ortogonales o componentes, generalmente la matriz utilizada es de varianzas covarianza o de correlación; cada eje obtenido corresponde a un eigenvalor (raíz característica o raíz latente, denotado por  $\lambda$ ) de la matriz, que es la varianza para ese eje (Ludwing y Reynolds 1988).

Esta técnica busca las estructuras de dependencia cuando las respuestas son simétricas y no hay patrones de causalidad disponibles a priori. Con el análisis de componentes principales se intenta describir los factores ocultos que generan la dependencia o variación en las respuestas; es decir, las variables observadas o manifiestas son representadas como funciones de un número menor de variables o factores latentes (Morrison 1978).

Los eigenvalores de la matriz son extraídos en orden descendente de magnitud de tal forma que los ejes correspondientes (componentes) representan cantidades sucesivas de mayor a menor variación en la matriz, por los que algunos de los primeros ejes representan el mayor porcentaje de variación que puede ser explicada. Este resultado es reducido a un sistema de coordenadas que brinda información sobre las variables (Ludwing y Reynolds 1988).

El objetivo del análisis es tomar  $p$  variables  $X_1, X_2, \dots, X_p$  y encontrar combinaciones que produzcan índices  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ , que no estén correlacionadas. La falta de correlación es una propiedad útil porque significa que los índices están midiendo diferentes "dimensiones" de los datos; además, los índices también están ordenados de tal forma que  $Z_1$  tiene la mayor cantidad de variación,  $Z_2$  la segunda mayor, etc. (Manly 1986).

Cuando se utilizan los componentes principales se espera que las varianzas de la mayoría de los índices sean tan bajas que puedan ser ignoradas. En tal caso la variación en



los datos puede ser descrita adecuadamente por pocas variables  $Z$  que tengan varianzas que no pueden ser ignoradas (Manly 1986).

Se debe tomar en cuenta que esta técnica no siempre trabaja en el sentido de que un gran número de variables se reducen a un número pequeño de variables transformadas; de hecho, si las variables originales no están correlacionadas, este análisis no hace nada. Los mejores resultados se obtienen cuando las variables originales están muy correlacionadas, en tal caso es posible que 20 o 30 variables originales puedan ser representadas adecuadamente por dos o tres componentes principales. Si este es el caso, entonces los componentes principales pueden ser de interés como medidas de las "dimensiones ocultas" de los datos (Manly 1986).

Algunos problemas asociados con el uso de este análisis en ecología es el hecho de que los componentes principales son un modelo lineal, esto es, las coordenadas de una variable en el espacio del sistema de ejes de los componentes principales están determinados por una combinación lineal. Si existe una relación no lineal, como sucede con frecuencia con datos ecológicos, un modelo de ordenación lineal no puede representar adecuadamente las verdaderas relaciones entre variables (Ludwing y Reynolds 1988).

El análisis inicia con datos de  $p$  variables para  $n$  individuos. El primer componente principal es la combinación lineal de las variables  $X_1, X_2, \dots, X_p$ ,

$$Z_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p$$

que varía lo más posible entre los individuos, sujeto a la condición de que

$$a_{11}^2 + a_{12}^2 + \dots + a_{1p}^2 = 1.$$

Entonces la varianza de  $Z_1$ ,  $\text{var}(Z_1)$ , es tan larga como es posible dada la restricción en las constantes  $a_{1j}$ . La condición es introducida ya que si no se hace entonces  $\text{var}(Z_1)$  puede ser incrementada simplemente incrementando cualquiera de los valores  $a_{1j}$ . El segundo componente principal,

$$Z_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p$$

tal que  $\text{var}(Z_2)$  es lo más grande posible sujeto a la condición de que

$$a_{21}^2 + a_{22}^2 + \dots + a_{2p}^2 = 1,$$

y también a la condición de que  $Z_1$  y  $Z_2$  no están correlacionadas (Manly 1986).

Los siguientes componentes principales se definen siguiendo el mismo procedimiento. Si hay  $p$  variables entonces hay hasta  $p$  componentes principales (Manly 1986).

*ig en vector*  
El análisis de los componentes principales involucra solamente encontrar los eigenvalores de la matriz de covarianza. Las varianzas de los componentes principales son los eigenvalores de la matriz de covarianza; existen  $p$  eigenvalores, algunos de los cuales pueden ser cero pero no negativos. Asumiendo que los eigenvalores están ordenados de mayor a menor, entonces  $\lambda_i$  corresponde al  $i$ -ésimo componente principal

$$Z_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p$$

En particular, la  $\text{var}(Z_i) = \lambda_i$  y las constantes  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}$  son los elementos del eigenvector correspondiente (Manly 1986).

Una propiedad importante de los eigenvalores es que su suma es igual a la de los elementos diagonales (la traza) de la matriz de covarianza, por lo que la suma de las varianzas de los componentes principales es igual a la suma de las varianzas de las variables originales (Manly 1986).

Se pueden estandarizar las variables originales (lo que ocasiona que la matriz de covarianzas se convierta en la matriz de correlación) para realizar el análisis en la matriz de correlación. En este caso, la suma de los términos diagonales, y por lo tanto la suma de los eigenvalores, es igual a  $p$ , el número de variables (Manly 1986).

Los pasos en el análisis son los siguientes (tomados de Manly 1986):

1. Estandarizar las variables originales; este paso es usual, pero se omite en algunos casos
2. Calcular la matriz de covarianza; esta es la misma que la matriz de correlación si se efectuó el paso 1.
3. Encontrar los eigenvalores y sus correspondientes eigenvectores. Los coeficientes del  $i$ -ésimo componente principal están dados por  $a_i$ , donde  $\lambda_i$  es su varianza.
4. Descartar cualquier componente que aporte sólo una pequeña proporción de la variación en los datos. Por ejemplo, se pueden tomar las variables que acumulen alrededor de un 90% de la variación total y descartar a las demás.

*Una vez*  
Una vez obtenidos los componentes principales, se debe realizar una interpretación de cada uno de ellos en términos del problema que se está analizando (Manly 1986).

## 7. Resultados y Discusión

### 7.1. Análisis preliminar

El análisis preliminar se realizó con los datos obtenidos de las observaciones de las guarderías en 1986 y 1987 en Isla Rasa (ver anexo 1). Las variables observadas se clasificaron de la siguiente manera:

a) variables ambientales, que se refieren a parámetros ambientales y que incluye la fecha (fecha) que fue codificada con numeración ascendente para ambos años (ver anexo 1), hora (hora) y temperatura ambiental (temp);

b) variables estructurales, que se refieren a parámetros de la estructura de las guarderías y que incluye tamaño promedio de grupo (tgpo) que es un promedio del tamaño de la guardería y edad promedio de los polluelos (edad);

c) variables conductuales, que se refiere a las conductas observadas en las guarderías y que incluye frecuencia de alimentación total del polluelo (alimtot), frecuencia de agresión total (agrot), frecuencia de autoacicalamiento total (acictot) y robo de alimento total (robotot).

Las siguientes tablas muestran los resultados que describen a los datos de las variables para 1986 y 1987. La media en las variables ambientales se refiere al promedio de las horas de observación por día para la fecha y a el número de periodos observados en un horario determinado. En las variables conductuales al media se refiere al promedio de frecuencias observadas por periodo de observación (una hora).

Tabla 7.1. Estadísticas descriptivas para las variables ambientales y estructurales, 1986.

Estadística	Fecha	Hora	Temp	Tgpo	Edad
Media	3.3846	3.3846	28.318	4.6932	2.5909
Error típico	0.6257	0.3309	0.5927	0.5667	0.0635
Mediana	3	3	28	4.25	2.5
Moda	1	4	28	1	2.5
Desviación estándar	2.256	1.1929	3.9312	3.759	0.4214
Varianza de la muestra	5.0897	1.4231	15.455	14.13	0.1776
Curtosis	-1.271	1.7663	-0.123	1.4273	1.4431
Coefficiente de asimetría	0.4099	0.1483	0.1759	1.3591	-0.119
Rango	6	5	17	15	2
Mínimo	1	1	20	1	1.5
Máximo	7	6	37	16	3.5
Suma	44	44	1246	206.5	114
Cuenta	13	13	44	44	44

Tabla 7.2. Estadísticas descriptivas para las variables conductuales, 1986.

Estadística	Alimtot	Agrotot	Acictot	Robotot
Media	3.5682	5.4545	17.75	3.2273
Error típico	0.4027	0.9244	3.7531	0.5231
Mediana	3	4	8.5	2
Moda	2	0	0	1
Desviación estándar	2.6711	6.1321	24.895	3.4699
Varianza de la muestra	7.1348	37.603	619.77	12.04
Curtosis	-0.565	5.1202	5.4309	4.6217
Coefficiente de asimetría	0.5497	1.9749	2.285	1.899
Rango	10	30	108	17
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	30	108	17
Suma	157	240	781	142
Cuenta	44	44	44	44

Tabla 7.3. Estadísticas descriptivas para las variables ambientales y estructurales, 1987.

Estadística	Fecha	Hora	Temp	Tgpo	Edad
Media	3.0714	7.1667	28.953	14.814	3.0233
Error típico	0.4742	0.4014	0.3869	1.2084	0.1351
Mediana	2	7.5	29	14	3
Moda	2	8	29.5	14	2
Desviación estándar	1.7744	0.9832	2.5374	7.9238	0.8861
Varianza de la muestra	3.1484	0.9667	6.4363	62.786	0.7852
Curtosis	-0.783	-2.39	-0.407	5.7773	-1.125
Coefficiente de asimetría	1.1282	-0.456	0.1956	1.6584	0.2763
Rango	4	2	10.5	45	2.5
Mínimo	2	6	24	2.5	2
Máximo	6	8	34.5	47.5	4.5
Suma	43	43	1245	637	130
Cuenta	14	6	43	43	43

Tabla 7.4. Estadísticas descriptivas para las variables conductuales, 1987.

Estadística	Alimtot	Agrotot	Acictot	Robotot
Media	2.7442	6.7442	24.488	0.6047
Error típico	0.5189	1.1514	2.2598	0.1635
Mediana	2	4	22	0
Moda	0	1	10	0
Desviación estándar	3.4023	7.5501	14.819	1.0721
Varianza de la muestra	11.576	57.004	219.59	1.1495
Curtosis	6.3409	6.1118	0.0803	3.3824
Coefficiente de asimetría	2.1473	2.2166	0.852	1.9637
Rango	17	37	60	4
Mínimo	0	0	4	0
Máximo	17	37	64	4
Suma	118	290	1053	26
Cuenta	43	43	43	43

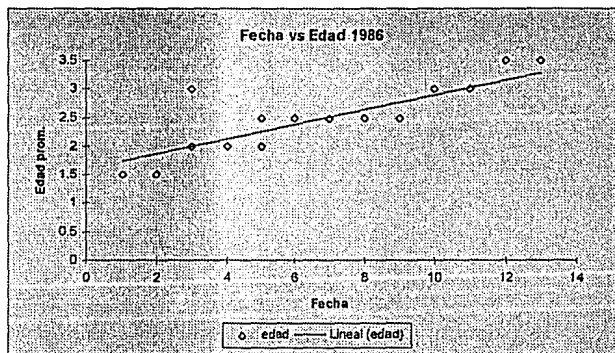
Se elaboraron matrices de correlación para todas las variables. A continuación se presentan las tablas con los resultados obtenidos. Se consideró que existía una correlación importante si el coeficiente de correlación entre un par de variables es mayor o igual a 0.6.

Tabla 7.5. Matriz de correlación para todas las variables observadas en 1986.

	fecha	hora	temp	tgpo	edad	alimtot	agrtot	acictot	robotot
fecha	1								
hora	-0.091	1							
temp	0.0715	0.5188	1						
tgpo	0.0882	-0.41	-0.469	1					
edad	0.82	-0.046	0.0242	0.2235	1				
alimtot	0.1333	-0.296	-0.21	0.3316	0.1493	1			
agrtot	-0.038	-0.025	-0.256	0.63	0.1456	-0.012	1		
acictot	0.302	-0.402	-0.438	0.63	0.348	0.3337	0.3354	1	
robotot	-0.072	0.063	-0.01	0.0821	0.1207	0.0936	0.124	0.1436	1

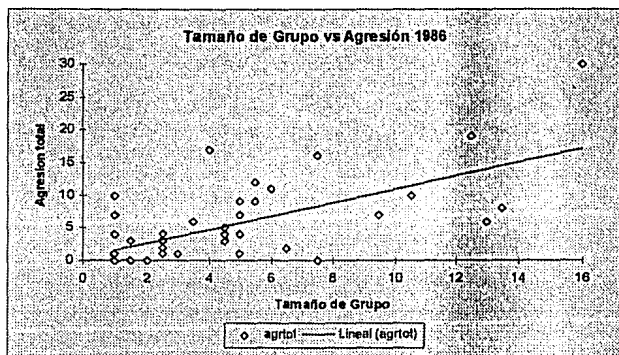
Como se puede observar, las correlaciones de las variables fecha vs edad promedio, tamaño de grupo vs agresión y tamaño de grupo vs acicalamiento tienen un coeficiente de correlación mayor de 0.6 por lo que se supone cierta relación significativa entre ambas variables en cada pareja. A continuación se presentan las gráficas para estas variables.

Gráfica 7.1. Dispersión de los puntos de la variable fecha vs edad promedio, la línea representa la recta ajustada a los datos.



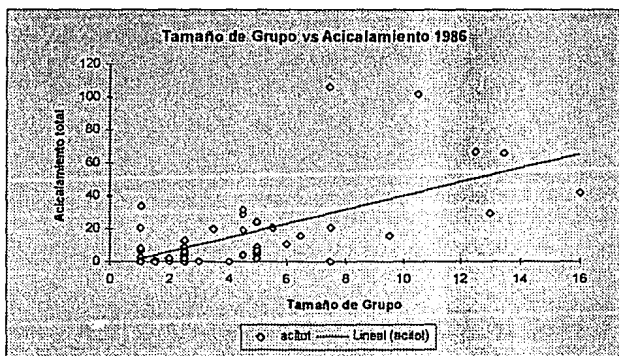
La gráfica muestra una clara relación entre la fecha y la edad promedio de los polluelos en la guardería, lo cual resulta evidente al considerar que la puesta del huevo en esta especie es sincrónica, por lo que es de esperarse que la edad promedio aumente de forma lineal conforme pasan los días.

Gráfica 7.2. Dispersión de los puntos de la variable tamaño de grupo vs agresión, la línea representa la recta ajustada a los datos.



En esta gráfica la relación no es muy evidente, pero si se distingue un patrón que indica que al aumentar el tamaño de grupo, aumenta la frecuencia de las agresiones entre los miembros de la guardería. Esta tendencia puede ser ocasionada por el hecho de que al aumentar el tamaño de grupo aumenta la posibilidad de encuentros agresivos entre sus individuos.

Gráfica 7.3. Dispersión de los puntos de la variable tamaño de grupo vs acicalamiento, la línea representa la recta ajustada a los datos.



Aquí también se aprecia un patrón que podría ajustar a la recta, aunque existen dos puntos influyentes que modifican la pendiente de la recta; este patrón implica que el acicalamiento aumenta conforme aumenta el tamaño de la guardería. En este estudio se observó que los polluelos realizaban esta actividad por imitación, lo que podría explicar que al aumentar el tamaño de grupo aumenta la frecuencia de esta conducta; al aumentar la posibilidad de que los miembros de la guardería imiten a algún otro miembro de la misma.

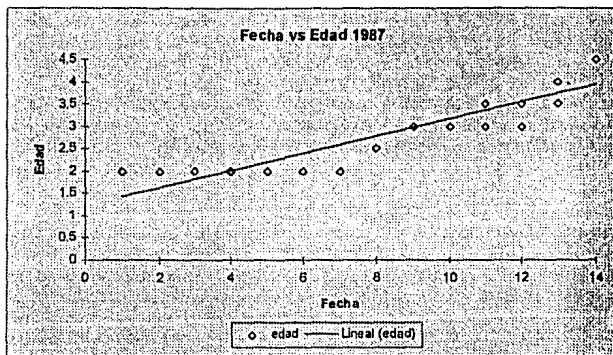
Otra explicación que se puede dar a este resultado es que al aumentar la concentración de individuos en un área determinada, también aumenta la transmisión de parásitos externos, como puede ser el caso de una especie de garrapata que parasita a esta ave en Isla Rasa, lo que ocasiona que los polluelos incrementen la frecuencia de acicalamiento para mantenerse libres de dichos parásitos.

Tabla 7.6. Matriz de correlación para todas las variables observadas en 1987.

	fecha	hora	temp	tgp	edad	alimtot	agrtot	acictot	robotot
fecha	1								
hora	-0.047	1							
temp	0.5511	-0.024	1						
tgp	0.2532	0.3977	0.1627	1					
edad	0.89	0.1024	0.3437	0.2053	1				
alimtot	-0.437	0.3127	-0.36	0.3277	-0.405	1			
agrtot	-0.05	0.2768	-0.052	0.3652	-0.029	0.0428	1		
acictot	0.5305	-0.135	0.2542	0.3857	0.3694	-0.174	0.1983	1	
robotot	-0.34	0.3099	-0.378	0.1131	-0.225	0.76	0.049	-0.295	1

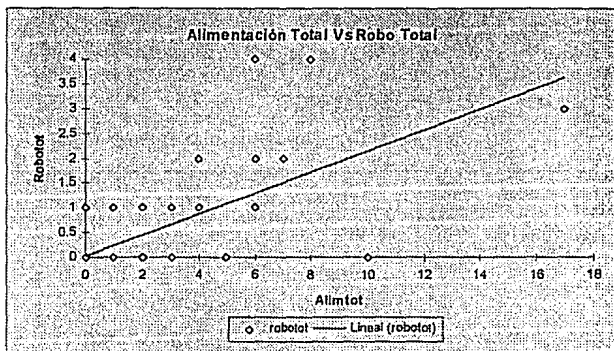
Como se puede observar, las variables fecha vs edad promedio, y alimentación vs robo tienen un coeficiente de correlación mayor de 0.6 por lo que se supone cierta relación significativa entre ambas variables. A continuación se presentan las gráficas para estas variables.

