

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA

"DESHIDRATACION DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO  
UTILIZANDO UN SECADOR SOLAR"

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

MARCO VINICIO DE LA ROSA MONTEPEQUE

al conferírsele el grado académico de

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

Guatemala, Noviembre de 1996.

10  
T(687)  
C.4

JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Dr. José Perezcanto F.
SECRETARIO	Dr. Humberto Maldonado C.
VOCAL PRIMERO	Lic. Zoot. Rómulo D. Gramajo.
VOCAL SEGUNDO	Dr. Otto Lima I.
VOCAL TERCERO	Dr. Mario Motta.
VOCAL CUARTO	Br. Hania Ruiz.
VOCAL QUINTO	Br. Luis Sandoval

ASESORES DE TESIS

Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas A.  
Lic. Zoot. Luis H. Corado Cuevas.  
Lic. Zoot. Eduardo T. Caal.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a consideración  
de ustedes el presente trabajo de tesis

titulado

"DESHIDRATAACION DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO  
UTILIZANDO UN SECADOR SOLAR"

Que me fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad  
de Medicina Veterinaria y Zootecnia,  
previo a optar al título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

**ACTO QUE DEDICO A**

- DIOS:** Creador, sustentador y soberano de todo lo que existe.
- MI ESPOSA:** Zully Ileana López Ardón de De la Rosa.
- MI HIJO:** Marco Vinicio De la Rosa López.
- MIS PADRES:** Lic. Héctor Arnoldo De la Rosa García y Dora Luz Montepeque Castañeda de la Rosa.
- MIS ABUELOS:** Natanael De la Rosa Lemus.  
Concepción Emilia García de la Rosa.  
Dolores Castañeda Avila (+).  
Pedro Montepeque Moreno (+).
- MIS HERMANOS:** Byron y Ambistela; Daniel y Karin; Héctor y Yabdalé; Luis y Anayansi; Dora Emilia, Angel.
- MIS SUEGROS:** Mario Antonio López Rodas y Elena Ardón Escobar de López.
- MIS CUÑADOS:** Adolfo y Mario.
- MIS TIOS:** Montepeque Castañeda y De la Rosa García.
- MIS SOBRINOS:** Jeniffer, Héctor, Alejandra, Daniel, Gabriela y Luis Pedro.
- MIS PRIMOS:** En general, especialmente a Paco y Oto.
- LA MEMORIA DE:** Tito Montepeque (+), Olguita de Montepeque (+), Carlitos Montepeque (+), Luis Montepeque (+), Sergio Rodas De la Rosa (+).

## AGRADECIMIENTOS A:

Dios por su fidelidad y misericordia eterna.

Mi esposa por su constante motivación y paciencia al realizar este trabajo de tesis.

Mi madre Dorita M. de De la Rosa por su invaluable e incuantificable ayuda y amor a lo largo de mi vida.

La familia Vásquez Montepeque, por su colaboración, apoyo y fé, sin la cual difícilmente hubiere conquistado éste triunfo.

Mi tío Tito Montepeque (+), por su amor, amistad y confianza; quien siempre supo que llegaría éste momento.

Emelina Rios Vda. de Montenegro por el cariño y apoyo mostrado a mi familia.

Mis asesores por sus sabios consejos, paciencia y amistad brindada.

Mis catedráticos, en especial a Licda. Gretel García y Profa. Martita de Suazo.

El personal del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por su colaboración sin igual, especialmente a José Antonio Morales y Xiomara Bendfelt.

## INDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	HIPOTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
	3.1. Objetivo general	3
	3.2. Objetivo específico	3
IV.	REVISION DE LITERATURA	4
	4.1. Pesca artesanal	4
	4.1.1 <u>Situación de la república de Guatemala con respecto a la pesca artesanal</u>	4
	4.1.2 <u>Características de la pesca artesanal</u>	4
	4.1.3 <u>Fauna de acompañamiento de la pesca artesanal</u>	6
	4.2. Deshidratación de los alimentos	7
	4.2.1 <u>Proceso de deshidratación de los alimentos</u>	7
	4.2.2 <u>Técnicas de deshidratación utilizadas</u>	8
	4.3. Secadores solares	9
	4.3.1 <u>Generalidades de un secador solar</u>	9
V.	MATERIALES Y METODOS	11
	5.1. Localización	11
	5.2. Descripción general del secador solar tipo Carpa	11
	5.3. Descripción del experimento	12
	5.3.1 <u>Variables evaluadas</u>	12
	5.3.2 <u>Otras variables medidas</u>	13
	5.4. Diseño estadístico	13
	5.4.1 <u>Factores evaluados</u>	13
	5.4.2 <u>Modelo estadístico</u>	14

VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	15
6.1.	Clasificación de la fauna de acompañamiento	15
6.2.	Porcentaje de materia seca	16
6.3.	Porcentaje de proteína cruda	17
6.4.	Porcentaje de extracto etéreo	19
6.5.	Porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca	20
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
VIII.	RESUMEN	23
VIII.	SUMARY	24
IX.	BIBLIOGRAFIA	25
X.	ANEXOS	26

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de materia seca de la fauna de acompañamiento.	17
Cuadro 2	Efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de proteína cruda de la fauna de acompañamiento.	19
Cuadro 3	Efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de extracto etéreo de la fauna de acompañamiento.	20
Cuadro 4	Efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> de la fauna de acompañamiento.	21
Cuadro 5A	Materiales utilizados.	35

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1A	Efecto del tiempo de secado sobre la concentración de materia seca de la fauna de acompañamiento	27
Gráfica 2A	Efecto del tiempo de secado sobre la concentración de proteína cruda de la fauna de acompañamiento	28
Gráfica 3A	Temperatura ambiente e interior del secador solar tipo carpa	29
Gráfica 4A	Temperatura durante el experimento	30
Gráfica 5A	Nubosidad durante el experimento	31
Gráfica 6A	Brillo solar	32
Gráfica 7A	Humedad relariva durante el experimento	33
Gráfica 8A	Minerales presentes en la fauna de acompañamiento	34
Gráfica 9A	Modelo secador solar tipo carpa	36

## I. INTRODUCCION

Las especies no comerciales extraídas durante las operaciones normales de pesca artesanal, denominadas Fauna de Acompañamiento (F.A.) actualmente son desechadas en su totalidad, representando una fuente de proteína de alta calidad, susceptible de utilizarse en la alimentación animal.

La razón principal de su desperdicio ha sido el hecho de no existir alguna tecnología en nuestro medio para su procesamiento y posterior utilización. Una técnica posible consistiría básicamente en su desecación, dado que facilitaría su mezclado con otros ingredientes, daría mayor capacidad de consumo en relación a la materia fresca y a la facilidad de manipulación del producto.

Relacionado con lo anterior, se cuenta con tecnología para la desecación solar que ha probado su efectividad con diversos materiales de cierta similitud al motivo de estudio, lo cual sugiere la factibilidad de adaptar ésta tecnología a fin de encontrar una forma viable de aprovechar los -hasta el momento- desechos de la pesca artesanal.

Puesto que someter el material a ciertas temperaturas conlleva posibilidades de cambios en composición y estructura del mismo, el éxito de ésta adaptación puede medirse no solo en el grado de desecación de la muestra en sí, sino además en el efecto del calor generado sobre los componentes de la misma.

Dadas las consideraciones anteriores, el presente trabajo consistió en determinar la factibilidad de utilizar secadores solares para la deshidratación de las especies no comerciales extraídas durante las operaciones normales de la pesca artesanal en el litoral Pacífico de la República de Guatemala y su efecto sobre la proporción y digestibilidad de la proteína, sobre la proporción de grasas y materia seca.

## II. HIPOTESIS

La Fauna de Acompañamiento de la pesca artesanal no es afectada por diferentes tiempos de desecación al utilizar un secador solar tipo carpa en términos de: Porcentaje de Materia Seca, Proteína Cruda, Extracto Etéreo y Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo General

Generar tecnología que permita tener acceso a fuentes no tradicionales de alimentación animal.

#### 3.2. Objetivo Específico

Determinar el efecto del tiempo de secado sobre la calidad bromatológica de la Fauna de Acompañamiento procesada en secadores solares tipo carpa, en términos de porcentaje de Materia Seca, Proteína Cruda, Extracto Etéreo y Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

## IV. REVISION DE LITERATURA

### 4.1. Pesca Artesanal

#### 4.1.1 Situación de la República de Guatemala con respecto a la pesca artesanal.

La República de Guatemala cuenta con aguas marítimas que comprenden 254.7 km de litoral costero y 83,000 km<sup>2</sup> de plataforma continental en el Océano Pacífico y 148 km de litoral costero y 2,100 km<sup>2</sup> de plataforma continental en el Océano Atlántico; contando además con una superficie lacustre de 950 km<sup>2</sup> (Chang, 1992).

