

INFLUENCIA DEL NIVEL DE NUTRIMENTOS EN EL MOSTO  
SOBRE LA ACTIVIDAD DE LA LEVADURA  
*Saccharomyces cereviceae*

POR

*Margarita Gómez Guy.*

**T E S I S**

MICROGIS:	<u>4402</u>
FECHA:	<u>9/sep/93</u>
ENCARGADO:	<u>VILLARREAL</u>

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCION DEL TITULO DE  
**INGENIERO AGRONOMO**

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA**

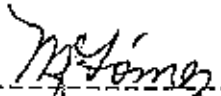
El Zamorano, Honduras  
Abril, 1991

INFLUENCIA DEL NIVEL DE NUTRIMENTOS  
EN EL MOSTO SOBRE LA ACTIVIDAD DE  
LA LEVADURA *Saccharomyces cereviceae*

por:

Margarita Gómez Guy

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana el permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

  
-----  
Margarita Gómez Guy

Abril de 1991.

DEDICATORIA

A Dios, por ser el que siempre me guía en todo lo que hago.

A mis padres Baltazar Gómez y Lilymae de Gómez y hermanos por darme todo el amor y apoyo que siempre me brindan.

Al profesor Rodolfo Cojulún y Miriam de Cojulún, por brindarme el apoyo y cariño durante mis cuatro años de estudios en el Zamorano y por darme su confianza considerándome como una hija.

A la familia Aida de Ordoñez por compartir su hogar y cariño conmigo durante mi estancia en Honduras.

A todos mis amigos que de una u otra manera me brindaron su apoyo y ayuda durante mis cuatro años de estancia en Honduras.

REGISTRO NACIONAL DE POSTAS  
ESCUELA ZAMORANO DE INGENIERIA  
AV. LA PAZ 12  
TEGUCIGALPA HONDURAS

## AGRADECIMIENTOS

Quiero extender mi más sincero agradecimiento a mis consejeros: Ing. Rodolfo Cojulón e Ing. Margarita Vámosy por su orientación en la realización de este trabajo, así como al Dr. Leonardo Corral por disponer de su tiempo para orientarme con los análisis estadísticos.

Al Ing. Aurelio Revilla por disponer de su tiempo y paciencia para ayudarme a revisar este trabajo. Gracias por sus valiosas sugerencias que me han servido a lo largo de este trabajo.

A mis colegas por su ayuda y apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera.

Al Gobierno de BELICE por haberme financiado mis estudios aquí en el Zamorano.

Al Agr. Ramiro Sequiera por el apoyo que me brindó en la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Aracely Castro por su gran ayuda en la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Zoilita Cruz por sus valiosas sugerencias a lo largo de este trabajo.

## INDICE GENERAL

Pag.

PORTADA.....	1
APROBACION.....	ii
DERECHO DE AUTOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
ANEXOS.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
A. Mosto.....	5
B. Vino.....	6
C. La Levadura: <i>Saccharomyces cereviceae</i> .....	7
1. Clasificación y Descripción.....	7
2. Fisiología de las Levaduras.....	8
D. Fermentación Alcohólica.....	9
E. Jugo de Tomate.....	12
F. Suero de Queso.....	13
1. Clasificación del Suero de Queso.....	13
2. Composición Química del Suero.....	14
III. MATERIALES Y METODOS.....	16
A. Localización.....	16
B. Tratamientos y Diseño Experimental.....	17
C. Preparación del Mosto.....	18
D. Controles Experimentales.....	19

IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
	A. Experimento 1 .....	20
	B. Experimento 2 .....	25
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
VI.	RESUMEN.....	36
VII.	BIBLIOGRAFIAS.....	38
VIII.	DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.....	41
IX.	ANEXOS.....	42

## INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Composición química y valor nutritivo del jugo de tomate, según dos fuentes.....	12
Cuadro 2. Composición química del suero líquido, según cuatro fuentes.....	14
Cuadro 3. Minerales y vitaminas presentes en 100 g de suero de queso.....	15
Cuadro 4. Tratamientos experimentales estudiados. El Zamorano, Honduras. 1991.....	17
Cuadro 5. Composición del mosto de nutrimentos utilizados en el experimento.....	18
Cuadro 6. Analisis de varianza para la variable "Peso Perdido" en gramos. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.....	21
Cuadro 7. Medias de la variable "Peso Perdido" en gramos para los mostos dentro de los diferentes niveles de levadura. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.....	21
Cuadro 8. Analisis de varianza para la variable "Peso Perdido" en gramos. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.....	26
Cuadro 9. Medias de la variable "Peso Perdido" en gramos para los mostos dentro de los diferentes niveles de levadura. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.....	26
Cuadro 10. Analisis de varianza para la variable "Consumo de azúcar" en gramos. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.....	29

Cuadro 11. Medias de la variable "Consumo de Azúcar"  
en gramos para los mostos dentro de los  
diferentes niveles de levadura.  
Experimento 2. El Zamorano, Honduras.  
1981.....29

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA Y ZOOTÉCNICA  
CARRANZA, HONDURAS

## INDICE DE FIGURAS

PAGINA

Figura 1.	Pérdida de peso de diferentes mostos con tres niveles de inóculo. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.....	22
Figura 2.	Pérdida de peso de diferentes mostos con tres niveles de inóculo. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.....	27
Figura 3.	Consumo de azúcar de diferentes mostos con tres niveles de inóculo. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.....	30

