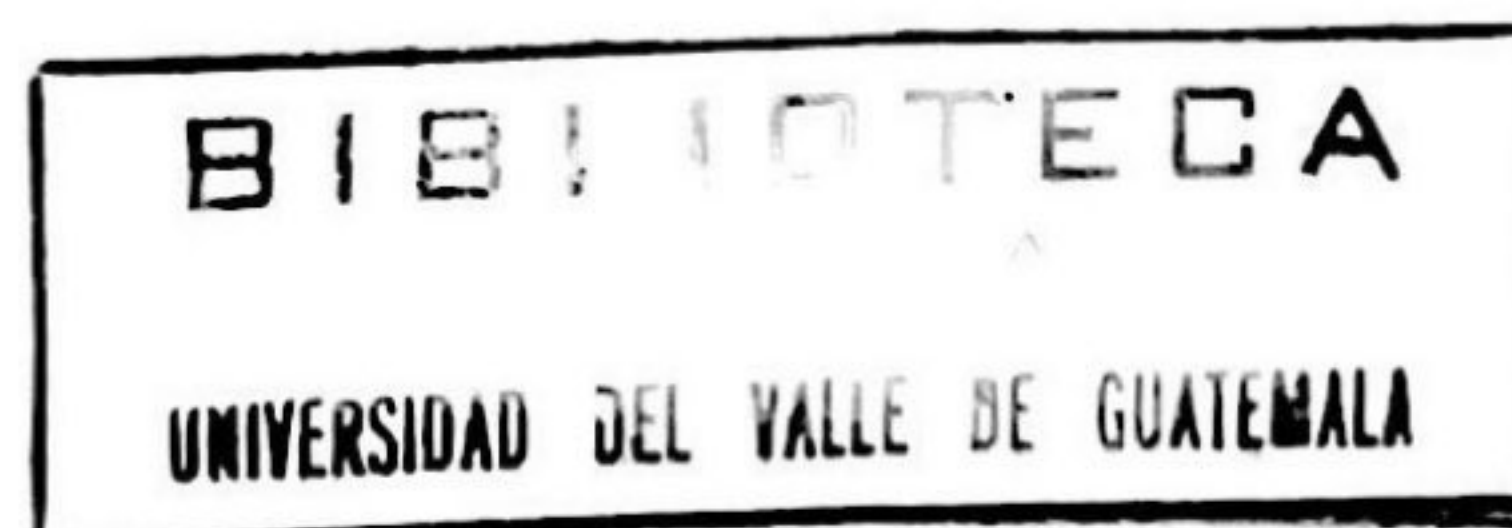


UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Alimentos



EFECTO DE LA ADICION DE LACTATO DE SODIO  
Y METODO DE EMPAQUE EN LA VIDA DE ANAQUEL  
DE SALCHICHA DE CERDO AHUMADA

JEANNY EVELYN ZIMERI VELASQUEZ



Guatemala  
1995.

**EFFECTO DE LA ADICION DE LACTATO DE SODIO  
Y METODO DE EMPAQUE EN LA VIDA DE ANAQUEL  
DE SALCHICHA DE CERDO AHUMADA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**  
**Facultad de Ciencias y Humanidades**  
**Departamento de Alimentos**

**EFFECTO DE LA ADICION DE LACTATO DE SODIO  
Y METODO DE EMPAQUE EN LA VIDA DE ANAQUEL  
DE SALCHICHA DE CERDO AHUMADA**

**JEANNY EVELYN ZIMERI VELASQUEZ**

**Trabajo profesional presentado para optar  
al grado académico de Licenciado en  
Ingeniería y Ciencia de Alimentos**

**Guatemala**

**1995**

Vo. Bo. :

(f)   
Licenciado Roberto de León Fajardo  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Licenciado Roberto de León Fajardo

(f)   
Licenciada Patricia Palacios de Palomo

(f)   
Ingeniera Maria Cristina Arce M.

Fecha de aprobación: 28 de septiembre de 1995.

**A mi familia**

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LA LITERATURA	3
A. Características del lactato de sodio	3
B. Estudios de referencia	3
C. Efectos anti-patógenos	5
D. Mecanismos de actividad antimicrobiana	6
III. OBJETIVOS	11
IV. MATERIALES Y METODOS	13
A. Materiales	13
1. Materia prima	13
2. Equipo industrial	13
3. Reactivos, cristalería y equipo de laboratorio	14
B. Metodología	16
1. Análisis de la materia prima	16
2. Preparación de las muestras y diagrama de flujo	16
3. Evaluación del producto terminado	19
4. Análisis de los datos	19

	Página
V. RESULTADOS	21
A. Tiempo de vida de anaquel de las salchichas bajo los distintos tratamientos	21
B. Gráficas de resultados	21
VI. DISCUSION	47
VII. CONCLUSIONES	53
VIII. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFIA	57
APENDICES	59
A. Procedimiento para la determinación del % de grasa en carne molida o emulsionada	59
B. Procedimiento para la determinación de pH	61
C. Procedimiento para el análisis de textura	63
D. Procedimiento para la determinación del rendimiento durante la cocción	65
E. Procedimiento para la determinación de la actividad de agua	67
F. Análisis sensorial	69
G. Tablas	71

## LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
V.1	Tiempo de vida de anaquel de las salchichas bajo los distintos tratamientos	21
G.1	Análisis proximal de la pasta de salchicha	71
G.2	pH de la pasta de salchicha	71
G.3	Porcentaje de merma por cocción del producto terminado	72
G.4	Carga microbiológica inicial de las salchichas	72

## LISTA DE GRAFICAS

Gráficas		Página
V.1	Variación del crecimiento microbiano durante el tiempo: Corrida 1, empaque al vacío	23
V.2	Variación del crecimiento microbiano durante el tiempo: Corrida 2, empaque al vacío	23
V.3	Variación del crecimiento microbiano durante el tiempo: Corrida 1, bolsa de polietileno	25
V.4	Variación del crecimiento microbiano durante el tiempo: Corrida 2, bolsa de polietileno	25
V.5	Variación de la aceptabilidad durante el tiempo: Corrida 1, empaque al vacío	27
V.6	Variación de la aceptabilidad durante el tiempo: Corrida 2, empaque al vacío	27
V.7	Variación de la aceptabilidad durante el tiempo: Corrida 1, bolsa de polietileno	29
V.8	Variación de la aceptabilidad durante el tiempo: Corrida 2, bolsa de polietileno	29
V.9	Variación del pH durante el tiempo: Corrida 1, empaque al vacío	31
V.10	Variación del pH durante el tiempo: Corrida 2, empaque al vacío	31
V.11	Variación del pH durante el tiempo: Corrida 1, bolsa de polietileno	33
V.12	Variación del pH durante el tiempo: Corrida 2, bolsa de polietileno	33
V.13	Efecto del lactato de sodio en la actividad del agua	35

		Página
V.14	Variación de la humedad durante el tiempo: Corrida 1, empaque al vacío	37
V.15	Variación de la humedad durante el tiempo: Corrida 2, empaque al vacío	37
V.16	Variación de la humedad durante el tiempo: Corrida 1, bolsa de polietileno	39
V.17	Variación de la humedad durante el tiempo: Corrida 2, bolsa de polietileno	39
V.18	Variación de la textura durante el tiempo: 0% lactato de sodio	41
V.19	Variación de la textura durante el tiempo: 2% lactato de sodio	41
V.20	Variación de la textura durante el tiempo: 3% lactato de sodio	41
V.21	Variación del índice de peróxidos durante el tiempo: Corrida 1, empaque al vacío	43
V.22	Variación del índice de peróxidos durante el tiempo: Corrida 2, empaque al vacío	43
V.23	Variación del índice de peróxidos durante el tiempo: Corrida 1, bolsa de polietileno	45
V.24	Variación del índice de peróxidos durante el tiempo: Corrida 2, bolsa de polietileno	45

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue dejar establecido un procedimiento efectivo para la fabricación de salchichas ahumadas de cerdo en una planta de embutidos de Guatemala, utilizando lactato de sodio como preservante en combinación con un tipo de empaque adecuado. El factor bajo estudio fue el tiempo de vida de anaquel de las salchichas y fue determinado por medio de análisis de estabilidad microbiológica y aceptabilidad organoléptica.

El experimento fue diseñado como un análisis de bloques, en el que se incluyeron concentraciones de lactato de sodio a 3 niveles (0, 2 y 3%) y dos tipos de empaque (al vacío y bolsa de polietileno). Se realizaron análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales del producto terminado cada 7 días, hasta que éste ya no se consideró aceptable.

La utilización combinada de lactato de sodio en concentraciones entre 2 y 3 %, y condiciones de empaque al vacío, prolongaron el tiempo de vida de anaquel de la salchicha. Dicho incremento del tiempo de vida de anaquel puede ser inhibido por una carga microbiana inicial alta del producto. No existió algún efecto notorio en las características de humedad, actividad de agua, índice de peróxido, ni textura del producto por la adición del lactato de sodio.

## I. INTRODUCCION

La seguridad de los productos cárnicos procesados es una preocupación compartida por la industria y por los consumidores y se consideran alimentos perecederos, ya que cuentan con expectativas limitadas de vida útil de anaquel. Por lo tanto, los fabricantes tienen una larga experiencia en la utilización de preservantes que prolongan el período en el que un producto cárnico procesado se considera aceptable para el consumo humano. Asimismo, se asegura que dicho producto cumpla con las normas establecidas por organismos que velan por la salud del consumidor.

En la industria cárnica se utilizan varios tipos de empaque para conservar los productos. El empaque utilizado influye en el crecimiento de distintos grupos de microorganismos, así como en las reacciones de descomposición reguladas por las condiciones de almacenamiento del producto.

Las salchichas son un alimento que con frecuencia sustituye a la carne en la mesa de los guatemaltecos, debido a que su aceptación es alta y su preparación en el hogar es fácil. En consecuencia, las salchichas deben ser fabricadas con procedimientos apegados a las buenas prácticas de manufactura, utilizando procesos que aseguren su calidad.

Debido a causas económicas y culturales, contar con refrigeración para el manejo de estos productos está muchas

veces fuera del alcance de la población de Guatemala, por lo que la utilización de un empaque adecuado y de un preservante efectivo trae consigo consecuencias beneficiosas: el consumidor se ve beneficiado al adquirir embutidos de mejor calidad y el productor obtiene beneficios económicos al extender el tiempo de vida útil de las salchichas.

Entre los preservantes utilizados en la fabricación de embutidos se encuentra el lactato de sodio. Siendo una sal del ácido láctico, el lactato de sodio es un producto natural de la fermentación del almidón de papa. Utilizado como preservante, bajo condiciones de empaque adecuadas, el lactato de sodio puede tener efectos de prolongación del tiempo de vida de anaquel sobre las salchichas.

## II. REVISION DE LA LITERATURA

### A. Características del lactato de sodio

El lactato de sodio se utiliza actualmente como un emulsificante, humectante, realzador de sabor (en concentraciones típicas entre 1.5 y 2.0%), agente saborizante, y como controlador del pH en varios alimentos, incluyendo productos cárnicos. Es un compuesto soluble en agua y disponible como una solución acuosa al 60 %. Según O'Connor et al (1993:978), contiene 12.5 % de sodio en peso, mientras que el cloruro de sodio contiene 40 % de sodio. Se obtiene de la fermentación anaeróbica del almidón de la papa.

### B. Estudios de referencia

Un número considerable de estudios han reportado los efectos de los lactatos, incluyendo sales de sodio, potasio y calcio. Según O'Connor et al (1993:978) se experimentó con los efectos del cloruro de sodio y lactato de sodio en las características sensoriales y tiempo de vida de anaquel de la carne de cerdo fresca. Sus resultados muestran que el lactato de sodio añadido en un 3 % extendió el tiempo de vida de anaquel de las muestras en 12 días, comparadas a los controles. Además, el sodio añadido como lactato de sodio fue menos detectable como "salado" comparado con el añadido como cloruro de sodio.

Se observó una extensión del tiempo de vida útil del paté

de cerdo almacenado en refrigeración, por la adición de 2 % de lactato de sodio, según Weaver y Shelef (1993:133). Asimismo, Brewer et al (1991:1178) reportaron que la adición de 2 a 3 % de lactato de sodio a salchichas frescas de cerdo (no curadas), almacenadas a 4 °C, retrasaba el deterioro microbiano de la carne, la disminución de pH y el desarrollo de sabores amargos y residuales.

Según Egbert et al (1992:1033) se reportó que el crecimiento bacteriano en tortitas de res bajas en grasa refrigeradas y con base de carragenina, fue retrasado por el uso de una sal del ácido láctico utilizada entre el 2 y 3%; además, no se notaron efectos indeseables en las propiedades sensoriales del producto.

Se notó una disminución en la cuenta aeróbica de bacterias con un incremento en las concentraciones de lactato de sodio en "roast beefs" tratados con 2 a 4 % de la sal durante almacenamiento refrigerado, y recomendaron la adición de 3% para el control de los microorganismos, según Papadopolous et al (1991b:1141).

Según Lamkey et al (1991:223) se observó un bajo recuento microbiano y una extensión del tiempo de vida de anaquel en salchichas de cerdo frescas, almacenadas a 4 °C, conteniendo 3 % de lactato de sodio. Dicho tiempo de vida útil aumentó en más de 2 semanas respecto de los controles; se redujo la decoloración superficial y se disminuyeron los olores residuales. La presencia de concentrados de soya texturizada disminuyeron la efectividad del lactato de sodio ante los

microorganismos, probablemente debido al aumento de pH con la adición de estos extensores cárnicos.

Se reportó una mejora en la estabilidad microbiológica en muestras de jamones tratadas con lactato de sodio, según McIver (1989:2).

Se han notado beneficios adicionales como mejores rendimientos de cocción y colores más oscuros que en carnes no tratadas, según Papadopoulos et al (1991c:621). Según Brewer et al (1991:1177) también se encontró que el lactato de sodio aparentemente protegía el color rojo y aumentaba los sabores salados y a cerdo en las salchichas. Según O'Connor et al (1993:979) se demostró que este ingrediente incrementó la jugosidad y realzó el sabor de carne de cerdo molida.

Se ha encontrado que la utilización de menos de 2% de lactato de sodio no es efectivo en la prolongación de la vida de anaquel de los productos cárnicos, según Papadopoulos et al (1991:341). Las normas COGUANOR de Guatemala (NGO 34130) no permiten la utilización de más del 2 % de lactato de sodio puro. Se debe tomar en cuenta la concentración del lactato en la solución a ser utilizada en el experimento.

### C. Efectos anti-patógenos

También se han estudiado los efectos del lactato en patógenos presentes en los productos cárnicos. Según Maas et al (1989:2226) se inoculó carne de pavo molida conteniendo 2 y 3.5 % de lactato de sodio con esporas de Clostridium botulinum. El

tratamiento térmico aplicado resulta en la destrucción de células vegetativas, dejando principalmente esporas en el producto terminado. La carne inoculada fue empacada al vacío y luego cocinada por inmersión en agua caliente hasta una temperatura interna de 71.1 °C. Se observó una producción reducida de toxinas con un incremento en la concentración de lactato. Este estudio también reveló que el responsable del atraso en la formación de toxinas botulínicas era el lactato y no el ion sodio. El control de C. botulinum en productos cárnicos curados, como las salchichas, se debe mayormente al uso de nitrito de sodio en combinación de cloruro de sodio.

Se reportó que la sobrevivencia de Listeria monocitógenes se reducía en carne de res empacada al vacío cocinada a 62.8 °C y tratada con una salmuera al 2 % de lactato de sodio, según Weaver y Shelef (1993:134). Una concentración de 4 % de lactato de sodio en salchichas inhibió el crecimiento de L. monocitógenes en almacenamiento refrigerado y se redujo el recuento aeróbico de plato en los productos. Los efectos de las sales de lactato en pollo y carne de res estériles e inoculadas con L. monocitógenes fueron examinadas. Una concentración de 4 % de la sal de sodio suprimió el crecimiento de dicho microorganismo causando una extensión de la fase de crecimiento de 1-2 semanas a 5 °C, según Weaver y Shelef (1993:134).

#### D. Mecanismos de actividad antimicrobiana

En lo que respecta al mecanismo de la actividad

antimicrobiana del lactato, se observó una reducción en la actividad de agua en paté de cerdo desde 0.959 a 0.945 por la adición de 2 % de lactato, y se sugirió que la disminución del crecimiento microbiano en productos cárnicos conteniendo lactato podría ser atribuido a este efecto, según Weaver y Shelef (1993:134).

Se reportó que la adición de 4 % de lactato de sodio a un sistema modelo de carne cocinada, con niveles de humedad entre el 25 y 85 %, reducía la actividad de agua; no se pudo asegurar que ésta fuera la explicación para la inhibición del crecimiento microbiano observado en la carne, según Weaver y Shelef (1993:135).

Se ha reportado que la adición de 2 % de cloruro de sodio es más efectivo en la disminución de la actividad de agua del producto que la adición de 4 % de los lactatos. Estas observaciones confirman una desviación mayor del cloruro de sodio que la desviación del lactato de sodio respecto de la ley de Raoult, utilizando las mismas concentraciones en peso, según Weaver y Shelef (1993:144). Se encontró que el ácido láctico cuenta con una desviación pequeña y positiva respecto de dicha ley. Idealmente, un aditivo alimenticio con desviaciones grandes respecto la ley de Raoult puede disminuir la actividad de agua a niveles seguros en los cuales el crecimiento microbiano es casi nulo, según Chirife y Ferro Fontan (1980:802).

La actividad antimicrobiana de ácidos de cadena lipofílica

corta se atribuye al ácido no disociado, por lo que su porcentaje aumenta con una disminución del pH, según Weaver y Shelef (1993:144). Se sugirió que la efectividad de ácidos no disociados, como el lactato de sodio, se debía a la capacidad de cruzar las membranas moleculares por un mecanismo de difusión, volver a su forma disociada dentro de la célula y convertir en ácido el interior de ésta. Como el porcentaje de especies no disociadas aumenta con un pH decreciente, la contribución del pH a la efectividad bacteriostática no puede ser ignorada, según Papadopoulos et al (1991:346).