En Guatemala, la pesca ha sido una de las fuentes de alimento y de ingreso económico a lo largo de su historia, sin embargo fue a partir de los años '60 que se concedió la primera licencia para realizar faenas de captura en el Océano Pacífico, contándose en 1990 con 64 embarcaciones de grande y mediana escala para la pesca del camarón (García, 1990).

Gran parte de las costas del Pacífico está formada de playas de arena y es relativamente uniforme. Cuenta con áreas de manglar desde la frontera con México hasta Champerico, además en el Departamento de Escuintla en las aldeas de Tecojate, Sipacate, El Paredón Buena Vista, entre Iztapa y las Lisas y en la desembocadura del río Guacalate (Sánchez y García, 1988).

#### 4.1.2 Características de la pesca a pequeña escala.

La pesca de esta categoría es realizada tanto en el mar como en aguas continentales, fundamentalmente en esteros, ríos, lagos y lagunas, aunque en la actualidad se internan en alta mar. Su tecnología es eminentemente artesanal y la producción es destinada en su mayor parte al mercado interno, exceptuando las exporta-

ciones de filete de pargo, tiburón y aleta de tiburón.

La flota de pequeña escala está conformada por cayucos y botes que tienen una eslora que oscila entre 3.17 m. y 7.5 m.; el tipo de material utilizado para su construcción es la madera y la fibra de vidrio; estos botes presentan motores fuera de borda de 15 a 75 H.P., y además del Pacífico faenan en la Bahía de Amatique y esteros de la costa Atlántica.

Los pescadores artesanales utilizan artes de pesca rudimentarios como atarrayas, chinchorros, nasas, redes agalleras, playeros y trampas.

La flota de pequeña escala captura peces como tiburones *Carcharhinus falciformis*, *C. leucas*, *Prionace glauca*, corvinas *Cynoscion stoltzmanni*, *C. albus* y *C. reticulatis*, pargos *Lutjanus peru*, *L. argentiventris*, *L. guttatus*; bagres, sierras *Scomberomorus sierra*, jureles *Caranx caballus*, chernas, mojarras y especies icticas continentales, tanto nativas como exóticas.

De acuerdo a los estudios realizados por la Dirección Técnica de Pesca (DITEPESCA), se determinó que los esfuerzos pesqueros se están aplicando sobre poblaciones jóvenes, que al momento de la pesca no han llegado a estado adulto (Chang, 1992).

Según lo reportado en la última encuesta sobre la actividad pesquera en el Istmo Centroamericano con énfasis en Pesca Artesanal, PRADEPESCA (1996), en Guatemala, las principales características de la pesca artesanal son:

Los principales puertos pesqueros son El Puerto de San José, Champerico, Buena Vista, Livingston y Las Lisas.

El número de pescadores artesanales asciende a 15,779, faenando 9,694 en el Pacífico, 2,764 en el Atlántico y 3,321 en aguas interiores.

La estimación de la producción anual pesquera artesanal es de 27,398 tm; de las cuales 21,841 tm son extraídas del Pacífico, 4,751 tm del Atlántico y 806 tm de aguas interiores.

La distribución de pescadores artesanales de acuerdo al lugar en donde realiza su actividad se reporta en el mar 46%, esteros 36%, lago/laguna/embalse 15%, ríos 3%.

El número de embarcaciones artesanales asciende a 6,000; localizándose 2,788 en el Pacífico, 1,103 en el Atlántico y 2,109 en aguas interiores. Por tipo de propulsión se dividen en : Fuera de borda 37%, motor interno 1% y remo o vela 62%. Por tipo de combustible en : Diesel 2% y gasolina 98%. Por sistema de conservación: congelado 0%, hielo 33% y nada 67%.

El 52% de los pescadores son propietarios de sus embarcaciones, el 23% la tienen en sociedad y el 25% restante son empleados.

#### 4.1.3 Fauna de acompañamiento de la pesca artesanal.

Este término se refiere a todas las especies de peces que sin valor comercial en el presente, incidentalmente son capturadas durante las operaciones normales de pesca, por lo cual no son objeto de búsqueda, ni faenadas en alguna manera, simplemente son devueltas al mar o al estero donde se esté recolectando el pescado de las artes de pesca, que contaminan el lugar por olor, atracción de moscas, visual y creando nuevos hábitats en el suelo marino con poca o ninguna vida marina.

Por observaciones hechas en el lugar y conversaciones con

Los pescadores de la Aldea El Paredón Buena Vista, se sabe que la Fauna de Acompañamiento es muy variable a lo largo del año, por cambios de estación, suelo marino, corrientes de agua, hora del día y lugar donde se pesque, pautas migratorias del pescado de fondo, edad del pez y otras; por lo que es casi imposible establecer una relación pescado comercial/F.A., pero se estima que en la Aldea El Paredón Buena Vista la F.A. constituye alrededor del 20% del total de pesca extraída.

#### 4.2. Deshidratación de los alimentos.

##### 4.2.1 Proceso de deshidratación de los alimentos.

El secado ha sido desde los tiempos más remotos, un medio de conservación de los alimentos (Idyll, 1983). El agua es eliminada de los alimentos por las condiciones naturales del campo, por una variedad de procesos controlados de deshidratación, como consecuencia de operaciones comunes de cocimiento y el horneado. En cada caso tiene lugar un grado determinado de secado de los componentes de los alimentos. La deshidratación de un alimento consta de dos etapas, la introducción del calor al producto y la extracción de humedad del producto. Al deshidratar alimentos se procura obtener la velocidad máxima en el secado, a fin de acelerar las velocidades de transmisión de calor y transferencia de masa (transferencia de agua). Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor será la velocidad de transmisión de calor al alimento, la cual proporciona fuerza impulsora para la eliminación de la humedad. Cuando el medio de calentamiento es el aire, la temperatura desempeña también un segundo papel importante. A medida que el agua es expulsada del alimento en forma de vapor de agua, tiene que ser alejada ya que de otra manera la humedad crearía en la superficie del alimento una atmósfera saturada, que disminuiría la velocidad de la eliminación subsecuente de agua. El aire

calentado recoge más humedad que el aire fresco, pero el aire en movimiento es más efectivo aún. El aire a alta velocidad, además de recoger humedad, barre de la superficie del alimento, previniendo la creación de una atmósfera saturada que disminuiría la velocidad de la eliminación subsiguiente de la humedad (Potter, 1978).

Cuando el aire es el medio de secado, cuanto más seco esté, mayor será la velocidad del proceso. Pero la sequedad del aire determina hasta que punto se puede bajar el contenido de humedad del alimento mediante la deshidratación. Los alimentos deshidratados son higroscópicos. Cada alimento tiene su propia humedad relativa de equilibrio. Esta es la que contiene a una temperatura determinada en que ni entrega ni recoge humedad a la atmósfera. Abajo de este nivel, no puede secarse más, sino que por el contrario recoge humedad de la atmósfera. A medida que el agua se evapora de una superficie, la enfría. El enfriamiento es en gran parte el resultado de la absorción por el agua del calor latente proveniente del cambio de líquido a gas. Cuando se secan los alimentos, no pierden agua a una velocidad constante hasta que están completamente secos, por el contrario a medida que prosigue el proceso de secado, la velocidad con que se elimina disminuye (Potter, 1978).

#### 4.2.2 Técnicas de deshidratación utilizadas.

Las condiciones en las que se realiza el proceso de secado determinan la cantidad de material que puede perderse y, especialmente, la calidad del producto ofrecido al mercado.

En las regiones rurales de Guatemala es aún frecuente el uso del proceso en el que el producto es expuesto a las corrientes naturales de aire y a los rayos solares. Una desventaja es que el producto puede ser perjudicado por estar a la intemperie; además los resultados del proceso dependen de las condiciones

climáticas variables y fuera del control del productor. Estas desventajas dan lugar a pérdidas que afectan negativamente la economía de la producción.

Estas pérdidas pueden ser evitadas empleando un proceso de secado en que la energía solar sea usada más convenientemente. El secador solar modificado, desarrollado por ICAITI (ICAITI, 1985) permite un mejor aprovechamiento de la radiación solar y de las corrientes naturales de aire. Se logra un secado más eficiente, productos más homogéneos y presentables; a la vez son reducidas al mínimo las pérdidas por contaminación, depredación y descomposición del producto, con lo que aumenta la productividad.

#### 4.3. Secadores solares.

##### 4.3.1 Generalidades de un secador solar.

Un secador solar es un artefacto compuesto de un colector solar y un compartimiento donde se coloca el producto que se desea secar. La radiación absorbida por la superficie negra del colector, eleva la temperatura de ésta; si con estas condiciones se hace circular aire (por convección natural o forzada), ocurre una transferencia de calor que eleva la temperatura del aire.

Cuando el aire sufre un aumento de su temperatura, también pierde humedad relativa, y pasa a ser un "aire seco" o "aire de baja humedad". Un aire relativamente seco tiene capacidad de absorber humedad de un cuerpo con el cual se le ponga en contacto. En un secador solar, es esto lo que ocurre, el aire seco y caliente circula entre el producto y absorbe humedad de éste. Cuando el contenido de humedad del producto ha descendido a un valor determinado, se retira del secador.