ANEXOS

Página

Anexo 1. Peso perdido en diferentes mostos durante 72 horas, para el nivel de 0 partes por mil de levaduras inoculadas. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.....	43
Anexo 2. Peso perdido en diferentes mostos durante 72 horas, para el nivel de 0.5 partes por mil de levaduras inoculadas. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.....	44
Anexo 3. Peso perdido en diferentes mostos durante 72 horas, para el nivel de 5 partes por mil de levaduras inoculadas. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.....	45

## I. INTRODUCCION

Por varios milenios, el hombre ha procurado encontrar o idear las formas y mecanismos más adecuados para la conservación de sus alimentos, de manera tal que estos conserven la mayoría de sus cualidades organolépticas y nutritivas hasta el momento de su consumo o utilización. Entre estos mecanismos se encuentra el uso de vinagre como medio para preservar ciertos productos con la mayor parte de sus características intactas, como es el caso de los encurtidos. Además de preservante, el vinagre es un condimento que se emplea extensamente en la preparación de diversos alimentos, teniendo además usos en la medicina, la industria y el hogar.

Tradicionalmente, el vinagre se ha elaborado mediante la fermentación alcohólica-acética del jugo de diferentes frutas; sin embargo, desde la aparición comercial del ácido acético generado químicamente, la producción de vinagre artificial, que es ácido acético diluido en agua, ha adquirido importancia económica. El ácido acético generado químicamente con frecuencia tiene remanentes de metales pesados nocivos a la salud del consumidor, por lo que se debe desincentivar su uso alimenticio fomentando la producción y uso de vinagre natural.

Vinagre significa vino agrio, o sea, vino acidificado. Para la fabricación de vinagre natural se parte del mosto, que es el jugo extraído de frutas, el cual es sometido a una fermentación alcohólica; el vino resultante de este proceso es transformado en vinagre, mediante la fermentación acética.

La fermentación alcohólica del mosto es realizada por levaduras. Donde se produce vino de frutas generalmente existe algún tipo de levadura, aunque no siempre sea la más apropiada para una buena vinificación. En regiones vitícolas, el ambiente normalmente se encuentra saturado de los tipos apropiados de levadura, como ser la *Saccharomyces cereviceae*.

Al preparar el mosto para la elaboración final de vino, a veces se hace necesario añadirle una o más de las siguientes sustancias: azúcar, nutrimentos, agua o ácido. Cuando el ambiente no cuenta con las levaduras adecuadas o cuando se quiere controlar al máximo la calidad del vino, el mosto es inoculado con la levadura deseada. Tan pronto las levaduras entran en contacto con el mosto empiezan a multiplicarse, dando comienzo a la fermentación. Una rápida multiplicación conlleva una fermentación alcohólica acelerada, pura y completa, ya que las levaduras rápidamente dominan el medio, minimizando la acción de cualquier otro microorganismo presente. Esta etapa reproductiva es aeróbica y puede durar desde horas hasta días, finalizando cuando se agota el  $O_2$  del ambiente, debido a su consumo por las levaduras o por haber sido removido por el  $CO_2$  producido durante la fermentación.

Normalmente la mayor parte del azúcar, que es el sustrato básico fermentable, se convierte en  $\text{CO}_2$  y etanol durante los primeros 3 a 10 días del proceso. Después de esta etapa las levaduras se precipitan, formando un sedimento en el recipiente de fermentación. El vino fresco se transfiere, libre de sedimentos, a un recipiente estéril, dejándolo madurar dos o más semanas hasta obtener su estabilidad físico-química y biológica. El vino maduro es oxidado por la acción de bacterias acetificantes, siendo transformado finalmente a vinagre comercial.

En la planta de Procesamiento de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana se produce vino de mosto de jugo de tomate, el cual es un medio apropiado para la reproducción y crecimiento de las levaduras. Desafortunadamente, la producción de tomate en la Escuela es estacional, limitando la producción de vinagre a ciertas épocas del año en lugar de producirle continuamente. Para solucionar este problema, podría recurrirse al almacenamiento del jugo de tomate o del vino terminado para utilizarlos en la época de escasez de tomate, o podría buscarse otro mosto tan adecuado como el de tomate para la producción de vinagre natural.

En vista de que la primera alternativa involucra costos adicionales por el almacenamiento de jugo o el vino, y que se corre el riesgo de perderlos por descomposición, existe el interés en buscar otro mosto que pueda sustituir al de tomate cuando este escasee.

Cualquier mosto sustituto al de tomate debería tener un nivel de nutrimentos adecuado para el buen desarrollo de las levaduras, estar disponible en épocas de escasez de tomate y ser más económico al usarlo para producir vinagre en comparación a otros usos alternativos. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes mostos en función de su eficiencia para propiciar la etapa reproductiva de las levaduras, que es la primera fase de la producción de vinagre, la fermentación alcohólica o vinificación. Considerando los requisitos que debe llenar un mosto para ser sustituto al jugo de tomate en la producción de vinagre natural, se evaluó la efectividad de los siguientes compuestos en su uso como mosto: agua más azúcar, suero de queso y una solución de nutrimentos.

## II. REVISION DE LITERATURA

Aunque se ha hecho y reportado extensamente la investigación acerca del vino de mesa, especialmente el de uvas, es escasa la información disponible referente al vino para la producción de vinagre. La información recopilada de este último ha sido dividida en la relacionada con el mosto, el vino, la levadura involucrada en el proceso, *Saccharomyces cereviceae* y la fermentación alcohólica. Además, se presenta información sobre el jugo de tomate y el suero de queso, la que justifica su uso como mosto.