Se estudió la actividad antilisterial de lactato de sodio, potasio o calcio en salchichas de hígado de cerdo. Aunque hubo una disminución de la actividad de agua de las salchichas, el cambio no fue suficiente como para asegurar que esto fuera la razón de la actividad antilistérica de estas sales, según Weaver y Shelef (1993:144).

Según Maas et al (1989:2226) hay varias propuestas del mecanismo de acción del lactato de sodio en el retraso de la producción de toxinas botulínicas. Primero, la presencia de altos niveles del ion lactato pueden llevar la reacción de reducción del piruvato a lactato cerca de su equilibrio termodinámico, inhibiendo así una ruta mayor de metabolismo de energía anaeróbica que es esencial para el crecimiento. Segundo, en el C. botulinum, la emanación de lactato desde la célula bacteriana puede acoplarse a generación de ATP por la transferencia de protones a través de la membrana celular. Un

nivel alto de lactato extracelular puede inhibir este mecanismo.

### III. OBJETIVOS

#### A. General

Establecer un procedimiento a nivel industrial que prolongue el tiempo de vida de anaquel de las salchichas de cerdo ahumadas, combinando la utilización adecuada de una concentración de lactato de sodio y un tipo de empaque efectivo.

#### B. Específicos

1. Determinar cuán efectivo es el lactato de sodio para prolongar el tiempo de vida de anaquel de salchichas ahumadas de cerdo empacadas al vacío y bajo atmósfera normal.
2. Describir los efectos que trae consigo el empleo del lactato de sodio utilizado en distintas concentraciones, bajo distintas condiciones de empaque.

## IV. MATERIALES Y METODOS

### A. Materiales

#### 1. Materia prima

- carne y grasa de cerdo
- carne y grasa de pollo
- aditivos: sal, polifostato de sodio, glutamato monosódico, eritorbato de sodio, sorbato de potasio, nitrito de sodio, colorantes artificiales
- agua
- aislado de soya
- lactato de sodio, ARLAC S, ADM Protein Specialties.

#### Análisis típico:

% lactato de sodio.....58-62  
pH.....6.5-7.5  
Hierro, ppm.....5 máx.  
Metales pesados  
(como plomo), ppm.....5 máx.

- funda artificial para embutir
- bolsas de polietileno de baja densidad
- film plástico laminado con intercambio de oxígeno restringido.

#### 2. Equipo industrial

- báscula electrónica
- molino Weiler
- cutter
- molino micro-emulsionador
- tolva alimentadora con bomba
- embutidora
- horno-ahumador
- graficador t/°T para el horno
- carros y varillas para horneado
- cortadora de salchichas
- bolsas de polietileno de baja densidad
- film plástico laminado con intercambio de oxígeno restringido.
- empacadora al vacío

### 3. Reactivos, cristalería y equipo de laboratorio

#### a. Cristalería básica

- pinzas quirúrgicas de acero inoxidable
- hornilla eléctrica
- hornilla eléctrica con agitador
- balanza gravimétrica digital
- pipetas 10 ml  $\pm$  0.1 ml
- pipetas 5 ml  $\pm$  0.3
- pipeta volumétrica de 1 ml
- papel encerado
- bulbo de seguridad para pipetas
- termómetro de vidrio 0-80 °C  $\pm$  0.5 °C
- beakers 600 ml  $\pm$  5%
- beakers 250 ml  $\pm$  5
- erlenmeyers 500 ml
- erlenmeyers 200 ml
- agitador magnético
- escalpelo
- bisturí
- mechero Bunsen
- espátulas para pesar
- probeta 50 ml  $\pm$  1 ml
- probeta 100 ml  $\pm$  2 ml
- probeta 250 ml  $\pm$  2 ml
- reloj cronómetro
- soporte y anillos metálicos
- pinzas para equipo de destilación
- pizeta
- varilla de vidrio
- tabla de asbesto
- termómetro de dial
- crisol de porcelana

#### b. Análisis de grasa

- 2 botellas Babcock, 50%  $\pm$  0.5 %
- ácido sulfúrico concentrado, 98.08%

#### c. Análisis de proteína

- Acido bórico granular, 99.5% de pureza
- rojo de metilo
- verde de bromocresol
- hidróxido de sodio granulado, 98% de pureza
- tiosulfato de sodio anhidro
- ácido clorhídrico 0.2 N
- block para digestión, cristalería y tubo de digestión
- equipo para destilación y cristalería
- papel filtro Whatman 541

- campana para extracción
- perlas de ebullición
- peróxido de hidrógeno
- bureta 50 ml  $\pm$  0.5 ml

#### d. Análisis de humedad

- horno de convección
- desecadora de vidrio
- sílica gel con indicador de humedad
- etanol 95% (v/v)

#### e. Medición de pH

- licuadora
- medidor de pH digital,  $\pm$  0.025 unidades de pH
- electrodo de plástico Corning, combinación
- buffer pH 4.01  $\pm$  0.01
- buffer pH 7  $\pm$  0.01
- buffer pH 10  $\pm$  0.01

#### f. Índice de peróxidos

- ácido acético glacial
- yoduro de potasio granulado
- almidón soluble
- tiosulfato de sodio anhidro

#### g. Análisis de textura

- penetrómetro, 5N X 0.05 N
- refrigerador
- vernier plástico  $\pm$  0.1 mm
- termómetro 0-100 °C

#### h. Análisis de rendimiento durante la cocción

- olla de cocina
- termómetro 0-100 °C

#### i. Análisis microbiológico

- crayón graso para cristalería
- incubadora
- cajas Petri desechables
- agar para Recuento Total
- agua peptonada
- esterilizador
- gradilla p/tupos de ensayo
- gradilla p/pipetas
- tubos de ensayo con rosca, 10 ml

i. Análisis sensorial

- vasos desechables
- platos desechables
- servilletas de papel

k. Análisis de la actividad de agua

- medidor de actividad de agua
- cloruro de bario
- papel filtro Whatman No. 4
- cronómetro
- mortero

**B. Metodología.**

Se realizaron 2 corridas distintas del experimento, en dos semanas consecutivas, con el objetivo de eliminar la variación causada por los días de preparación de las muestras.

1. Análisis de la materia prima. En el día de la preparación de las salchichas, se llevó a cabo:

a. un análisis proximal de la pasta para salchicha, el cual incluyó las siguientes pruebas:

- % de grasa, según método incluido en el Apéndice A.
- % de proteína cruda, según método 981.1 de la AOAC Official Methods of Analysis, 1990.
- % de humedad, según Norma COGUANOR NGO 34 125 h3.

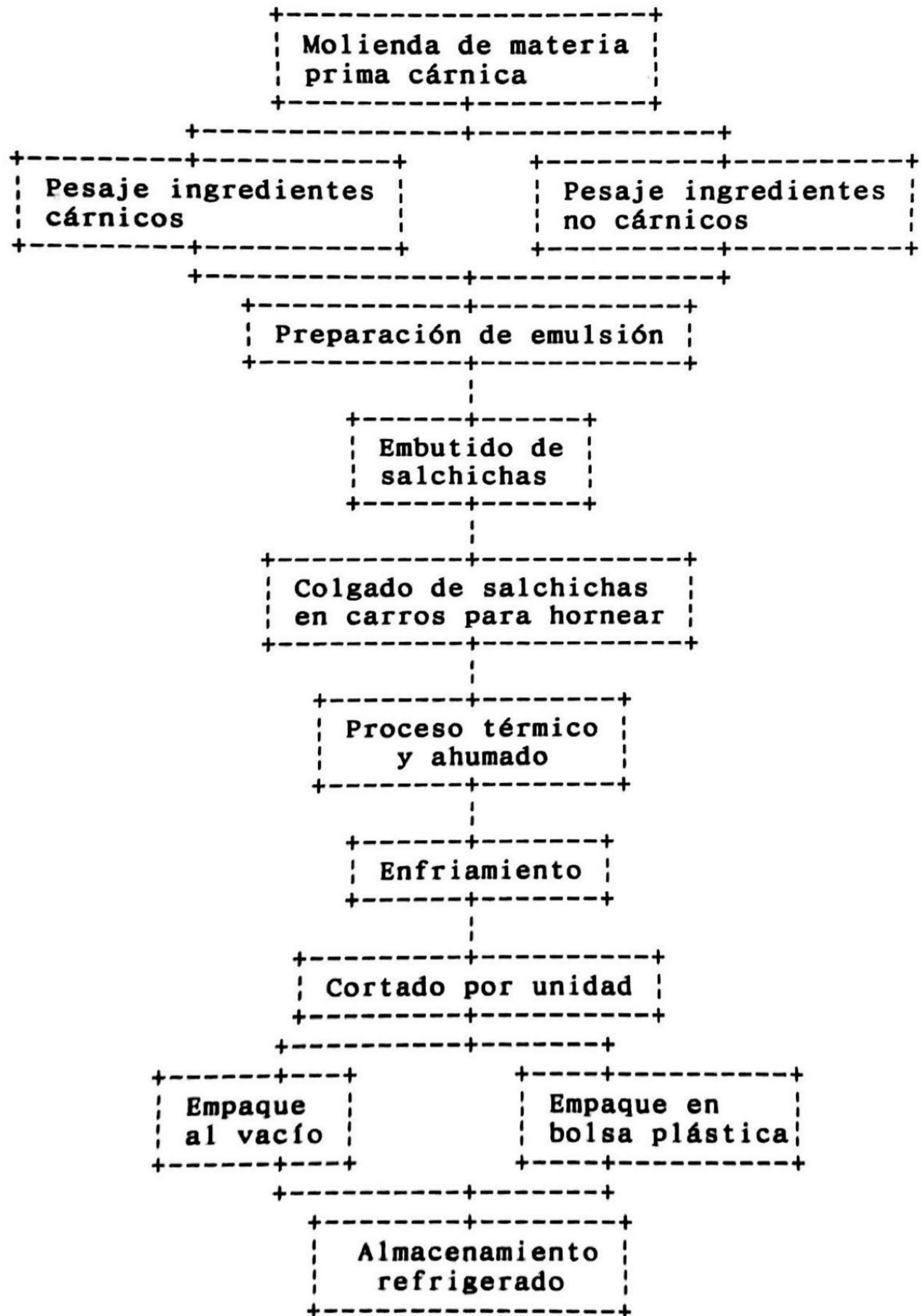
b. medición de pH, según método descrito en el Apéndice B.

2. Preparación de las muestras.

- a. Molienda de la materia prima cárnica
- b. Pesaje de los ingredientes cárnicos y no cárnicos.
- c. Elaboración de la emulsión cárnica en el cutter,

utilizando el nivel de lactato de sodio correspondiente a cada tratamiento (0,2,3 %).

- d. Micro-emulsionado de la pasta de salchicha.
- e. Embutido de la pasta de salchicha en fundas artificiales.
- f. Colgado de salchichas en varillas y carros para hornear.
- g. Horneado, bajo humedad relativa y temperatura controladas.
- h. Ahumado de las salchichas en las últimas etapas del proceso térmico.
- i. Enfriamiento al finalizar el horneado.
- j. Cortado de salchichas en unidades.
- k. Empaque en de 10 unidades, con dos tipos distintos de material: a) film plástico laminado con intercambio de oxígeno restringido, al vacío y b) bolsa de polietileno de baja densidad, bajo atmósfera normal.
- l. Las salchichas se mantuvieron en refrigeración en un cuarto frío, a temperatura controlada de 4 °C.

DIAGRAMA DE FLUJO**FABRICACION DE SALCHICHA DE CERDO AHUMADA**

3. Evaluación del producto terminado. Al producto terminado se le hicieron los siguientes análisis:

a. Pruebas de Referencia:

- % de Humedad (según Norma COGUANOR NGO 34 125 h3).
- pH (Apéndice B)
- Índice de peróxido (según Norma COGUANOR NGO 34 072 h21).
- Textura (Apéndice C)
- Rendimiento durante la cocción (Apéndice D)
- Actividad de agua (Apéndice E)

b. Pruebas de Estabilidad:

- Análisis microbiológico: recuento total aeróbico a 32 ° C (según Norma COGUANOR NGO 34 125 h13).
- Análisis sensorial: pruebas de aceptabilidad de apariencia, olor, textura y sabor, utilizando un panel entrenado de 9 integrantes (Apéndice F).

4. Análisis de los datos. El factor bajo estudio fue el tiempo de vida de anaquel de las salchichas, determinado por un análisis microbiológico y por la aceptabilidad organoléptica del producto.

Para el efecto, se establecieron los siguientes límites como máximos para considerar aceptable la muestra:

a) Análisis microbiológico:

Recuento total aeróbico (32°C)  $\leq 10^5$  UFC/g

NOTA: Esta cifra corresponde al límite permitido por la norma

COGUANOR NGO 34 072 h21.

b) Análisis sensorial: apariencia, olor, textura y sabor aceptables. Se utilizó una escala de 5 puntos, tomando como aceptable un puntaje mayor o igual a 2 puntos.

(Apéndice F)

Los resultados se analizaron por la aplicación de un análisis de varianza (ANDEVA) en la semana previa a la última semana de la vida útil de anaquel de las salchichas. Adicionalmente, se realizó una correlación de los datos obtenidos en las distintas pruebas realizadas a lo largo de todo el experimento, para poder describir el efecto del lactato de sodio sobre las características de las salchichas.

## V. RESULTADOS

### A. Tabla V.1

#### TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL DE LAS SALCHICHAS BAJO LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS \*

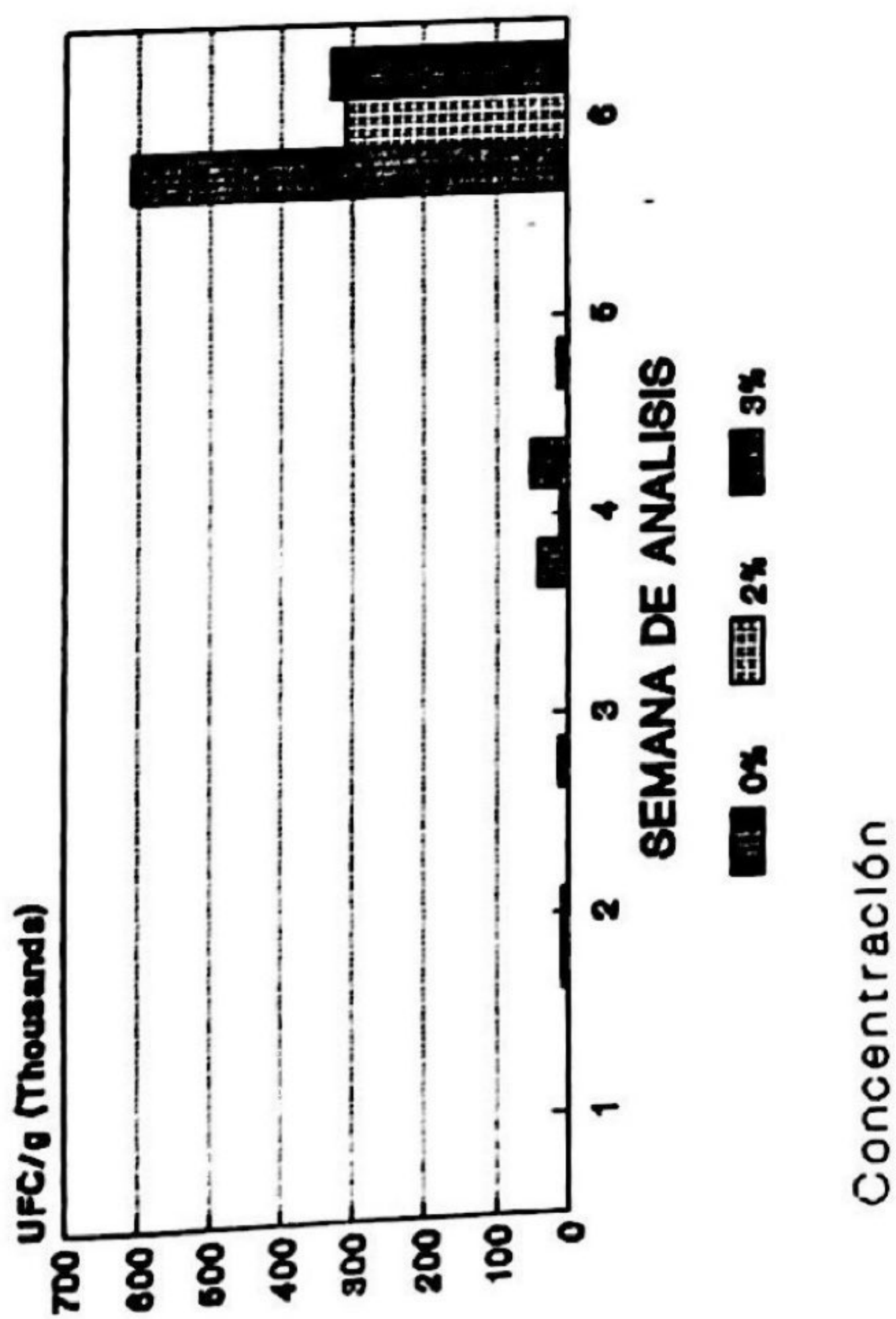
% Lactato de sodio	Corrida 1		Corrida 2	
	Bolsa	Vacío	Bolsa	Vacío
0	3	3	2	3
2	3	6	3	3
3	3	6	3	4

\* Tiempo dado en semanas.