Gráfica 7.4. Dispersión de los puntos de la variable fecha vs edad promedio, la línea representa la recta ajustada a los datos.



Al igual que en 1986, la edad promedio de los polluelos tiene una clara relación con la fecha que, lo mismo que en el primer año de observaciones, es debido a la sincronía de anidación.

Gráfica 7.5. Dispersión de los puntos de la variable alimentación total vs robo total, la línea representa la recta ajustada a los datos.





En esta gráfica se puede apreciar que existe un punto influyente que determina fuertemente el ajuste la recta; dicho punto ocasiona que la recta ajustada no describa de forma adecuada la relación entre las variables. El punto que influye puede ser ocasionado, entre otras posibilidades, por un período de observación donde hubo disponibilidad de alimento (peces) muy alta, que no se observó en ninguna otra ocasión, lo que provocó un aumento fuera de lo normal en la frecuencia de alimentación a los polluelos.

Se realizaron análisis de varianza para buscar diferencias de las variables tamaño promedio de grupo (tgpo) y temperatura ambiental (temp) a diferentes niveles de las variables ambientales y para las variables conductuales a diferentes niveles de las variables ambientales y estructurales.

En 1986 los niveles para fecha son (ver anexo 1 para códigos de fecha) nivel 1: del día 1 al día 5; nivel 2: del día 6 al día 9; nivel 3: del día 10 al día 13; los niveles para hora son nivel 1: de 0600 a 1000 hrs; nivel 2: de 1100 a 1400 hrs; nivel 3: de 1500 a 1800 hrs; para temperatura ambiental son nivel 1: de 20 a 25.5 °C; nivel 2: de 26 a 31.5 °C; nivel 3: de 32 a 37.5 °C; para tamaño promedio de grupo son nivel 1: de 1 a 5.5 ind.; nivel 2: de 6 a 10.5 ind.; nivel 3: de 11 a 16 ind; para edad promedio de los polluelos son nivel 1: de 1 a 1.5 semanas; nivel 2: de 2 a 2.5 sem.; nivel 3: de 3 a 3.5 sem.

Para 1987 los niveles para fecha son (ver anexo 1 para códigos de fecha) nivel 1: del día 1 al día 5; nivel 2: del día 6 al día 10; nivel 3: del día 11 al día 14; los niveles para hora son nivel 1: de 0700 a 0900 hrs; nivel 2: de 1600 a 1800 hrs; para temperatura ambiental son nivel 1: de 24 a 27 °C; nivel 2: de 27.5 a 30.5 °C; nivel 3: de 31 a 34.5 °C; para tamaño promedio de grupo son nivel 1: de 2.5 a 11 ind.; nivel 2: de 11.5 a 20 ind.; nivel 3: de 20.5 a 29.5 ind; para edad promedio de los polluelos son nivel 1: de 2 a 2.5 semanas; nivel 2: de 3 a 3.5 sem.; nivel 3: de 4 a 4.5 sem. Los resultados de dichos análisis se resumen en las siguientes tablas

Tabla 7.7. Resultados del análisis de varianza para 1986 de tgpo y temp a diferentes niveles de las variables ambientales; el asterisco (\*) indica las pruebas donde se rechaza la Ho a un nivel de significancia del 5%. También se presenta el resumen de las variables en cada nivel del factor para las pruebas que rechazan Ho; los promedios con diferentes letras en la columna D son diferentes estadísticamente al 5% en la prueba de Duncan.

factor	niveles	Y	g.l.	F	prob	sig. al 5%
fecha	3	tgpo	2	0.2576	0.7740	
fecha	3	temp	2	3.0749	0.0569	
hora	3	tgpo	2	4.7650	0.0137	*
hora	3	temp	2	13.137	3.9E-05	*
temp	3	tgpo	2	7.0006	0.0024	*

Tabla 7.7 (cont.)

<i>hora vs tgpo</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	tgpo en hora 1	18	119	6.61111	14.5163
b	tgpo en hora 2	11	33	3	2.9
b	tgpo en hora 3	15	54.5	3.63333	15.5167

<i>hora vs temp</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	temp en hora 1	18	458	25.4444	9.99673
b	temp en hora 2	11	340.5	30.9545	5.72273
b	temp en hora 3	15	447.5	29.8333	12.7024

<i>temp vs tgpo</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	tgpo en temp 1	10	75.5	7.55	15.8583
b	tgpo en temp 2	26	117.5	4.51923	12.3296
c	tgpo en temp 3	8	13.5	1.6875	0.28125

La tabla muestra que los análisis que rechazaron la  $H_0$  de que los niveles son iguales fueron hora vs temp, hora vs tgpo y temp vs tgpo; lo que indica que existe diferencia significativa en la temperatura y el tamaño promedio de grupo a diferentes horarios y que existe diferencia significativa en el tamaño promedio de grupo a diferentes temperaturas y horas.

Tabla 7.8. Resultados del análisis de varianza para 1986 de las variables conductuales (alimtot, agrtot, acictot y robotot) a diferentes niveles de las variables ambientales y estructurales; el asterisco (\*) indica las pruebas donde se rechaza la  $H_0$  a un nivel de significancia del 5%. También se presenta el resumen de las variables en cada nivel del factor para las pruebas que rechazan  $H_0$ ; los promedios con diferentes letras en la columna D son diferentes estadísticamente al 5% en la prueba de Duncan.

<i>factor</i>	<i>niveles</i>	<i>Y</i>	<i>g.l.</i>	<i>F</i>	<i>prob</i>	<i>sig. al 5%</i>
fecha	3	alimtot	2	1.0342	0.3645	
fecha	3	agrtot	2	0.3176	0.7296	
fecha	3	acictot	2	2.8267	0.0707	
fecha	3	robotot	2	1.5315	0.2283	

Tabla 7.8 (cont.)

factor	niveles	Y	g.l.	F	prob	sig. al 5%
hora	3	allmtot	2	5.3745	0.0084	*
hora	3	agrtot	2	0.8552	0.4326	
hora	3	acictot	2	5.4938	0.0076	*
hora	3	robotot	2	4.8160	0.0132	*
temp	3	allmtot	2	3.2665	0.0482	*
temp	3	agrtot	2	3.2052	0.0508	
temp	3	acictot	2	4.9991	0.0114	*
temp	3	robotot	2	1.5087	0.2332	
tgpo	3	allmtot	2	3.0928	0.0561	
tgpo	3	agrtot	2	9.3233	0.0004	*
tgpo	3	acictot	2	12.338	6 E-05	*
tgpo	3	robotot	2	0.1122	0.8941	
edad	3	allmtot	2	0.5309	0.5920	
edad	3	agrtot	2	0.3251	0.7242	
edad	3	acictot	2	1.7730	0.1825	
edad	3	robotot	2	0.6893	0.5076	

hora vs allmtot

D	Grupos	Conteo	Suma	Prom.	Varianza
a	allmtot en hora 1	18	75	4.16667	5.44118
a	allmtot en hora 2	11	53	4.81818	10.7636
b	allmtot en hora 3	15	29	1.93333	3.06667

hora vs acictot

D	Grupos	Conteo	Suma	Prom.	Varianza
a	acictot en hora 1	18	564	31.3333	1021.18
b	acictot en hora 2	11	83	7.54545	101.073
b	acictot en hora 3	15	134	8.93333	189.067

hora vs robotot

D	Grupos	Conteo	Suma	Prom.	Varianza
a	robotot en hora 1	18	42	2.33333	7.05882
a	robotot en hora 2	11	64	5.81818	21.5636
b	robotot en hora 3	15	36	2.4	5.97143

Tabla 7.8 (cont.)

<i>temp vs alimtot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	alimtot en temp 1	10	53	5.3	4.23333
b	alimtot en temp 2	26	75	2.88462	6.50815
	alimtot en temp 3	8	29	3.625	9.125

<i>temp vs acictot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	acictot en temp 1	10	351	35.1	1143.21
b	acictot en temp 2	26	419	16.1154	443.306
b	acictot en temp 3	8	11	1.375	7.69643

<i>tgpo vs agrtot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	agrtot en tgpo 1	33	131	3.9697	16.0928
a	agrtot en tgpo 2	7	46	6.57143	37.9524
b	agrtot en tgpo 3	4	63	15.75	122.917

<i>tgpo vs acictot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	acictot en tgpo 1	33	304	9.21212	109.047
b	acictot en tgpo 2	7	272	38.8571	2024.14
b	acictot en tgpo 3	4	205	51.25	334.25

La tabla muestra que existen diferencias significativas para la alimentación de polluelo, el autoacicalamiento y el robo de alimento en los dos horarios de observación en 1987; también muestra que la alimentación y el auto acicalamiento presentan diferencias a diferentes temperaturas; finalmente muestra que la agresión y el autoacicalamiento presentan diferencias a diferentes tamaños de guardería.

Tabla 7.9. Resultados del análisis de varianza para 1987 de tgpo a diferentes niveles de las variables ambientales; el asterisco (\*) indica las pruebas donde se rechaza la Ho a un nivel de significancia del 5%. También se presenta el resumen de las variables en cada nivel del factor para las pruebas que rechazan Ho.

<i>factor</i>	<i>niveles</i>	<i>Y</i>	<i>g.l.</i>	<i>F</i>	<i>prob</i>	<i>sig. al 5%</i>
fecha	3	temp	2	0.1463	0.8643	
fecha	3	tgpo	2	1.6336	0.20798	
hora	2	temp	1	1.3078	0.25942	
hora	2	tgpo	1	7.0326	0.01133	*
temp	3	tgpo	2	1.0516	0.35882	

Tabla 7.9 (cont.)

Grupos	hora vs tgpo			
	Conteo	Suma	Prom.	Varianza
tgpo en hora 1	22	261.5	11.8864	19.7127
tgpo en hora 2	21	375.5	17.881	91.8476

La tabla muestra que existen diferencias significativas en cuanto a tamaño promedio de grupo a diferentes horarios.

Tabla 7.10. Resultados del análisis de varianza para 1987 de las variables conductuales (alimtot, agrtot, acictot y robotot) a diferentes niveles de las variables ambientales y estructurales; el asterisco (\*) indica las pruebas donde se rechaza la  $H_0$  a un nivel de significancia del 5%. También se presenta el resumen de las variables en cada nivel del factor para las pruebas que rechazan  $H_0$ ; los promedios con diferentes letras en la columna D son diferentes estadísticamente al 5% en la prueba de Duncan.

factor	niveles	Y	g.l.	F	prob	sig. al 5%
fecha	3	alimtot	2	6.4613	0.0037	*
fecha	3	agrtot	2	0.75893	0.4747	
fecha	3	acictot	2	5.6117	0.0071	*
fecha	3	robotot	2	1.44907	0.2468	
hora	2	alimtot	1	1.68799	0.2011	
hora	2	agrtot	1	3.56661	0.0660	
hora	2	acictot	1	0.52083	0.4745	
hora	2	robotot	1	1.51719	0.2250	
temp	3	alimtot	2	2.02698	0.1450	
temp	3	agrtot	2	4.65405	0.0152	*
temp	3	acictot	2	1.69242	0.1969	
temp	3	robotot	2	3.22463	0.0503	
tgpo	3	alimtot	2	0.04234	0.9585	
tgpo	3	agrtot	2	1.29013	0.2867	
tgpo	3	acictot	2	5.441	0.0082	*
tgpo	3	robotot	2	1.00543	0.3751	

Tabla 7.10 (cont.)

<i>factor</i>	<i>niveles</i>	<i>Y</i>	<i>g.l.</i>	<i>F</i>	<i>prob</i>	<i>sig. al 5%</i>
edad	3	allmtot	2	5.62245	0.0070	*
edad	3	agrtot	2	1.01187	0.3726	
edad	3	acictot	2	4.47526	0.0176	*
edad	3	robotot	2	0.87744	0.4237	

<i>fecha vs allmtot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
	allmtot1	10	35	3.5	8.27778
a	allmtot2	10	53	5.3	25.7889
b	allmtot3	23	30	1.3043	2.7668

<i>fecha vs acictot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	acictot1	10	124	12.4	78.4889
b	acictot2	10	253	25.3	184.9
b	acictot3	23	676	29.391	219.613

<i>temp vs agrtot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	agrtot1	11	64	5.8181	33.5636
a	agrtot2	21	92	4.3809	14.0476
b	agrtot3	11	134	12.181	132.564

<i>igpo vs acictot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	acictot1	13	213	16.384	112.923
a	acictot2	21	520	24.761	170.59
b	acictot3	8	292	36.5	347.714

<i>edad vs allmtot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	allmtot1	16	76	4.75	19.6667
b	allmtot2	18	33	1.8333	3.91176
b	allmtot3	9	9	1	2.25

<i>edad vs acictot</i>					
<i>D</i>	<i>Grupos</i>	<i>Conteo</i>	<i>Suma</i>	<i>Prom.</i>	<i>Varianza</i>
a	acictot1	16	265	16.562	142.529
b	acictot2	18	548	30.444	193.085
	acictot3	9	240	26.666	264.5

En la tabla se puede observar que la alimentación del polluelo y el autoacicalamiento tienen variación significativa a diferentes niveles de fecha; también se puede apreciar que hay diferencias significativas para la agresión a diferentes niveles de temperatura ambiental; el autoacicalamiento tiene diferencias a distintos tamaños de guardería; la alimentación del polluelo y el autoacicalamiento son significativamente diferentes a distintas edades promedio de los polluelos.

Para ver cual de los niveles es significativamente diferente en cada caso se realizaron análisis de comparaciones múltiples en las pruebas que rechazaron la Ho (Tablas 7.11 y 7.12). Debido a la gran cantidad de pruebas realizadas no se considero conveniente, por cuestión de claridad, incluir las gráficas para probar normalidad e independencia en las pruebas de análisis de varianza; únicamente se muestran los resultados de las pruebas de homogeneidad de varianza.

Tabla 7.11. Resultados de las comparaciones múltiples en las pruebas que rechazaron la Ho así como los resultados de las pruebas de homogeneidad de varianza en 1986. La columna A muestra los pares de niveles significativamente diferentes al 5% utilizando la prueba de Duncan; la columna B la relación de máxima varianza/mínima varianza; la columna C los resultados de la prueba de homogeneidad de varianza C de Cochran; la columna D los resultados de la prueba F de Bartlett-Box; el asterisco (\*) identifica a las pruebas que rechazan la Ho de que las varianzas son iguales.

variables	homogeneidad de varianza					
	A	B	C		D	
			valor	prob.	valor	prob
hora vs tgp0	1,2; 1,3	5.350	0.4711	0.282	3.607	0.027*
hora vs temp	1,2; 1,3	2.220	0.4469	0.408	0.839	0.432
temp vs tgp0	1,2; 1,3; 2,3	56.448	0.5571	0.055	9.509	0.000*
hora vs alimtot	1,3; 2,3	3.511	0.5585	0.530	2.286	0.102
hora vs acicot	1,2; 1,3	10.104	0.7788	0.000*	8.979	0.000*
hora vs robotot	1,3; 2,3	3.612	0.6234	0.010*	3.084	0.046*
temp vs alimtot	1,2	2.157	0.4594	0.339	0.562	0.570
temp vs acicot	1,2; 1,3	148.560	0.7171	0.000*	12.878	0.000*
tgp0 vs agrtot	1,3; 2,3	7.641	0.6946	0.001*	4.737	0.009*
tgp0 vs acicot	1,2; 1,3	18.564	0.8203	0.000*	16.028	0.000*

El tamaño de grupo al nivel 1 de hora es significativamente diferente a los otros dos niveles al 5%; la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett rechaza la Ho, lo que implica que las varianzas no son homogéneas, lo que resta validez a los resultados. Para la temperatura el nivel 1 de hora es significativamente diferente de los niveles dos y tres y no se rechaza la Ho de homogeneidad de varianzas, que indica que las varianzas son iguales; este

mismo procedimiento se utilizó para las otras pruebas. Analizando los valores del análisis de varianzas, así como las comparaciones múltiples y las pruebas de homogeneidad de varianzas se puede hacer una interpretación de los resultados.

Para 1986 el tamaño de grupo es mayor en la mañana (nivel 1 hora) que al medio día o en la tarde (niveles 2 y 3); la interpretación que se le puede dar a este hecho, con base en algunas observaciones hechas en el campo, es que la mayoría de los polluelos se reúnen en grandes guarderías durante la noche y la madrugada, probablemente con fines de termorregulación. Estas guarderías comienzan a desintegrarse en el transcurso del día, teniendo sus números más bajos alrededor del medio día, cuando la temperatura es generalmente más alta.

En este mismo año la temperatura fue significativamente menor durante las mañanas (nivel 1 hora), lo que concuerda con el resultado anterior. El tamaño de grupo fue significativamente diferente a los tres niveles de temperatura, siendo el nivel 1 (temperatura baja) donde el tamaño de grupo es mayor; como se anteriormente, la temperatura es significativamente más baja en la mañana.

Como se puede observar, los resultados anteriores forman un panorama coherente en la relación entre las variables hora, temperatura y tamaño de grupo, que se puede resumir de la siguiente manera; el tamaño de grupo es mayor en la mañana, que es cuando la temperatura es baja.

Las frecuencias totales en los intentos de alimentación del polluelo son significativamente menores por las tardes (nivel 3 de hora). Las frecuencias de acicalamiento son significativamente más altas por las mañanas (nivel 1 de hora), que es cuando los miembros de la guardería comienzan sus actividades y generalmente realizan su limpieza del plumaje, lo que fue observado directamente en el campo.

Las comparaciones múltiples de los tres niveles de hora y robo de alimento indican que el nivel tres es significativamente diferente de los niveles 1 y 2, pero el promedio de las frecuencias de robo en los tres niveles de hora no indica lo mismo, ya que según éstos últimos resultados, el nivel 2 es el que muestra mayor diferencia con respecto a 1 y 3; es conveniente notar que esta prueba no rechaza la  $H_0$  de que las varianzas son homogéneas.