El colector solar capta la energía portada por la radiación solar y la traslada al aire circundante, en forma de calor. El

aire así calentado es aprovechado para secar el producto. Un colector solar está formado principalmente por un absorbedor y una cubierta transparente.

El absorbedor que se coloca en el interior del secador es el elemento que capta la energía solar, lo que aumenta su temperatura. El absorbedor le transfiere calor al aire circundante. El aire, así calentado, circula entre el producto puesto a secar y absorbe su humedad.

La cubierta transparente permite el paso de las radiaciones solares al interior del colector, de forma que incidan en el absorbedor. Además evita la salida de las radiaciones reflejadas por el absorbedor, impide que circule el aire frío hacia el interior del colector y que el aire caliente salga de allí al exterior.

En la cámara de secado es colocado el producto para secarlo.

## V. MATERIALES Y METODOS.

### 5.1. Localizacion.

El estudio se llevó a cabo en la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, ubicada a 140 km. de la Ciudad Capital, a una altura de 8 metros sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 13 grados, 50 minutos y 58 segundos; y longitud oeste de 91 grados, 4 minutos y 28 segundos. (I.G.M., 1981) corresponde según Cruz (1982) a la zona de vida Bosque Seco Subtropical, cuyas condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante la época seca (noviembre a mayo). La época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre. La temperatura media mensual oscila entre 29-30 grados centígrados.

Se tomaron registros de temperatura ambiente, del interior del secador y precipitación pluvial durante el tiempo que duró el experimento; los datos de temperaturas máximas, mínimas y medias, humedad relativa, insolación, radiación y nubosidad son los reportados por el INSIVUMEH, estación Puerto Quetzal, y Aeropuerto del Puerto de San José. Durante el período experimental no se registró precipitación pluvial.

### 5.2. Descripción general del secador solar tipo Carpa.

El modelo Carpa utilizado es un secador tipo directo, que consiste en una armazón de madera forrada en todos sus lados con plástico transparente, el que está sujetado a la armazón con unas reglillas de madera. El piso que actúa como absorbedor, es una pieza de tela de plástico negro (polietileno). El producto es introducido al secador por una portilla y colocado sobre alambres que tiene adentro. En la parte superior y en las esquinas inferiores, el secador tiene aberturas de ventilación, protegidas por cedazo de tela nylon o de fibra de vidrio. El modelo Carpa

utilizado mide 2.70 m. de largo y 1.35 m. de ancho por 1.40 m. de alto. Los materiales utilizados en su construcción se detallan en el cuadro 5A

### 5.3. Descripción del experimento.

Se recolectó la F.A directamente con los pescadores artesanales. Se tomaron muestras al azar y se colocaron 2.25 Kg. de pescado fresco por repetición (unidad experimental) en bandejas dentro de un secador solar tipo Carpa, exceptuando la muestra de 0 horas. Las bandejas se construyeron con renglones de madera de 100 cm. \* 1.12 cm. y de 40 cm. \* 1.12 cm., con cedazo plástico de 1.12 cm. de luz. de 100 cm. \* 50 cm. El secador se construyó en base a las especificaciones dadas por ICAITI (1985).

Las repeticiones se realizaron en las siguientes fechas:

Repetición I : 7, 8, 9 y 10 de febrero de 1996.

Repetición II : 28 y 29 de febrero: 1 y 2 de marzo de 1996.

Repetición III: 14, 15, 16 y 17 de marzo de 1996.

Luego de cumplido el tiempo determinado en cada tratamiento se extrajeron las muestras del secador solar, se almacenaron en bolsa de nylon sellada y se enviaron al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para realizar los análisis correspondientes.

#### 5.3.1 Variables evaluadas.

- Porcentaje de Materia Seca.
- Porcentaje de Proteína Cruda.
- Porcentaje de Extracto Etéreo.
- Porcentaje de Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

### 5.3.2 Otras variables medidas.

- Temperatura Ambiental.
- Temperatura del Horno.
- Precipitación Pluvial.
- Nubosidad.
- Humedad Relativa.
- Brillo Solar.

Se tomaron registros de temperatura 3 veces al día (7:00, 9:00, 11:00, 13:00, 15:00, y 17:00 horas), tanto del interior del secador solar como del medio ambiente.

### 5.4. Diseño estadístico.

Se usó el diseño de Bloques completos al Azar en arreglo factorial  $4 * 3$ .

#### 5.4.1 Factores evaluados.

- A) Tiempo de secado. Con los niveles de 0, 48, 72 y 96 horas.
- B) Especie. En base a la caracterización realizada se clasificaron tres grupos:
  1. Anchoveta *Anchoa* sp. como especie predominante.
  2. Pescados delgados.
  3. Pescados gruesos.

Cada bloque consistió en una carga completa del secador con los factores y niveles a evaluar con excepción de los de 0 horas. En total se realizaron 3 repeticiones.

#### 5.4.2 Modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + S_k + (TS)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$  = Efecto de respuesta asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Efecto de la media general

$\beta_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque

$T_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo tiempo de secado

$S_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima especie

$(TS)_{jk}$  = Efecto de la  $jk$ -ésima interacción entre tiempo y especie

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental

Al detectarse diferencias significativas para el factor "tiempo de secado" en las variables porcentaje de materia seca y porcentaje de proteína cruda se realizaron los análisis de regresión respectivos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 6.1. Clasificación de la fauna de acompañamiento.

Como resultado de la observación de la F.A. disponible en el tiempo en que se realizó el estudio, se hizo una clasificación que incluyó a las siguientes especies:

#### 1- ANCHOVETA:

Familia Engraulidae:

*Anchoa* sp.

#### 2- DELGADOS:

Familia Carangidae:

Caballito *Selene peruvianus*

Quinoa *Caranx caballus*

Familia Bothidae:

Caité *Syacium ovale*

#### 3. GRUESOS:

Familia Clupeidae:

Sardina *Opisthopecterus dovii*

Sardina(arenque) *Opisthonema libertate*

Familia Ariidae:

Bagre *Arius seemani*

Familia Serranidae:

Ratón *Diplectrum euryplectrum*

Familia Sciaenidae:

Viejito	<i>Larimus acclivis</i>
Roncador	<i>Umbrina xanti</i>

Familia Gerridae:

Pichincha	<i>Diapterus peruvianus</i>
-----------	-----------------------------

## 6.2. Porcentaje de materia seca.

En el Cuadro 1 se muestra el efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de la materia seca.

No se detectó diferencia significativa por especie pero si por tiempo (tiempo 0 horas en contraposición a los tiempos 48, 72 y 96 horas). por lo cual se realizó análisis de regresión, en el que se incluyeron nueve modelos (lineal, cuadrático, raíz cuadrada, gamma, inverso, senoidal, semilogarítmico, logarítmico y geométrico), de los cuales el que más se ajustó fue el logarítmico. (Gráfica 1A), observándose la tendencia de incremento del porcentaje de materia seca en función del tiempo de secado.

El tiempo de secado por 96 horas obtuvo mayor proporción de materia seca alcanzando un valor máximo de 62.69% de materia seca, el cual contrasta con el testigo (0 horas) que obtuvo 23.72%.

No se obtuvo el porcentaje de materia seca deseado, el cual según ICAITI (1976) debe ser no menor de 89% para un producto similar (harina de pescado para consumo animal). Esto se debió en parte a que en el secador no se alcanzaron temperaturas mayores de 57 grados centígrados, e incluso éstas por poco tiempo, y temperaturas arriba de 40 grados centígrados por no mas de 4 horas diarias.

CUADRO 1. EFECTO DEL TIEMPO DE SECADO SOBRE EL PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO.

TIEMPO	ANCHOVETA	DELGADOS	GRUESOS	MEDIA *
0 HORAS	24.30	23.72	26.05	24.69
48 HORAS	52.12	62.15	50.61	54.96
72 HORAS	54.76	58.87	51.79	55.14
96 HORAS	59.61	60.98	62.69	61.09
MEDIA n.s.	47.70	51.43	47.79	

n.s. = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ )

\* = Diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

### 6.3. Porcentaje de proteína cruda .

En el Cuadro 2 se muestra el efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de Proteína Cruda.

No se detectó diferencia significativa por especie y si por tiempo (tiempo 0 horas en contraposición a los tiempos 48, 72 y 96 horas), por lo cual se realizó análisis de regresión, en el cual se incluyeron los mismos mencionados anteriormente, de los cuales el que más se ajustó fue el cuadrático (Gráfica 2). Siendo su coeficiente de determinación bajo (0.37) y aunque el modelo utilizado no es predictivo, da la idea de la forma en que se ve afectada la concentración de proteína cruda, a mayor tiempo de secado, menor porcentaje de proteína cruda.