### A. Mosto

El mosto es el jugo de fruta que es sometida a fermentación alcohólica para producir vino. Es importante conocer su composición, ya que esta afecta directamente la calidad del producto. Joslyn y Turbovsky (1954), indicaron que un buen mosto debe tener un brix entre 18° y 23°, con no menos del 0.65% de acidez y pH menor de 3.3. El grado brix es una medida de los sólidos solubles en el mosto. Estos sólidos, principalmente los azúcares, forman el sustrato nutritivo a ser utilizado por las levaduras, dependiendo de su cantidad y composición el grado de fermentación final

obtenido. El control del pH del mosto es importante para que la fermentación ocurra bajo condiciones favorables a las levaduras y para reducir la posibilidad de pudrición por crecimiento bacterial en el vino. Mostos con pH mayor a 3.3 deben ser acidificados mediante la adición de ácido tartárico o cítrico.

Durante la fermentación alcohólica, las levaduras producen  $\text{CO}_2$  al consumir el azúcar, disminuyendo los grados brix del mosto; al volatilizarse el  $\text{CO}_2$  producido, también disminuye su peso. Así, la producción de  $\text{CO}_2$  y su volatilización, el decremento de los grados brix o la pérdida de peso del mosto, pueden indicar el grado de fermentación que ocurre en el proceso de producción de vino (Amerine y Dugh, 1976).

## B. Vino

El vino se define como una bebida alcohólica, producto de la fermentación por levaduras de frutas y su jugos. Debido a que el jugo de uvas es muy adecuado para la conversión a un fermento líquido que se va mejorando a través del tiempo, muchos vinos son producidos de esta fruta. Es por ello que en muchos casos la definición del vino se restringe a la bebida producida por fermentación de uvas, llamando "vino de frutas" al producto de la fermentación de otras frutas (Ayre, Mundt y Sandine, 1980).

Amerine (1964) definió el vino como un compuesto químico de alcohol etílico y otros alcoholes, azúcares y otros carbohidratos, polifenoles, cetonas, enzimas, pigmentos, por lo menos seis vitaminas, 15 a 20 minerales y más de 22 ácidos orgánicos. Por su composición, el vino es un sustrato ideal para el crecimiento de las bacterias acéticas (Allgeier y Hildebrant, 1960).

C. La Levadura: *Saccharomyces cereviceae* (var. *ellipsoideus*)

1. Clasificación y Descripción

La levadura *S. cereviceae* pertenece a la clase ascomycetes; es monocelular, presentando diversas formas, y se reproduce vegetativamente por gemación y sexualmente por ascosporas (Revilla, 1986). Esta levadura es usada en la fermentación del jugo de uvas u otras frutas.

El tamaño de la célula varía de 5 a 10  $\mu$  (Jorgensen y Hansen, 1959). La célula de la levadura está compuesta por el núcleo, citoplasma, membrana citoplasmática y pared celular. El núcleo está bien definido por una membrana nuclear semi-permeable; este órgano juega un papel muy importante en el metabolismo y en la reproducción del organismo. La membrana nuclear permanece intacta durante la división celular. El citoplasma se encuentra en toda la célula rodeando al núcleo. La membrana citoplasmática tiene un grosor aproximado de 8  $\mu$  (dos de sus capas son electrodensas o de triple capa), y está

constituída de lípidos, proteínas y polisacáridos. La pared celular es fina cuando la célula es joven, engrosándose a medida que esta envejece. Está compuesta de dos polisacáridos, glucano (30-40%) y manan (30%), proteínas (6-8%), lípidos (8.5-13.5%) y quitina (1-2%) (Pelczar, et al., 1981).

## 2. Fisiología de las Levaduras

Según Pelczar, et al. (1981), el catabolismo de azúcares por las levaduras, puede ser anaeróbico (fermentación) o aeróbico (respiración). Antes de que una colonia de levaduras esté en capacidad de fermentar su medio de cultivo, algunos di, tri y polisacáridos deben ser primero hidrolizados por enzimas hidrolasas. Las levaduras obtienen el N para sintetizar estas enzimas de fuentes orgánicas e inorgánicas. También necesitan agua, inosita, ácido pantoténico, biotina, y ciertas sustancias minerales, como el K, Ca, S, P, Fe, Cu y Zn, para poder desarrollarse (Jorgensen y Hansen, 1959). Los glúcidos son los compuestos más importantes en la alimentación carbonada de las levaduras; almacenan parte del azúcar incorporada en forma de glucógeno y azúcares no reductores (Jorgensen y Hansen, 1959).

Los principales factores que afectan la fermentación del mosto son la temperatura, el pH, el alcohol producido, el contenido de azúcar, el oxígeno del ambiente, la presencia de

Turbovsky, 1954).

por el vino durante el proceso de fermentación (Joslyn y productos son los responsables del sabor y aroma adquiridos 2-3-butanol, ácido succínico y ácido cítrico. Estas cantidades menores, de acetaldéhidro, glicerol, ácido láctico, proporciones equimolares. También hay producción, en de los azúcares son el etanol y el CO<sub>2</sub>, producidos en Los principales productos de la fermentación alcohólica

inorgánicos (Averine, 1989; Jørgensen y Hansen, 1959).

factores orgánicos disociables y varios cofactores a cabo por acción de 20 enzimas proteicas, tres a ocho producen enzimas que efectúan la fermentación, la que se lleva convertir los azúcares simples a etanol y CO<sub>2</sub>. Las levaduras explicaron como un proceso que utiliza levaduras para receptor final de electrones. Otros (Anónimo, 1981) la donde un compuesto inorgánico que no es oxígeno sirve como energía, usando el sistema de transporte de electrones, en (1986) la definió como un proceso por el cual se obtiene de los carbohidratos bajo condiciones anaeróbicas. Reville Según Potter (1973), la fermentación es el desdoblamiento

#### D. Fermentación Alcohólica

elementos tóxicos y la cantidad de nutrientes disponibles para las levaduras.