Las frecuencias de alimentación son significativamente mayores a temperaturas bajas (nivel 1 de temperatura) que a temperaturas medias (nivel 2), aunque es significativamente mayor que a temperaturas altas (nivel 3). Esto se puede relacionar con las altas frecuencias de alimentación durante la mañana (nivel 1 hora), que es cuando la temperatura es baja.

Las agresiones entre los miembros de las guarderías son significativamente mayores con tamaños de grupo grandes (nivel 3), este resultado concuerda con el encontrado en la correlación entre estas mismas variables.



Con las frecuencias de acicalamiento pasa lo mismo que con las frecuencias de agresión; los resultados indican que las frecuencias de acicalamiento son significativamente menores a tamaños de grupo bajos (nivel 1 tpo). Estos resultados también concuerdan con los de la correlación que indican este mismo patrón.

Tabla 7.12. Resultados de las comparaciones múltiples en las pruebas que rechazaron la Ho así como los resultados de las pruebas de homogeneidad de varianza en 1987. La columna A muestra los pares de niveles significativamente diferentes al 5% utilizando la prueba de Duncan; la columna B la relación de máxima varianza/mínima varianza; la columna C los resultados de la prueba de homogeneidad de varianza C de Cochran; la columna D los resultados de la prueba F de Bartlett-Box; el asterisco (\*) identifica a las pruebas que rechazan la Ho de que las varianzas son iguales.

variables	A	homogeneidad de varianza				
		B	Cochran		Bartlett	
			valor	prob.	valor	prob
hora vs tpo		4.659	0.8233	0.001*	10.972	0.001*
fecha vs alimtot	2,3	9.324	0.700	0.001*	8.732	0.000*
fecha vs acictot	1,2; 1,3	2.798	0.455	0.338	1.377	0.253
temp vs agrtot	1,3; 2,3	9.437	0.736	0.000*	8.944	0.000*
tpo vs acictot	1,3; 2,3	3.079	0.551	0.075	1.466	0.231
edad vs alimtot	1,2; 1,3	8.742	0.761	0.000*	7.572	0.001*
edad vs acictot	1,2	1.856	0.4408	0.470	0.509	0.601

En el caso de hora vs tpo sólo hay dos niveles por lo que no se puede aplicar la prueba de Duncan. Las pruebas de homogeneidad de varianza rechazan la Ho en cuatro de los siete casos.

En 1987 el tamaño de grupo es significativamente diferente a los dos niveles de hora, siendo mayor al nivel 2 (tarde). Para este año, esta fue la única prueba entre las variables ambientales y estructurales que resultó significativa.

Las frecuencias de alimentación es significativamente mayor en el nivel 2 de fecha que en el nivel 3, pero no que al nivel 1; esto significa que a mediados de la temporada reproductiva hubo mayor frecuencia de intentos de alimentación a los polluelos.

Las frecuencias de acicalamiento son significativamente menores a principios de la temporada (nivel 1 de fecha) que a mediados o al final de la misma.

La agresión entre los miembros de la guardería fue significativamente mayor a temperatura altas (nivel 3 de temperatura). Las frecuencias de acicalamiento son mayores a tamaños de grupo grandes (nivel 3); este resultado es similar al encontrado en 1986.

Los intentos de alimentación fueron más frecuentes cuando los polluelos eran más jóvenes (nivel 1 de edad). Los polluelos más jóvenes se acicalaron con menor frecuencia que cuando se encontraban en el nivel 2 de edad, aunque no hay diferencia significativa en la frecuencia de acicalamiento entre los niveles 1 y 3 y los niveles 2 y 3.

## 7.2 Modelos log - lineales

Se construyeron tablas de contingencia de tres dimensiones para conocer las relaciones existentes entre las variables ambientales, estructurales y conductuales. Los niveles de cada una de las variables ambientales y estructurales son los mismos que se utilizaron en el análisis de varianza; los niveles de las conductas para ambos años son: nivel 1 menor o igual a 5; nivel 2 mayor que 5.

A partir de estos niveles se obtuvieron tablas de clasificación cruzada de las variables ambientales, estructurales y las frecuencias de las conductas observadas en las guarderías, lo que da tablas IJK de  $3 \times 3 \times 2$  (excepto en el caso de la hora en 1987 donde es  $3 \times 2 \times 2$ ). Sea  $n_{ijk}$  la frecuencia observada en las categorías  $i$  de la variable "A",  $j$  de la variable "B" y  $k$  de la variable "C", donde A es la variable ambiental con  $i = 1, 2, 3$ ; B es la variable estructural con  $j = 1, 2, 3$  y C es la variable conductas observadas con  $k = 1, 2$ ; una de estas tablas se presenta a continuación; en el anexo 2 se presentan todas las tablas de contingencia construidas para este análisis.

Para el análisis no se consideró a la variables estructural edad por tener una coeficiente de correlación muy alto con fecha (ver 7.1 Resultados preliminares), por lo que se consideró que con esta última variable se obtenía prácticamente la misma información que si se utilizaban ambas.

fecha	hora	allmtot		Total
		1	2	
1	1	2	2	4
	2	0	0	0
	3	5	0	5
2	1	5	3	8
	2	6	2	8
	3	8	0	8
3	1	4	2	6
	2	1	2	3
	3	2	0	2
Total		33	11	44

Para realizar estas pruebas se utilizó el programa estadístico GLIM (Generalised Linear Interactive Modeling) versión 3.77(Copyright (c) 1985 Royal Statistical Society, London). El manual utilizado para su aplicación fue escrito por Baker y Nelder (1978).

Ya que no se tenía un modelo log - lineal específico para estos datos, se utilizó la técnica de la partición de  $L^2$  para los modelos jerárquicos. La ventaja de ésta técnica para

una tabla de tres dimensiones es que el número de jerarquías que se pueden formar con los modelos anidados es de seis, por lo que no es difícil obtener los resultados para cada uno de ellos. La Tabla 7.13 muestra todos los posibles modelos.

Tabla 7.13. Posibles modelos anidados y jerarquías en una tabla con una variable ambiental (amb), una estructural (est) y una conductual (con). El punto (.) significa interacción de las variables.

Jerarquía modelo	componentes
a	1 amb + est + con
	2 amb + est + con + amb.est
	3 amb + est + con + amb.est + amb.con
	4 amb + est + con + amb.est + amb.con + est.con
b	1 amb + est + con
	2 amb + est + con + amb.est
	3 amb + est + con + amb.est + est.con
	4 amb + est + con + amb.est + amb.con + est.con
c	1 amb + est + con
	2 amb + est + con + amb.con
	3 amb + est + con + amb.est + amb.con
	4 amb + est + con + amb.est + amb.con + est.con
d	1 amb + est + con
	2 amb + est + con + amb.con
	3 amb + est + con + amb.con + est.con
	4 amb + est + con + amb.est + amb.con + est.con
e	1 amb + est + con
	2 amb + est + con + est.con
	3 amb + est + con + amb.est + est.con
	4 amb + est + con + amb.est + amb.con + est.con
f	1 amb + est + con
	2 amb + est + con + est.con
	3 amb + est + con + amb.con + est.con
	4 amb + est + con + amb.est + amb.con + est.con

En todos los casos los modelo 1 (todas las variables mutuamente independientes) y 4 (no interacción de tres factores) son los mismos. En las jerarquías (a y b), (c y d) y (e y f) respectivamente, el modelo 2 (dos variables independientes de la tercera) también es igual. El modelo 3 (independencia condicional) es igual en a y en c; en b y en e y en d y en f. Estas similitudes se reflejan en los resultados obtenidos, que se presentan a continuación.

En el anexo 3 se presenta un ejemplo del listado obtenido en el programa GLIM para obtener los principales resultados de este análisis. Cabe aclarar que en dicho listado, el parámetro llamado "scaled deviance" es un estimador de  $L^2$ . En el anexo 4 están los resultados de todos los modelos analizados para los dos años.

La tabla 7.14 muestra los modelos donde las estadísticas de  $L^2$  particionadas resultaron significativas al 5%. Cuando uno de estos valores resulta significativo, se considera al modelo más grande del par analizado como el mejor. Cuando ninguna de las estadísticas  $L^2$  particionadas resulta significativa, entonces se consideran a los modelos en forma independiente y se considera como el más adecuado aquel que presente un valor de  $L^2$  que al compararlo con sus respectivos grados de libertad no resulte significativo, lo que indica que no existe correlación entre las variables. Si en alguna tabla existen modelos con aproximadamente el mismo valor de la probabilidad (p), entonces se considera al más simple de ellos como el mejor.

Tabla 7.14. Valores de  $L^2$  para los modelos analizados en 1986 y 1987 con sus respectivos valores de grados de libertad (g.l) y la probabilidad (p) en una distribución de Ji cuadrada. Se presentan los valores de la  $L^2$  particionada para los modelos que tienen una probabilidad significativa al 5% y los valores de los modelos por separado cuando dicho valor no es significativo.

1986

fecha y hora

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p
a	d1-2	7.973	1 0.005	d1-2	7.864	1 0.005	d1-2	7.972	1 0.005	d1-2	7.973	1 0.005
b	d1-2	7.973	1 0.005	d1-2	7.864	1 0.005	d1-2	7.972	1 0.005	d1-2	7.973	1 0.005
c	d2-3	7.973	1 0.005	d2-3	7.382	1 0.007	d2-3	7.972	1 0.005	d2-3	7.973	1 0.005
d	d2-3	11.007	1 0.001	d3-4	7.415	1 0.006	d2-3	12.723	1 0.000	d3-4	7.407	1 0.006
e	d1-2	11.008	1 0.001	d2-3	7.878	1 0.005	d1-2	12.723	1 0.000	d2-3	6.759	1 0.009
f	d1-2	11.008	1 0.001	d3-4	7.415	1 0.006	d1-2	12.723	1 0.000	d3-4	7.407	1 0.006

fecha y temp

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p
a	d1-2	10.447	1 0.001	d1-2	10.447	1 0.001	d1-2	10.447	1 0.001	d1-2	10.447	1 0.001
b	d1-2	10.447	1 0.001	d1-2	10.447	1 0.001	d1-2	10.447	1 0.001	d1-2	10.447	1 0.001
c	d2-3	10.447	1 0.001	d2-3	10.447	1 0.001	d2-3	10.447	1 0.001	d2-3	10.447	1 0.001
d	d2-3	7.672	1 0.006	d2-3	8.952	1 0.003	d2-3	9.957	1 0.002	d2-3	4.933	1 0.026
e	d1-2	7.672	1 0.006	d1-2	8.951	1 0.003	d1-2	9.956	1 0.002	d1-2	4.932	1 0.026
f	d1-2	7.672	1 0.006	d1-2	8.951	1 0.003	d1-2	9.956	1 0.002	d1-2	4.932	1 0.026

fecha y tpo

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p		$L^2$	g.l p
a	1	6.996	12 0.858	d3-4	10.142	1 0.001	d3-4	7.661	1 0.006	1	7.204	12 0.844
b	1	6.996	12 0.858	d2-3	10.471	1 0.001	d2-3	8.076	1 0.004	1	7.204	12 0.844
c	1	6.996	12 0.858	d3-4	10.142	1 0.001	d3-4	7.661	1 0.006	1	7.204	12 0.844
d	1	6.996	12 0.858	d2-3	10.471	1 0.001	d2-3	8.075	1 0.004	1	7.204	12 0.844
e	1	6.996	12 0.858	d1-2	10.470	1 0.001	d1-2	8.075	1 0.004	1	7.204	12 0.844
f	1	6.996	12 0.858	d1-2	10.470	1 0.001	d1-2	8.075	1 0.004	1	7.204	12 0.844

Tabla 7.14 (cont.)

hora y temp

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p
a	d1-2	16.715	1 0.000	d1-2	16.715	1 0.000	d1-2	16.715	1 0.000	d1-2	16.716	1 0.000
b	d1-2	16.715	1 0.000	d1-2	16.715	1 0.000	d1-2	16.715	1 0.000	d1-2	16.716	1 0.000
c	d1-2	11.006	1 0.001	d2-3	16.715	1 0.000	d1-2	12.723	1 0.000	d2-3	16.716	1 0.000
d	d1-2	11.006	1 0.001	d2-3	8.951	1 0.003	d1-2	12.723	1 0.000	d2-3	4.932	1 0.026
e	d1-2	7.672	1 0.006	d1-2	8.951	1 0.003	d1-2	9.956	1 0.002	d1-2	4.932	1 0.026
f	d1-2	7.672	1 0.006	d1-2	8.951	1 0.003	d1-2	9.956	1 0.002	d1-2	4.932	1 0.026

hora y tepo

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p
a	d1-2	7.335	1 0.007	d1-2	7.335	1 0.007	d1-2	7.335	1 0.007	d1-2	7.335	1 0.007
b	d1-2	7.335	1 0.007	d1-2	7.335	1 0.007	d1-2	7.335	1 0.007	d1-2	7.335	1 0.007
c	d1-2	11.008	1 0.001	d2-3	7.335	1 0.007	d1-2	12.722	1 0.000	d2-3	7.335	1 0.007
d	d1-2	11.008	1 0.001	d2-3	10.470	1 0.001	d1-2	12.722	1 0.000	d3-4	7.816	1 0.005
e	d2-3	7.335	1 0.007	d1-2	10.471	1 0.001	d1-2	8.074	1 0.004	d2-3	7.336	1 0.007
f	d2-3	11.007	1 0.001	d1-2	10.471	1 0.001	d1-2	8.074	1 0.004	d3-4	7.816	1 0.005

1987

fecha y hora

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p
a	d2-3	7.413	1 0.006	1	5.321	7 0.621	1	4.515	7 0.719	1	0.021	7 1.000
b	d3-4	7.740	1 0.005	1	5.321	7 0.621	1	4.515	7 0.719	1	0.021	7 1.000
c	d1-2	7.414	1 0.006	1	5.321	7 0.621	1	4.515	7 0.719	1	0.021	7 1.000
d	d1-2	7.414	1 0.006	1	5.321	7 0.621	1	4.515	7 0.719	1	0.021	7 1.000
e	d3-4	7.740	1 0.005	1	5.321	7 0.621	1	4.515	7 0.719	1	0.021	7 1.000
f	d2-3	7.413	1 0.006	1	5.321	7 0.621	1	4.515	7 0.719	1	0.021	7 1.000

fecha y temp

jer	mod	alimtot		mod	agrtot		mod	acictot		mod	robotot	
		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p		L <sup>2</sup>	g.l p
a	d1-2	4.597	1 0.032	d1-2	4.596	1 0.032	d1-2	4.597	1 0.032	d1-2	4.597	1 0.032
b	d1-2	4.597	1 0.032	d1-2	4.596	1 0.032	d1-2	4.597	1 0.032	d1-2	4.597	1 0.032
c	d1-2	7.414	1 0.006	d2-3	4.596	1 0.032	d2-3	4.597	1 0.032	d2-3	4.596	1 0.032
d	d1-2	7.414	1 0.006	1	16.179	12 0.183	d3-4	5.528	1 0.019	d3-4	4.596	1 0.032
e	d1-2	5.374	1 0.020	d2-3	4.596	1 0.032	d2-3	4.597	1 0.032	d2-3	4.597	1 0.032
f	d1-2	5.374	1 0.020	1	16.179	12 0.183	d3-4	5.528	1 0.019	d3-4	4.596	1 0.032

Tabla 7.14 (cont.)

fecha y tpo

jer	mod	alimtot			mod	agrtot			mod	acictot			mod	robotot		
		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p
a	d1-2	12.420	1	0.000	d1-2	12.420	1	0.000	d1-2	12.420	1	0.000	d1-2	12.420	1	0.000
b	d1-2	12.420	1	0.000	d1-2	12.420	1	0.000	d1-2	12.420	1	0.000	d1-2	12.420	1	0.000
c	d1-2	7.413	1	0.006	d2-3	12.420	1	0.000	d2-3	12.420	1	0.000	d2-3	12.420	1	0.000
d	d1-2	7.413	1	0.006	d3-4	12.533	1	0.000	d3-4	10.732	1	0.001	d3-4	12.420	1	0.000
e	d2-3	12.420	1	0.000	d2-3	12.420	1	0.000	d2-3	12.420	1	0.000	d2-3	12.420	1	0.000
f	d2-3	7.413	1	0.006	d3-4	12.533	1	0.000	d3-4	10.732	1	0.001	d3-4	12.420	1	0.000

hora y temp

jer	mod	alimtot			mod	agrtot			mod	acictot			mod	robotot		
		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p
a	d3-4	7.956	1	0.005	1	9.184	7	0.240	1	8.594	7	0.283	1	3.594	7	0.825
b	d3-4	5.369	1	0.020	1	9.184	7	0.240	1	8.594	7	0.283	1	3.594	7	0.825
c	d3-4	7.956	1	0.005	1	9.184	7	0.240	1	8.594	7	0.283	1	3.594	7	0.825
d	d2-3	5.374	1	0.020	1	9.184	7	0.240	d3-4	4.339	1	0.037	1	3.594	7	0.825
e	d3-4	5.369	1	0.020	1	9.184	7	0.240	1	8.594	7	0.283	1	3.594	7	0.825
f	d1-2	5.373	1	0.020	1	9.184	7	0.240	d3-4	4.339	1	0.037	1	3.594	7	0.825

hora y tpo

jer	mod	alimtot			mod	agrtot			mod	acictot			mod	robotot		
		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p		L <sup>2</sup>	g.l	p
a	d1-2	8.578	1	0.003	d1-2	8.578	1	0.003	d1-2	8.578	1	0.003	d1-2	8.578	1	0.003
b	d1-2	8.578	1	0.003	d1-2	8.578	1	0.003	d1-2	8.578	1	0.003	d1-2	8.578	1	0.003
c	d2-3	8.578	1	0.003	d2-3	8.578	1	0.003	d2-3	8.578	1	0.003	d2-3	8.578	1	0.003
d	d3-4	9.005	1	0.003	d3-4	7.969	1	0.005	d3-4	9.671	1	0.002	d3-4	8.578	1	0.003
e	d2-3	8.578	1	0.003	d2-3	8.578	1	0.003	d2-3	8.579	1	0.003	d2-3	8.578	1	0.003
f	d3-4	9.005	1	0.003	d3-4	7.969	1	0.005	d3-4	9.671	1	0.002	d3-4	8.578	1	0.003

Para la tabla de fecha, hora y alimentación, en las jerarquías a, b, e y f; las estadísticas que resultan significativas son las de la diferencia entre los modelos 1 y 2, mientras que para las jerarquías c y d el modelo significativo es el de la diferencia entre los modelos 2 y 3.