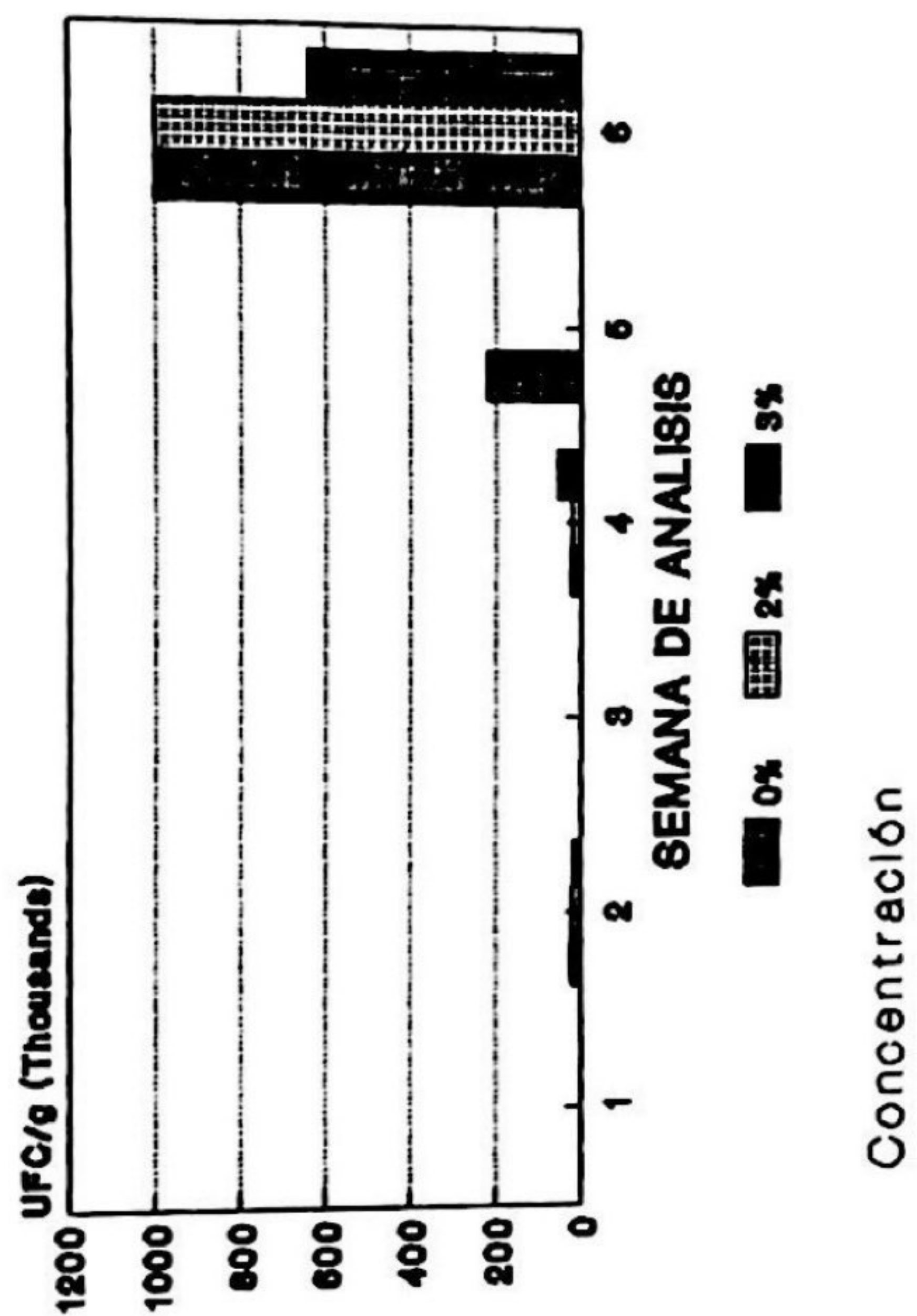
### B. Gráficas de los resultados

# Variación del crecimiento microbiano durante el tiempo (Empaque al vacío)

## GRAFICA V.1 Corrida 1

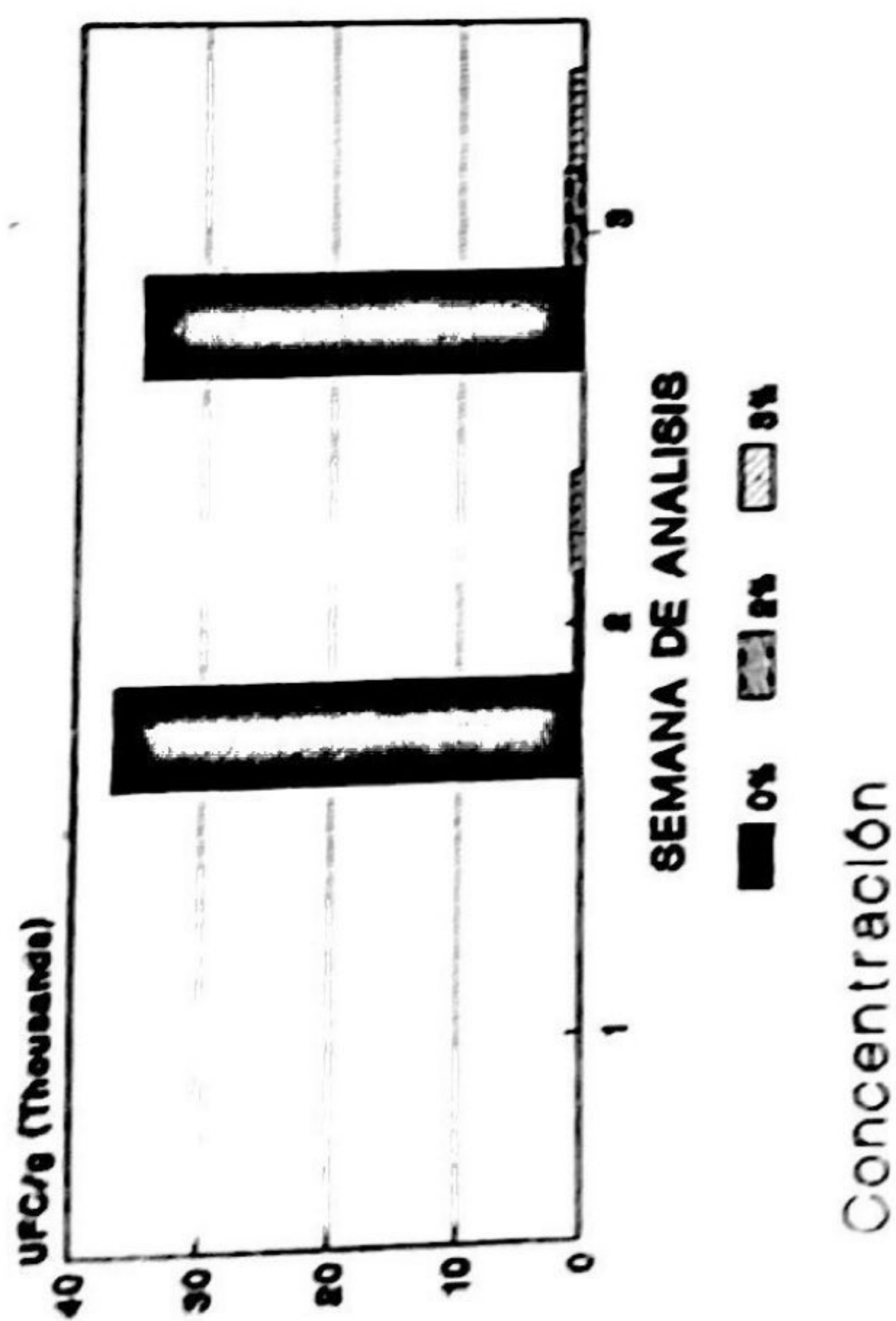


## GRAFICA V.2 Corrida 2

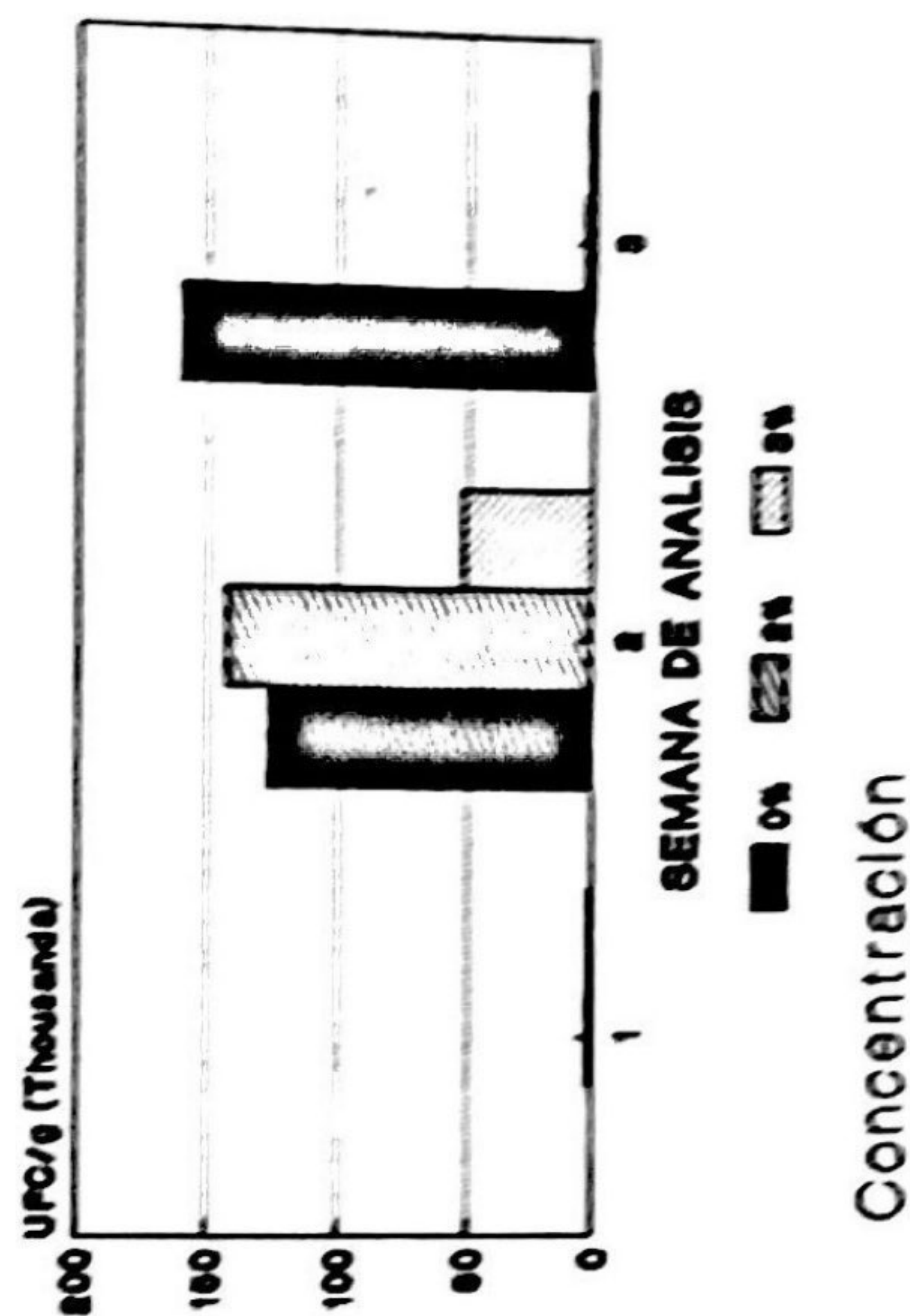


Variación del crecimiento microbiano durante el tiempo  
**(Empaque en bolsa de polietileno)**

**GRAFICA V.3**  
 Corrida 1



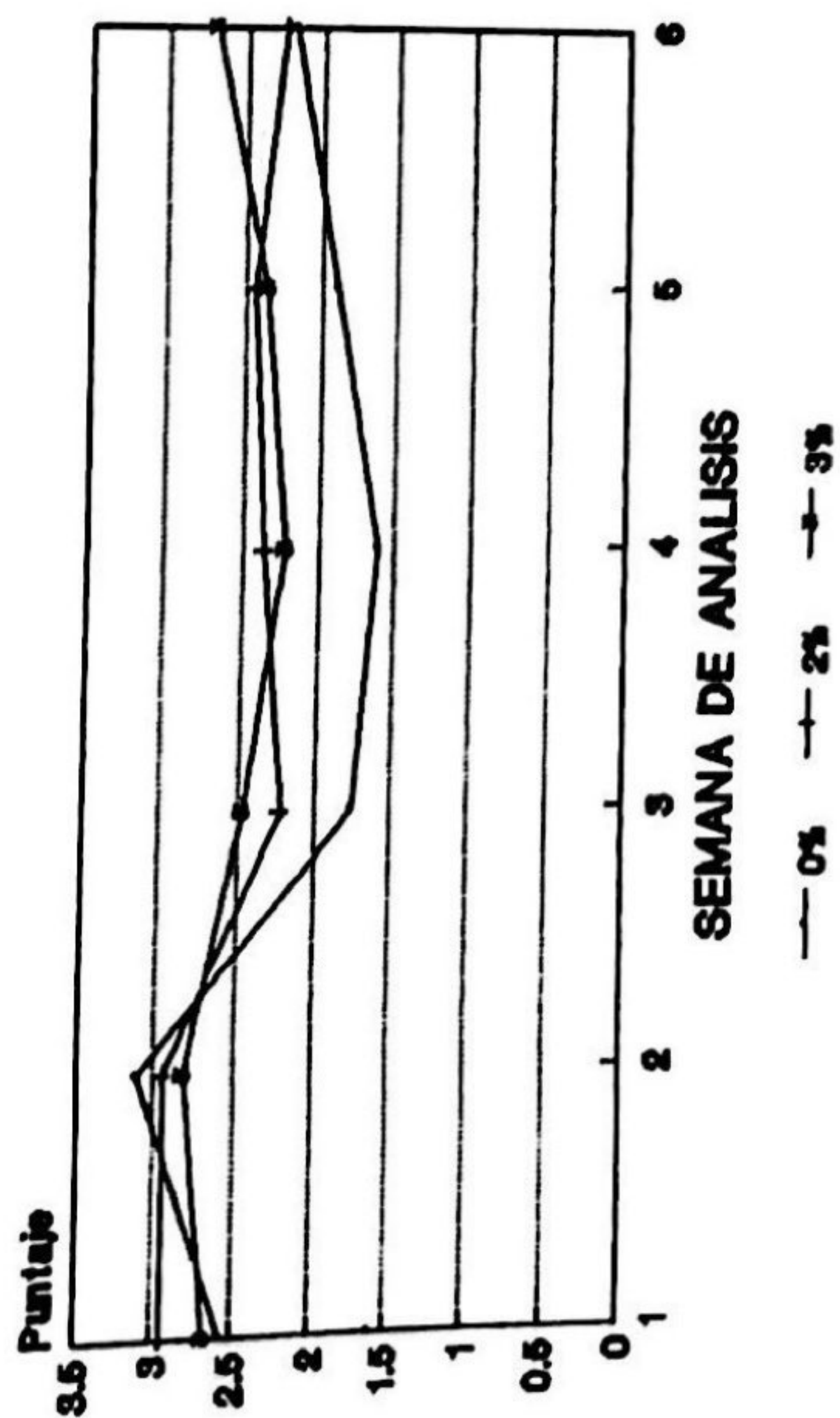
**GRAFICA V.4**  
 Corrida 2



Variación de la aceptabilidad durante el tiempo

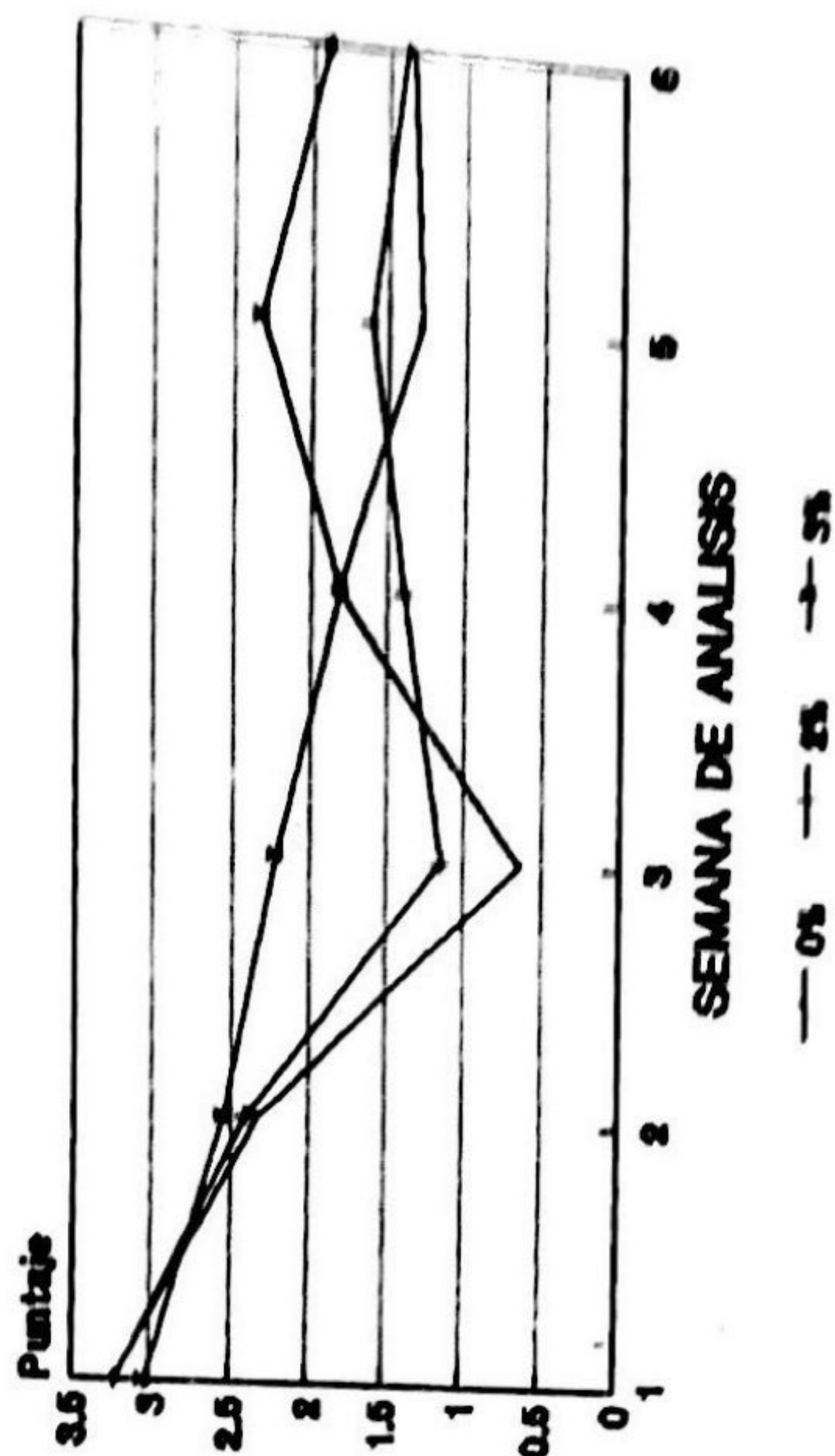
(Empaque al vacío)