La baja en la concentración de Proteína Cruda que disminuye de 78.12% (fresco) a 53.89 (72 horas) concuerda con FAO (1972), que indica que la regulación de la temperatura es imprescindible debido a que el ritmo de secado debe medirse para evitar los efectos nocivos de temperaturas elevadas, bajo forma de "desintegración" y modificaciones irreversibles de las proteínas.

Las pérdidas de sustancias solubles en los procedimientos por aire caliente implica una considerable merma de elementos nutritivos (FAO, 1972).

Las temperaturas altas ocasionan daños a las proteínas durante el proceso de elaboración, disminuyendo la calidad del producto desde el punto de vista organoléptico y nutritivo (FAO, 1972).

FAO (1975) afirma que en cierto número de especies que se utilizan para la producción de harina de pescado, en particular las pequeñas especies pelágicas, tales como sardina, anchoveta, arenque, etc., las enzimas digestivas pueden provocar una fuerte autólisis que trae consigo el ablandamiento de la carne, la ruptura de la pared estomacal y la presencia de cantidades considerables de agua en la sangre que contengan a la vez proteínas y aceite. Este proceso se complica debido a la intensa producción de enzimas gástricas en el momento de la alimentación. Semejante solubilización provoca ciertas dificultades de manipulación y elaboración y puede traer consigo pérdidas graves de aceite y de proteínas.

El calor y los efectos de la concentración de sales que resultan de la eliminación de agua, pueden desnaturalizar parcialmente las proteínas (Potter, 1978).

CUADRO 2. EFECTO DEL TIEMPO DE SECADO SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO.

TIEMPO	ANCHOVETA	DELGADOS	GRUESOS	MEDIA *
0 HORAS	78.12	68.50	77.24	74.62
48 HORAS	66.74	69.52	68.54	68.27
72 HORAS	62.23	53.89	62.87	59.66
96 HORAS	60.71	59.08	65.39	61.73
MEDIA n.s.	66.95	62.75	68.51	

n.s. = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ )

\* = Diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

#### 6.4. Porcentaje de extracto etéreo.

En el Cuadro 3 se muestra el efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de Extracto Etéreo.

No se encontró diferencia significativa para los factores tiempo y especie, siendo el Coeficiente de Variación de 36.89%.

Es notorio como en los peces el porcentaje de grasa es muy variable, del 0.4 al 23.74% (Perez, 1985), pero las especies que componen la F.A. en el litoral pacífico de Guatemala son muy similares en sus porcentajes de grasa.

CUADRO 3. EFECTO DEL TIEMPO DE SECADO SOBRE EL PORCENTAJE DE EXTRACTO ETereo DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO.

TIEMPO	ANCHOVETA	DELGADOS	GRUESOS	MEDIA n.s.
0 HORAS	8.57	9.74	10.16	9.49
48 HORAS	7.95	8.34	5.57	7.29
72 HORAS	6.81	8.81	6.25	7.29
96 HORAS	10.76	12.38	9.44	10.86
MEDIA n.s.	8.52	9.82	7.86	

n.s. = Diferencia no significativa (P > 0.05)

#### 6.5. Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

En el Cuadro 4 se muestra el efecto del tiempo de secado sobre el porcentaje de Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca.

No se encontró diferencia significativa para los factores especie y tiempo de secado. El Coeficiente de Variación fue de 11.32%.

Los valores altos de digestibilidad concuerdan con Perez (1985), quien indica que las proteínas de origen animal son fácilmente vulneradas por los fermentos contenidos en el tracto digestivo, lo que precisamente confiere a dichos alimentos su

alta calidad. Los pescados magros son fácilmente digeribles, mas que las carnes magras de res o cerdo, tanto por el mínimo de lípidos contenido en ellas como por el escaso tejido conectivo, elástico y fibroso que se encuentra en sus masas musculares. Es precisamente eso lo que hace que su carne sea fácilmente atacada por los jugos digestivos.

El calor generalmente provoca cambios en las propiedades fisicoquímicas de las proteínas solubles, cambios incluso a menudo prácticamente irreversibles. Se acostumbra agrupar todos estos cambios bajo un término: desnaturalización (Braverman, 1930). En el presente caso esta situación no se dio debido a que las temperaturas alcanzadas no fueron suficientemente altas para provocarlas.

CUADRO 4. EFECTO DEL TIEMPO DE SECADO SOBRE EL PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO.

TIEMPO	ANCHOVETA	DELGADOS	GRUESOS	MEDIA <i>n.s.</i>
0 HORAS	97.64	97.40	97.51	97.52
48 HORAS	87.46	95.28	83.75	88.83
72 HORAS	87.62	86.68	94.34	89.55
96 HORAS	97.25	90.35	94.38	93.99
MEDIA <i>n.s.</i>	92.49	92.43	92.50	

*n.s.* = Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ )

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente estudio, se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. El tiempo de secado afecta positivamente la concentración de Materia Seca en la F.A.
2. El tiempo de secado afecta negativamente la proporción de Proteína Cruda en la F.A.
3. El tiempo de secado, incluso el de 96 horas no afecta significativamente el valor bromatológico del producto en términos de porcentajes de Extracto Etéreo y la Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca.
4. Al no haber diferencia significativa por especie se concluye que la calidad bromatológica de la F.A. es similar entre las diferentes especies utilizadas.
5. Por su alto contenido de humedad residual se recomienda utilizar el producto resultante al poco tiempo de haberlo producido.
6. Se sugiere ulteriores investigaciones para determinar el tiempo óptimo para deshidratar a los niveles recomendables que permita conservar en la F.A. su calidad bromatológica y mejorar la efectividad del secador solar.

## VIII. RESUMEN

Con el objeto de determinar el efecto de 4 diferentes tiempos de deshidratación, utilizando un secador solar tipo carpa, sobre la calidad bromatológica de la Fauna de Acompañamiento de la Pesca Artesanal en términos de Porcentaje de Materia Seca, Proteína Cruda, Extracto Etéreo y Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca, se efectuó este estudio en la Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, ubicada en el litoral Pacífico de la República de Guatemala.

El experimento se realizó utilizando un diseño estadístico de bloques completos al azar en arreglo factorial  $4 * 3$ ; donde los factores evaluados fueron tiempos de secado con los niveles 0, 48, 72 y 96 horas y especie, donde en base a la caracterización efectuada se clasificó en tres grupos: 1. Anchoveta *Anchoa* sp. como especie predominante; 2. Pescados delgados y 3. Pescados gruesos. Cada bloque consistió en una carga completa del secador con los factores y niveles a evaluar con excepción de los de 0 horas. En total se realizaron 3 repeticiones.

Se concluyó que el tiempo de secado afecta positivamente la concentración de Materia Seca y negativamente la de Proteína Cruda, no afectando significativamente el porcentaje de Extracto Etéreo y la Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca. No se encontró diferencia significativa entre las diferentes especies utilizadas en cuanto a calidad bromatológica.

Se recomienda por su contenido de humedad residual utilizar el producto resultante al poco tiempo de haberse producido y realizar ulteriores investigaciones para determinar el tiempo óptimo de secado que permita conservar la calidad bromatológica y para mejorar la efectividad del secador solar.

## VIII. SUMMARY

With the objective of determine the effect of 4 different times of dehydration, using a solar dryer tent type, about the dietitian quality of the accompaniment fauna of El Paredón Buena Vista Village, La Gomera, Escuintla craft fishing, which is located on the Pacific Coast of Guatemala in terms of percentage of dry material, raw protein, ethereal extract and *in vitro* digestibility of the dry material.

The experiment was done using an statistic design of complete blocks chosen by chance in a factorial arrangement  $4 * 3$ , where the evaluate factors were time of dryness with levels 0,48,72 and 96 hours and Species, were, base on the effected characterization, it was classify on three groups:

1. Anchoa sp, as the dominant species
2. Thing fish and
3. Thick fish.

Each block was formed by a complete dryer load with previous set factors and levels, with exception of 0 hours. In total, 3 repetitions were realized.

It was concluded that dryer time affects in a positive form the dry material concentration and in a negative form the raw protein, not affecting in a significant way the Ethereal Extract an *in vitto* Disgestibility percentage of the dry material. It was not found a significant difference between the different species used related on dietitian quality.

It's recommended, that because of it's residual humidity, to use the resultant product as soon as possible, after it's produced and relize more investigations to determine the optimum time of dryness keeping the dietitian quality and to improve the solar dryer effectiveness.