De estas jerarquías se escogió la que tenía la p más baja, que en este caso son las jerarquías e y f; como se mencionó anteriormente, en el caso de las diferencias entre dos modelos se elige el modelo más grande como el adecuado; como el las jerarquías mencionadas el modelo es la diferencia entre 1 y 2 se concluye que el modelo más adecuado es el modelo 2 de las jerarquías e y f

fecha + hora + alimtot + hora.alimtot

Siguiendo este razonamiento se obtienen los modelos que mejor ajustan a cada una de las tablas de contingencia analizadas, dichos modelos se presentan en la tabla 7.15

Tabla 7.15 Modelos que mejor se ajustan a cada una de las tablas de contingencia analizadas, tanto en 1986 como en 1987.

1986

Tabla	Modelo
fecha, hora, alimtot	fecha + hora + alimtot + hora.alimtot
fecha, hora, agrtot	fecha + hora + agrtot + fecha.hora
fecha, hora, acictot	fecha + hora + acictot + hora.acictot
fecha, hora, robotot	fecha + hora + robotot + fecha.hora
fecha, temp, alimtot	fecha + temp + alimtot + fecha.temp
fecha, temp, agrtot	fecha + temp + agrtot + fecha.temp
fecha, temp, acictot	fecha + temp + acictot + fecha.temp
fecha, temp, robotot	fecha + temp + robotot + fecha.temp
fecha, tgpo, alimtot	fecha + tgpo + alimtot
fecha, tgpo, agrtot	fecha + tgpo + agrtot + tgpo.agrtot
fecha, tgpo, acictot	fecha + tgpo + acictot + tgpo.acictot
fecha, tgpo, robotot	fecha + tgpo + robotot
hora, temp, alimtot	hora + temp + alimtot + hora.temp
hora, temp, agrtot	hora + temp + agrtot + hora.temp
hora, temp, acictot	hora + temp + acictot + hora.temp
hora, temp, robotot	hora + temp + robotot + hora.temp
hora, tgpo, alimtot	hora + tgpo + alimtot + hora.alimtot
hora, tgpo, agrtot	hora + tgpo + agrtot + tgpo.agrtot
hora, tgpo, acictot	hora + tgpo + acictot + hora.acictot
hora, tgpo, robotot	hora + tgpo + robotot + hora.tgpo



Tabla 7.15 (cont.)

1987

Tabla	Modelo
fecha, hora, alimtot	fecha + hora + alimtot + fecha.alimtot
fecha, hora, agrtot	fecha + hora + agrtot
fecha, hora, acictot	fecha + hora + acictot
fecha, hora, robotot	fecha + hora + robotot
fecha, temp, alimtot	fecha + temp + alimtot + fecha.alimtot
fecha, temp, agrtot	fecha + temp + agrtot + fecha.temp
fecha, temp, acictot	fecha + temp + acictot + fecha.temp
fecha, temp, robotot	fecha + temp + robotot + fecha.temp
fecha, tgpo, alimtot	fecha + tgpo + alimtot + fecha.tgpo
fecha, tgpo, agrtot	fecha + tgpo + agrtot + fecha.tgpo
fecha, tgpo, acictot	fecha + tgpo + acictot + fecha.tgpo
fecha, tgpo, robotot	fecha + tgpo + robotot + fecha.tgpo
hora, temp, alimtot	hora + temp + alimtot + hora.temp + hora.alimtot + temp.alimtot
hora, temp, agrtot	hora + temp + agrtot
hora, temp, acictot	hora + temp + acictot + hora.temp + hora.acictot + temp.acictot
hora, temp, robotot	hora + temp + robotot
hora, tgpo, alimtot	hora + tgpo + alimtot + hora.tgpo
hora, tgpo, agrtot	hora + tgpo + agrtot + hora.tgpo
hora, tgpo, acictot	hora + tgpo + acictot + hora.tgpo
hora, tgpo, robotot	hora + tgpo + robotot + hora.tgpo

En el caso de la tabla de fecha, hora y alimtot, el modelo que ajusta implica que la frecuencia de alimentación está influenciada por la hora, pero es independiente de la fecha; las frecuencias de agresión son independientes de la fecha y la hora, aunque existe interacción entre estas dos últimas; la frecuencia de acicalamiento se ve afectada por la hora, pero es independiente de la fecha; finalmente, la frecuencia de robo es independiente de la fecha y la hora.

Para las tablas de fecha, temperatura y variables conductuales, la alimentación, la agresión, el acicalamiento y el robo de alimento son independientes de la fecha y la temperatura, aunque el modelo indica interacción entre la variables fecha y temp.

Los resultados del análisis de la tabla de fecha, tgpo y alimtot indican que las tres variables son mutuamente independientes, lo que implica que la frecuencia de alimentación no esta influenciada por las otras dos variables; existe interacción de la agresión total y el acicalamiento con el tamaño de grupo, pero no con la fecha; según el análisis de correlación, esta interacción es positiva en ambos casos (ver inciso 7.1); las variables fecha, tgpo y robotot son mutuamente independientes.

El análisis de las tablas de contingencia de hora, temperatura y variables conductuales indica que estas últimas son independientes de la hora y la temperatura; el análisis de varianza (ver inciso 7.1) indica que la temperatura es significativamente diferente en los distintos niveles de hora.

Las frecuencias de alimentación están influenciadas por la hora del día, pero no por el tamaño de grupo; la alimentación fue significativamente menor en las tardes (ver análisis de varianza, inciso 7.1); la frecuencia de agresión depende del tamaño de grupo pero es independiente de la hora, la agresión aumenta a aumentar el tamaño de grupo; la hora tiene influencia en la frecuencia de acicalamiento, que es independiente del tamaño de grupo, el acicalamiento es más frecuente en las mañanas; el robo de alimento es independiente del tamaño de grupo y de la hora, pero el tamaño de grupo está influenciado por la hora.

En 1987 la frecuencia de alimentación depende de la fecha pero no de la hora; la mayor frecuencia de alimentación se presenta a la mitad de la temporada (ver 7.1); el análisis de las demás tablas de contingencia de fecha, hora y variables conductuales indica que estas variables son mutuamente independientes.

Al igual que en el caso anterior, la frecuencia de alimentación está influenciada por la fecha, aunque es independiente de la temperatura; las demás tablas de fecha, temperatura y variables conductuales muestran que las variables conductuales son independientes de la fecha y la temperatura, pero que estas tienen interacción entre sí.

Las tablas de contingencia para fecha, grupo y variables conductuales indican en su análisis que las variables conductuales no están influenciadas por la fecha y el tamaño de grupo, aunque hay interacción entre las dos últimas.

El modelo que ajusta para las tablas de hora, temperatura y alimentación y la de hora, temperatura y acicalamiento, es el de no interacción de tres factores, lo que indica que hay interacción entre todos los pares de variables pero no cuando se consideran a las tres al mismo tiempo; las tablas de fecha, temperatura y agresión y la de fecha, temperatura y robo de alimento muestran que las tres variables en cada caso son mutuamente independientes.

Las tres variables conductuales que forman cada una de las tablas de hora, tamaño de grupo y variables ambientales son independientes de la hora y el tamaño de grupo, aunque existe interacción entre la variable ambiental y la estructural, resultado que es apoyado por los resultados del análisis de varianza (inciso 7.1).

Algunos de los resultados más relevantes son los siguientes, la edad, como es de esperarse en especies con anidación sincrónica, está altamente relacionada con la fecha.

El tamaño de las guarderías en 1986 fue significativamente mayor en las primeras horas del día, que es cuando la temperatura registrada era baja, esta relación se refleja en los modelos log - lineales ajustados.

Las agresiones y el acicalamiento aumentaban cuando había tamaños de guardería grandes, que como ya se dijo ocurría durante las mañanas, generalmente a bajas temperaturas, este resultado también se refleja en el análisis de correlación y en los modelos log - lineales que se ajustaron a las tablas de contingencia; la frecuencia de alimentación también aumenta durante la mañanas, esta relación entre alimentación, acicalamiento y hora es reflejada en los modelos ajustados.

A diferencia de 1986, al siguiente año el tamaño de grupo es más grande durante la tarde, como también se observa en los modelos log - lineales. La frecuencia de alimentación aumenta a mediados de la temporada de 1987, dependencia que se refleja en el modelo ajustado. En este año la frecuencia de acicalamiento también aumenta conforme el tamaño de grupo es mayor.

### 7.3 Componentes Principales

Para analizar otras posibles relaciones que no son evidentes en los datos y tratar reducir las dimensiones de tal forma que la variación en las variables analizadas fuera incluida por un número menor de componentes, se realizó la prueba de componentes principales; este análisis se realizó a todo el conjunto de variables y a las variables conductuales por separado, tanto en 1986 como en 1987.

En la tabla 7.16 su muestran los resultados de este análisis en 1986 para todo el conjunto de variables y para las variables conductuales

Tabla 7.16. Resultados del análisis de Componentes Principales para las nueve variables utilizadas en este trabajo y para las variables conductuales en 1986 y 1987.

1986

Variable	Eigenvalor	Varianza explicada	% Varianza explicada
fecha	3.028	3.028	33.640
hora	1.009	1.009	19.841
temperatura	1.786	1.786	13.896
tamaño de grupo	0.722	0.722	11.215
edad	1.251	1.251	8.024
alimtot	0.437	0.437	4.859
agrtot	0.422	0.422	4.694
acictot	0.208	0.208	2.314
robotot	0.137	0.137	1.517

Tabla 7.16 (cont.)

Variable	Eigenvalor	Varianza explicada	% Varianza explicada
alimtot	1.548	1.548	38.704
agrtot	1.016	1.016	25.394
acictot	0.915	0.915	22.885
robotot	0.521	0.521	13.017

1987

Variable	Eigenvalor	Varianza explicada	% Varianza explicada
fecha	2.679	2.679	29.766
hora	2.028	2.028	22.536
temperatura	1.571	1.571	17.458
tamaño de grupo	1.092	1.092	12.134
edad	0.592	0.592	6.573
alimtot	0.535	0.535	5.942
agrtot	0.270	0.270	2.995
acictot	0.166	0.166	1.845
robotot	0.068	0.068	0.751

Variable	Eigenvalor	Varianza explicada	% Varianza explicada
alimtot	1.771	1.771	44.267
agrtot	1.198	1.198	29.940
acictot	0.732	0.732	18.289
robotot	0.300	0.300	7.504

Si se observan que los resultados de la varianza explicada y el porcentaje de la varianza explicada se puede ver que no hay un a variable que explique la mayor parte de la varianza; si se suman los cuatro primeros componentes para todas las variables y los dos primeros para las variables conductuales, estos explican menos de 75% de la varianza total.

Estos resultados llevan a la conclusión de que no es adecuado tratar de explicar la variación total de las variables con un número menor de componentes.

El mismo caso se observa cuando se analizan las variables conductuales por separado, por lo que no existen razones para disminuir la dimensión del problema tratado.

## 8. Conclusiones

A continuación se presentan las principales conclusiones a las que llevó el análisis de los datos utilizados en este trabajo.

El análisis de correlación conduce a las siguientes conclusiones generales.

- Existe una clara correlación entre fecha y edad promedio de los polluelos en ambos años, debido a la sincronía en el nacimiento de las crías.
- En 1986 aumentó la frecuencia de agresiones y acicalamiento al aumentar el tamaño de grupo.

Para en análisis de varianza las conclusiones son las siguientes.

- En 1986 el tamaño de las guarderías es significativamente mayor en la mañana, cuando la temperatura es más baja que al medio día o en tarde; la alimentación y el acicalamiento son más frecuentes en las mañanas, que es cuando hay temperaturas bajas; las frecuencias de agresión y acicalamiento aumentan al aumentar el tamaño de grupo, lo que coincide con los resultados de la correlación.
- En 1987 el tamaño de grupo es mayor en las tardes, lo que contrasta con el resultado de 1986; la frecuencia de alimentación fueron mayores a mediados de las temporada reproductiva; la frecuencia de acicalamiento es menor al principio de la temporada, que es cuando las crías son más jóvenes; a temperaturas altas hubo mayor frecuencia de agresión; la frecuencia de acicalamiento es mayor en tamaños de grupo grandes, como se observa en 1986; cuando los polluelos son más jóvenes la frecuencia de alimentación es más alta.

Para las tablas de contingencia analizadas, los modelos log - lineales ajustados llevan a las siguientes conclusiones.

- En 1986 la alimentación está influenciada por la hora; la frecuencia de agresión es independiente de la fecha y la hora; el acicalamiento se ve afectado por la hora; el robo de alimento es independiente de la fecha y la hora, los cuales muestran interacción entre ellos.
- Las variables conductuales son independientes de la hora y la temperatura, aunque existe interacción entre las dos últimas variables.
- La alimentación, la fecha y el tamaño de grupo son mutuamente independientes; la agresión y el acicalamiento dependen de la temperatura; el robo de alimento, la fecha y el tamaño de grupo son mutuamente independientes.

- 
- Las variables conductuales son independientes de la hora y la temperatura, pero entre estas dos últimas existe interacción.
  - La frecuencia de alimentación está influenciada por la hora; la agresión depende del tamaño de grupo; la frecuencia de acicalamiento es dependiente de la hora; el robo de alimento es independiente de la hora y el tamaño de grupo, aunque estos dos tienen interacción.
  - En 1987 la alimentación depende de la fecha; las otras variables conductuales, la fecha y la hora son mutuamente independientes.
  - La alimentación está influenciada por la fecha; el resto de las variables conductuales son independientes de la fecha y la temperatura, que a su vez muestran interacción.
  - Todas las variables conductuales son independientes de la fecha y el tamaño de grupo, que interactúan entre sí.
  - Hay interacción entre la frecuencia de alimentación, la hora y la temperatura; lo mismo sucede con la frecuencia de acicalamiento; la agresión y el robo de alimento, la hora y la temperatura son mutuamente independientes.
  - Las variables conductuales muestran independencia de la hora y el tamaño de grupo, los cuales tienen interacción entre sí.

En cuanto al análisis de los Componentes Principales, estos indican que no es posible reducir la dimensionalidad del problema porque la variación total no es explicada por un número menor de componentes.

## 9. Referencias

- A. O. U. 1983. Checklist of North American Birds. Sexta edición. American Ornithologist Union. Kansas. 877 pp.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour** 49 (34): 227-266.
- Anderson, D., J. Mendoza y J. Keith. 1976. Seabirds in the Gulf of California: a vulnerable, international resource. **Natural Resources Journal**. 16: 483-505.
- Anderson, D. y J. Keith. 1980. The human influence on seabird nesting success: conservation implications. **Biological Conservation**. 18: 65-80.
- Anderson, D., S. Beebe y E. Velarde. 1985. Conservación de las islas en un mar en el desierto. Anteproyecto y planes para la administración y conservación del Mar de Cortés y sus islas. Editado por U. C. Davis Publications, SD (200) 1/85. 16 pp.
- Ashmole, N. 1963a. The biology of the wideawake or sooty tern (*Sterna fuscata*) on Ascension Island. **The Ibis**. 103b (3): 297-364.
- Ashmole, N. 1963b. The regulation of numbers of tropical oceanic birds. **The Ibis**. 103b (3): 458-473.
- Bahre, C. 1983. Human impact: the Midriff Islands, en Case, T. y M. Cody (eds). Islands biogeography of the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Bancroft, G. 1927. Notes on the breeding coastal and insular birds of central Lower California. **The Condor**. 29 (1): 188-195.
- Banks, R. 1963. Birds of Cerralvo Island. **The Condor**. 65: 300-312.
- Bent, A. 1921. Life history of North American gulls and terns. **Bull. U. S. Nat. Mus.** 113: 211-221.
- Bourillón, L., A. Cantú, F. Eccardi, E. Lira, J. Ramírez, E. Velarde y A. Zavala. 1988. Islas del Golfo de California. Secretaría de Gobernación - Universidad Nacional Autónoma de México. México. 292 pp.
- Brockman, H. y C. Barnard. 1979. Kleptoparasitism in birds. **Anim. Behav.** 27: 487-517.
- Buckley, P. y F. Buckley. 1970. Color variation in the soft parts and down of royal tern chicks. **The Auk**. 87: 1-13.

- 
- Buckley, F. y P. Buckley. 1972a. The breeding ecology of royal tern Sterna (Thalasseus) maxima maxima. The Ibis. 114 (2): 344-359.
- Buckley, P. y F. Buckley. 1972b. Individual egg and chick recognition by adult royal tern (Sterna maxima m.). Animal Behaviour. 20: 457-462.
- Buckley, F. y P. Buckley. 1980. Habitat selection and marine birds, en Burger, J., B. Olla y H. Winn (eds). Behavior of marine animals, vol. 4: marine birds. Plenum Press. New York. 515 pp.
- Burger, J. 1984. Colony stability in least terns. The Condor. 86: 61-67.
- Burger, J. y M. Gochfeld. 1990. Human disturbance and predation, en Seabirds on islands: threats, case studies and action plans. Seabirds specialist group's pre-conference workshop. ICBP World Conference-Seabird Workshop. Hamilton, Nueva Zelanda. Noviembre 1990. 6.
- Case, T. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. John Wiley and Sons Ltd. New York. 234 pp.
- Chrintensen, R. 1990. Log - linear models. Springer - Verlag, New York. 408 pp.
- Cochran, W. 1980. Técnicas de muestreo. C.E.C.S.A. México. 513 pp.
- Cody, M., R. Moran y H. Thompson. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Cott, H. 1954. The exploitation of wild birds for their eggs. The Ibis. 96: 129-149.
- Cullen, J. 1960. Some adaptations in the nesting behavior of terns. 12th Inter. Ornithol. Congr. 153-157.
- Davis, L. 1982. Creching behavior of adelic penguin chicks (Pygoscelis adeliae). New Zealand Journal of Zoology. 9: 279-286.
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F.). 30 de mayo de 1964. Gobierno Federal de los Estados Unidos Mexicanos.
- Duffy, D. 1980. Patterns of piracy by peruvian seabirds: a depth hypothesis. The Ibis. 122: 521-525.