**GRAFICA V.5**  
Corrida 1



Concentración

**GRAFICA V.6**  
Corrida 2

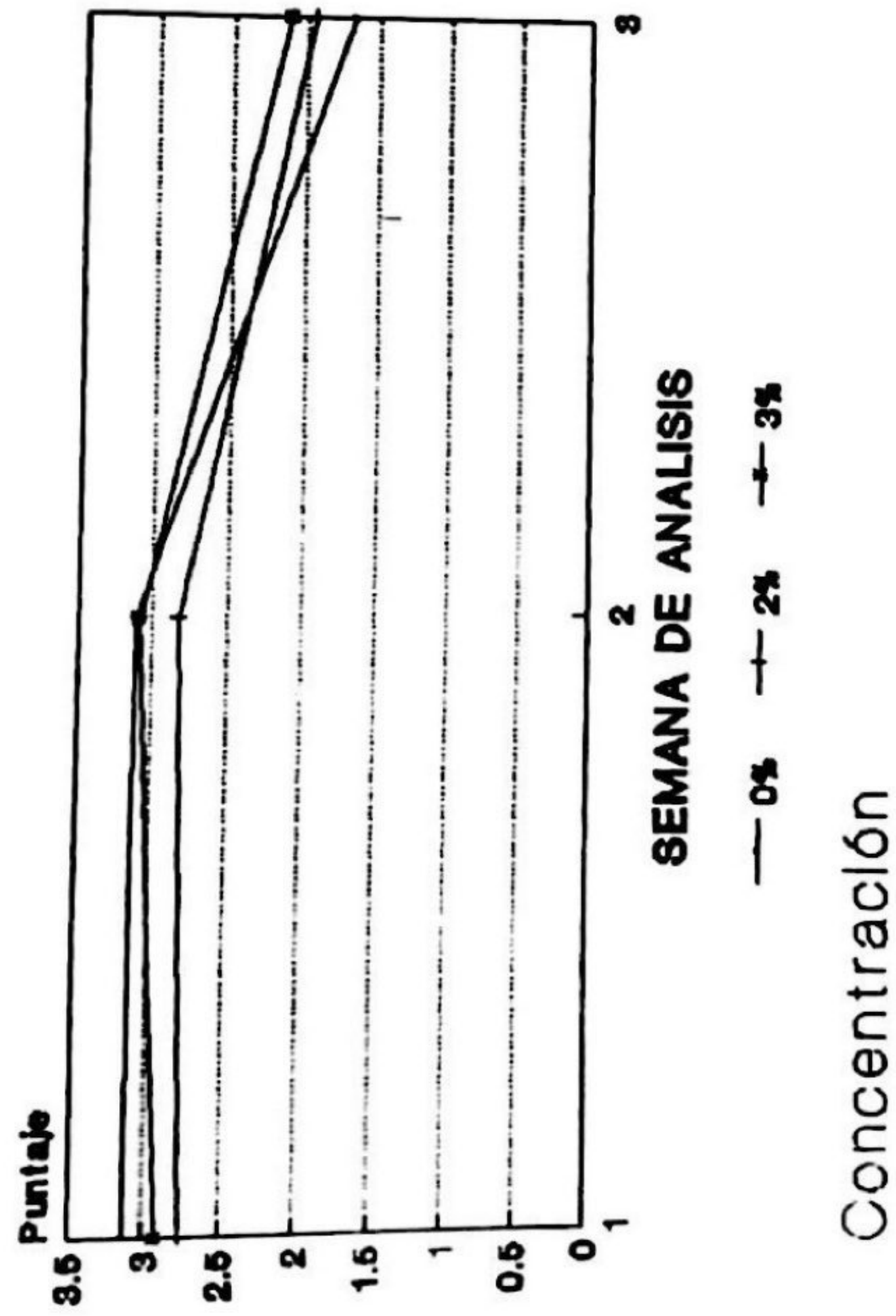


Concentración

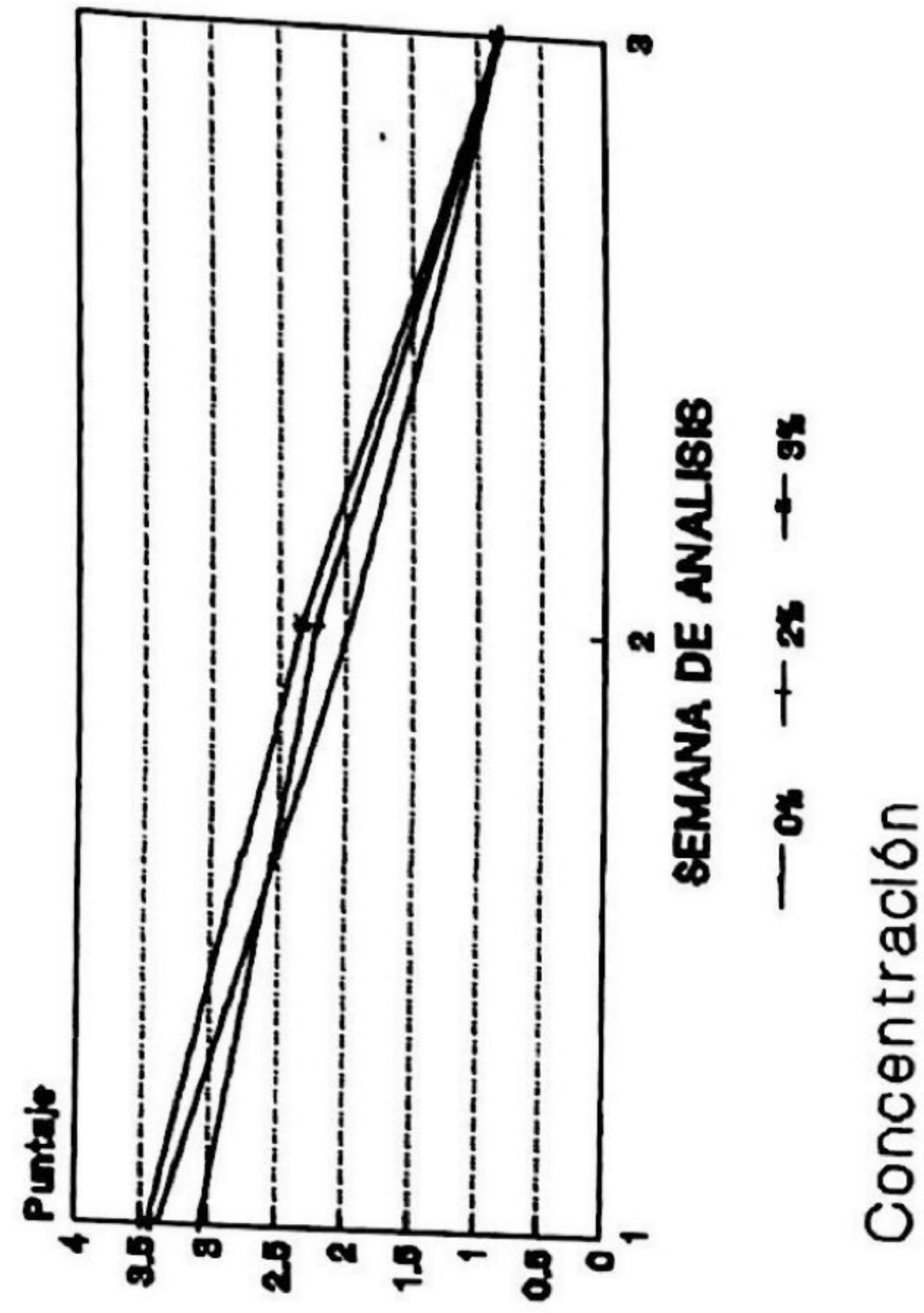
Variación de la aceptabilidad durante el tiempo

**(Empaque en bolsa de polietileno)**

**GRAFICA V.7**  
Corrida 1



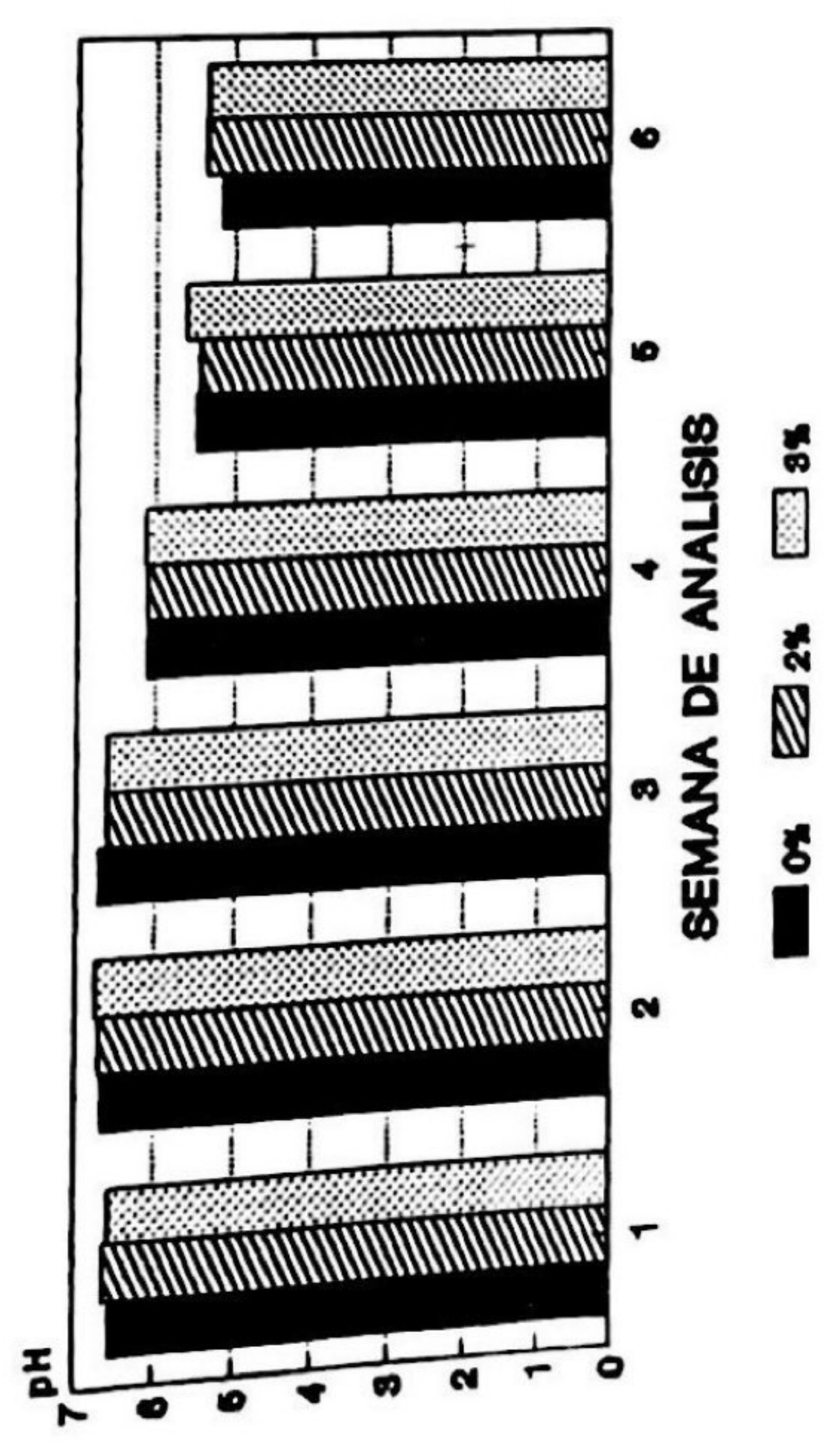
**GRAFICA V.8**  
Corrida 2



Variación del pH durante el tiempo

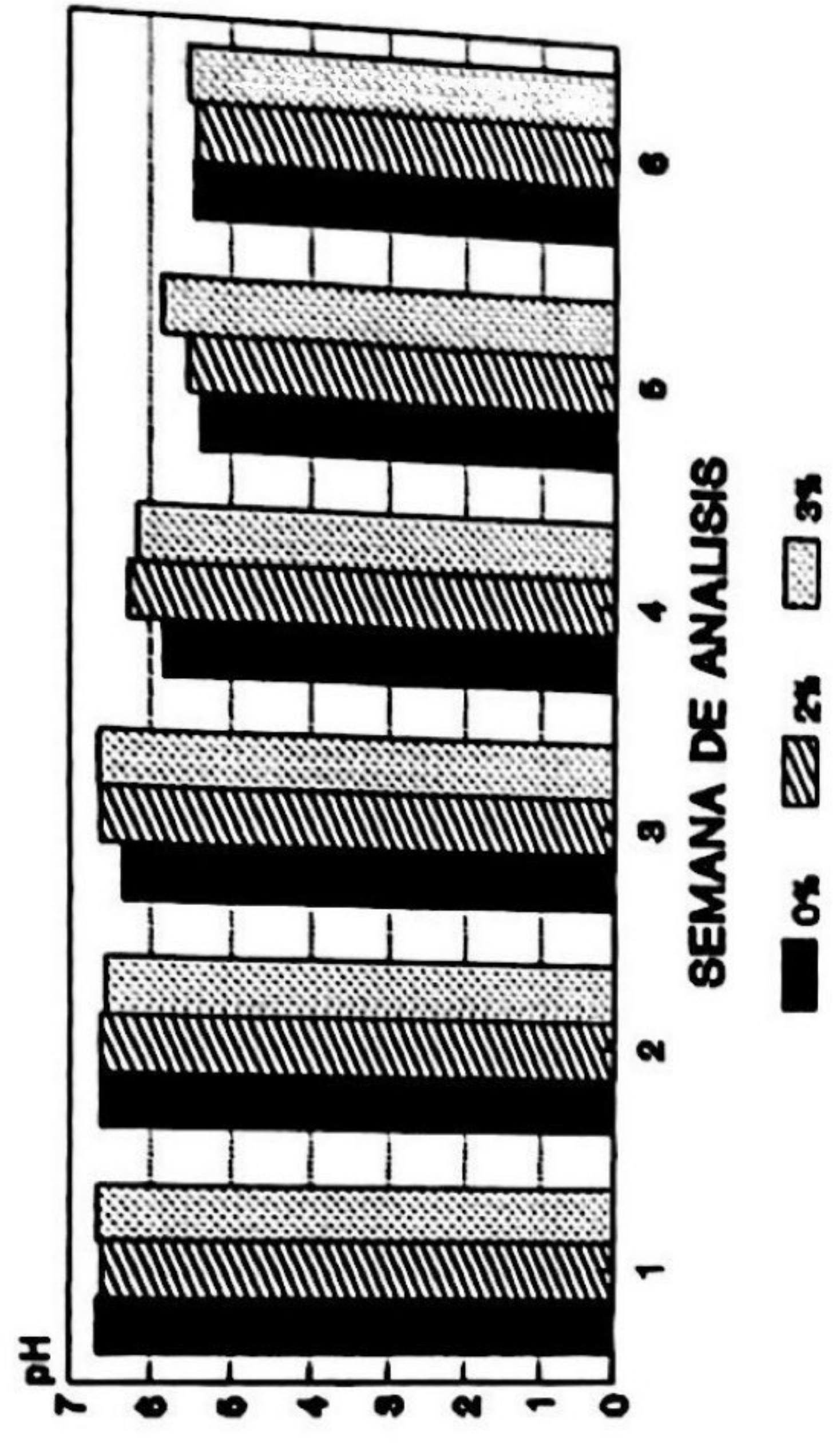
(Empaque al vacío)