1. Temperatura: Cuando se utiliza la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la temperatura óptima para una buena fermentación es 25°C (Jørgensen y Hansen, 1959). Por debajo de esta temperatura el proceso es lento y, si se llega a completar, el vino resultante es seco y/o ácido. A temperaturas demasiado altas la fermentación puede ser incompleta, produciéndose un vino dulce y de bajo grado alcohólico; además, puede haber pérdida de alcohol por evaporación (Amerine y Cress, 1960). El límite superior para fermentación es 50°C y el inferior 20°C; para las células vegetativas, la temperatura letal es de 54°C después de 5 minutos de exposición.

2. pH: Cuando el pH es inferior de 3.0 (acidéz inferior al 1%) se inhibe la fermentación alcohólica (Desrosier, 1989). El pH óptimo para el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se encuentra entre 4.4 y 4.8 (Jørgensen y Hansen, 1959).

3. Alcohol: La cantidad de etanol producido puede llegar a tal cantidad que inhibe a las mismas levaduras productoras aumentando el grado de inhibición a medida se incrementa la temperatura. Mientras más baja es la temperatura mayor es la producción de etanol, debido a que la fermentación es más completa y se pierde menor cantidad de este alcohol por evaporación (Amerine y Cress, 1960).

4. Azúcar: Cuando el contenido de azúcar está entre 17° y

23° brix, la fermentación alcohólica se lleva acabo rápidamente. Si el contenido de azúcar es superior a 23° brix la fermentación puede inhibirse debido al exceso de etanol que se produce, disminuyendo la velocidad y eficiencia de la fermentación (Amerine, 1989). Joslyn y Turbovsky (1954) indicaron que solamente del 1 al 2% del azúcar del mosto es usado por las levaduras en su crecimiento y reproducción.

5.  $O_2$ : Aunque las levaduras pueden desarrollarse por completo sin  $O_2$ , su desarrollo es más vigoroso en condiciones aeróbicas. Después de la etapa reproductiva, que es aeróbica, la levadura pasa a su etapa anaeróbica o vegetativa, caracterizada por la generación de  $CO_2$  y etanol. Por lo anterior, el proceso de fermentación alcohólica debe ser realizado en recipientes que impidan el contacto del jugo con el aire. Las levaduras utilizan el  $O_2$  que existe en el recipiente para su etapa inicial de reproducción; cuando lo han consumido, comienza la etapa vegetativa o fermentación. Normalmente, la fermentación del mosto concluye hasta que todo el azúcar se ha convertido en etanol y  $CO_2$  (Amerine, 1967).

6. Elementos tóxicos: contaminantes en el mosto o el recipiente pueden tener efectos adversos sobre la fermentación. Tal es el caso de Cd, Pb, Os, Hg y Pd que son elementos tóxicos para las levaduras (Jorgensen y Hansen, 1959).

7. Nutrientes: K, Ca, S, P, Fe, Cu, Zn y N, son elementos esenciales para un buen desarrollo de las levaduras. Algunas

frutas suplen bastante bien este requisito nutricional, mientras que con otras es necesario usar un complemento que provea estos elementos en el medio de crecimiento de las levaduras.

### E. Jugo de Tomate

La composición del jugo de tomate varía según el cultivar (variedad cultivada) empleado. En Cuadro 1 se detallan la composición química y el valor nutritivo del jugo de tomate según dos distintas fuentes.

Cuadro 1. Composición química y valor nutritivo del jugo de tomate, según dos fuentes.

Nutriente	Cantidad en 100 g	
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>
Agua (g)	93.50	93.900
Proteína (g)	1.00	0.760
Grasa (g)	0.20	0.060
Carbohidratos		
total (g)	4.30	4.320
fibra (g)	0.20	0.390
Ceniza (g)	1.00	1.050
Ca (mg)	7.00	9.000
P (mg)	15.00	11.000
Fe (mg)	0.40	0.580
Vitamina A (U.I.)	10501.00	10556.000
Tiamina (mg)	0.03	0.047
Riboflavina (mg)	0.03	0.030
Niacina (mg)	0.80	0.670
Ácido ascórbico (mg)	16.00	18.300
Energía (cal)	21.00	17.000

\* Leonard (1971)

▫ Haytowitz y Matthews (1984)

## F. Suero de Queso

El suero es el remanente líquido, verde-amarillento, producto de la coagulación de la leche para la elaboración de quesos, mediante la separación de la grasa y la caseína (FAO, 1985; Spreer, 1975; Veisseyre, 1972; Webb, et al., 1974). El suero retiene el 52% de los nutrientes de la leche entera usada en la fabricación de queso cheddar, y el 73% de los nutrientes de la leche descremada usada para la elaboración de queso cabaña (Kosikowski, 1977).

### 1. Clasificación del Suero de Queso

El tipo de suero depende del origen de la leche, clase de queso y las variaciones en el procesamiento del mismo (Kosikowski, 1977). En general, se clasifica en dos grupos principales: suero dulce, que resulta de la fabricación de quesos utilizando enzimas para obtener el coágulo, y suero ácido, resultado del proceso en que el coágulo ha sido formado con ácidos orgánicos o inorgánicos diluidos (FAO, 1985).