## IX. BIBLIOGRAFIA

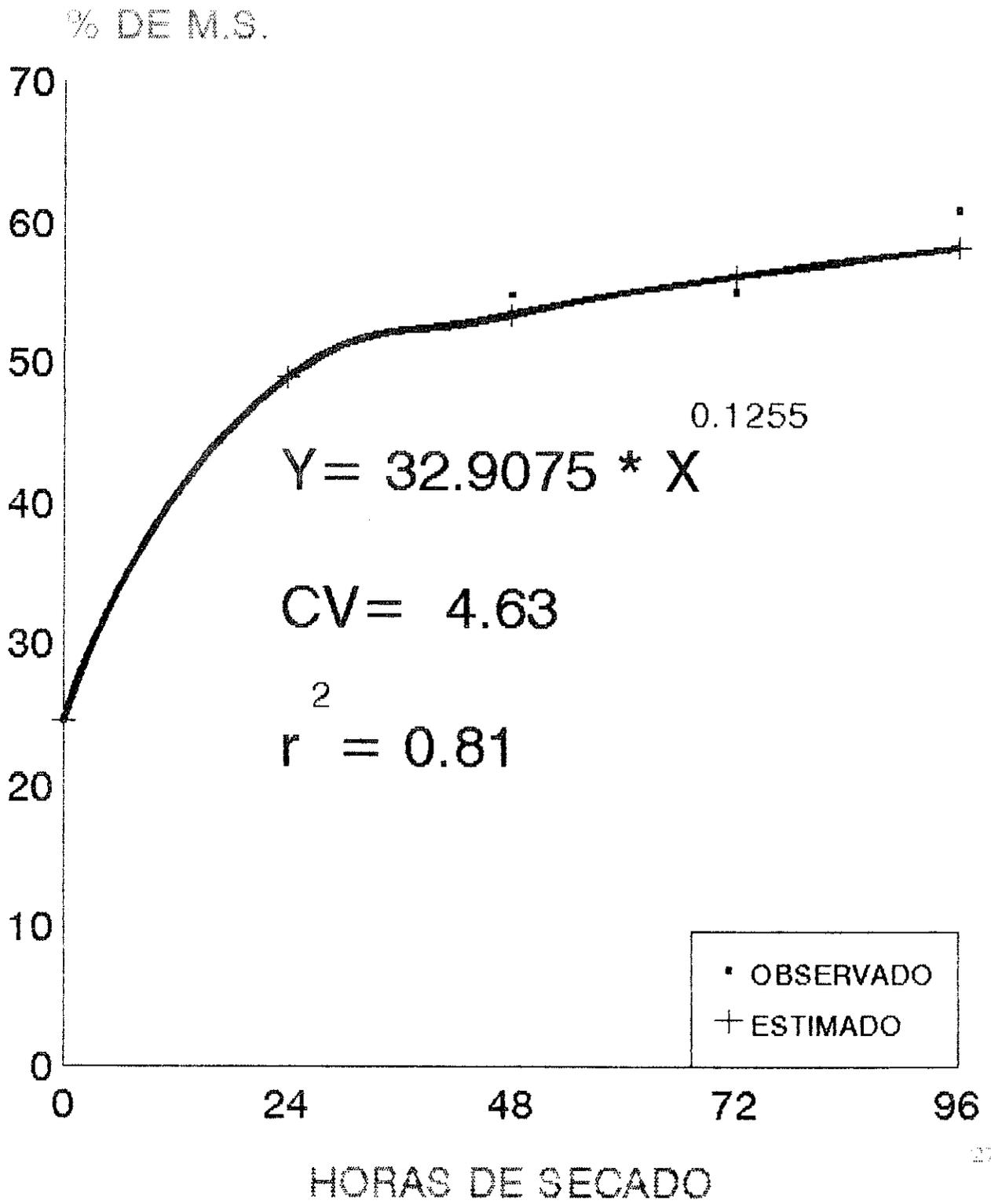
- BRAVERMAN, J.B.S. 1980. Bioquímica de los alimentos. Trad. por Fernando Hill. México, D.F., El Manual Moderno. 358 p.
- CHANG S.,R. 1992. Causas y efectos de la explotación industrial de los camarones peneidos sobre la fauna acompañante en el puerto de San José. Guatemala. Tesis Maestría en Admón. Pública. San José, C.R. ICAP. 118 p.
- CRUZ, J.R DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42 p.
- FAO (NEW YORK). 1972. Producción de concentrados de proteína de pescado. ONU. v. 2. 190 p.
- FAO (ROMA). 1975. La producción de harina de pescado y de aceite de pescado. Roma. 62 p.
- GARCIA, J. 1990. "Curso nacional sobre economía y planificación pesquera I, diagnóstico". Guatemala, OLDEPESCA/NO-RAD/FAO. 145 p.
- IDYLL, C.P. 1983. El mar contra el hambre. Trad. por M. Martínez Alinari. Buenos Aires, Corregidor. 143 p.
- INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. 1976. Harina de pescado para consumo animal: requisitos. Guatemala, ICAITI. 4 p. no. 35002.
- , 1985. Secadores solares modelos carpa y wengert. Construcción-uso-mantenimiento. Proyecto de leña y fuentes alternas de energía. Guatemala, ICAITI. 63 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (Gua). 1981. Hoja cartográfica Sipacate. 1:50.000.
- PEREZ S., L.A. 1985. Higiene y control de los productos de la pesca. México, D.F., Continental. 147 p.
- POTTER, N.N. 1978. La ciencia de los alimentos. Trad. por Anita Yates. 2 ed. México, D.F., EDUTEX. 749 p.
- PROGRAMA REGIONAL DE APOYO AL DESARROLLO DE LA PESCA EN EL ISTMO CENTROAMERICANO. 1996. Encuesta de la actividad pesquera en el istmo centroamericano con énfasis en pesca artesanal. Guatemala, PRADEPESCA. s.p. No publicado.
- SANCHEZ U., V.H.; GARCIA M., J.A. 1988. Investigación sobre el estado de la acuicultura en América Latina, Guatemala. FAO/Italia, (GCP/RLA/ITA).