GRAFICA V.9  
Corrida 1



Concentración

GRAFICA V.10  
Corrida 2

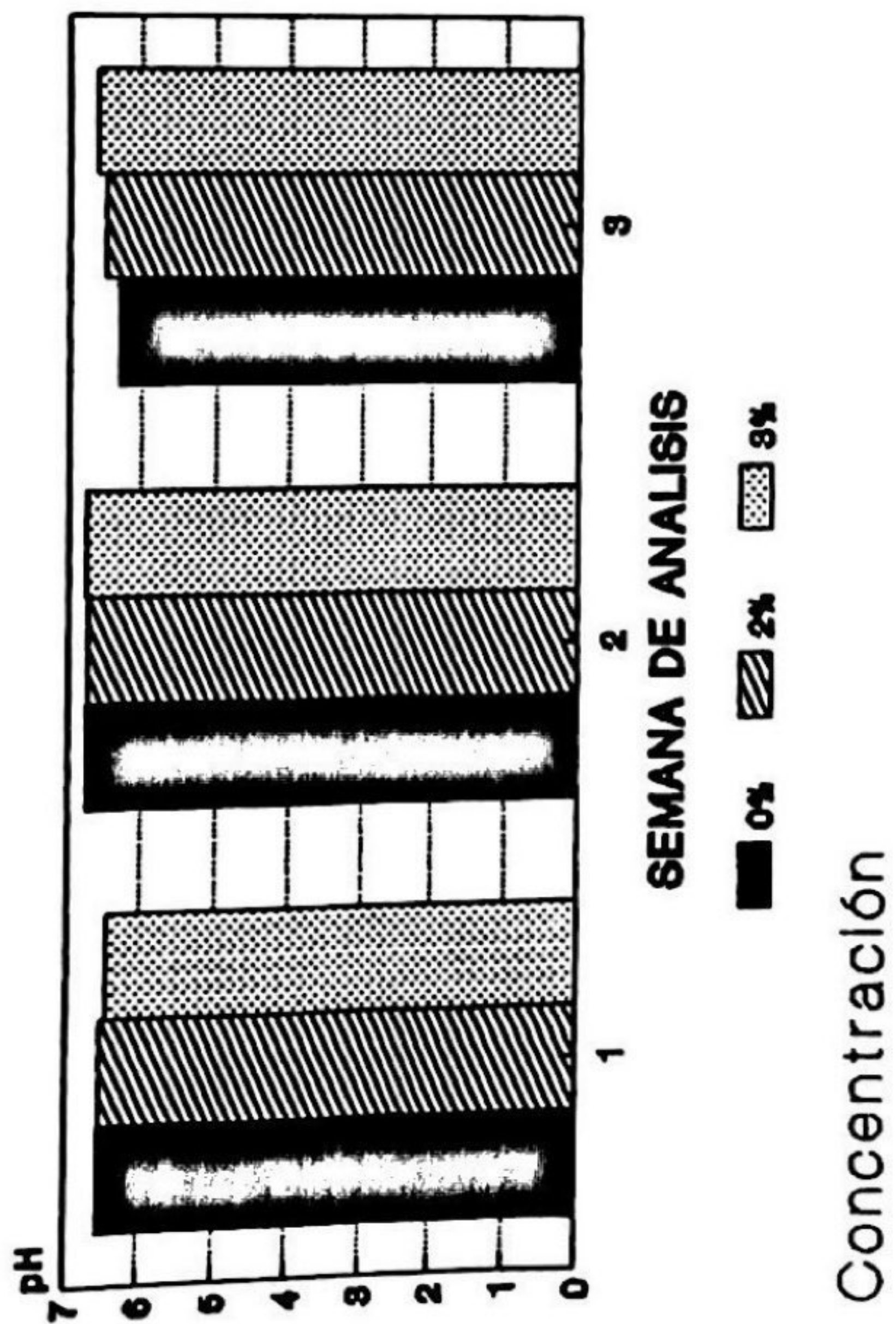


Concentración

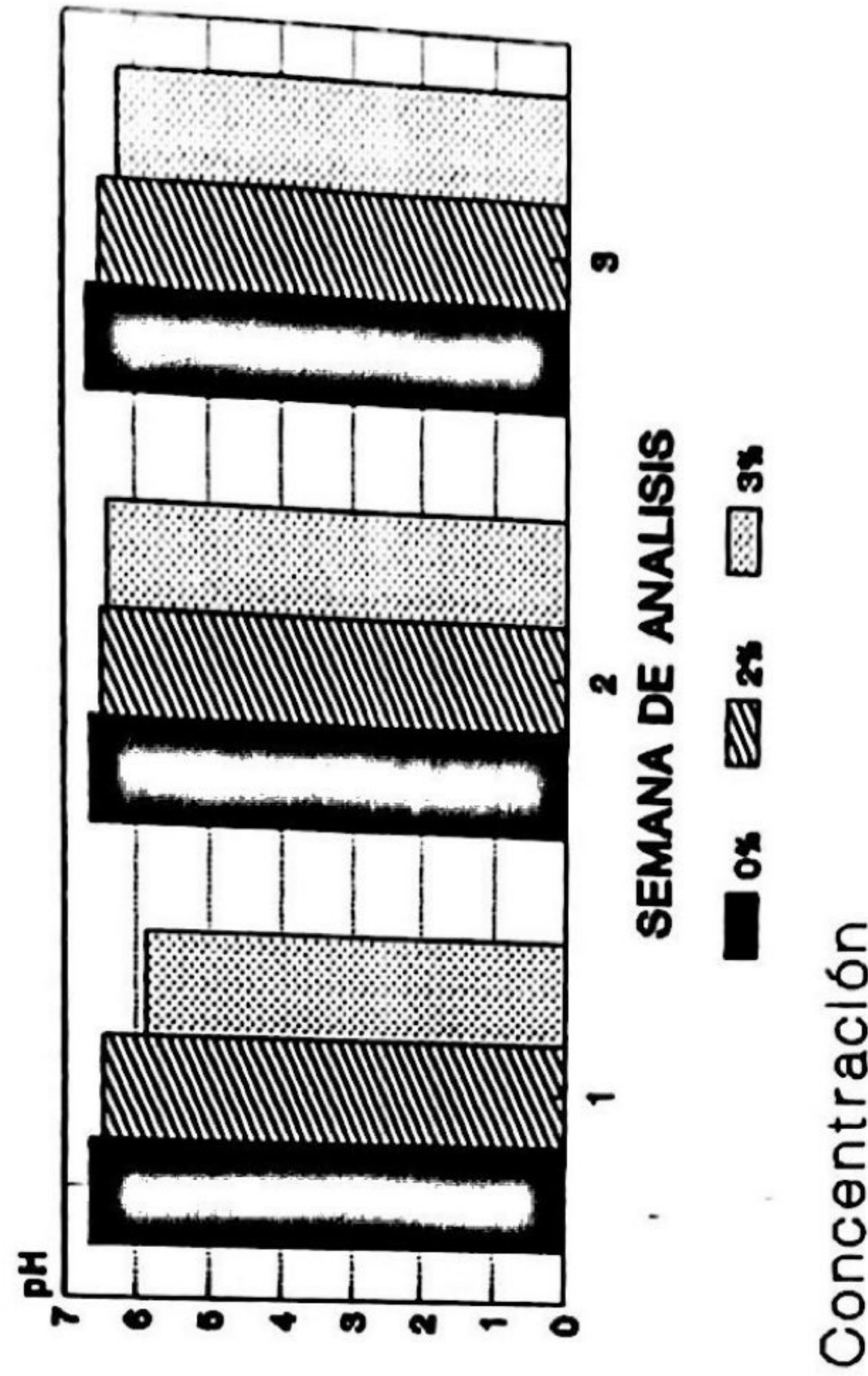
Variación del pH durante el tiempo

**(Empaque en bolsa de polietileno)**

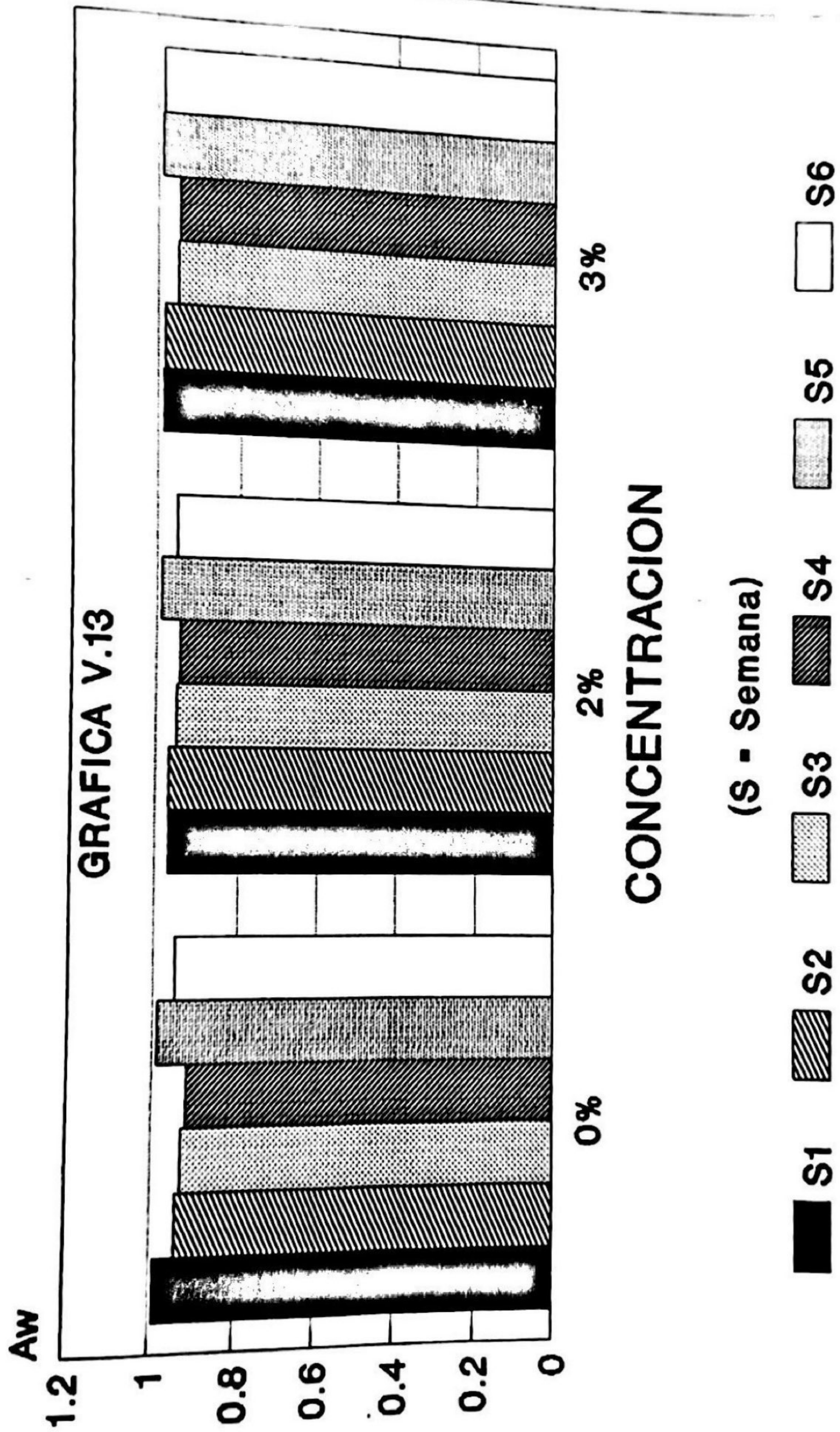
**GRAFICA V.11**  
Corrida 1



**GRAFICA V.12**  
Corrida 2



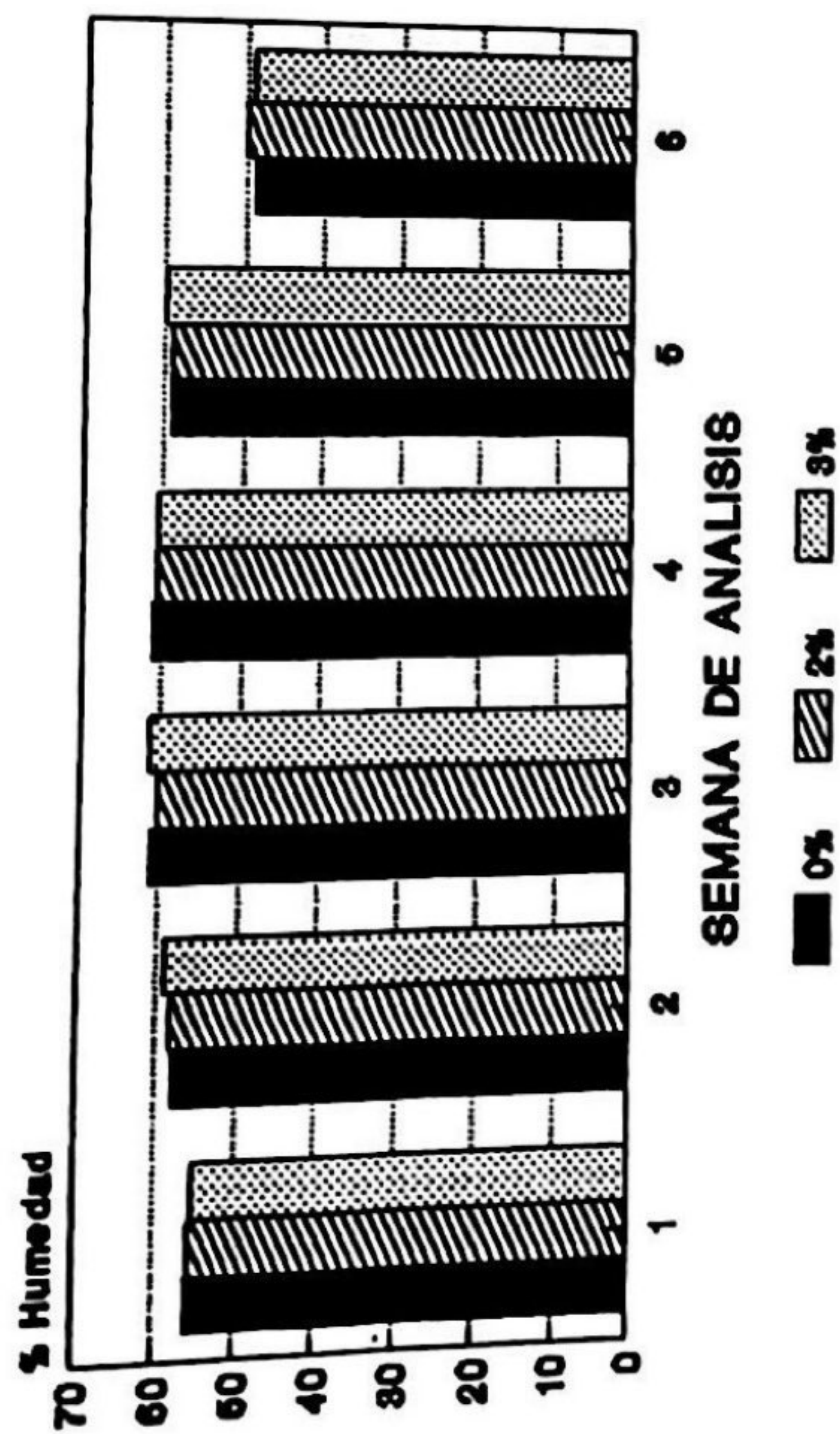
# Efecto del lactato de sodio en la actividad del agua