- 
- Dunn, E. 1973. Roosting behavior of roseate terns. *The Auk*. 90: 641-651.
- Evans, M. 1973. The reproductive ethology of the caspian tern (*Hydroprogne caspia*) breeding at San Diego Bay. Tesis San Diego State University. San Diego, California. 154 pp.
- Fienberg S. 1980. The Analysis of Cross - Classified Categorical Data. The MIT Press, Cambridge. 198 pp.
- Flint, E. 1984. Energetics and social behavior of the sooty tern (*Sterna fuscata*) in the central Pacific. Tesis de doctorado. University of California, Los Angeles. 132-149.
- Furness, R. 1982. Competition between fisheries and seabirds communities. *Adv. Mar. Biol.* 20: 225-307.
- Furness, R. y P. Monaghan. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. 164 pp.
- Furness, R. y D. Nettleship. 1991. Introductory remarks: seabirds as monitors of changing marine environments. *Inter. Congr.* 20: 2239-2245.
- Gastil, G., J. Minch y R. Phillips. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Giri, N. 1977. Multivariate Statistical Inference. Academic Press, New York. 319 pp.
- Gorman, M. y H. Milne. 1972. Crèche behaviour in the common eider, *Somateria m. mollissima*. *L. Ornith Scandinavica*. 3: 21-26.
- Haberman S. 1978. Analysis of Qualitative Data. V-1. Introductory Topics. Academic Press, New York. 368 pp.
- Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black. 1992. Multivariate Data Analysis With Readings. MacMillan Publishing Co. New York. 544 pp.
- Haley, D. 1984, en Haley, D (ed). Seabird eastern north Pacific and Arctic waters. Pacific Search Press. Washington. 214 pp.
- Hamilton, W. 1971. Geometry for the selfish herd. *Journal of Theoretical Biology*. 31: 295-311.
- Harrison, P. 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Co. Boston. 448 pp.
- Harrison, C. 1984. Terns, family Laridae, en Haley D. (ed). Seabirds eastern north Pacific and Arctic waters. Pacific Search Press. Washington. 214 pp.

- 
- Hinde, R. 1973. On the design of check-sheets. *Primates* 14 (4): 393-406.
  - Hounde, A. 1983. Nest density, habitat choice and predation in a common tern colony. *Colonial waterbirds*. 6: 178-184.
  - Hulsman, K. 1976. The robbing behavior of terns and gulls. *Emu*. 76: 143-149.
  - Hulsman, K. 1984. Selection of prey and succes of silver gulls robbing crested terns. *The Condor*. 86: 130-138.
  - Hulsman, K. y G. Smith. 1988. Biology and growth of the black-naped tern *Sterna sumatrana*: an hypotesis to explain the relative growth rates of inshore, offshore and pelagic feeders. *Emu*. 88: 234-242.
  - Jehl, J. 1984. Conservation problems of seabirds in Baja California and the Pacific northwest. *ICBP Technical Publications*. 2: 41-48.
  - Kirven, M. 1969. The breeding ecology of caspian terns (*Hydroprogne caspia*) and elegant tern (*Thalasseus elegans*) at San Diego Bay. Tesis San Diego State College. San Diego. 114 pp.
  - Lenher, P. 1979. Handbook of ethological methods. Garland STPM press. New York. 403 pp.
  - Ludwing, J. y J. Reynolds. 1988. Statistical ecology, a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York. 337 pp.
  - Mailliard, J. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. The birds. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 12 (24): 443-456.
  - Maluf, L. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
  - Manly, B. 1986. Multivariate statistical methods, a primer. Chapman & Hall, London. 159 pp.
  - Magnusson, W. 1980. Hatching and creche formation in *Cocodylus porosus*. *Copeia*. 2: 359-362.
  - Marques, M. 1988. Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico - Biológicas. UNAM, México. 657 pp.

- 
- Maxwell, G. y G. Smith. 1983. Nest sites competition and population estimates of island nesting common tern, ring-billed gulls and herring gulls in the St. Lawrence River. *The Kingbird*. 19-25.
- McIntyre, J. 1983. Nurseries: a consideration of habitat requirements during the early chick-rearing period in common loons. *J. Field Ornithol.* 54 (3): 247-253.
- Miller, A. 1960. Adaptation of breeding schedule to latitude. *Proc. XII Inter. Ornith. Congr. Helsinki* (1958), 513- 522.
- Monaghan, P. J. Uttley y M. Burns. 1991. The influence of changes in prey availability on the breeding ecology of terns. *Inter. Congr.* 20: 2257-2262.
- Montgomery, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamericana, México. 589 pp.
- Morrison, D. 1978. Multivariate Statistica methods. MacGraw Hill, Singapore. 415 pp.
- Murno, J. y J. Bédard. 1977. Gull predation and creching behavior in the common eider. *J. Anim. Ecol.* 46: 799-810.
- Muselet, D. 1982. Formation d'une crèche dans une colonie de sternes pierregarins *Sterna hirundo*. *L'Osieau et la Revue Franc,aise D'Ornithologie*. 52: 372.
- National Geographic Society. 1983. Field guide of the birds of North America. National Geographic Society. Primera edición. Washington. 463 pp.
- Nelson, B. 1980. Seabirds, their biology and ecology. Hamlyn, Londres. 224 pp.
- Nettleship, D. 1991. Seabird management and future research. *Colonial Waterbirds*. 14 (2): 77-83.
- Nisbet I. 1990. Effects of pollution on marine birds, en *Seabirds on islands: threats, case studies and action plans. Seabirds specialist group's pre-conference workshop*. ICBP World Conference-Seabird Workshop. Hamilton, Nueva Zelanda. Noviembre 1990. 2.
- Olguin J. 1986. Residuales en Modelos para Datos Categóricos. Tesis de Maestría. UACPyP, UNAM. 154 pp.
- Olguin J. 1989. Ajuste de un modelo log - lineal con variables ordinales a datos de servicios del sector salud. Memorias del III Foro de Estadística Aplicada. UNAM, México. 30 - 39.
- Peterson, R y E. Chalif. 1973. A field guide to mexican birds. Houghton Mifflin Co. Boston. 298 pp.

- 
- Ridway, R. 1919. The birds of north and middle America. **Bull. U. S. Nat. Mus.** 50 (8): 472-474.
- Safina, L. y J. Burger. 1988. Prey dynamics and the breeding phenology of common tern (*Sterna hirundo*). **The Auk.** 105: 720-726.
- Schaffner, F. 1982. Aspects of the reproductive ecology of the elegant tern (*Sterna elegans*) at San Diego Bay. **Tesis San Diego State University.** San Diego. 182 pp.
- Schaffner, F. 1986. Trends in elegant tern and northern anchovy populations in California. **The Condor.** 88: 347-354.
- Secretaría de Gobernación y Secretaría de Marina. 1987. Islas Mexicanas. Regimen Jurídico y Catálogo. México: 154 pp.
- Small, A. 1951. An unusual concentration of elegant terns in southern California. **The Condor.** 53: 154.
- Smith, A. 1975. Studies of breeding sandwich tern. **Brit. Birds.** 68: 142-156.
- Steel, R. y J. Torrie. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos. McGraw - Hill, México. 622 pp.
- Tobón-García, E. y E. Velarde. 1987. Some activities in the creches of the elegant tern (*Sterna elegans*) in Isla Rasa, Baja California, México. Conferencia presentada en el XIV Annual Meeting of the Pacific Seabird Group. Pacific Grove, California. Diciembre 1987.
- Tobón-García, E. D. 1992. Biología Reproductiva de la Golondrina marina elegante (*Sterna elegans*) con énfasis en la conducta de las guarderías en la colonia de Isla Rasa, Golfo de California, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tordesillas, M. 1992. Dieta del gallito de mar elegante (*Sterna elegans*) durante la temporada de reproducción de 1985 y 1986 en Isla Rasa, B.C. (Aves: Laridae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tordesillas, M y E. Velarde. 1987. Diet of the elegant tern (*Sterna elegans*) in Rasa Island, Baja California, México. Conferencia presentada en el XIV Annual Meeting of the Pacific Seabird Group. Pacific Grove, California. Diciembre 1987.
- Velarde, E. 1989. Conducta y ecología de la reproducción de la gaviota parda (*Larus heermanni*) en Isla Rasa, Baja California. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 129 pp.

- 
- Velarde, E. y J Arriola. 1989. Interacción de la gaviota parda (Larus heermanni) y el gallito de mar elegante (Sterna elegans) con los peces pelágicos menores que constituyen su alimento, durante la temporada de reproducción en Isla Rasa, Baja California. Cartel presentado en el II Congreso de Investigadores del Mar de Cortés, A. C. Hermosillo, Sonora, 1989.
  - Vidal, N. 1967. Aportación al conocimiento de la Isla Rasa, Baja California. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 48 pp.
  - Walker, L. 1965. Baja's island of birds. *Pacific Discovery*. 18 (3): 27-31.

## 10. Anexos

### Anexo 1:

Datos de las observaciones de las guarderías en 1986 y 1987 en Isla Rasa. Se presenta la codificación de la fecha.

OBSERVACIONES EN GUARDERIAS 1986  
datos de las actividades en las guarderías en 1986 (actividad total)

fecha	hora	temp	tipo	edad	alimtot	agrtot	acitot	robtot
1	9	26	2.5	1.5	0	2	13	0
2	8	24	6.5	1.5	7	2	16	1
3	15	29	7.5	2	4	0	0	1
3	16	30	4	3	1	17	0	7
4	8	23	4.5	2	6	5	29	0
5	10	23	2.5	2	2	1	4	0
5	16	27	3	2.5	2	1	0	4
5	18	25.5	5	2.5	4	7	5	3
5	15	28	5	2.5	1	9	2	0
6	12	28.5	4.5	2.5	1	3	19	17
6	13	28.5	4.5	2.5	7	4	32	10
6	7	20	5.5	2.5	6	9	21	2
6	14	28	6	2.5	3	11	11	8
6	8	21.5	12.5	2.5	6	19	67	8
7	17	35	1	2.5	3	0	0	0
7	16	36.5	1.5	2.5	1	0	1	2
7	15	37	1.5	2.5	1	3	0	1
7	11	33.5	2	2.5	5	0	0	2
7	10	30.5	2.5	2.5	2	2	9	3
7	9	27.5	4.5	2.5	2	3	4	9
7	18	30.5	16	2.5	4	30	42	4
8	14	33.5	2	2.5	10	0	0	3
8	13	34	2	2.5	5	0	2	4
8	12	34	2.5	2.5	2	3	0	2
8	7	26.5	7.5	2.5	2	16	21	1
8	8	28	9.5	2.5	6	7	16	2
9	18	26.5	1	2.5	0	4	21	2
9	17	27.5	1	2.5	5	7	34	2
9	16	28	1	2.5	0	4	7	8
9	15	29	2.5	2.5	0	2	2	1
9	10	28.5	5	2.5	4	7	24	1
9	11	30	5	2.5	2	1	9	3
9	9	26.5	5.5	2.5	3	12	21	1
10	13	30.5	1	3	8	1	3	5
10	12	31	1	3	1	10	1	2
10	14	29	2.5	3	9	4	6	8
10	6	22.5	5	3	2	4	7	1
10	8	25	7.5	3	7	0	106	5
11	18	28	1	3	3	0	0	1
11	10	32	1	3	2	0	8	1
11	17	30	3.5	3	0	6	20	0
12	8	26.5	10.5	3.5	5	10	102	3
12	7	24.5	13.5	3.5	5	8	66	4
13	7	22.5	13	3.5	8	6	30	0

**OBSERVACIONES EN GUARDERIAS 1987**  
datos de las actividades en las guarderías en 1987 (actividad total)

fecha	hora	temp	lgpo	edad	alimtot	agrtot	acictot	robotot
1	17	26.5	4.5	2	7	6	6	2
1	8	33	9	2	1	10	6	0
2	17	25	5	2	8	1	4	4
2	8	31	6.5	2	2	2	10	0
3	7	28	4.5	2	0	3	9	0
3	16	29.5	16.5	2	7	12	15	2
4	7	28	8	2	3	5	16	0
4	16	29.5	29.5	2	2	2	35	0
5	9	29.5	2.5	2	1	5	13	0
5	18	27.5	23.5	2	4	11	10	1
6	9	30.5	10	2	0	2	23	0
6	18	26	47.5	2	17	19	28	3
7	8	29.5	15	2	3	9	19	1
7	17	31	16	2	5	0	16	0
8	8	30	13	2.5	6	1	7	1
8	17	29	20.5	2.5	10	0	48	0
9	16	27.5	5	3	3	0	14	0
9	7	26.5	16.5	3	0	12	48	0
10	16	28.5	8.5	3	6	4	21	4
10	7	28.5	13.5	3	3	1	29	0
11	7	28.5	6.5	3	1	5	32	0
11	8	29.5	10.5	3	1	7	19	0
11	9	29.5	14	3	6	8	26	2
11	18	28.5	12	3.5	0	3	25	0
11	16	32.5	18.5	3.5	0	14	10	0
11	17	31	21.5	3.5	0	37	55	0
12	7	25	11	3	0	4	40	0
12	8	25.5	13.5	3	2	7	47	0
12	9	27	17.5	3	2	9	52	1
12	18	27.5	12.5	3.5	1	10	44	0
12	16	32.5	18	3.5	1	28	20	0
13	9	34	13	3.5	3	4	16	0
13	8	30.5	14	3.5	0	2	28	0
13	7	28	16	3.5	4	1	22	2
13	16	34.5	17	4	0	18	26	0
13	17	33	22	4	1	10	31	0
13	18	31	24.5	4	0	7	34	0
14	9	26.5	12	4.5	4	0	24	1
14	18	27	12.5	4.5	0	0	9	0
14	8	25	14	4.5	1	2	24	1
14	17	29	19	4.5	0	1	13	1
14	7	24	21	4.5	3	4	64	0
14	16	31	21.5	4.5	0	4	15	0

<b>codificacion de fecha 1986</b>	
	<b>fecha</b>
1	04.06.86
2	05.06.86
3	06.06.86
4	07.06.86
5	09.06.86
6	10.06.86
7	11.06.86
8	12.06.86
9	13.06.86
10	14.06.86
11	16.06.86
12	17.06.86
13	21.06.86

<b>codificacion de fecha 1987</b>	
	<b>fecha</b>
1	01.06.87
2	02.06.87
3	03.06.87
4	04.06.87
5	06.06.87
6	07.06.87
7	08.06.87
8	09.06.87
9	10.06.87
10	11.06.87
11	14.06.87
12	16.06.87
13	20.06.87
14	21.06.87



**Anexo 2:**

Tablas de contingencia obtenidas de los datos en 1986, que fueron utilizadas para el análisis de los modelos log - lineales. Se obtuvieron tablas de contingencia similares para 1987, que no se presenta aquí.

fecha	hora	alimtot		Total
		1	2	
1	1	2	2	4
	2	0	0	0
	3	5	0	5
2	1	5	3	8
	2	6	2	8
	3	8	0	8
3	1	4	2	6
	2	1	2	3
	3	2	0	2
Total		33	11	44

fecha	hora	agrtot		Total
		1	2	
1	1	4	0	4
	2	0	0	0
	3	2	3	5
2	1	2	6	8
	2	7	1	8
	3	6	2	8
3	1	3	3	6
	2	2	1	3
	3	1	1	2
Total		27	17	44

fecha	hora	acictot		Total
		1	2	
1	1	1	3	4
	2	0	0	0
	3	5	0	5
2	1	1	7	8
	2	4	4	8
	3	4	4	8
3	1	0	6	6
	2	2	1	3
	3	1	1	2
Total		18	26	44

fecha	hora	robotot		Total
		1	2	
1	1	4	0	4
	2	0	0	0
	3	4	1	5
2	1	6	2	8
	2	5	3	8
	3	7	1	8
3	1	6	0	6
	2	2	1	3
	3	2	0	2
Total		36	8	44

fecha	temp	alimtot		Total
		1	2	
1	1	2	2	4
	2	5	0	5
	3	0	0	0
2	1	0	2	2
	2	13	2	15
	3	6	1	7
3	1	2	2	4
	2	4	2	6
	3	1	0	1
Total		33	11	44

fecha	temp	agrtot		Total
		1	2	
1	1	3	1	4
	2	3	2	5
	3	0	0	0
2	1	0	2	2
	2	8	7	15
	3	7	0	7
3	1	2	2	4
	2	3	3	6
	3	1	0	1
Total		27	17	44

fecha	temp	acictot		Total
		1	2	
1	1	2	2	4
	2	4	1	5
	3	0	0	0
2	1	0	2	2
	2	13	2	15
	3	7	0	7
3	1	0	4	4
	2	3	3	6
	3	0	1	1
Total		18	26	44

fecha	temp	robotot		Total
		1	2	
1	1	4	0	4
	2	4	1	5
	3	0	0	0
2	1	1	1	2
	2	10	5	15
	3	7	0	7
3	1	4	0	4
	2	5	1	6
	3	1	0	1
Total		36	8	44

fecha	lgpo	alimtot		Total
		1	2	
1	1	6	1	7
	2	1	1	2
	3	0	0	0
2	1	16	3	19
	2	2	1	3
	3	1	1	2
3	1	5	2	7
	2	1	1	2
	3	1	1	2
Total		33	11	44

fecha	lgpo	agrtot		Total
		1	2	
1	1	4	3	7
	2	2	0	2
	3	0	0	0
2	1	15	4	19
	2	0	3	3
	3	0	2	2
3	1	5	2	7
	2	1	1	2
	3	0	2	2
Total		27	17	44

fecha	lgpo	acictot		Total
		1	2	
1	1	5	2	7
	2	1	1	2
	3	0	0	0
2	1	9	10	19
	2	0	3	3
	3	0	2	2
3	1	3	4	7
	2	0	2	2
	3	0	2	2
Total		18	26	44

fecha	lgpo	robotot		Total
		1	2	
1	1	6	1	7
	2	2	0	2
	3	0	0	0
2	1	15	4	19
	2	2	1	3
	3	1	1	2
3	1	6	1	7
	2	2	0	2
	3	2	0	2
Total		36	8	44

hora	temp	alimtot		Total
		1	2	
1	1	3	6	9
	2	7	1	8
	3	1	0	1
2	1	0	0	0
	2	4	3	7
	3	3	1	4
3	1	1	0	1
	2	11	0	11
	3	3	0	3
Total		33	11	44

hora	temp	agrtot		Total
		1	2	
1	1	5	4	9
	2	3	5	8
	3	1	0	1
2	1	0	0	0
	2	5	2	7
	3	4	0	4
3	1	0	1	1
	2	6	5	11
	3	3	0	3
Total		27	17	44

hora	temp	acictot		Total
		1	2	
1	1	1	8	9
	2	1	7	8
	3	0	1	1
2	1	0	0	0
	2	2	5	7
	3	4	0	4
3	1	1	0	1
	2	6	5	11
	3	3	0	3
Total		18	26	44

hora	temp	robotot		Total
		1	2	
1	1	8	1	9
	2	7	1	8
	3	1	0	1
2	1	0	0	0
	2	3	4	7
	3	4	0	4
3	1	1	0	1
	2	9	2	11
	3	3	0	3
Total		36	8	44