Los sueros de queso también se clasifican, de acuerdo a la acidez y pH que presentan, en suero dulce y suero ácido, con 0.10-0.20% de acidez titulable y pH de 5.8-6.6 el primero, y 0.40-0.60 de acidez titulable y pH de 4.0-5.0 el segundo (Kosikowski, 1977).

## 2. Composición Química del Suero

Según Cortarima e Isern (1985), el principal componente del suero es la lactosa, carbohidrato formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa; esta solución contiene además sales y proteínas (Kosikowski, 1977). En el Cuadro 2 se presentan las cantidades de los componentes de suero de acuerdo a diferentes autores.

Cuadro 2. Composición química del suero líquido según cuatro fuentes.

Componente (%)	Fuente			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Materia seca	6.8	6.9	6.7	7.0
Proteína Cruda	0.7	0.9	0.9	1.0
Lactosa	---	5.0	5.0	---
Extracto Libre de N	4.4	---	---	---
Grasa	0.7	---	0.2	0.3
Ceniza	1.1	0.7	0.7	0.7
Ca	0.03	0.05	---	0.07
P	0.02	0.04	---	0.06

<sup>a</sup> Cortés et al. (1979)

<sup>b</sup> Schingoethe (1976)

<sup>c</sup> Barber et al. (1978)

<sup>d</sup> Allen (1987)

En el Cuadro 3 se encuentra la composición de minerales y vitaminas en 100 gramos de suero de queso según la FAO, 1985.

Cuadro 3. Minerales y vitaminas presentes en 100 g de suero de queso.

Ca	51.0	mg
P	53.0	mg
Fe	1.0	mg
Tiamina	0.03	mg
Riboflavina	0.14	mg
Niacina	0.1	mg
Vitamina A	10.0	U.I

FAO, 1985.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Localización

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, localizada en el valle del río Yeguaré a una latitud de 14° norte y una altura de 800 msnm.

En este trabajo se evaluaron cuatro mostos, con el objetivo de comparar tres mostos sustitutos con el testigo (jugo de tomate) en su efectividad para producir vinagre. Los mostos usados fueron agua más azúcar más suero de queso (en adelante llamado mosto de suero de queso), agua más azúcar más jugo de tomate (llamado mosto de tomate), agua más azúcar más nutrimentos (llamado mosto con nutrimentos), y agua más azúcar (llamado mosto básico). Se escogió el mosto de tomate como testigo, debido a que es el normalmente utilizado en la Planta de Procesamiento de Alimentos para la producción de vinagre. Se evaluó el suero de queso porque reúne las características requeridas en un mosto. El mosto con nutrimentos y el básico fueron incluidos para evaluar el comportamiento de las levaduras en medios con y sin nutrimentos.

B. Tratamientos y Diseño Experimental

Se evaluaron los cuatro mostos a tres niveles de inóculo de levadura, con un diseño completamente al azar en un arreglo factorial con tres repeticiones (Cuadro 4). Cada unidad experimental estaba constituida por una botella de plástico de 500 ml, conteniendo 200 g de mosto, para un total de 36 unidades experimentales.

Cuadro 4. Tratamientos experimentales estudiados.  
El Zamorano, Honduras. 1991.

Tratamiento	Mosto	Nivel de inóculo de levadura añadido al mosto (partes por mil)
1	jugo de tomate	0.0
2	jugo de tomate	0.5
3	jugo de tomate	5.0
4	suero de queso	0.0
5	suero de queso	0.5
6	suero de queso	5.0
7	nutrimentos	0.0
8	nutrimentos	0.5
9	nutrimentos	5.0
10	básico	0.0
11	básico	0.5
12	básico	5.0

### C. Preparación del Mosto

Los mostos se prepararon con 300 g de jugo de tomate o de suero de queso más 1,700 g de agua destilada, o con 2,000 g de agua destilada con o sin nutrimentos. La composición del mosto de nutrimentos puede verse en el Cuadro 5. En todos los mostos se añadió azúcar hasta llegar a un brix de 20°. Se dividieron los mostos en tres partes iguales, a las cuales se inocularon 0, 0.5 y 5.0 partes por mil de la levadura *Saccharomyces cereviceae* obtenida de la empresa Red Star de Guatemala. Las repeticiones estaban constituidos por tres muestras de 200 g cada una.

Cuadro 5. Composición del mosto de nutrimentos utilizados en el experimento.

Compuesto	Cantidad en 1000 g de mosto
Sulfato de amonio	3.800 g
Cloruro de sodio	0.100 g
Cloruro de calcio	0.100 g
Inositol	0.002 g
Biotina	2.000 µg
Sulfato de cobre	40.000 µg
Acido bórico	500.000 µg
Hidrocloreuro de piridoxina	400.000 µg
Sulfato de magnesio	400.000 µg
Molibdato de sodio	200.000 µg
Cloruro férrico	200.000 µg
Riboflavina	200.000 µg
Yoduro de potasio	100.000 µg

#### D. Controles Experimentales

El experimento se repitió dos veces; en ambos casos, las unidades experimentales fueron mantenidas a temperatura ambiental durante las 72 horas que duró la evaluación. La temperatura promedio fue de 18°C durante la noche, y 24°C durante el día.

Durante la fermentación alcohólica, de cada gramo de azúcar se produce aproximadamente 0.5 g de etanol y 0.5 g de CO<sub>2</sub>. La cantidad de azúcar consumida está en función directa a la actividad de las levaduras. Aproximadamente el 50% del peso perdido de un mosto fermentado corresponde a la liberación de CO<sub>2</sub>, por lo que calculando el decremento del peso se puede estimar la cantidad de azúcar convertida a CO<sub>2</sub>.