Variación de la humedad durante el tiempo

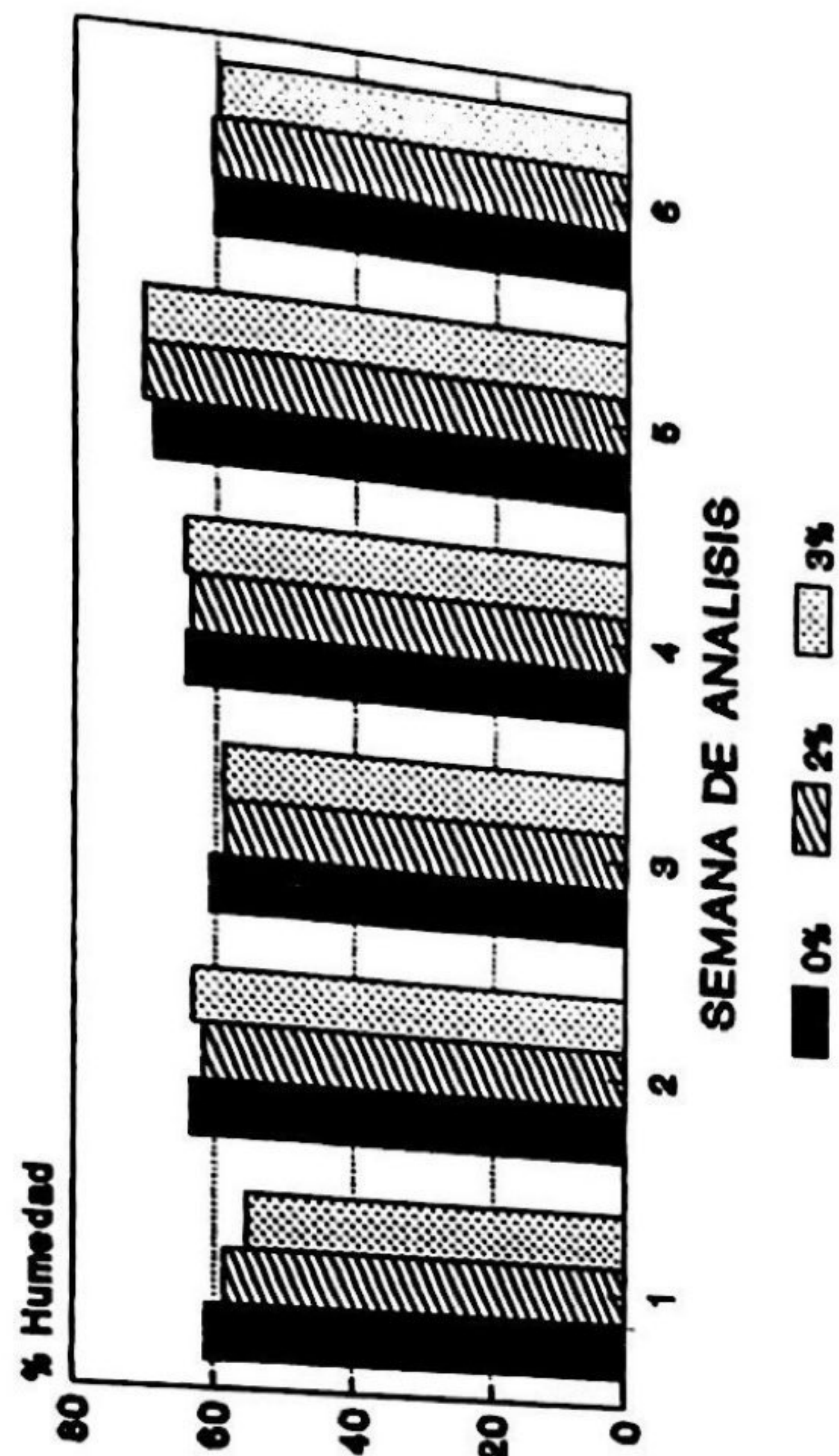
**(Empaque al vacío)**

**GRAFICA V.14**  
Corrida 1



Concentración

**GRAFICA V.15**  
Corrida 2

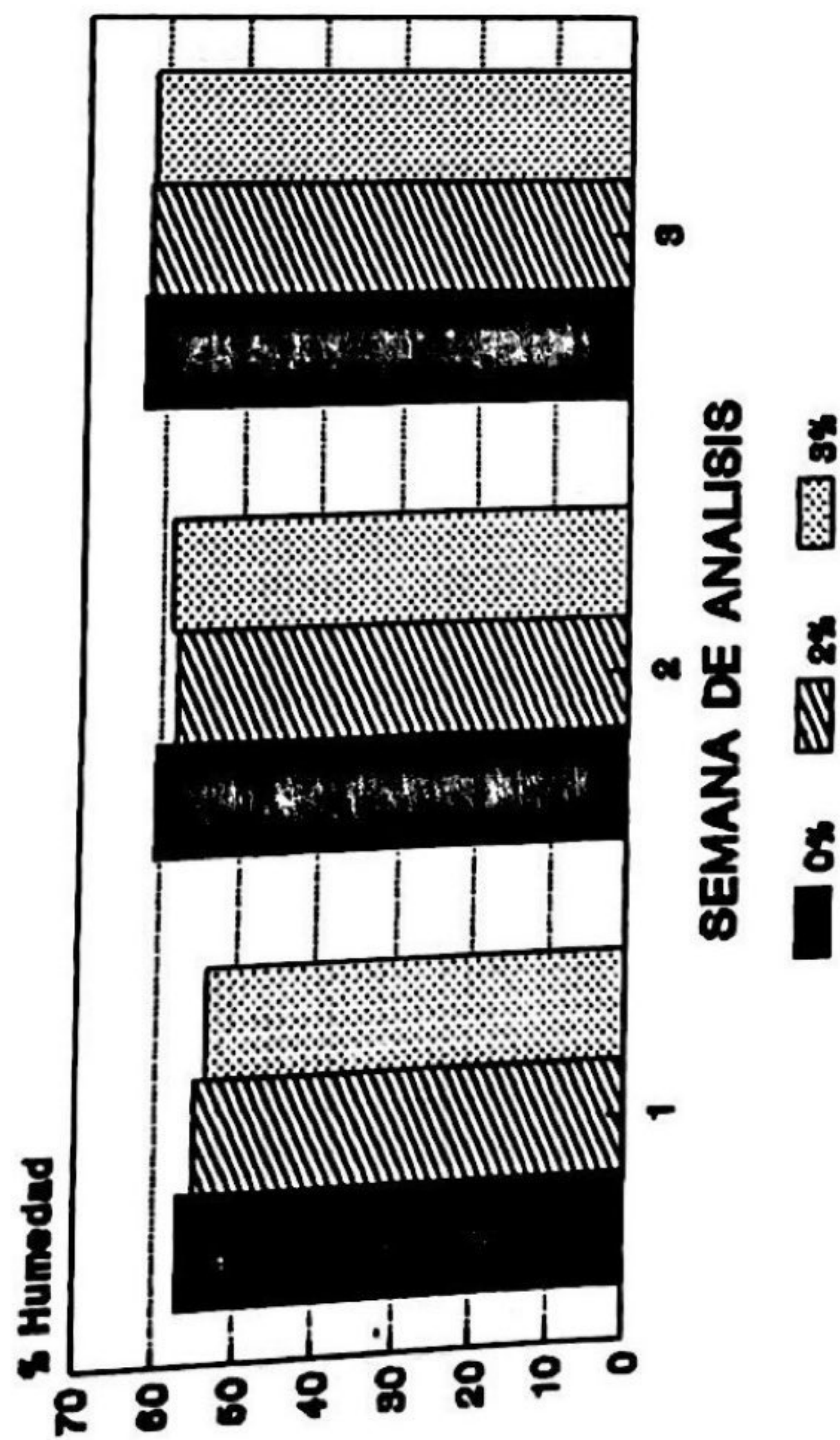


Concentración

Variación de la humedad durante el tiempo

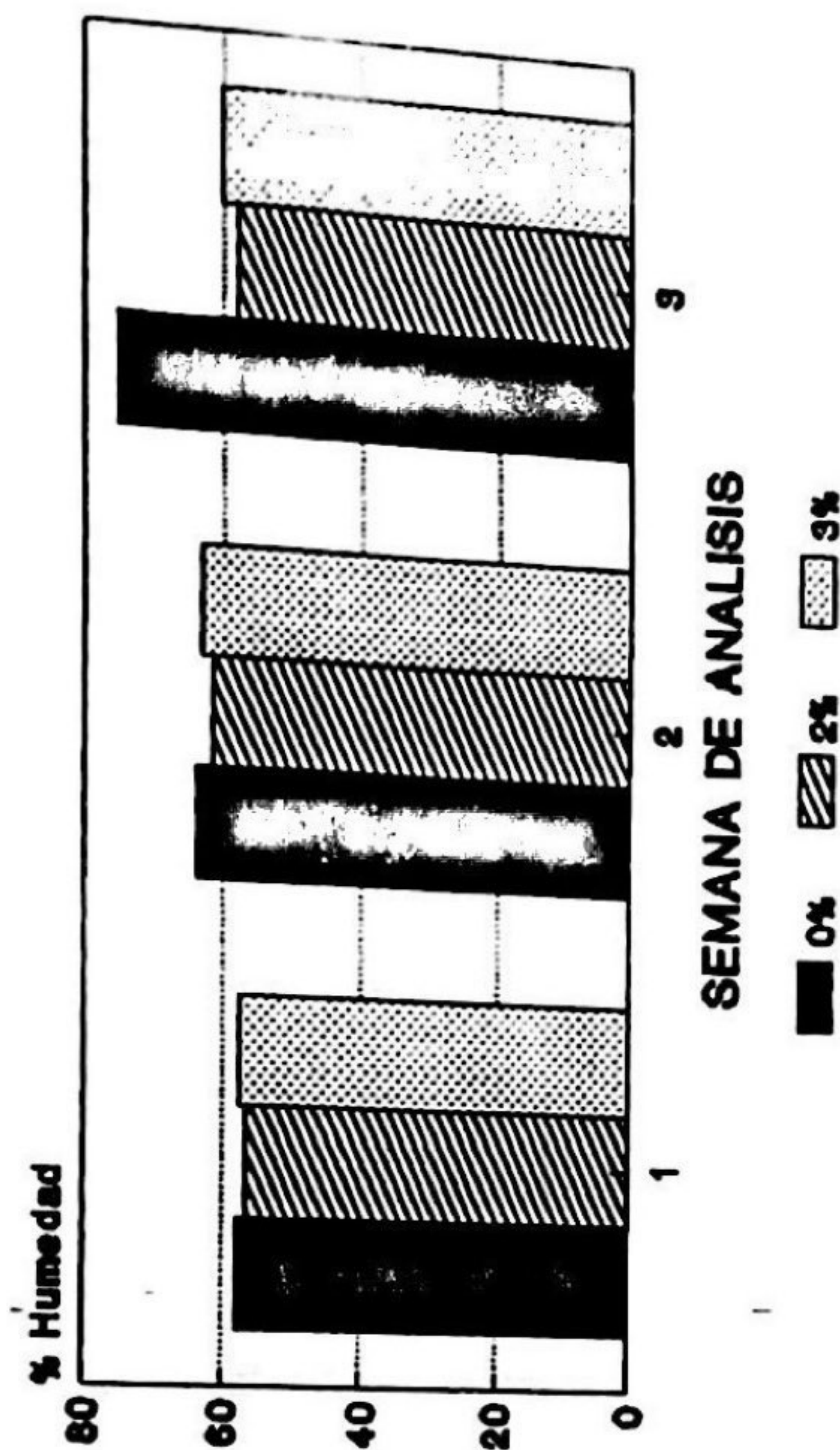
**(Empaque en bolsa de polietileno)**

**GRAFICA V.16**  
Corrida 1



Concentración

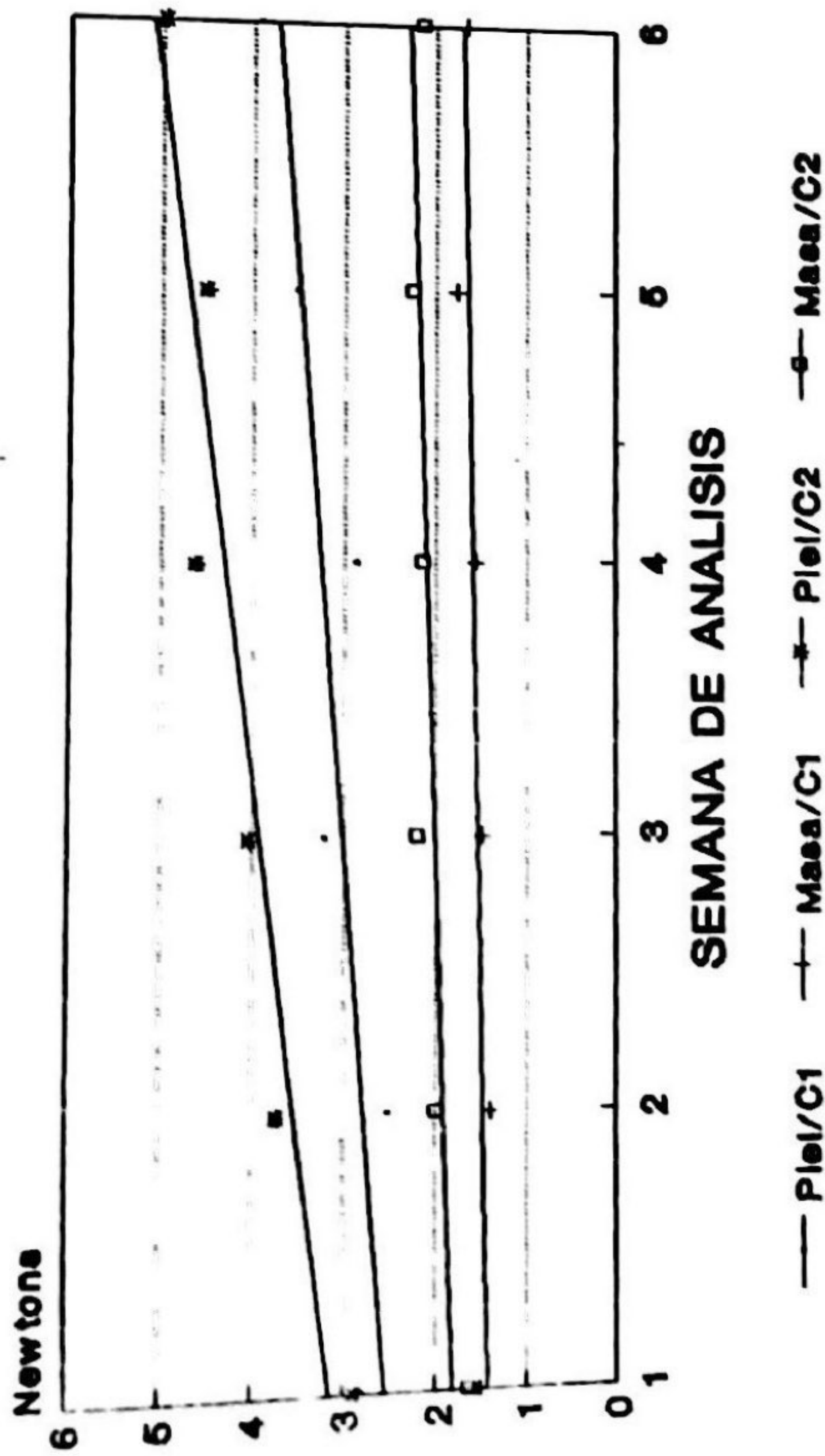
**GRAFICA V.17**  
Corrida 2



Concentración

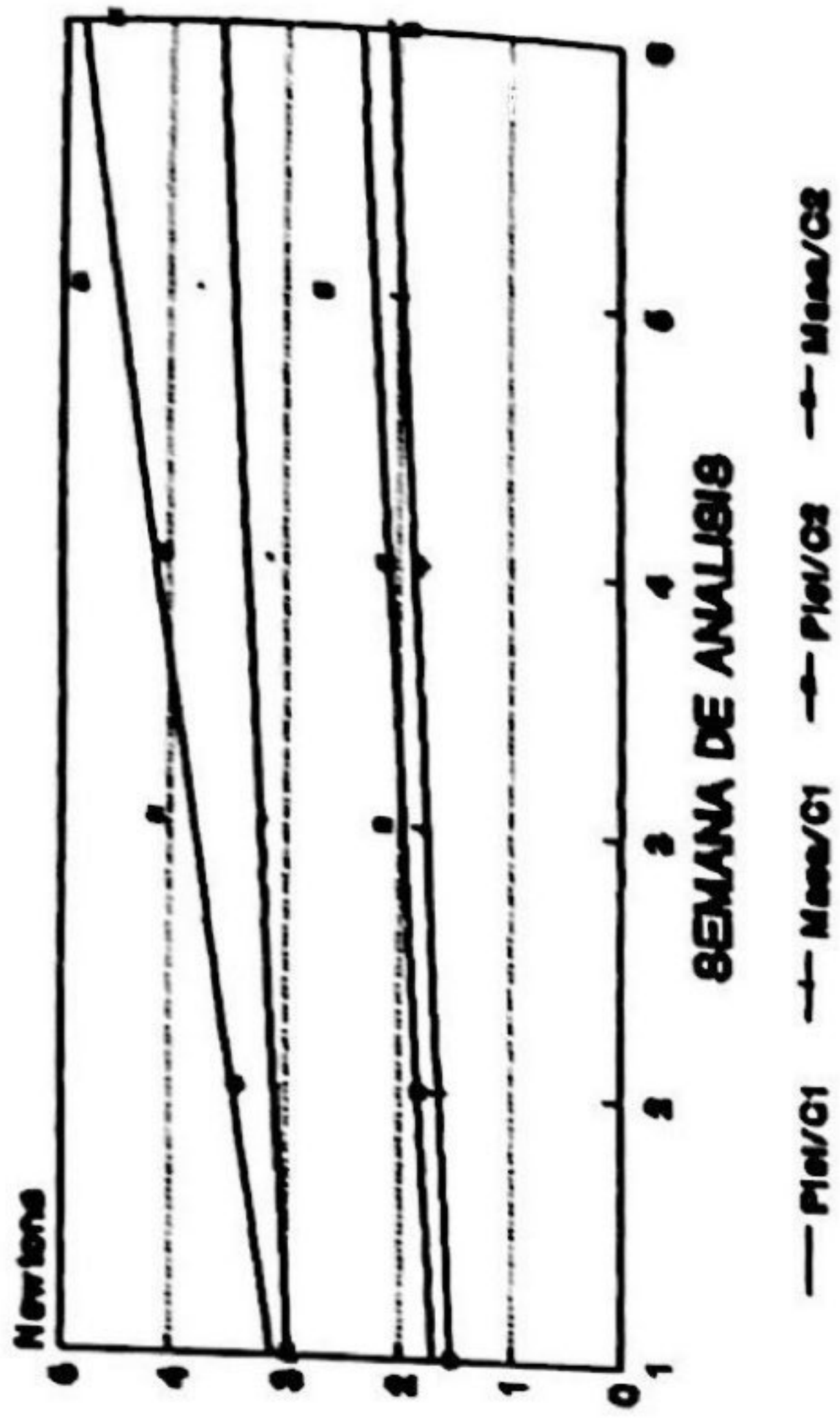
Variación de la textura durante el tiempo