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

hora	tqpo	alimtot		Total
		1	2	
1	1	8	2	10
	2	2	3	5
	3	1	2	3
2	1	6	4	10
	2	1	0	1
	3	0	0	0
3	1	13	0	13
	2	1	0	1
	3	1	0	1
Total		33	11	44

hora	tqpo	agrtot		Total
		1	2	
1	1	7	3	10
	2	2	3	5
	3	0	3	3
2	1	9	1	10
	2	0	1	1
	3	0	0	0
3	1	8	5	13
	2	1	0	1
	3	0	1	1
Total		27	17	44

hora	tqpo	acictot		Total
		1	2	
1	1	2	8	10
	2	0	5	5
	3	0	3	3
2	1	6	4	10
	2	0	1	1
	3	0	0	0
3	1	9	4	13
	2	1	0	1
	3	0	1	1
Total		18	26	44

hora	tqpo	robotot		Total
		1	2	
1	1	9	1	10
	2	5	0	5
	3	2	1	3
2	1	7	3	10
	2	0	1	1
	3	0	0	0
3	1	11	2	13
	2	1	0	1
	3	1	0	1
Total		36	8	44

**Anexo 3:**

Ejemplo Del listado obtenido en el paquete estadístico GLIM para el ajuste de los modelos log - lineales a las tablas de contingencia. En este caso se presenta el ajuste de la tabla de fecha, hora y alimtot para 1986; los modelos ajustados que se presentan en este listado son fecha + hora + alimtot y fecha + hora + alimto + fecha.hora. El término "scaled deviance" es un estimador de  $L^2$ .

[o] GLIM 3.77 update 0 (copyright)1985 Royal Statistical Society, London

```
[o]
[i] ? Sunit 18
[i] ? Sfact fecha 3 hora 3 alimtot 2
[i] ? SFAC? Sdata y fecha hora alimtot
[i] ? SDAT? Sread
[i] SREA?2 1 1 1
[i] SREA?2 1 1 2
[i] SREA?0 1 2 1
[i] SREA?0 1 2 2
[i] SREA?5 1 3 1
[i] SREA?0 1 3 2
[i] SREA?5 2 1 1
[i] SREA?3 2 1 2
[i] SREA?6 2 2 1
[i] SREA?2 2 2 2
[i] SREA?8 2 3 1
[i] SREA?0 2 3 2
[i] SREA?4 3 1 1
[i] SREA?2 3 1 2
[i] SREA?1 3 2 1
[i] SREA?2 3 2 2
[i] SREA?2 3 3 1
[i] SREA?0 3 3 2
[i] ? Syvar y
[i] ? Serror p
[i] ? Slink 1
[i] ? Sfit fecha+hora+alimtot
[i] SFIT?
[i] SFIT? Sc resultados
[o] scaled deviance = 20.874 at cycle 4
[o] d.f. = 12
[i] ? SCOM? Sdis mer
[o] Current model:
[o] number of units is 18
[o] y-variate Y
[o] weight *
[o] offset *
[o] probability distribution is POISSON
[o] link function is LOGARITHM
[o] scale parameter is 1.000
[o] terms = 1 + FECH + HORA + ALIM
[o] estimate s.e. parameter
[o] 1 1.016 0.3891 1
[o] 2 0.9808 0.3907 FECH(2)
[o] 3 0.2007 0.4493 FECH(3)
[o] 4 -0.4925 0.3826 HORA(2)
[o] 5 -0.1823 0.3495 HORA(3)
[o] 6 -1.099 0.3480 ALIM(2)
[o] scale parameter taken as 1.000
[o]
[o] unit observed fitted residual
[o] 1 2 2.761 -0.458
[o] 2 2 0.920 1.125
[o] 3 0 1.688 -1.299
[o] 4 0 0.563 -0.750
[o] 5 5 2.301 1.779
[o] 6 0 0.767 -0.876
```

```

[o] 7 5 7.364 -0.871
[o] 8 3 2.455 0.348
[o] 9 6 4.500 0.707
[o] 10 2 1.500 0.408
[o] 11 8 6.136 0.752
[o] 12 0 2.045 -1.430
[o] 13 4 3.375 0.340
[o] 14 2 1.125 0.825
[o] 15 1 2.063 -0.740
[o] 16 2 0.688 1.583
[o] 17 2 2.813 -0.484
[o] 18 0 0.938 -0.968
[o]
[i] $DIS? $fit + fecha.hora
[i] $FIT? $c resultados
[o] scaled deviance = 12.901 (change = -7.972) at cycle 8
[o] d.f. = 8 (change = -4 )
[i] $COM? $dis mer
[o] Current model:
[o] number of units is 18
[o] y-variate Y
[o] weight *
[o] offset *
[o] probability distribution is POISSON
[o] link function is LOGARITHM
[o] scale parameter is 1.000
[o] terms = 1 + FECH + HORA + ALIM + FECH.HORA
[o]
[o] estimate s.e. parameter
[o] 1 1.099 0.5075 1
[o] 2 0.6931 0.6124 FECH(2)
[o] 3 0.4055 0.6455 FECH(3)
[o] 4 -9.296 31.66 HORA(2)
[o] 5 0.2231 0.6708 HORA(3)
[o] 6 -1.099 0.3482 ALIM(2)
[o] 7 9.296 31.66 FECH(2).HORA(2)
[o] 8 -0.2231 0.8367 FECH(2).HORA(3)
[o] 9 8.603 31.67 FECH(3).HORA(2)
[o] 10 -1.322 1.057 FECH(3).HORA(3)
[o] scale parameter taken as 1.000
[o]
[o] unit observed fitted residual
[o] 1 2 3.000 -0.577
[o] 2 2 1.000 1.000
[o] 3 0 0.000 -0.017
[o] 4 0 0.000 -0.010
[o] 5 5 3.750 0.645
[o] 6 0 1.250 -1.118
[o] 7 5 6.000 -0.408
[o] 8 3 2.000 0.707
[o] 9 6 6.000 0.000
[o] 10 2 2.000 0.000
[o] 11 8 6.000 0.816
[o] 12 0 2.000 -1.414
[o] 13 4 4.500 -0.236
[o] 14 2 1.500 0.408
[o] 15 1 2.250 -0.833
[o] 16 2 0.750 1.443
[o] 17 2 1.500 0.408
[o] 18 0 0.500 -0.707
[o]
[i] $stop

```

---

**Anexo 4:**

Resultados obtenidos en el paquete estadístico GLIM para el ajuste de los modelos log - lineales a las tablas de contingencia. La simbología es la siguiente; jerar: jerarquía del modelos; mod; modelo log - lineal ajustado; L<sup>2</sup>: Estimador de máxima verosimilitud; g.l.: grados de libertad; p: probabilidad de una distribución de Ji cuadrada; s: valores significativo al 5%.

1986

fecha, hora

jerar	mod	alimentot				agrotot				eciectot				robotot					
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s		
a	1	20.874	12	0.052		21.106	12	0.049 *		28.208	12	0.005 *		15.264	12	0.227			
	2	12.901	8	0.115		13.242	8	0.104		20.236	8	0.009 *		7.291	8	0.506			
	d1-2	1	7.973	1	0.005 *		7.864	1	0.005 *		7.972	1	0.005 *		7.973	1	0.005 *		
		3	11.934	6	0.063		12.884	6	0.045 *		16.805	6	0.01 *		5.539	6	0.477		
	d2-3	1	0.967	1	0.325		0.358	1	0.55		3.431	1	0.064		1.752	1	0.186		
		4	1.1802	4	0.881		9.811	4	0.044 *		2.585	4	0.629		3.14	4	0.535		
	d3-4	10.754	1	0.001 *		3.073	1	0.08 *		14.22	1	2E-04 *		2.399	1	0.121			
	b	1	20.874	12	0.052		21.106	12	0.049 *		28.208	12	0.005 *		15.264	12	0.227		
		2	12.901	8	0.115		13.242	8	0.104		20.236	8	0.009 *		7.291	8	0.506		
		d1-2	1	7.973	1	0.005 *		7.8638	1	0.005 *		7.972	1	0.005 *		7.973	1	0.005 *	
			3	1.893	6	0.929		10.49	6	0.105		7.512	6	0.276		4.325	6	0.633	
		d2-3	1	11.008	1	9E-04 *		2.7522	1	0.097		12.724	1	4E-04 *		2.966	1	0.085	
4			1.1802	4	0.881		9.811	4	0.044 *		2.585	4	0.629		3.14	4	0.535		
d3-4		0.7128	1	0.399		0.679	1	0.41		4.927	1	0.026 *		1.185	1	0.276			
c		1	20.874	12	0.052		21.106	12	0.049 *		28.208	12	0.005 *		15.264	12	0.227		
		2	19.907	10	0.03 *		20.266	10	0.027 *		24.777	10	0.006 *		13.512	10	0.196		
		d1-2	1	0.967	1	0.325		0.84	1	0.359		3.431	1	0.064		1.752	1	0.186	
			3	11.934	6	0.063		12.884	6	0.045 *		16.805	6	0.01 *		5.539	6	0.477	
		d2-3	1	7.973	1	0.005 *		7.382	1	0.007 *		7.972	1	0.005 *		7.973	1	0.005 *	
	4		1.1802	4	0.881		9.811	4	0.044 *		2.585	4	0.629		3.14	4	0.535		
	d3-4	10.754	1	0.001 *		3.073	1	0.08		14.22	1	2E-04 *		2.399	1	0.121			
	d	1	20.874	12	0.052		21.106	12	0.049 *		28.208	12	0.005 *		15.264	12	0.227		
		2	19.907	10	0.03 *		20.266	10	0.027 *		24.777	10	0.006 *		13.512	10	0.196		
		d1-2	1	0.967	1	0.325		0.84	1	0.359		3.431	1	0.064		1.752	1	0.186	
			3	8.9	8	0.351		17.226	8	0.028 *		12.054	8	0.149		10.547	8	0.229	
		d2-3	1	11.007	1	9E-04 *		3.04	1	0.081		12.723	1	4E-04 *		2.965	1	0.085	
4			1.1802	4	0.881		9.811	4	0.044 *		2.585	4	0.629		3.14	4	0.535		
d3-4		7.7198	1	0.005 *		7.415	1	0.006 *		9.469	1	0.002 *		7.407	1	0.006 *			
e		1	20.874	12	0.052		21.106	12	0.049 *		28.208	12	0.005 *		15.264	12	0.227		
		2	9.866	10	0.452		18.368	10	0.049 *		15.485	10	0.115		12.298	10	0.266		
		d1-2	1	11.008	1	9E-04 *		2.738	1	0.098		12.723	1	4E-04 *		2.966	1	0.085	
			3	1.893	6	0.929		10.49	6	0.105		7.512	6	0.276		5.539	6	0.477	
		d2-3	1	7.973	1	0.005 *		7.878	1	0.005 *		7.973	1	0.005 *		6.759	1	0.009 *	
	4		1.1802	4	0.881		9.811	4	0.044 *		2.585	4	0.629		3.14	4	0.535		
	d3-4	0.7128	1	0.399		0.679	1	0.41		4.927	1	0.026 *		2.399	1	0.121			
	f	1	20.874	12	0.052		21.106	12	0.049 *		28.208	12	0.005 *		15.264	12	0.227		
		2	9.866	10	0.452		18.368	10	0.049 *		15.485	10	0.115		12.298	10	0.266		
		d1-2	1	11.008	1	9E-04 *		2.738	1	0.098		12.723	1	4E-04 *		2.966	1	0.085	
			3	8.9	8	0.351		17.226	8	0.028 *		12.054	8	0.149		10.547	8	0.229	
		d2-3	1	0.966	1	0.326		1.142	1	0.285		3.431	1	0.064 *		1.751	1	0.186	
4			1.1802	4	0.881		9.811	4	0.044 *		2.585	4	0.629		3.14	4	0.535		
d3-4		7.7198	1	0.005 *		7.415	1	0.006 *		9.469	1	0.002 *		7.407	1	0.006 *			

fecha, temp

jerar	mod	alimtot				agrtot				acictot				robotot			
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	23.683	12	0.022	*	23.332	12	0.025	*	39.335	12	9E-05	*	19.893	12	0.069	
	2	13.236	8	0.104		12.885	8	0.116		28.888	8	3E-04	*	9.446	8	0.306	
	d1-2	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*
	3	12.269	6	0.056		12.552	6	0.051		25.457	6	3E-04	*	7.695	6	0.261	
b	d2-3	0.967	1	0.325		0.333	1	0.564		3.431	1	0.064		1.751	1	0.186	
	4	4.207	4	0.379		2.767	4	0.598		9.235	4	0.055		2.196	4	0.7	
	d3-4	8.062	1	0.005	*	9.785	1	0.002	*	16.222	1	6E-05	*	5.499	1	0.019	*
	1	23.683	12	0.022	*	23.332	12	0.025	*	39.335	12	9E-05	*	19.893	12	0.069	
c	2	13.236	8	0.104		12.885	8	0.116		28.888	8	3E-04	*	9.446	8	0.306	
	d1-2	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*
	3	5.563	6	0.474		3.934	6	0.686		18.932	6	0.004	*	4.513	6	0.608	
	d2-3	7.673	1	0.006	*	8.951	1	0.003	*	9.956	1	0.002	*	4.933	1	0.026	*
d	4	4.207	4	0.379		2.767	4	0.598		9.235	4	0.055		2.196	4	0.7	
	d3-4	1.356	1	0.244		1.167	1	0.28		9.697	1	0.002	*	2.317	1	0.128	
	1	23.683	12	0.022	*	23.332	12	0.025	*	39.335	12	9E-05	*	19.893	12	0.069	
	2	22.716	10	0.012	*	22.999	10	0.011	*	35.904	10	9E-05	*	18.142	10	0.053	
e	d1-2	0.967	1	0.325		0.333	1	0.564		3.431	1	0.064		1.751	1	0.186	
	3	12.269	6	0.056		12.552	6	0.051		25.457	6	3E-04	*	7.695	6	0.261	
	d2-3	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*
	4	4.207	4	0.379		2.767	4	0.598		9.235	4	0.055		2.196	4	0.7	
f	d3-4	8.062	1	0.005	*	9.785	1	0.002	*	16.222	1	6E-05	*	5.499	1	0.019	*
	1	23.683	12	0.022	*	23.332	12	0.025	*	39.335	12	9E-05	*	19.893	12	0.069	
	2	22.716	10	0.012	*	22.999	10	0.011	*	35.904	10	9E-05	*	18.142	10	0.053	
	d1-2	0.967	1	0.325		0.333	1	0.564		3.431	1	0.064		1.751	1	0.186	
g	3	15.044	8	0.058		14.047	8	0.081		25.947	8	0.001	*	13.209	8	0.105	
	d2-3	7.672	1	0.006	*	8.952	1	0.003	*	9.957	1	0.002	*	4.933	1	0.026	*
	4	4.207	4	0.379		2.767	4	0.598		9.235	4	0.055		2.196	4	0.7	
	d3-4	10.837	1	1E-03	*	11.28	1	8E-04	*	16.712	1	4E-05	*	11.013	1	9E-04	*
h	1	23.683	12	0.022	*	23.332	12	0.025	*	39.335	12	9E-05	*	19.893	12	0.069	
	2	16.011	10	0.099		14.381	10	0.156		29.379	10	0.001	*	14.961	10	0.133	
	d1-2	7.672	1	0.006	*	8.951	1	0.003	*	9.956	1	0.002	*	4.932	1	0.026	*
	3	5.563	6	0.474		3.934	6	0.686		18.932	6	0.004	*	4.513	6	0.608	
i	d2-3	10.448	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.447	1	0.001	*	10.448	1	0.001	*
	4	4.207	4	0.379		2.767	4	0.598		9.235	4	0.055		2.196	4	0.7	
	d3-4	1.356	1	0.244		1.167	1	0.28		9.697	1	0.002	*	2.317	1	0.128	
	1	23.683	12	0.022	*	23.332	12	0.025	*	39.335	12	9E-05	*	19.893	12	0.069	
j	2	16.011	10	0.099		14.381	10	0.156		29.379	10	0.001	*	14.961	10	0.133	
	d1-2	7.672	1	0.006	*	8.951	1	0.003	*	9.956	1	0.002	*	4.932	1	0.026	*
	3	15.044	8	0.058		14.047	8	0.081		25.947	8	0.001	*	13.209	8	0.105	
	d2-3	0.967	1	0.325		0.334	1	0.563		3.432	1	0.064		1.752	1	0.186	
k	4	4.207	4	0.379		2.767	4	0.598		9.235	4	0.055		2.196	4	0.7	
	d3-4	10.837	1	1E-03	*	11.28	1	8E-04	*	16.712	1	4E-05	*	11.013	1	9E-04	*