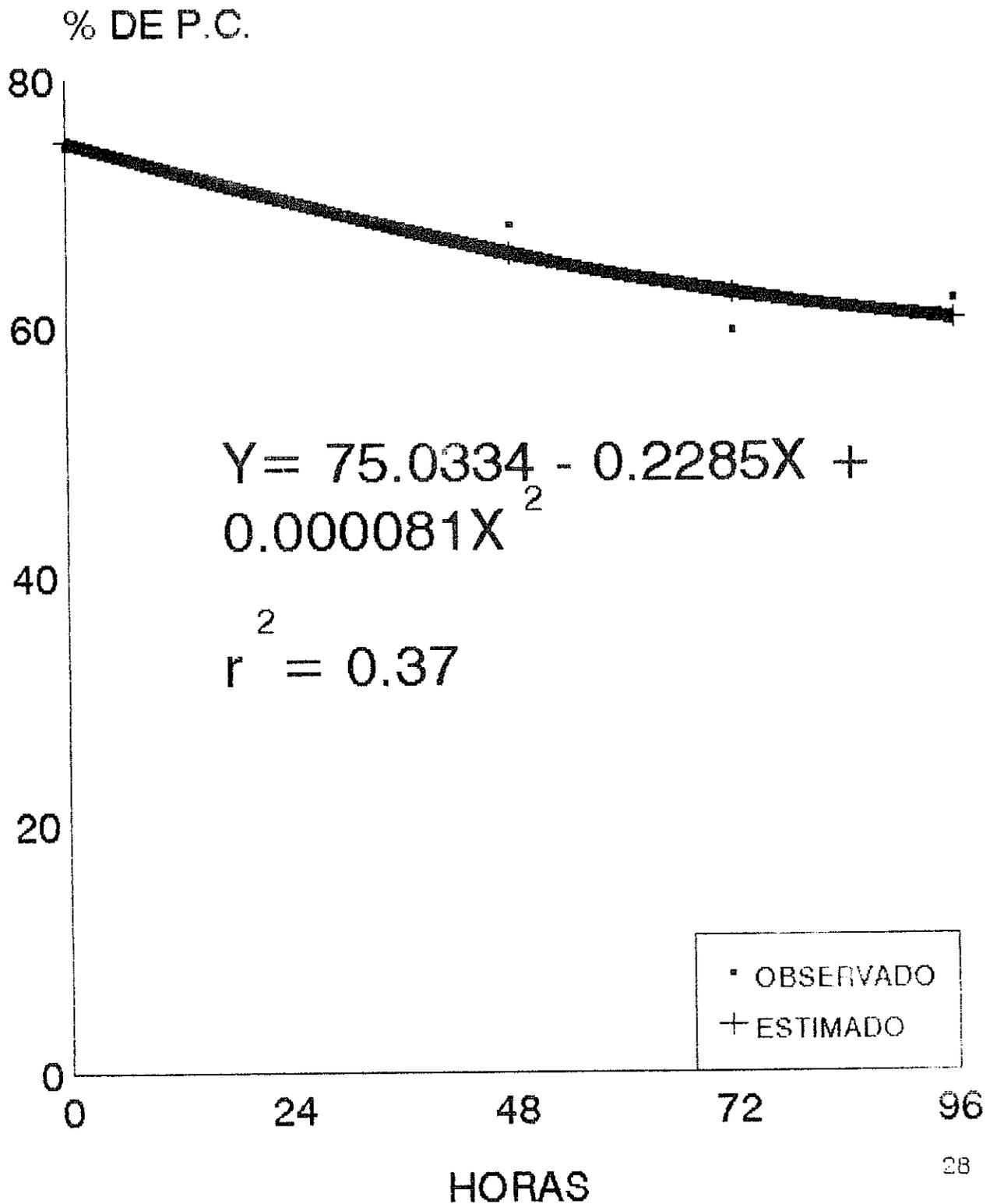
**XI . ANEXOS**

# GRAFICA 1A

## EFFECTO DEL TIEMPO DE SECADO SOBRE LA CONCENTRACION DE MATERIA SECA EN LA F.A.



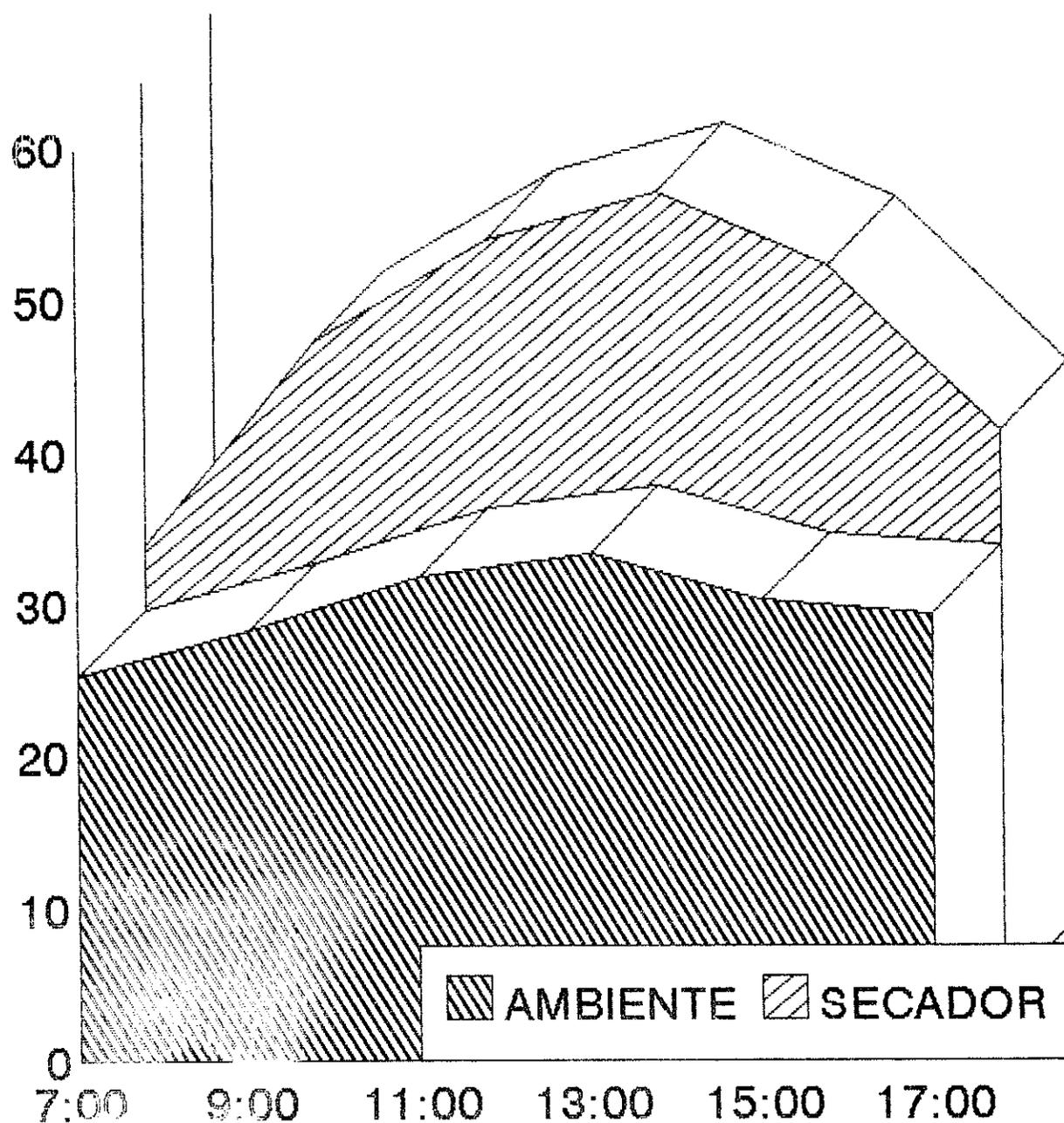
GRAFICA 2 A  
EFECTO DEL TIEMPO DE SECADO SOBRE LA  
CONCENTRACION DE PROTEINA CRUDA DE LA F.A.