En el experimento 1 se tomaron lecturas del peso de cada muestra cada tres horas durante 72 horas de fermentación. En el experimento 2 se tomaron lecturas del peso de cada muestra después de las 72 horas, y se midió el grado brix final. En el experimento 1 se hizo un análisis de varianza para evaluar las diferencias entre los mostos en cuanto al peso perdido y en el experimento 2 con relación al peso perdido y a la disminución en contenido de azúcar (medido en grados brix) después de la fermentación. Además, se hizo un análisis de correlación entre el peso perdido y la disminución del contenido de azúcar.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Durante la fermentación alcohólica, las levaduras producen  $\text{CO}_2$  al consumir el azúcar, disminuyendo los grados brix del mosto; al volatilizarse el  $\text{CO}_2$  producido, disminuye el peso del mosto. Así, la producción de  $\text{CO}_2$  y su volatilización, el decremento de los grados brix o la pérdida de peso del mosto, pueden indicar el grado de fermentación que ocurre en el proceso de producción de vino.

##### A. Experimento 1

###### Peso Perdido

En el Cuadro 6 se presentan los cuadrados medios de la variable "peso perdido". Se detectó una interacción altamente significativa entre los mostos y los niveles de levaduras empleadas. Las medias de peso perdido de los mostos, se presentan en el cuadro 7 y en forma gráfica en la Figura 1.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable "Peso Perdido" en gramos. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	
Tratamientos	11				
Mosto	3	199.47	66.49	143.84	**
Levadura	2	399.95	199.97	432.63	**
Mosto X Levadura	6	48.97	8.16	17.65	**
Error	24	11.09	0.46		
Total	35	659.49			

Coefficiente de variación 16.39%

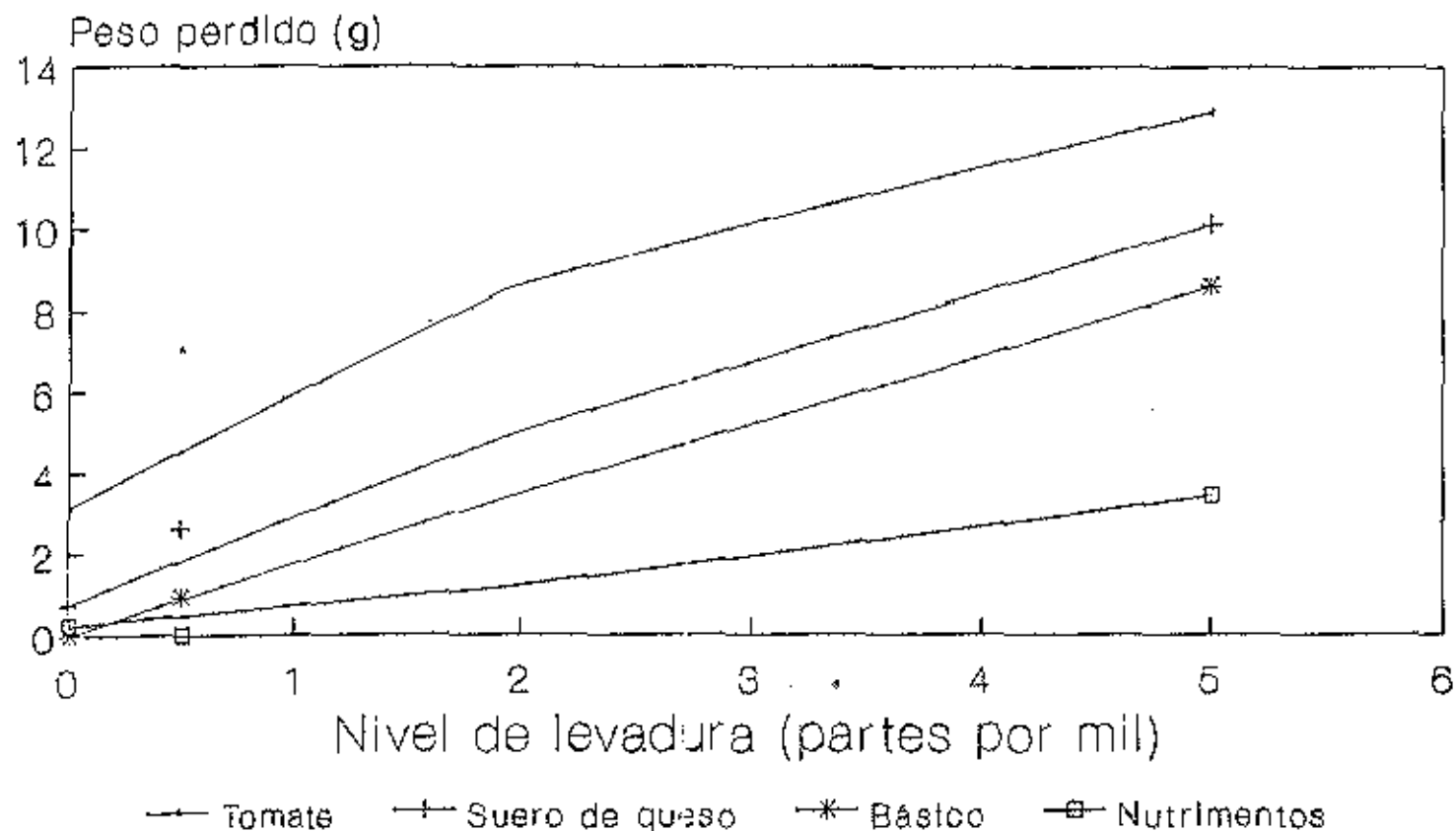
\*\* , indican valores estadísticamente significativos al nivel del 0.01 de probabilidad.