fecha, tgp

jerar	mod	alimtot				agrtot				acictot				robotot			
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	6.996	12	0.858		21.55	12	0.043	*	15.65	12	0.208		7.204	12	0.844	
	2	3.885	8	0.867		18.439	8	0.018	*	12.539	8	0.129		4.093	8	0.849	
	d1-2	3.111	1	0.078		3.111	1	0.078		3.111	1	0.078		3.111	1	0.078	
	3	2.918	6	0.819		18.105	6	0.006	*	9.107	6	0.168		2.341	6	0.886	
b	d2-3	0.967	1	0.325		0.334	1	0.563		3.432	1	0.064		1.752	1	0.186	
	4	0.277	4	0.991		7.963	4	0.093		1.446	4	0.836		2.132	4	0.711	
	d3-4	2.641	1	0.104		10.142	1	0.001	*	7.661	1	0.006	*	0.209	1	0.648	
	1	6.996	12	0.858		21.55	12	0.043	*	15.65	12	0.208		7.204	12	0.844	
c	2	3.885	8	0.867		18.439	8	0.018	*	12.539	8	0.129		4.093	8	0.849	
	d1-2	3.111	1	0.078		3.111	1	0.078		3.111	1	0.078		3.111	1	0.078	
	3	0.798	6	0.992		7.968	6	0.24		4.463	6	0.614		3.902	6	0.69	
	d2-3	3.087	1	0.079		10.471	1	0.001	*	8.076	1	0.004	*	0.191	1	0.662	
d	4	0.277	4	0.991		7.963	4	0.093		1.446	4	0.836		2.132	4	0.711	
	d3-4	0.521	1	0.47		0.005	1	0.944		3.017	1	0.082		1.77	1	0.183	
	1	6.996	12	0.858		21.55	12	0.043	*	15.65	12	0.208		7.204	12	0.844	
	2	6.03	10	0.813		21.217	10	0.02	*	12.219	10	0.271		5.453	10	0.859	
e	d1-2	0.966	1	0.326		0.333	1	0.564		3.431	1	0.064		1.751	1	0.186	
	3	2.918	6	0.819		18.105	6	0.006	*	9.107	6	0.168		2.341	6	0.886	
	d2-3	3.112	1	0.078		3.112	1	0.078		3.112	1	0.078		3.112	1	0.078	
	4	0.277	4	0.991		7.963	4	0.093		1.446	4	0.836		2.132	4	0.711	
f	d3-4	2.641	1	0.104		10.142	1	0.001	*	7.661	1	0.006	*	0.209	1	0.648	
	1	6.996	12	0.858		21.55	12	0.043	*	15.65	12	0.208		7.204	12	0.844	
	2	6.03	10	0.813		21.217	10	0.02	*	12.219	10	0.271		5.453	10	0.859	
	d1-2	0.966	1	0.326		0.333	1	0.564		3.431	1	0.064		1.751	1	0.186	
g	3	2.943	8	0.938		10.746	8	0.217		4.144	8	0.844		5.262	8	0.729	
	d2-3	3.087	1	0.079		10.471	1	0.001	*	8.075	1	0.004	*	0.191	1	0.662	
	4	0.277	4	0.991		7.963	4	0.093		1.446	4	0.836		2.132	4	0.711	
	d3-4	2.666	1	0.103		2.783	1	0.095		2.698	1	0.1		3.13	1	0.077	
h	1	6.996	12	0.858		21.55	12	0.043	*	15.65	12	0.208		7.204	12	0.844	
	2	3.91	10	0.951		11.08	10	0.351		7.575	10	0.67		7.014	10	0.724	
	d1-2	3.086	1	0.079		10.47	1	0.001	*	8.075	1	0.004	*	0.19	1	0.663	
	3	0.798	6	0.992		7.968	6	0.24		4.463	6	0.614		3.902	6	0.69	
i	d2-3	3.112	1	0.078		3.112	1	0.078		3.112	1	0.078		3.112	1	0.078	
	4	0.277	4	0.991		7.963	4	0.093		1.446	4	0.836		2.132	4	0.711	
	d3-4	0.521	1	0.47		0.005	1	0.944		3.017	1	0.082		1.77	1	0.183	
	1	6.996	12	0.858		21.55	12	0.043	*	15.65	12	0.208		7.204	12	0.844	
j	2	3.91	10	0.951		11.08	10	0.351		7.575	10	0.67		7.014	10	0.724	
	d1-2	3.086	1	0.079		10.47	1	0.001	*	8.075	1	0.004	*	0.19	1	0.663	
	3	2.943	8	0.938		10.746	8	0.217		4.144	8	0.844		5.262	8	0.729	
	d2-3	0.967	1	0.325		0.334	1	0.563		3.431	1	0.064		1.752	1	0.186	
k	4	0.277	4	0.991		7.963	4	0.093		1.446	4	0.836		2.132	4	0.711	
	d3-4	2.666	1	0.103		2.783	1	0.095		2.698	1	0.1		3.13	1	0.077	

hora. temp

jerar	mod	alimtot				agrtot				acictot				robotot				
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	
a	1	34.656	12	5E-04 *	28.936	12	0.004 *	40.409	12	6E-05 *	26.141	12	0.01 *					
	2	17.941	8	0.022 *	12.221	8	0.142	23.694	8	0.003 *	9.425	8	0.308					
	d1-2	16.715	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.716	1	4E-05 *					
	3	6.933	6	0.327 *	9.091	6	0.169	10.971	6	0.089	6.46	6	0.374					
	d2-3	11.008	1	9E-04 *	3.13	1	0.077	12.723	1	4E-04 *	2.965	1	0.085					
	4	0.1139	4	0.998	1.981	4	0.739	3.685	4	0.45	0.299	4	0.99					
	d3-4	6.8191	1	0.009 *	7.11	1	0.008 *	7.286	1	0.007 *	6.161	1	0.013 *					
	b	1	34.656	12	5E-04 *	28.936	12	0.004 *	40.409	12	6E-05 *	26.141	12	0.01 *				
	2	17.941	8	0.022 *	12.221	8	0.142	23.694	8	0.003 *	9.425	8	0.308					
	d1-2	16.715	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.716	1	4E-05 *					
3	10.269	6	0.114	3.268	6	0.775	13.738	6	0.033 *	4.492	6	0.61						
d2-3	7.672	1	0.006 *	8.951	1	0.003 *	9.956	1	0.002 *	4.933	1	0.026 *						
4	0.1139	4	0.998	1.981	4	0.739	3.685	4	0.45	0.299	4	0.99						
d3-4	10.155	1	0.001 *	1.287	1	0.257	10.053	1	0.002 *	4.193	1	0.041 *						
c	1	34.656	12	5E-04 *	28.936	12	0.004 *	40.409	12	6E-05 *	26.141	12	0.01 *					
	2	23.65	10	0.009 *	25.806	10	0.004 *	27.686	10	0.002 *	23.176	10	0.01 *					
	d1-2	11.006	1	9E-04 *	3.13	1	0.077	12.723	1	4E-04 *	2.965	1	0.085					
	3	6.933	6	0.327 *	9.091	6	0.169	10.971	6	0.089	6.46	6	0.374					
	d2-3	16.717	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.716	1	4E-05 *					
	4	0.1139	4	0.998	1.981	4	0.739	3.685	4	0.45	0.299	4	0.99					
	d3-4	6.8191	1	0.009 *	7.11	1	0.008 *	7.286	1	0.007 *	6.161	1	0.013 *					
	d	1	34.656	12	5E-04 *	28.936	12	0.004 *	40.409	12	6E-05 *	26.141	12	0.01 *				
	2	23.65	10	0.009 *	25.806	10	0.004 *	27.686	10	0.002 *	23.176	10	0.01 *					
	d1-2	11.006	1	9E-04 *	3.13	1	0.077	12.723	1	4E-04 *	2.965	1	0.085					
3	15.977	8	0.043 *	16.855	8	0.032 *	17.73	8	0.023 *	18.244	8	0.019 *						
d2-3	7.673	1	0.006 *	8.951	1	0.003 *	9.956	1	0.002 *	4.932	1	0.026 *						
4	0.1139	4	0.998	1.981	4	0.739	3.685	4	0.45	0.299	4	0.99						
d3-4	15.863	1	7E-05 *	14.874	1	1E-04 *	14.045	1	2E-04 *	17.945	1	2E-05 *						
e	1	34.656	12	5E-04 *	28.936	12	0.004 *	40.409	12	6E-05 *	26.141	12	0.01 *					
	2	26.984	10	0.003 *	19.985	10	0.029 *	30.453	10	7E-04 *	21.209	10	0.02 *					
	d1-2	7.672	1	0.006 *	8.951	1	0.003 *	9.956	1	0.002 *	4.932	1	0.026 *					
	3	10.269	6	0.114	3.268	6	0.775	13.738	6	0.033 *	4.492	6	0.61					
	d2-3	16.715	1	4E-05 *	16.717	1	4E-05 *	16.715	1	4E-05 *	16.717	1	4E-05 *					
	4	0.1139	4	0.998	1.981	4	0.739	3.685	4	0.45	0.299	4	0.99					
	d3-4	10.155	1	0.001 *	1.287	1	0.257	10.053	1	0.002 *	4.193	1	0.041 *					
	f	1	34.656	12	5E-04 *	28.936	12	0.004 *	40.409	12	6E-05 *	26.141	12	0.01 *				
	2	26.984	10	0.003 *	19.985	10	0.029 *	30.453	10	7E-04 *	21.209	10	0.02 *					
	d1-2	7.672	1	0.006 *	8.951	1	0.003 *	9.956	1	0.002 *	4.932	1	0.026 *					
3	15.977	8	0.043 *	16.855	8	0.032 *	17.73	8	0.023 *	18.244	8	0.019 *						
d2-3	11.007	1	9E-04 *	3.13	1	0.077	12.723	1	4E-04 *	2.965	1	0.085						
4	0.1139	4	0.998	1.981	4	0.739	3.685	4	0.45	0.299	4	0.99						
d3-4	15.863	1	7E-05 *	14.874	1	1E-04 *	14.045	1	2E-04 *	17.945	1	2E-05 *						

hora, tgpo		alimtot				agrtot				aciotot				robotot			
jerar	mod	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	15.469	8	0.051 *		15.933	8	0.043 *		20.018	8	0.01 *		8.024	8	0.431	
	d1-2	7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *	
	3	4.46	6	0.615		12.803	6	0.046 *		7.295	6	0.294		5.059	6	0.536	
	d2-3	11.009	1	9E-04 *		3.13	1	0.077		12.723	1	4E-04 *		2.965	1	0.085	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	2.105	1	0.147		8.496	1	0.004 *		4.236	1	0.04 *		0.672	1	0.412	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	15.469	8	0.051 *		15.933	8	0.043 *		20.018	8	0.01 *		8.024	8	0.431	
	d1-2	7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *	
b	3	12.382	6	0.054		5.462	6	0.486		11.943	6	0.063		7.833	6	0.251	
	d2-3	3.087	1	0.079		10.471	1	0.001 *		8.075	1	0.004 *		0.191	1	0.662	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	10.027	1	0.002 *		1.155	1	0.283		8.884	1	0.003 *		3.446	1	0.063	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	11.796	10	0.299		20.138	10	0.028 *		14.631	10	0.146		12.394	10	0.26	
	d1-2	11.008	1	9E-04 *		3.13	1	0.077		12.722	1	4E-04 *		2.965	1	0.085	
	3	4.46	6	0.615		12.803	6	0.046 *		7.295	6	0.294		5.059	6	0.536	
	d2-3	7.336	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.336	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
c	d3-4	2.105	1	0.147		8.496	1	0.004 *		4.236	1	0.04 *		0.672	1	0.412	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	11.796	10	0.299		20.138	10	0.028 *		14.631	10	0.146		12.394	10	0.26	
	d1-2	11.008	1	9E-04 *		3.13	1	0.077		12.722	1	4E-04 *		2.965	1	0.085	
	3	4.46	6	0.615		12.803	6	0.046 *		7.295	6	0.294		5.059	6	0.536	
	d2-3	7.336	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.336	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	2.105	1	0.147		8.496	1	0.004 *		4.236	1	0.04 *		0.672	1	0.412	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	11.796	10	0.299		20.138	10	0.028 *		14.631	10	0.146		12.394	10	0.26	
d	d1-2	11.008	1	9E-04 *		3.13	1	0.077		12.722	1	4E-04 *		2.965	1	0.085	
	3	8.71	8	0.367		9.668	8	0.289		6.556	8	0.585		12.203	8	0.142	
	d2-3	3.086	1	0.079		10.47	1	0.001 *		8.075	1	0.004 *		0.191	1	0.662	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	6.355	1	0.012 *		5.361	1	0.021 *		3.497	1	0.061		7.816	1	0.005 *	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	19.717	10	0.032 *		12.797	10	0.235		19.279	10	0.037 *		15.169	10	0.126	
	d1-2	3.087	1	0.079		10.471	1	0.001 *		8.074	1	0.004 *		0.19	1	0.663	
	3	12.382	6	0.054		5.462	6	0.486		11.943	6	0.063		7.833	6	0.251	
	d2-3	7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.336	1	0.007 *		7.336	1	0.007 *	
e	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	10.027	1	0.002 *		1.155	1	0.283		8.884	1	0.003 *		3.446	1	0.063	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
	2	19.717	10	0.032 *		12.797	10	0.235		19.279	10	0.037 *		15.169	10	0.126	
	d1-2	3.087	1	0.079		10.471	1	0.001 *		8.074	1	0.004 *		0.19	1	0.663	
	3	12.382	6	0.054		5.462	6	0.486		11.943	6	0.063		7.833	6	0.251	
	d2-3	7.335	1	0.007 *		7.335	1	0.007 *		7.336	1	0.007 *		7.336	1	0.007 *	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	10.027	1	0.002 *		1.155	1	0.283		8.884	1	0.003 *		3.446	1	0.063	
	1	22.804	12	0.029 *		23.268	12	0.026 *		27.353	12	0.007 *		15.359	12	0.222	
f	2	19.717	10	0.032 *		12.797	10	0.235		19.279	10	0.037 *		15.169	10	0.126	
	d1-2	3.087	1	0.079		10.471	1	0.001 *		8.074	1	0.004 *		0.19	1	0.663	
	3	8.71	8	0.367		9.668	8	0.289		6.556	8	0.585		12.203	8	0.142	
	d2-3	11.007	1	9E-04 *		3.129	1	0.077		12.723	1	4E-04 *		2.966	1	0.085	
	4	2.355	4	0.671		4.307	4	0.366		3.059	4	0.548		4.387	4	0.356	
	d3-4	6.355	1	0.012 *		5.361	1	0.021 *		3.497	1	0.061		7.816	1	0.005 *	

1987

fecha, hora

j	m	alimtot				egrtot				acictot				robotot			
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	15.99	7	0.025	*	5.321	7	0.621		4.515	7	0.719		0.021	7		1
	2	15.969	6	0.007	*	5.301	5	0.38		4.495	5	0.481		0.0003	5		1
d1-2		0.021	1	0.885		0.02	1	0.888		0.02	1	0.888		0.0207	1	0.886	
	3	8.556	3	0.036	*	4.354	3	0.226		1.498	3	0.683		0.0003	3		1
d2-3		7.413	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0	1		1
	4	5.443	2	0.066		2.375	2	0.305		0.0004	2	1		0.0003	2		1
d3-4		3.113	1	0.078		1.979	1	0.159		1.4976	1	0.221		0	1		1
b	1	15.99	7	0.025	*	5.321	7	0.621		4.515	7	0.719		0.021	7		1
	2	15.969	5	0.007	*	5.301	5	0.38		4.495	5	0.481		0.0003	5		1
d1-2		0.021	1	0.885		0.02	1	0.888		0.02	1	0.888		0.0207	1	0.886	
	3	13.183	4	0.01	*	3.421	4	0.49		3.037	4	0.552		0.0003	4		1
d2-3		2.786	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1		1
	4	5.443	2	0.066		2.375	2	0.305		0.0004	2	1		0.0003	2		1
d3-4		7.74	1	0.005	*	1.046	1	0.306		3.0366	1	0.081		0	1		1
c	1	15.99	7	0.025	*	5.321	7	0.621		4.515	7	0.719		0.021	7		1
	2	8.576	5	0.127		4.374	5	0.497		1.518	5	0.911		0.021	5		1
d1-2		7.414	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0	1		1
	3	8.556	3	0.036	*	4.354	3	0.226		1.498	3	0.683		0.0003	3		1
d2-3		0.02	1	0.888		0.02	1	0.888		0.02	1	0.888		0.0207	1	0.886	
	4	5.443	2	0.066		2.375	2	0.305		0.0004	2	1		0.0003	2		1
d3-4		3.113	1	0.078		1.979	1	0.159		1.4976	1	0.221		0	1		1
d	1	15.99	7	0.025	*	5.321	7	0.621		4.515	7	0.719		0.021	7		1
	2	8.576	5	0.127		4.374	5	0.497		1.518	5	0.911		0.021	5		1
d1-2		7.414	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0	1		1
	3	5.79	4	0.215		2.494	4	0.646		0.06	4	1		0.021	4		1
d2-3		2.786	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1		1
	4	5.443	2	0.066		2.375	2	0.305		0.0004	2	1		0.0003	2		1
d3-4		0.347	1	0.556		0.119	1	0.73		0.0596	1	0.807		0.0207	1	0.886	
e	1	15.99	7	0.025	*	5.321	7	0.621		4.515	7	0.719		0.021	7		1
	2	13.203	6	0.04	*	3.441	6	0.752		3.057	6	0.802		0.021	6		1
d1-2		2.787	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1		1
	3	13.183	4	0.01	*	3.421	4	0.49		3.037	4	0.552		0.0003	4		1
d2-3		0.02	1	0.888		0.02	1	0.888		0.02	1	0.888		0.0207	1	0.886	
	4	5.443	2	0.066		2.375	2	0.305		0.0004	2	1		0.0003	2		1
d3-4		7.74	1	0.005	*	1.046	1	0.306		3.0366	1	0.081		0	1		1
f	1	15.99	7	0.025	*	5.321	7	0.621		4.515	7	0.719		0.021	7		1
	2	13.203	6	0.04	*	3.441	6	0.752		3.057	6	0.802		0.021	6		1
d1-2		2.787	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1		1
	3	5.79	4	0.215		2.494	4	0.646		0.06	4	1		0.021	4		1
d2-3		7.413	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0	1		1
	4	5.443	2	0.066		2.375	2	0.305		0.0004	2	1		0.0003	2		1
d3-4		0.347	1	0.556		0.119	1	0.73		0.0596	1	0.807		0.0207	1	0.886	