# GRAFICA 3 A

## TEMPERATURA AMBIENTE E INTERIOR DEL SECADOR SOLAR TIPO CARPA

GRADOS CENTIGRADOS

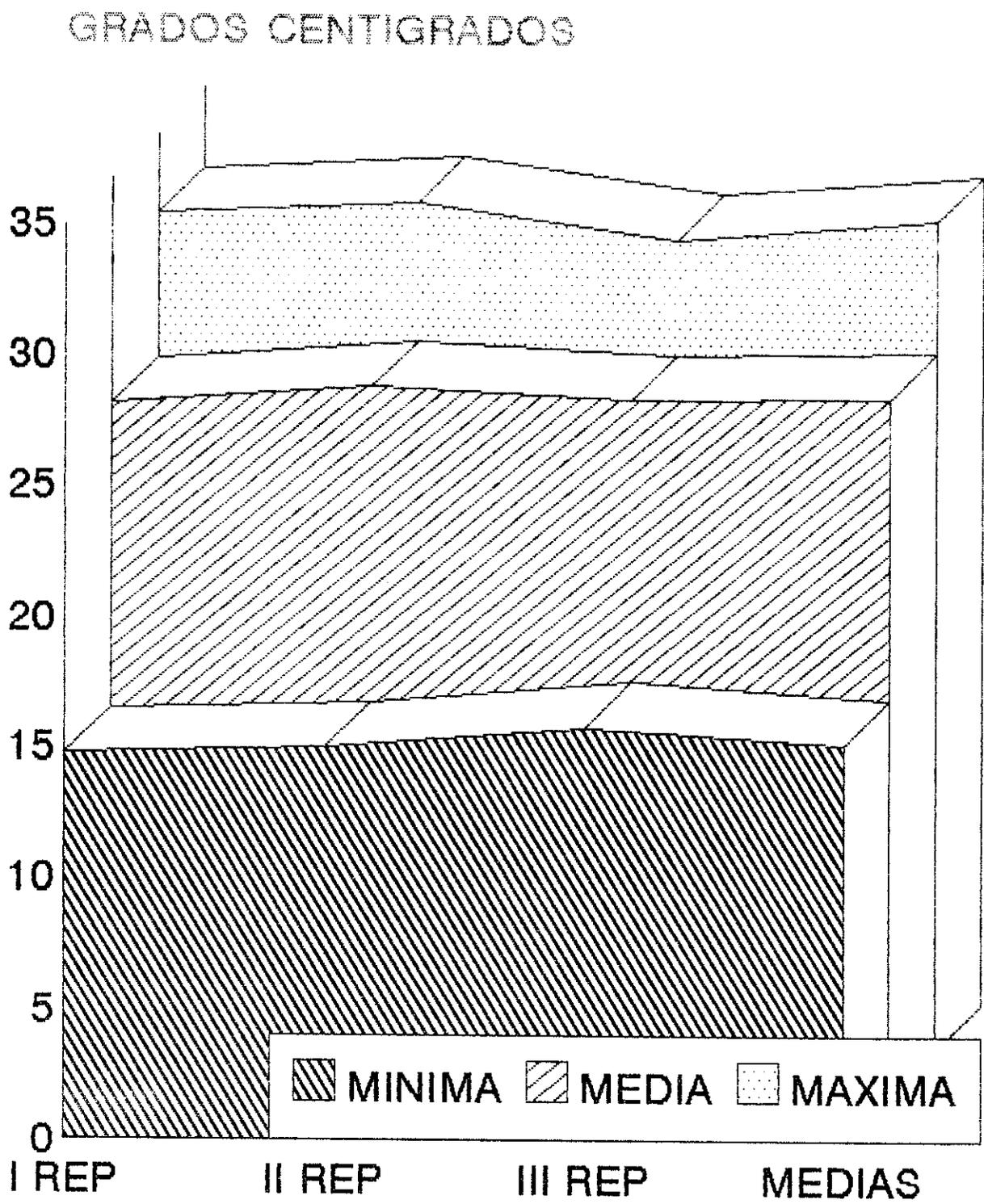


HORA

29

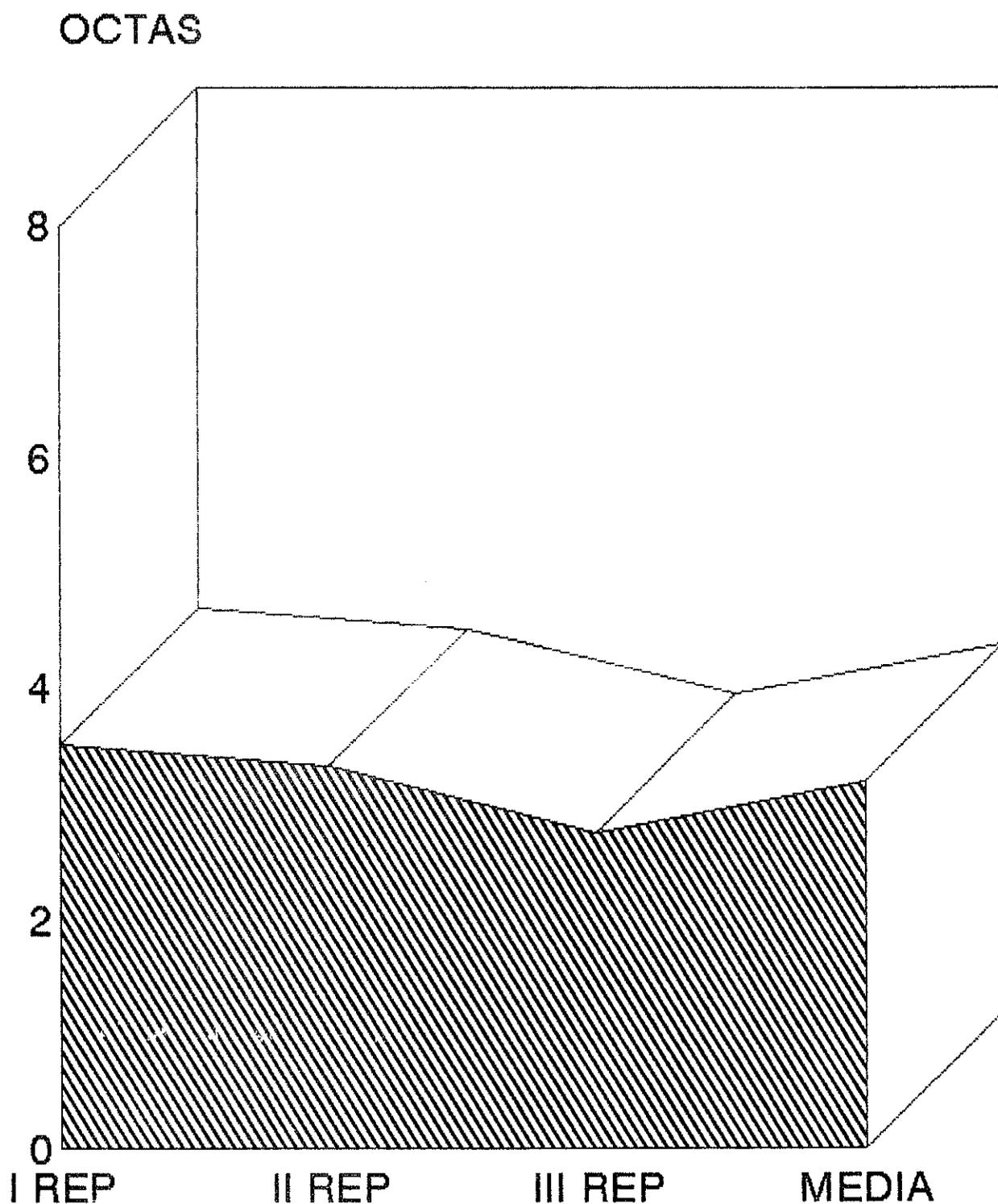
# GRAFICA 4 A

## TEMPERATURA DURANTE EL EXPERIMENTO

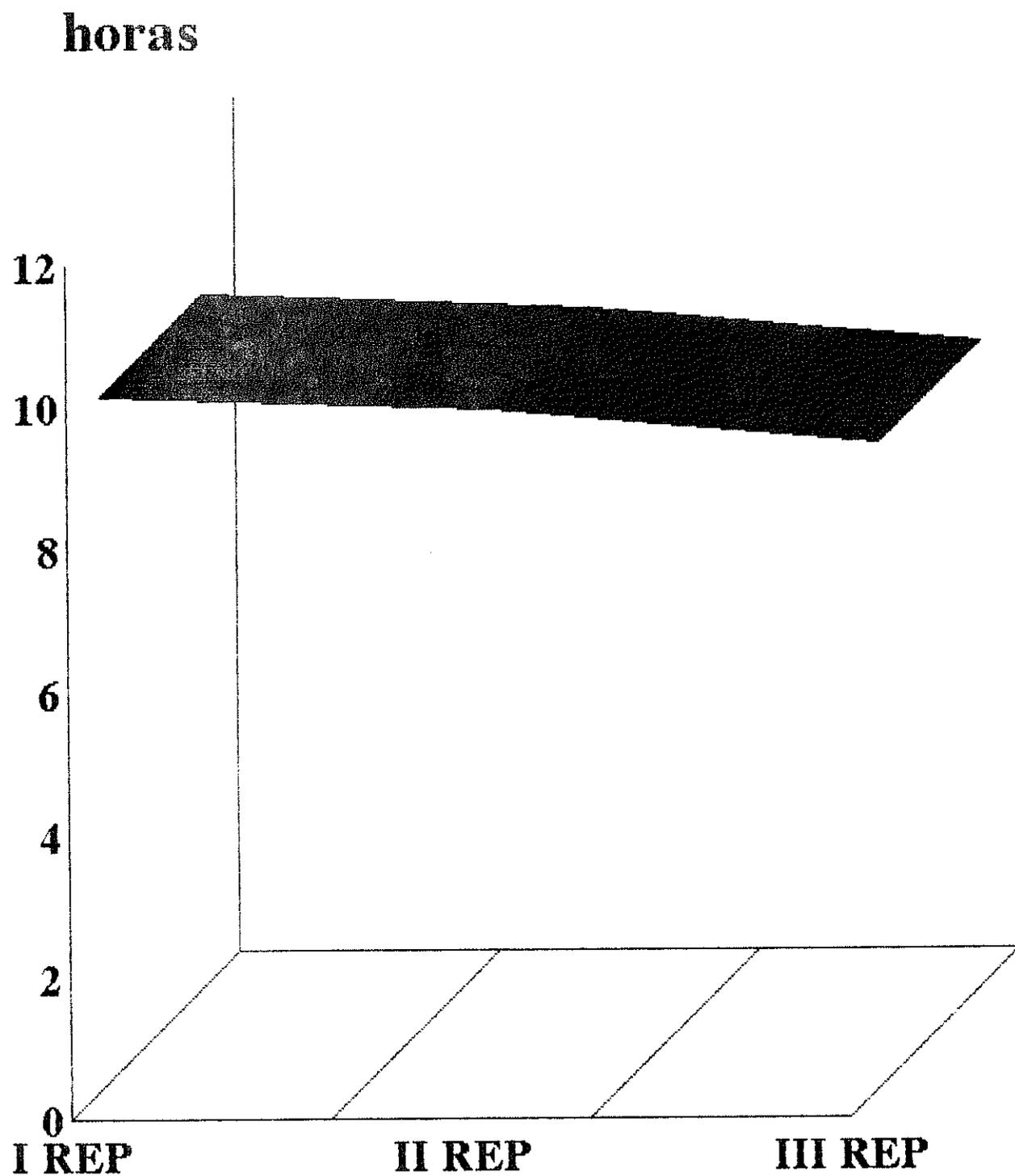


# GRAFICA 5 A

## NUBOSIDAD DURANTE EL EXPERIMENTO

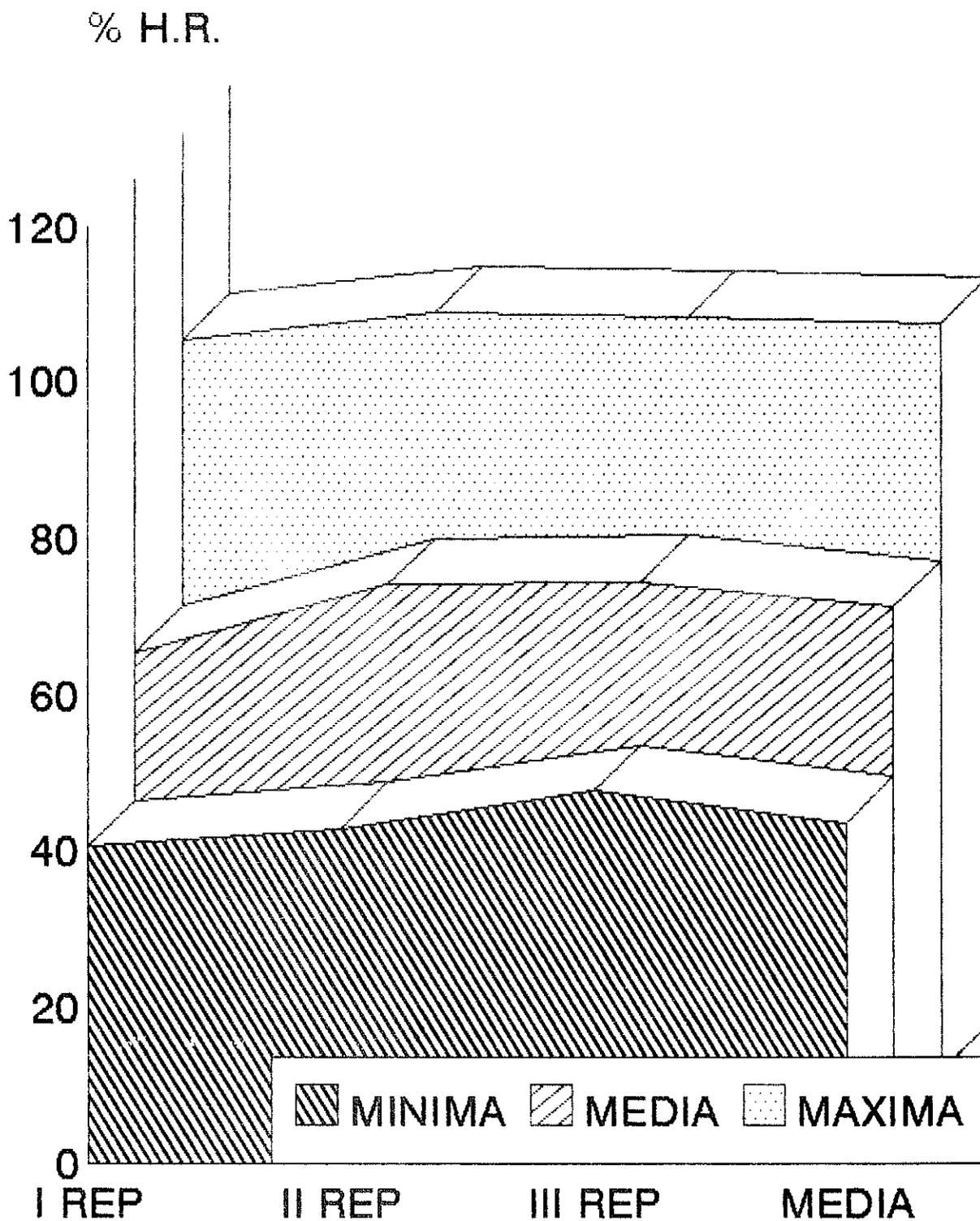


# GRAFICA 6 A BRILLO SOLAR



# GRAFICA 7 A

## HUMEDAD RELATIVA DURANTE EL EXPERIMENTO



## GRAFICA 7 A

### MINERALES PRESENTES EN LA F.A.

MINERALES	0 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS
P (ppm)	0.89	0.56	0.89	0.63
K (meq/100 ml)	1.06	1.09	1.13	1.04
Ca (meq/100 ml)	4.65	2.35	2.50	4.14
Mg (meq/100 ml)	0.25	0.16	0.19	0.23
Cu ( $\mu\text{m/ml}$ )	7.30	4.80	4.20	3.30
Fe ( $\mu\text{m/ml}$ )	+ 150	51.70	24.00	32.50
Mn ( $\mu\text{m/ml}$ )	14.10	3.80	4.40	3.90
Z ( $\mu\text{m/ml}$ )	+ 25	+ 25	+ 25	+ 25

Fuente: Laboratorio ANACAFE

## CUADRO 5A MATERIALES UTILIZADOS

**Armazón:** Piezas de 5.08 cm. por 5.08. cm (2" X 2")  
- 4 reglas de 4.26 m. (14 pies)  
- 3 reglas de 2.74 m. (9 pies)  
- 1 regla de 1.83 m. (6 pies)

**Sujetadores del plástico:** Piezas de 1.27 cm. por 1.90 cm.  
(1/2" X 3/4")  