Cuadro 7. Medias de la variable "Peso Perdido" en gramos para los mostos dentro de los diferentes niveles de levadura. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.

Nivel de Levadura	Mostos	Peso Perdido (g)	
5.0 partes por mil	Tomate	12.90	a 1/
	Suero de queso	10.14	b
	Básico	8.60	b
	Nutrientos	3.44	c
0.5 partes por mil	Tomate	7.04	a
	Suero de queso	2.64	b
	Básico	0.94	c
	Nutrientos	0.00	c
0.0 partes por mil	Tomate	3.14	a
	Suero de queso	0.74	b
	Nutrientos	0.24	b
	Básico	0.00	b

1/ Letras iguales en cada grupo denotan diferencias no significativas al nivel de probabilidad del 0.01, de acuerdo con la prueba de la Diferencia Mínima Significativa.

Figura 1. Pérdida de peso de diferentes mostos con tres niveles de inóculo.  
Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991



Para el nivel de 5 partes por mil de levaduras inoculadas, el mosto de tomate presentó el mayor peso perdido, seguido en su orden por el suero de queso, el mosto básico y el de nutrimentos. Estadísticamente no hubo diferencias entre el mosto de suero de queso y el básico, pero sí entre estos dos, el de tomate y el de nutrimentos. El mosto de tomate presentó el mayor peso perdido, probablemente por el alto contenido y calidad de nutrimentos presentes en ese mosto (Cuadro 1). Con un alto nivel de nutrimentos, las levaduras trabajan mejor, convirtiendo el azúcar a etanol y  $\text{CO}_2$ , estas llegan a alcanzar su etapa de mayor desarrollo en una fase más temprana de la fermentación y a la vez consumen todo el  $\text{O}_2$  del recipiente (Anexos 1, 2 y 3). Puede ser que el alto nivel de levaduras inoculadas en el mosto influyó sobre el grado de fermentación obtenido; ya que mientras más alta sea la población inicial de levaduras, mayor será el consumo de  $\text{O}_2$  en una etapa más temprana (Anexo 3).

El mosto de suero de queso perdió menos peso que el de tomate, lo que nos indica que la fermentación fue menos intensa en él; esto probablemente fue debido a que varios de los nutrimentos indispensables a las levaduras están en menor cuantía en el suero de queso que en el jugo de tomate (Cuadro 2 y 3). La composición nutritiva del mosto básico es todavía inferior al de suero de queso, pero estadísticamente no se presentó diferencia significativas entre estos dos mostos, probablemente, porque el mosto básico, además de sacarosa,

contiene residuos de nutrimentos presentes en el azúcar parcialmente refinada que se usó en la preparación de este mosto. Otra causa podría ser que el medio comercial en que vienen las células contienen ciertas vitaminas o nutrimentos que serían disponibles a las levaduras cuando estas son añadidas al mosto. El mosto de nutrimentos presentó el menor peso perdido, posiblemente por la presencia de alguna sustancia inhibidora de la actividad de las levaduras o a un desbalance de nutrimentos.

Para el nivel de 0.5 partes por mil de levaduras inoculadas, al igual que el nivel de 5 partes por mil, el mosto de tomate presentó el mayor peso perdido, seguido en su orden por el suero de queso, el básico y el de nutrimentos. El grado de fermentación obtenida en este nivel para todos los mostos, en comparación con el nivel de 5 partes por mil de inóculo, fue menor; ello se debió, probablemente al menor número de células de levaduras inoculadas; consecuentemente, hubo una menor conversión de azúcar a  $\text{CO}_2$ . Es notable que al nivel 0.5 partes por mil de inóculo, contrario a lo ocurrido al nivel 5 partes por mil, estadísticamente ha habido diferencia significativa entre el peso perdido en el mosto de suero de queso y el mosto básico; la causa probable es que al haber una menor población inicial de levaduras, estas dominan más rápido el sustrato entre más nutrimentos tenga éste. El mosto básico y el de nutrimentos no presentaron diferencias significativas, a pesar que en el mosto básico se perdió algo

de peso. Esto puede deberse a que contenía algunos nutrimentos presentes en el azúcar no refinada. El nivel de nutrimentos en ambos mostos no era adecuado para el buen crecimiento y actividad de las levaduras. Consecuentemente, al inocularles con levaduras no hubo mayor desarrollo de éstas, presentándose una menor conversión de azúcar a  $\text{CO}_2$  y así el menor peso perdido.

Para el nivel de 0 partes por mil de levaduras inoculadas, no se esperaba fermentación. A pesar de esto, el mosto de tomate presentó una pérdida de peso significativamente mayor a los otros mostos, que a su vez no presentaron diferencias significativas entre ellos. Ello se debió posiblemente a una contaminación del mosto de tomate. La pequeña pérdida de peso en el mosto de suero de queso y de nutrimentos fue insignificante, debiéndose probablemente más a error al pesar las muestras que a actividad de las levaduras.

## B. Experimento 2

### Peso Perdido

En el Cuadro 8, se presentan los cuadrados medios de la variable "peso perdido". Se detectó una interacción altamente significativa entre los mostos y los niveles de levaduras empleadas. Las medias de peso perdido de los mostos, dentro de los diferentes niveles de levadura, se presentan en el Cuadro 9 y en forma gráfica en la Figura 2.