### GRAFICA V.18 0 % de lactato de sodio



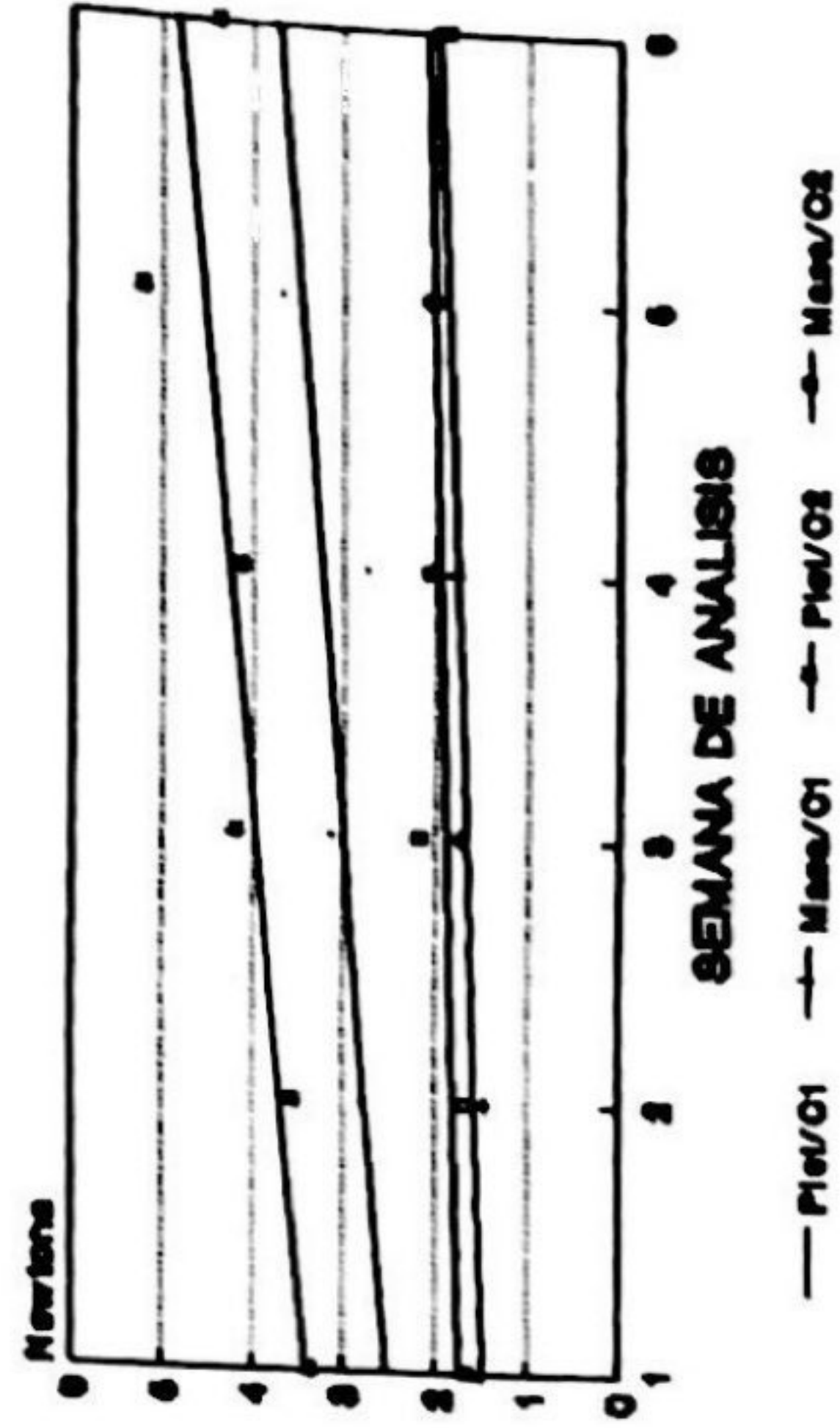
Textura/No. Corrida

### GRAFICA V.19 2 % de lactato de sodio



Textura/No. Corrida

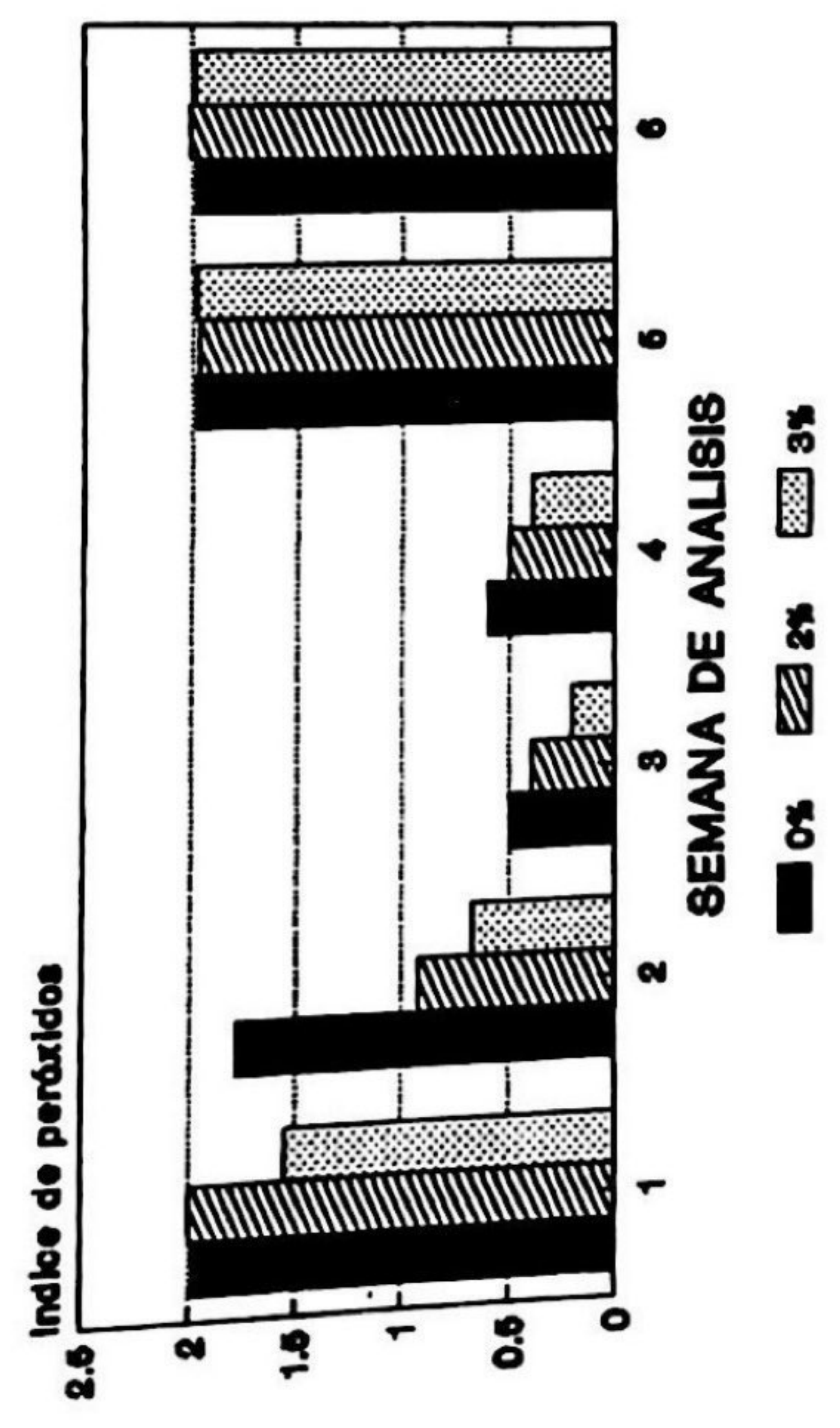
### GRAFICA V.20 3 % de lactato de sodio



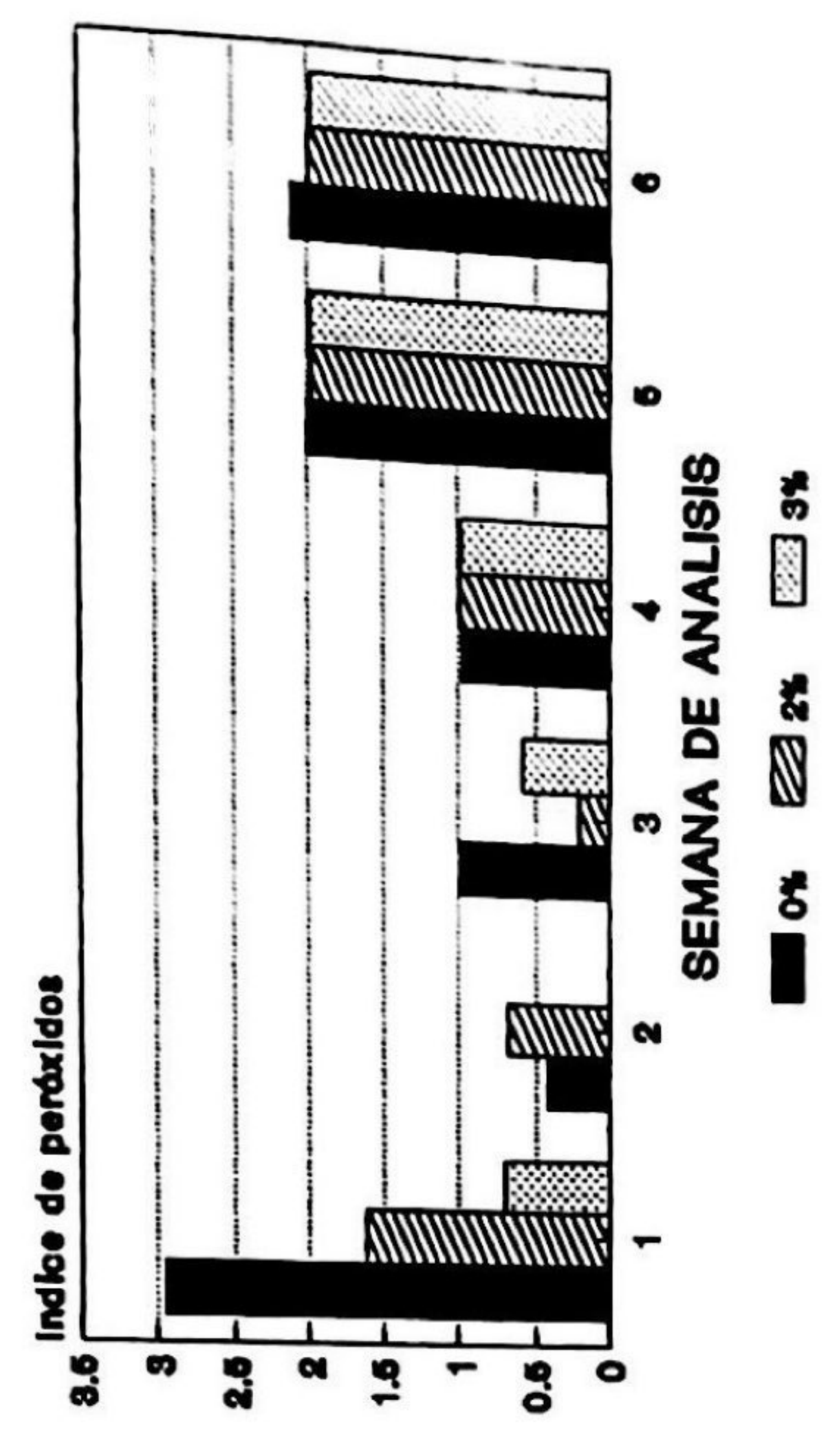
Textura/No. Corrida

Variación del índice de peróxidos durante el tiempo  
**(Empaque al vacío)**

**GRAFICA V.21**  
**Corrida 1**



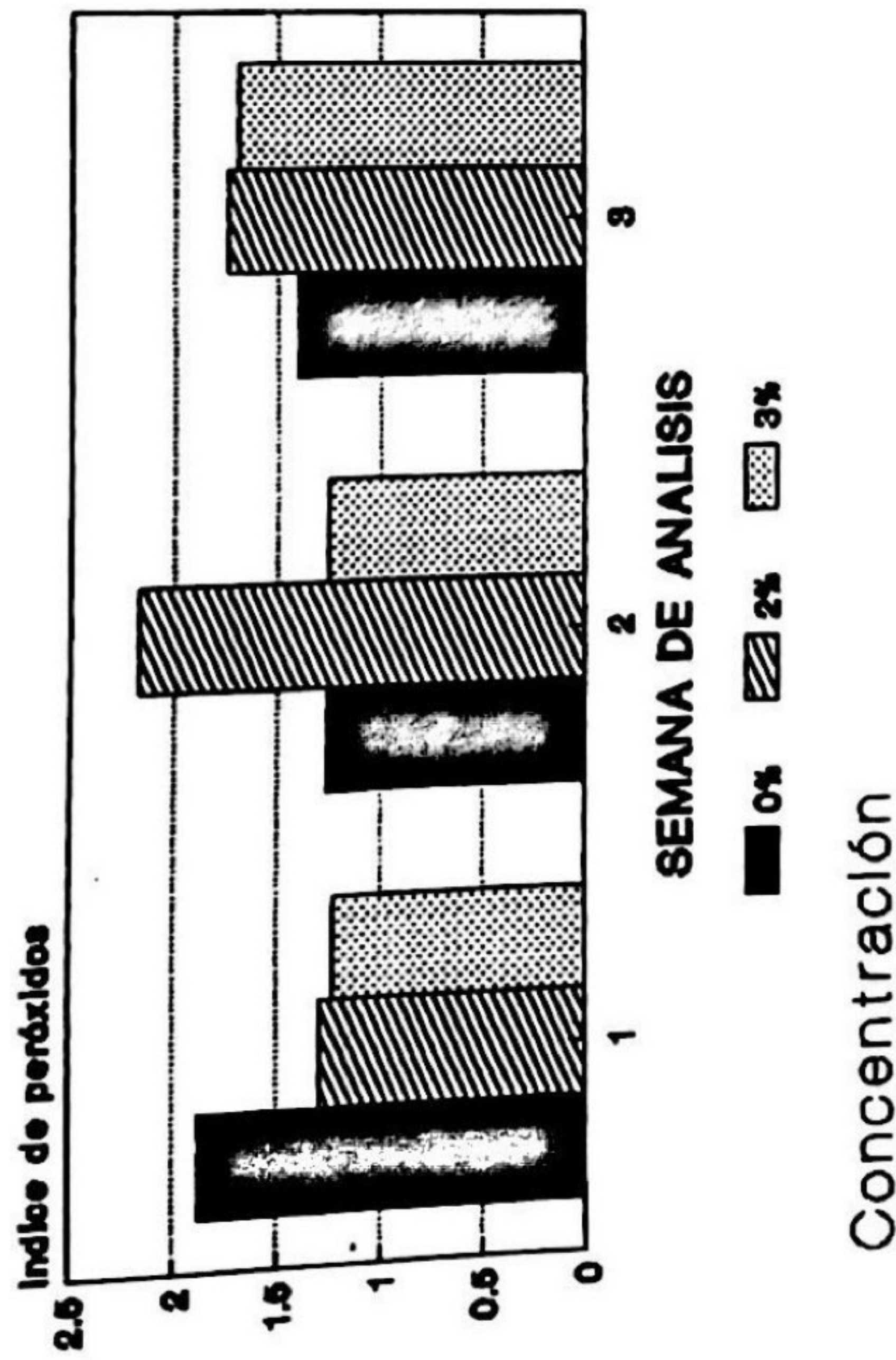
**GRAFICA V.22**  
**Corrida 2**



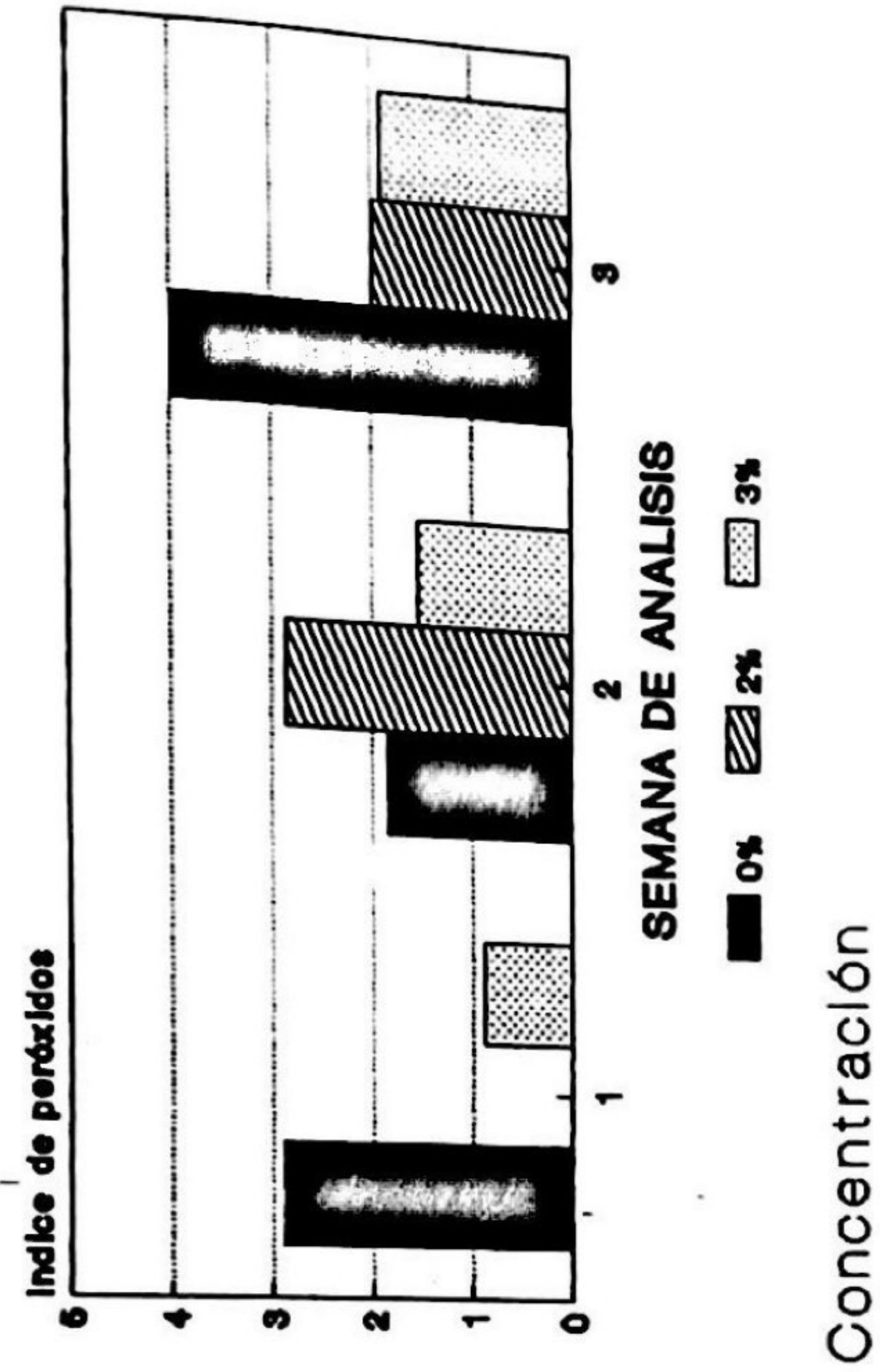
Variación del índice de peróxidos durante el tiempo

(Empaque en bolsa de polietileno)

**GRAFICA V.23**  
Corrida 1



**GRAFICA V.24**  
Corrida 2



## VI. DISCUSION

El tiempo de vida de anaquel de las salchichas de cerdo ahumadas fue distinto para los diferentes tratamientos con los cuales se experimentó. El experimento se diseñó de tal forma que se utilizaron concentraciones de 0, 2 y 3 % de lactato de sodio con base en el peso del producto final. No se experimentó con 1%, debido a que en la literatura se cita que el utilizar menos del 2 % es inefectivo.