- 9 reglillas de 2.74 m. (9 pies)  
- 3 reglillas de 3.66 m. (12 pies)

**Marco de portilla:**  
- 1 regla de 3.28 m. (10 pies)

**Plásticos: Piso absorbedor**  
- 2.73 m. de plástico negro (polietileno), de 1.52 m de ancho, espesor de 0.025 cm (3 yardas por 60", espesor 10 milésimos de pulgada).

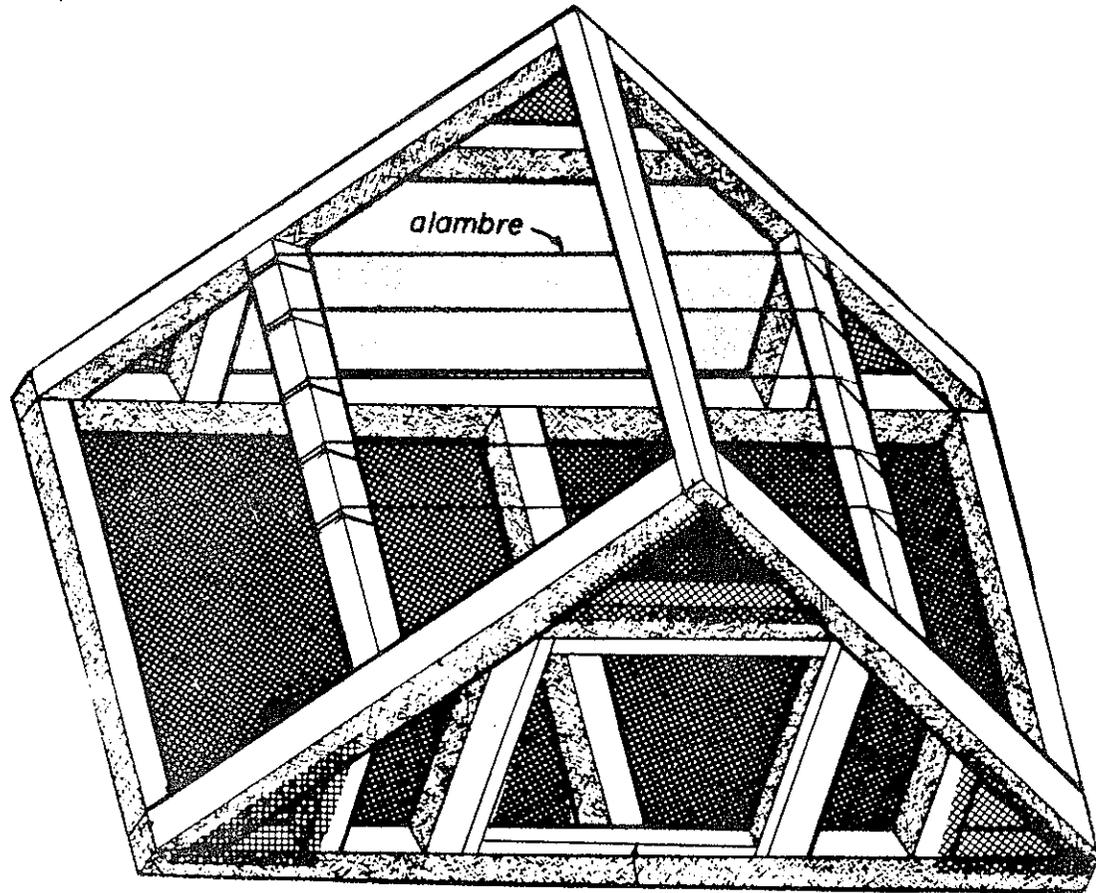
**Forro de cubierta:**  
- 7.51 m. de plástico transparente (vinil No. 8), de 1.52 m. de ancho (8.25 yardas por 60").

**Alambre:** 15 m. de alambre galvanizado No. 14.

**Cedazo:** 91 cm. de cedazo No. 8, malla de 3.17 mm., 91 cm. de ancho (3 pies por 3 pies, malla de 1/8").  
Puede usarse cedazo de nylon o hilo de fibra de vidrio.

# GRAFICA 9 A

## MODELO SECADOR SOLAR TIPO CARPA



*NROSA*

P.C. Marco Vinicio De la Rosa Montepeque

*[Handwritten signature of Miguel Angel Rodenas A.]*

Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas A.  
ASESOR PRINCIPAL

*[Handwritten signature of Luis H. Corado Cuevas.]*

Lic. Zoot. Luis H. Corado Cuevas.  
ASESOR

*[Handwritten signature of Eduardo T. Caal.]*

Lic. Zoot. Eduardo T. Caal  
ASESOR

IMPRIMASE:

*[Handwritten signature of Dr. José Perezcanto F.]*

Dr. José Perezcanto F.  
DECANO