fecha, temp

jerar	mod	alimtot				agrtot				scictot				robotot			
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	22.146	12	0.036	*	16.179	12	0.183		11.323	12	0.501		4.597	12	0.97	
	2	17.649	8	0.025	*	11.583	8	0.171		6.726	8	0.566		0.0005	8	1	
	d1-2	4.597	1	0.032	*	4.596	1	0.032	*	4.597	1	0.032	*	4.5965	1	0.032	*
	3	10.136	6	0.119		10.636	6	0.1		3.729	6	0.713		0.0005	6	1	
d2-3	7.413	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0	1	1		
	4	5.709	4	0.222		7.627	4	0.106		0.0008	4	1		0.0004	4	1	
	d3-4	4.427	1	0.035	*	3.009	1	0.083		3.7282	1	0.054		0.0001	1	0.992	
	1	22.146	12	0.036	*	16.179	12	0.183		11.323	12	0.501		4.597	12	0.97	
b	2	17.649	8	0.025	*	11.583	8	0.171		6.726	8	0.566		0.0005	8	1	
	d1-2	4.597	1	0.032	*	4.596	1	0.032	*	4.597	1	0.032	*	4.5965	1	0.032	*
	3	12.176	6	0.058		7.823	6	0.251		3.93	6	0.686		0.0005	6	1	
	d2-3	5.373	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.796	1	0.094		0	1	1	
d3-4	5.709	4	0.222		7.627	4	0.106		0.0008	4	1		0.0004	4	1		
	6.467	1	0.011		0.196	1	0.658		3.9292	1	0.047	*	0.0001	1	0.992		
	1	22.146	12	0.036	*	16.179	12	0.183		11.323	12	0.501		4.597	12	0.97	
	2	14.732	10	0.142		15.232	10	0.124		8.326	10	0.597		4.596	10	0.916	
c	d1-2	7.414	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0.001	1	0.975	
	3	10.136	6	0.119		10.636	6	0.1		3.729	6	0.713		0.0005	6	1	
	d2-3	4.596	1	0.032	*	4.596	1	0.032	*	4.597	1	0.032	*	4.5955	1	0.032	*
	4	5.709	4	0.222		7.627	4	0.106		0.0008	4	1		0.0004	4	1	
d3-4	4.427	1	0.035	*	3.009	1	0.083		3.7282	1	0.054		0.0001	1	0.992		
	1	22.146	12	0.036	*	16.179	12	0.183		11.323	12	0.501		4.597	12	0.97	
	2	14.732	10	0.142		15.232	10	0.124		8.326	10	0.597		4.596	10	0.916	
	d1-2	7.414	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0.001	1	0.975	
d	3	9.359	8	0.313		11.472	8	0.176		5.529	8	0.7		4.596	8	0.8	
	d2-3	5.373	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1	
	4	5.709	4	0.222		7.627	4	0.106		0.0008	4	1		0.0004	4	1	
	d3-4	3.65	1	0.056		3.845	1	0.05		5.5282	1	0.019	*	4.5956	1	0.032	*
e	1	22.146	12	0.036	*	16.179	12	0.183		11.323	12	0.501		4.597	12	0.97	
	2	16.772	10	0.08		12.419	10	0.258		8.526	10	0.578		4.597	10	0.916	
	d1-2	5.374	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1	
	3	12.176	6	0.058		7.823	6	0.251		3.93	6	0.686		0.0005	6	1	
d2-3	4.596	1	0.032	*	4.596	1	0.032	*	4.596	1	0.032	*	4.5965	1	0.032	*	
	4	5.709	4	0.222		7.627	4	0.106		0.0008	4	1		0.0004	4	1	
	d3-4	6.467	1	0.011		0.196	1	0.658		3.9292	1	0.047	*	0.0001	1	0.992	
	1	22.146	12	0.036	*	16.179	12	0.183		11.323	12	0.501		4.597	12	0.97	
f	2	16.772	10	0.08		12.419	10	0.258		8.526	10	0.578		4.597	10	0.916	
	d1-2	5.374	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1	
	3	9.359	8	0.313		11.472	8	0.176		5.529	8	0.7		4.596	8	0.8	
	d2-3	7.413	1	0.006	*	0.947	1	0.33		2.997	1	0.083		0.001	1	0.975	
d3-4	4	5.709	4	0.222		7.627	4	0.106		0.0008	4	1		0.0004	4	1	
	3.65	1	0.056		3.845	1	0.05		5.5282	1	0.019	*	4.5956	1	0.032	*	

fecha, tipo

jerar	mod	alimtot				agrtot				acictot				robotot			
		L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	29.191	12	0.004 *	18.958	12	0.09	16.177	12	0.183	12.42	12	0.413				
	2	16.771	8	0.033	6.538	8	0.587	3.757	8	0.878	0.0005	8	1				
	d1-2	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *				
	3	9.358	6	0.154	5.591	6	0.471	0.76	6	0.993	0.0005	6	1				
	d2-3	7.413	1	0.006 *	0.947	1	0.33	2.997	1	0.083	0	1	1				
4	9.13	4	0.058	2.487	4	0.647	0.0007	4	1	0.0005	4	1					
d3-4	0.228	1	0.633	3.104	1	0.078	0.7593	1	0.384	0	1	1					
b	1	29.191	12	0.004 *	18.958	12	0.09	16.177	12	0.183	12.42	12	0.413				
	2	16.771	8	0.033 *	6.538	8	0.587	3.757	8	0.878	0.0005	8	1				
	d1-2	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *				
	3	16.258	6	0.012 *	3.547	6	0.738	1.31	6	0.971	0.0005	6	1				
	d2-3	0.513	1	0.474	2.991	1	0.084	2.447	1	0.118	0	1	1				
4	9.13	4	0.058	2.487	4	0.647	0.0007	4	1	0.0005	4	1					
d3-4	7.128	1	0.008 *	1.06	1	0.303	1.3093	1	0.253	0	1	1					
c	1	29.191	12	0.004 *	18.958	12	0.09	16.177	12	0.183	12.42	12	0.413				
	2	21.778	10	0.016 *	18.011	10	0.055	13.18	10	0.214	12.42	10	0.258				
	d1-2	7.413	1	0.006 *	0.947	1	0.33	2.997	1	0.083	0	1	1				
	3	9.358	6	0.154	5.591	6	0.471	0.76	6	0.993	0.0005	6	1				
	d2-3	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *				
4	9.13	4	0.058	2.487	4	0.647	0.0007	4	1	0.0005	4	1					
d3-4	0.228	1	0.633	3.104	1	0.078	0.7593	1	0.384	0	1	1					
d	1	29.191	12	0.004 *	18.958	12	0.09	16.177	12	0.183	12.42	12	0.413				
	2	21.778	10	0.016 *	18.011	10	0.055	13.18	10	0.214	12.42	10	0.258				
	d1-2	7.413	1	0.006 *	0.947	1	0.33	2.997	1	0.083	0	1	1				
	3	21.265	8	0.006 *	15.02	8	0.059	10.733	8	0.217	12.42	8	0.133				
	d2-3	0.513	1	0.474	2.991	1	0.084	2.447	1	0.118	0	1	1				
4	9.13	4	0.058	2.487	4	0.647	0.0007	4	1	0.0005	4	1					
d3-4	12.135	1	5E-04 *	12.533	1	4E-04 *	10.732	1	0.001 *	12.42	1	4E-04 *					
e	1	29.191	12	0.004 *	18.958	12	0.09	16.177	12	0.183	12.42	12	0.413				
	2	28.678	10	0.001 *	15.967	10	0.101	13.73	10	0.186	12.42	10	0.258				
	d1-2	0.513	1	0.474	2.991	1	0.084	2.447	1	0.118	0	1	1				
	3	16.258	6	0.012 *	3.547	6	0.738	1.31	6	0.971	0.0005	6	1				
	d2-3	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *	12.42	1	4E-04 *				
4	9.13	4	0.058	2.487	4	0.647	0.0007	4	1	0.0005	4	1					
d3-4	7.128	1	0.008 *	1.06	1	0.303	1.3093	1	0.253	0	1	1					
f	1	29.191	12	0.004 *	18.958	12	0.09	16.177	12	0.183	12.42	12	0.413				
	2	28.678	10	0.001 *	15.967	10	0.101	13.73	10	0.186	12.42	10	0.258				
	d1-2	0.513	1	0.474	2.991	1	0.084	2.447	1	0.118	0	1	1				
	3	21.265	8	0.006 *	15.02	8	0.059	10.733	8	0.217	12.42	8	0.133				
	d2-3	7.413	1	0.006 *	0.947	1	0.33	2.997	1	0.083	0	1	1				
4	9.13	4	0.058	2.487	4	0.647	0.0007	4	1	0.0005	4	1					
d3-4	12.135	1	5E-04 *	12.533	1	4E-04 *	10.732	1	0.001 *	12.42	1	4E-04 *					

hora, temp		alimtot				agrotot				acictot				robotot				
jerar	mod	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	
a	1	18.142	7	0.011	*	9.184	7	0.24		8.594	7	0.283		3.594	7	0.825		
	2	14.548	5	0.012	*	5.59	5	0.348		5	5	0.416		0.0003	5	1		
	d1-2	3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.5937	1	0.058		
	3	11.762	4	0.019	*	3.71	4	0.447		3.542	4	0.472		0.0003	4	1		
	d2-3	2.786	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1	1		
	4	3.806	2	0.149		0.782	2	0.676		0.0005	2	1		0.0003	2	1		
	d3-4	7.956	1	0.005	*	2.928	1	0.087		3.5415	1	0.06		0	1	1		
	b	1	18.142	7	0.011	*	9.184	7	0.24		8.594	7	0.283		3.594	7	0.825	
	2	14.548	5	0.012	*	5.59	5	0.348		5	5	0.416		0.0003	5	1		
	d1-2	3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.5937	1	0.058		
	3	9.175	3	0.027	*	1.83	3	0.608		2.203	3	0.531		0.0003	3	1		
	d2-3	5.373	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1		
4	3.806	2	0.149		0.782	2	0.676		0.0005	2	1		0.0003	2	1			
d3-4	5.369	1	0.02	*	1.048	1	0.306		2.2025	1	0.138		0	1	1			
c	1	18.142	7	0.011	*	9.184	7	0.24		8.594	7	0.283		3.594	7	0.825		
	2	15.356	6	0.018	*	7.304	6	0.294		7.136	6	0.308		3.594	6	0.731		
	d1-2	2.786	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1	1		
	3	11.762	4	0.019	*	3.71	4	0.447		3.542	4	0.472		0.0003	4	1		
	d2-3	3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.5937	1	0.058		
	4	3.806	2	0.149		0.782	2	0.676		0.0005	2	1		0.0003	2	1		
	d3-4	7.956	1	0.005	*	2.928	1	0.087		3.5415	1	0.06		0	1	1		
	d	1	18.142	7	0.011	*	9.184	7	0.24		8.594	7	0.283		3.594	7	0.825	
	2	15.356	6	0.018	*	7.304	6	0.294		7.136	6	0.308		3.594	6	0.731		
	d1-2	2.786	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1	1		
	3	9.982	4	0.041	*	3.544	4	0.471		4.339	4	0.362		3.594	4	0.464		
	d2-3	5.374	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1		
4	3.806	2	0.149		0.782	2	0.676		0.0005	2	1		0.0003	2	1			
d3-4	6.176	1	0.013	*	2.762	1	0.097		4.3385	1	0.037	*	3.5937	1	0.058			
e	1	18.142	7	0.011	*	9.184	7	0.24		8.594	7	0.283		3.594	7	0.825		
	2	12.769	5	0.026	*	5.424	5	0.366		5.797	5	0.326		3.594	5	0.609		
	d1-2	5.373	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1		
	3	9.175	3	0.027	*	1.83	3	0.608		2.203	3	0.531		0.0003	3	1		
	d2-3	3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.594	1	0.058		3.5937	1	0.058		
	4	3.806	2	0.149		0.782	2	0.676		0.0005	2	1		0.0003	2	1		
	d3-4	5.369	1	0.02	*	1.048	1	0.306		2.2025	1	0.138		0	1	1		
	f	1	18.142	7	0.011	*	9.184	7	0.24		8.594	7	0.283		3.594	7	0.825	
		2	12.769	5	0.026	*	5.424	5	0.366		5.797	5	0.326		3.594	5	0.609	
		d1-2	5.373	1	0.02	*	3.76	1	0.052		2.797	1	0.094		0	1	1	
		3	9.982	4	0.041	*	3.544	4	0.471		4.339	4	0.362		3.594	4	0.464	
		d2-3	2.787	1	0.095		1.88	1	0.17		1.458	1	0.227		0	1	1	
4		3.806	2	0.149		0.782	2	0.676		0.0005	2	1		0.0003	2	1		
d3-4		6.176	1	0.013	*	2.762	1	0.097		4.3385	1	0.037	*	3.5937	1	0.058		

hora, tipo		alimtot				agritot				aciotot				robotot			
jerar	mod	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s	L <sup>2</sup>	g.l.	p	s
a	1	19.307	7	0.007	*	12.399	7	0.088		13.578	7	0.059		8.578	7	0.284	
	2	10.729	5	0.057	*	3.821	5	0.575		5	5	0.416		0.0003	5	1	1
	d1-2	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.5777	1	0.003	*
	3	7.943	4	0.094	*	2.699	4	0.609		3.542	4	0.472		0.0003	4	1	1
	d2-3	2.786	1	0.095	*	1.122	1	0.289		1.458	1	0.227		0	1	1	1
	4	7.003	2	0.03	*	1.758	2	0.415		0.0006	2	1		0.0003	2	1	1
	d3-4	0.94	1	0.332	*	0.941	1	0.332		3.5414	1	0.06		0	1	1	1
b	1	19.307	7	0.007	*	12.399	7	0.088		13.578	7	0.059		8.578	7	0.284	
	2	10.729	5	0.057	*	3.821	5	0.575		5	5	0.416		0.0003	5	1	1
	d1-2	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.5777	1	0.003	*
	3	10.216	3	0.017	*	2.271	3	0.518		2.552	3	0.466		0.0003	3	1	1
	d2-3	0.513	1	0.474	*	1.55	1	0.213		2.448	1	0.118		0	1	1	1
	4	7.003	2	0.03	*	1.758	2	0.415		0.0006	2	1		0.0003	2	1	1
	d3-4	3.213	1	0.073	*	0.513	1	0.474		2.5514	1	0.11		0	1	1	1
c	1	19.307	7	0.007	*	12.399	7	0.088		13.578	7	0.059		8.578	7	0.284	
	2	16.521	6	0.011	*	11.277	6	0.08		12.12	6	0.059		8.578	6	0.199	
	d1-2	2.786	1	0.095	*	1.122	1	0.289		1.458	1	0.227		0	1	1	1
	3	7.943	4	0.094	*	2.699	4	0.609		3.542	4	0.472		0.0003	4	1	1
	d2-3	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.5777	1	0.003	*
	4	7.003	2	0.03	*	1.758	2	0.415		0.0006	2	1		0.0003	2	1	1
	d3-4	0.94	1	0.332	*	0.941	1	0.332		3.5414	1	0.06		0	1	1	1
d	1	19.307	7	0.007	*	12.399	7	0.088		13.578	7	0.059		8.578	7	0.284	
	2	16.521	6	0.011	*	11.277	6	0.08		12.12	6	0.059		8.578	6	0.199	
	d1-2	2.786	1	0.095	*	1.122	1	0.289		1.458	1	0.227		0	1	1	1
	3	16.008	4	0.003	*	9.727	4	0.045	*	9.672	4	0.046	*	8.578	4	0.073	
	d2-3	0.513	1	0.474	*	1.55	1	0.213		2.448	1	0.118		0	1	1	1
	4	7.003	2	0.03	*	1.758	2	0.415		0.0006	2	1		0.0003	2	1	1
	d3-4	9.005	1	0.003	*	7.969	1	0.005	*	9.6714	1	0.002	*	8.5777	1	0.003	*
e	1	19.307	7	0.007	*	12.399	7	0.088		13.578	7	0.059		8.578	7	0.284	
	2	18.794	5	0.002	*	10.849	5	0.054		11.131	5	0.049	*	8.578	5	0.127	
	d1-2	0.513	1	0.474	*	1.55	1	0.213		2.447	1	0.118		0	1	1	1
	3	10.216	3	0.017	*	2.271	3	0.518		2.552	3	0.466		0.0003	3	1	1
	d2-3	8.578	1	0.003	*	8.578	1	0.003	*	8.579	1	0.003	*	8.5777	1	0.003	*
	4	7.003	2	0.03	*	1.758	2	0.415		0.0006	2	1		0.0003	2	1	1
	d3-4	3.213	1	0.073	*	0.513	1	0.474		2.5514	1	0.11		0	1	1	1
f	1	19.307	7	0.007	*	12.399	7	0.088		13.578	7	0.059		8.578	7	0.284	
	2	18.794	5	0.002	*	10.849	5	0.054		11.131	5	0.049	*	8.578	5	0.127	
	d1-2	0.513	1	0.474	*	1.55	1	0.213		2.447	1	0.118		0	1	1	1
	3	16.008	4	0.003	*	9.727	4	0.045	*	9.672	4	0.046	*	8.578	4	0.073	
	d2-3	2.786	1	0.095	*	1.122	1	0.289		1.459	1	0.227		0	1	1	1
	4	7.003	2	0.03	*	1.758	2	0.415		0.0006	2	1		0.0003	2	1	1
	d3-4	9.005	1	0.003	*	7.969	1	0.005	*	9.6714	1	0.002	*	8.5777	1	0.003	*