Las salchichas fueron consideradas inaceptables cuando cualquiera de las siguientes dos condiciones no fue cumplida: a) que el nivel máximo de crecimiento microbiano concordara con el establecido por las normas gubernamentales y b) que la muestra se calificara como aceptable por un panel entrenado de análisis sensorial. Se consideró aceptable un puntaje mayor o igual a 2 puntos en una escala de 1 a 5.

Se comprobó que el tiempo de vida de anaquel de las salchichas de cerdo fue mayor cuando se utilizó empaque al vacío y una concentración de lactato de sodio de 2 ó 3 %. Bajo condiciones de vacío, según fue sugerido por un análisis de varianza de los datos, existió una diferencia significativa entre la utilización y la no utilización del lactato de sodio. Pero estadísticamente no existió una diferencia marcada entre el empleo de las concentraciones de 2 ó 3 % de lactato de sodio en las salchichas empacadas al vacío, ni mucho menos al utilizar

una bolsa de polietileno. A pesar de ésto, las gráficas No. 1 a 4 mostraron que utilizar una concentración de 3% de lactato fue mucho más efectivo en inhibir el crecimiento microbiano que utilizar 2%, bajo los dos tipos de empaque. Siempre existió un aumento en el crecimiento con el transcurso del tiempo. Por lo tanto, se puede notar que la concentración de lactato utilizada influye en el cumplimiento de las normas microbiológicas de las salchichas.

La carga microbiológica inicial de cualquier producto alimenticio depende de las condiciones de fabricación y empaque de las muestras. Dicha carga microbiológica afectó en la extensión del tiempo de vida de anaquel de las salchichas, independientemente del nivel de concentración de lactato utilizado. Así, las muestras que fueron empacadas al vacío contaron con una extensión del tiempo de vida de anaquel de 1 a 3 semanas, dependiendo de la carga microbiana inicial. Esto se confirmó en la tabla G.4, ya que en la corrida No.2 hubo un recuento microbiano inicial más alto que en la corrida No.1. Lo anterior se reflejó en que las salchichas de la corrida 2 contaron con un tiempo de vida de anaquel menor que el de las muestras de la corrida No.1. Por lo tanto, puede decirse que el lactato de sodio solamente retardó el crecimiento microbiano, pero no lo destruyó.

Existió una relación inversa entre la aceptabilidad de las salchichas y el tiempo de vida de anaquel. Esto fue mostrado en las gráficas No. 5 a 8, en las que hubo una disminución en la

aceptabilidad de las salchichas. Las gráficas de aceptabilidad de las salchichas empacadas al vacío mostraron curvas que disminuyeron con una menor pendiente que las de las muestras en bolsas de polietileno, indicando un tiempo de vida de anaquel mayor. En este caso, la concentración utilizada de lactato de sodio no tuvo una influencia significativa en los resultados, aunque se nota cierta tendencia a preferir las muestras con 3% de lactato de sodio. Por lo tanto, se puede decir que el tipo de empaque tuvo una influencia importante en los resultados que implican al consumidor.

De lo anterior, se dedujo que el lactato de sodio no tuvo algún efecto beneficioso sobre las salchichas cuando se utilizó en condiciones de empaque bajo atmósfera normal (empaque en la bolsa de polietileno). Sin embargo, los recuentos aeróbicos aún eran considerados aceptables según las normas.

Por un análisis de correlación de Pearson, se encontró que existió una relación inversa entre el tiempo de vida de anaquel y el pH de las salchichas. También se encontró una relación inversa entre el contenido microbiano y el pH de las muestras. Las gráficas de variación del pH durante el tiempo (No. 9 a 12) confirmaron que mientras aumentó el tiempo de vida de anaquel de las salchichas, el pH disminuyó. Esta disminución del pH se debió al crecimiento microbiano que convirtió ácido el producto. También se notó en las gráficas que a una mayor concentración de lactato de sodio, la disminución del pH se vio retardada, aunque no inhibida por completo. Esto coincidió con el efecto que

tuvieron las concentraciones altas de lactato de sodio en retardar el crecimiento microbiano.

De la gráfica No.13 de actividad de agua, y por un análisis de varianza, no se encontró alguna diferencia significativa entre los distintos tratamientos. Por lo tanto, se pudo decir que la utilización de los diferentes niveles de concentración de lactato de sodio no influyó en la actividad de agua de las salchichas. El lactato de sodio debió actuar por otro mecanismo de actividad antimicrobiana que no fuera una disminución de dicho parámetro.

La humedad no se vio afectada por la concentración de lactato de sodio utilizado, y se mantuvo relativamente constante a través del tiempo, como se puede ver en las Gráficas No. 14 a la 17. Las diferencias encontradas en el porcentaje de humedad de las salchichas se debieron a posibles variaciones en las determinaciones en el laboratorio.

En las gráficas No. 18 a 20 de variación de la textura durante el tiempo se encontró que existió una dependencia entre la textura y la corrida del experimento. Esto quiere decir que existió variabilidad en el proceso de fabricación de las salchichas. También se notó que mientras el tiempo de vida de anaquel aumentó, la textura de la masa y piel se tornaron más duras, necesitándose más fuerza para penetrarlas. La concentración utilizada de lactato de sodio no influyó significativamente en los resultados, como se puede ver en la similitud entre estas gráficas.

Existió una relación directa entre la textura de la masa y la de la piel, indicando que cuando la piel se reseca durante el proceso térmico, la masa de la salchicha se endurece. Además, se encontró una relación entre la aceptabilidad del producto y la textura de la piel y de la masa. Esto indica que la dureza de las salchichas adquirida durante el tiempo fue considerada inaceptable por los panelistas.

No se encontró una relación entre el índice de peróxidos y las demás variables del experimento. Tampoco se encontró una tendencia descriptiva del comportamiento de los datos, lo cual se puede observar en las Gráficas No. 21 a 24. El tiempo de vida de anaquel de las salchichas, influido por el crecimiento microbiano, fue relativamente corto, por lo que no se pudo observar alguna una reacción indicadora de rancidez. También este comportamiento del índice de peróxidos puede deberse a que los valores obtenidos pudieran considerarse constantes si se compararan con el valor de un producto rancio. Por otro lado, el índice de peróxidos puede variar a través del tiempo debido a reacciones de radicales libres, por lo que no se consideró como un buen parámetro para determinar o describir la vida de anaquel de las salchichas.

## VII. CONCLUSIONES

1. La utilización combinada de lactato de sodio en concentraciones entre 2 y 3 % y condiciones de empaque al vacío, prolonga el tiempo de vida de anaquel de la salchicha de cerdo ahumada.
2. El incremento del tiempo de vida de anaquel de la salchicha de cerdo ahumada causado por la adición de lactato de sodio y la utilización de empaque al vacío es anulado por una carga microbiana inicial alta del producto cárnico.
3. El lactato de sodio no muestra efectos significativos en la prolongación del tiempo de vida de anaquel de la salchicha de cerdo ahumada, si existen condiciones de almacenamiento bajo una atmósfera normal.
4. El lactato de sodio y el empleo de empaque al vacío inhiben la descomposición microbiana de la salchicha de cerdo ahumada, pero no tienen algún efecto en las características de humedad, actividad de agua, ni textura del producto.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Un procedimiento industrial efectivo para extender el tiempo de vida de anaquel de la salchicha de cerdo ahumada incluiría la utilización combinada de lactato de sodio en concentraciones entre 2 y 3 %, y condiciones de empaque al vacío.
2. Se debe controlar la carga microbiana inicial del producto cárnico en el que se utiliza el lactato de sodio para que su efectividad sea significativa.
3. Se debe comprobar la efectividad del lactato de sodio como preservante en productos sometidos a abusos de temperatura, es decir a temperaturas que no son de refrigeración.

## BIBLIOGRAFIA

- Brewer, S.; F. Mckeith, S. Martin, A. Dallmier, y J. Meyer. "Sodium lactate effects on shelf-life, sensory, and physical characteristics of fresh pork sausage". Journal of Food Science (USA); 1991 56: 1176-1178.
- Chirife, J. y C. Ferro Fontan. "Prediction of water activity of aqueous solutions in connection with intermediate moisture foods: experimental investigation of the Aw lowering behavior of sodium lactate and some related compounds". Journal of Food Science (USA); 1980 45: 802-804.
- Egbert, R.; D. Huffman, D. Bradford, y W. Jones. "Properties of low-fat ground beef containing potassium lactate during aerobic refrigerated storage". Journal of Food Science (USA); 1992 57: 1033-1037.
- Grau, F. "Role of pH, lactate, and anaerobiosis in controlling the growth of some fermentative gram-negative bacteria on beef". Applied and Environmental Microbiology (USA); 1981 42: 1043-1050.
- Guatemala. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma COGUANOR NGO 34 125 h3. 3pp.
- Guatemala. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma COGUANOR NGO 34 072 h21. 3pp. 1982
- Guatemala. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma COGUANOR NGO 34 125 h13. 6pp. 1984
- Guatemala. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma COGUANOR NGO 34 130. 8pp. 1994
- Lamkey, J.; F. Leak, W. Tuley, D. Johnson, y R. West. "Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage". Journal of Food Science (USA); 1991 56: 220-223.

- Maas, M.; K. Glass, y M. Doyle. "Sodium lactate delays toxin production by Clostridium botulinum in cook-in-bag turkey products". Applied and Environmental Microbiology (USA); 55: 2226-2229.
- McIver, D. Shelf life study of ADM chicken roll, beef roll, ham, hot dogs and roast beef unpreserved and lactate treated. USA, Silliker Laboratories, Inc./ADM Company. pp. 14
- O'Connor, P.; S. Brewer, F. McKeith, J. Novakofski, y T. Carr. "Sodium lactate/sodium chloride effects on sensory characteristics and shelf-life of fresh ground pork". Journal of Food Science (USA); 58: 978-980.
- Papadopoulos, L.; R. Miller, G. Acuff, C. Vanderzant, y H. Cross. "Effect of sodium lactate on microbial and chemical composition of cooked beef during storage". Journal of Food Science (USA); 56: 341-347.
- Papadopoulos, L.; R. Miller, G. Acuff, L. Lucia, C. Vanderzant y H. Cross. "Consumer and trained sensory comparisons of cooked beef top rounds treated with sodium lactate". Journal of Food Science (USA); 56: 1141-1153.
- Papadopoulos, L.; R. Miller, L. Ringer, y H. Cross. "Sodium lactate effect on sensory characteristics, cooked meat color and chemical composition". Journal of Food Science (USA); 56: 621-635.
- Reagan, J.; F. Liou, A. Reynolds, y J. Carpenter. "Effect of processing variables on the microbial, physical and sensory characteristics of pork sausage". Journal of Food Science (USA) 48: 146-149.
- Weaver, R. y L. Shelef. "Antilisterial activity of sodium, potassium or calcium lactate in pork liver sausage". Journal of Food Safety (USA) 13: 133-146.
- Williams, S. Official Methods of Analysis. USA, Association of Official Analytical Chemists Inc. 1122 pp.

## APENDICE A

### Procedimiento para la determinación del % de grasa en carne molida o emulsionada

1. Pesar 9 g de la muestra en una botella Babcock.
2. Calentar 100 ml agua destilada a 80 °C. Agregar 10 ml a la botella.
3. Agitar durante 1 minuto.
4. Agregar 5.8 ml de ácido sulfúrico concentrado y agitar durante 30 segundos.
5. Repetir el paso anterior dos veces más, para hacer un total de 17.5 ml aprox. de ácido añadidos.
6. Colocar la botella en un baño de agua (beaker) a 80 °C durante 20 minutos, agitando cada 5 minutos.
7. Aforar con agua a 80 °C hasta la porción calibrada del cuello de la botella.
8. Hacer la lectura del porcentaje de grasa.

NOTA: Este procedimiento debe realizarse en duplicado.

## APENDICE B

### Procedimiento para la determinación de pH

1. Calibrar el electrodo de pH utilizando buffers con pH 4, y 10.
2. Medir el pH del agua destilada, el cual debe ser cercano a 7.0.
3. Tomar una muestra de 40 gramos y licuarla con agua destilada. Transvasar la muestra a un beaker.
4. Utilizar un agitador magnético para homogenizar bien la muestra obtenida en el paso anterior.
5. Introducir el electrodo en la muestra y leer el pH.

## APENDICE C

### Procedimiento para el análisis de textura

#### A. Resistencia de la piel

1. Muestra: 10 salchichas a 4 °C.
2. Colocar la muestra en una superficie plana. Los puntos de ensayo son el centro y los puntos distantes 25 mm del mismo, dentro del tercio interior de la pieza.
3. Se sujeta el penetrómetro en forma perpendicular a la superficie de la muestra y se aprieta ligeramente la sonda de medición contra ella. Se aprieta hacia abajo hasta que la sonda penetre la superficie y comience a deslizarse en el interior.
4. Se anota la fuerza mostrada por la escala, en Newtons.
5. Se repite el procedimiento hasta obtener un set de 22 medidas como mínimo, para que el resultado sea representativo.
6. Se hace un promedio de las mediciones y se reporta junto con la desviación standard.

#### B. Textura de la masa

1. Muestra: 10 salchichas a 4 °C.
2. Se corta un trozo de 25 mm a partir del centro de la pieza, en forma de cilindro. Se cortan tantas muestras como sea posible del tercio medio de la pieza.
3. Se coloca la muestra en una superficie plana. Los puntos de ensayo son el centro del trozo de la masa de las salchichas, arriba y abajo.
4. Se sujeta el penetrómetro en forma perpendicular a la superficie de la muestra y se aprieta ligeramente la sonda de medición contra ella. Se aprieta hacia abajo hasta que la sonda penetre la superficie y comience a deslizarse en el interior.
5. Se anota la fuerza mostrada por la escala, en Newtons.
6. Se repite el procedimiento hasta obtener un set de 22 medidas como mínimo, para que el resultado sea representativo.
7. Se hace un promedio de las mediciones y se reporta junto con la desviación standard.

## APENDICE D

### Procedimiento para la determinación del rendimiento durante la cocción

1. Muestra: 10 salchichas.
2. Calentar agua a 85°C.
3. Pesar las salchichas y pelarlas.
4. Introducir las salchichas en el agua caliente y cocinarlas por 7 minutos.
5. Sacar las salchichas y secarlas con una toalla de papel.
6. Dejarlas enfriar y luego pesarlas.
7. Calcular el rendimiento de la siguiente forma:

$$\begin{array}{l} +-----+ \\ | \% \text{ Rendimiento} = (\text{Peso final/peso inicial}) \times 100 | \\ +-----+ \end{array}$$

## APENDICE E

### Procedimiento para la determinación de la actividad de agua

1. Calibrar el medidor de actividad de agua de la siguiente manera:
  - a. Remojar un papel filtro en cloruro de bario.
  - b. Introducirlo al medidor de actividad de agua.
  - c. Cerrar el medidor de actividad de agua y mantenerlo en un ambiente con temperatura estable.
  - d. Esperar 3 horas. La lectura debe ser de 0.9 a 20 °C; de lo contrario, calibrarlo moviendo el tornillo utilizado para el efecto. Utilizar factores de corrección si las mediciones se realizan a otras temperaturas.
  
2. Medir la actividad de agua de la muestra:
  - a. Macerar dos salchichas en un mortero.
  - b. Pesar 5 gramos de la pasta obtenida en el inciso anterior, y colocarla en el medidor de actividad de agua.
  - c. Cerrar el medidor de actividad de agua y mantenerlo en un ambiente con temperatura estable.
  - d. Esperar 3 horas y hacer la lectura a 20 °C. Utilizar factores de corrección si las mediciones se realizan a otras temperaturas.

## APENDICE F

### Análisis sensorial

El análisis sensorial tiene como objetivo obtener información acerca de las características de apariencia, sabor, textura y olor de los productos. De la información obtenida, se puede determinar si un producto es aceptable o no.

Se entrenó a un panel de 9 personas, quienes mostraron los mejores puntajes en pruebas básicas de reconocimiento de olores y sabores. En las pruebas se utilizó una escala de 5 puntos, asignando un número 1 a la menos aceptable y un número 5 a la más aceptable.

Las muestras de salchicha de cerdo se sirvieron con funda, y a temperatura de refrigeración (5 °C), ya que de esta manera el panelista puede darse cuenta si las salchichas presentan alguna señal de descomposición que nose notaría si son peladas y cocinadas.

Debe mencionarse que se realizaron análisis para determinación de microorganismos patógenos para asegurarse que las salchichas ofrecidas al panel sensorial eran aptas para consumo humano.

**APENDICE G**

**Tablas de referencia**

**Tabla G.1**

**Análisis proximal de la pasta de salchicha**

Muestra	%Humedad	%Grasa	%Proteína
Corrida 1	65.31	12.61	12.22
Corrida 2	65.39	11.77	9.72

**Tabla G.2**

**pH de la pasta de salchicha**

% Lactato de sodio	pH corrida 1	pH corrida 2
0	6.46	6.50
2	6.40	6.48
3	6.45	6.47

Tabla G.3

Porcentaje de merma por cocción del producto terminado

% Lactato de sodio	% Merma			
	Vacío		Bolsa plástica	
	corrida 1	corrida 2	corrida 1	corrida 2
0	0.86	1.32	1.20	1.83
2	0.61	1.13	0.69	1.59
3	1.50	1.19	1.42	1.20

Tabla G.4

Carga microbiológica inicial de las salchichas

% Lactato de sodio	Unidades formadoras de colonias/gramo			
	Vacío		Bolsa plástica	
	corrida 1	corrida 2	corrida 1	corrida 2
0	250	480	55	180
2	65	100	2	170
3	20	200	15	120