Cuadro 8. Analisis de varianza para la variable "Peso Perdido" en gramos. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	
Tratamientos	11				
Mosto	3	170.42	56.81	188.95	**
Levadura	2	466.64	233.32	776.08	**
Mosto X Levadura	6	72.83	12.14	40.38	**
Error	24	7.22	0.30		
Total	35	717.11			

Coefficiente de variación 13.40%

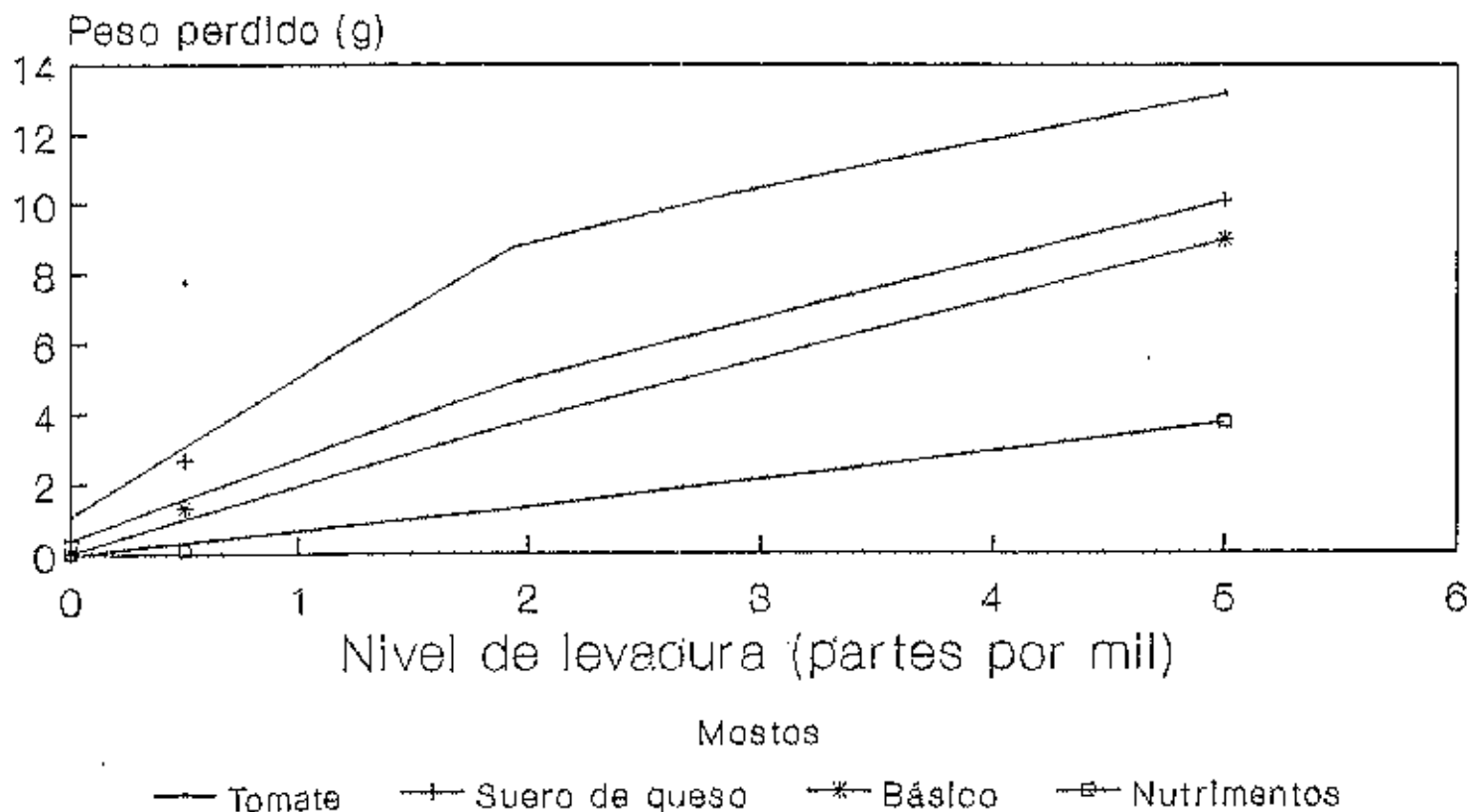
\*\*, indican valores estadísticamente significativos al nivel del 0.01 de probabilidad.

Cuadro 9. Medias de la variable "Peso Perdido" en gramos para los mostos dentro de los diferentes niveles de levadura. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.

Nivel de Levadura	Mostos	Peso Perdido (g)	
5.0 partes por mil	Tomate	13.15	a 1/
	Suero de queso	10.07	b
	Básico	8.95	b
	Nutrimientos	3.70	c
0.5 partes por mil	Tomate	7.73	a
	Suero de queso	2.66	b
	Básico	1.30	c
	Nutrimientos	0.07	c
0.0 partes por mil	Tomate	1.07	a
	Suero de queso	0.40	a
	Nutrimientos	0.05	a
	Básico	0.00	a

1/ Letras iguales en cada grupo denotan diferencias no significativas al nivel de probabilidad del 0.01, de acuerdo con la prueba de la Diferencia Mínima Significativa.

Figura 2. Pérdida de peso de diferentes mostos con tres niveles de inóculo. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.



Al comparar los Experimentos 1 y 2, con respecto a la pérdida de peso de los mostos dentro los diferentes niveles de levadura, se encuentran resultados similares, lo que valida la veracidad de los datos obtenidos. Las explicaciones de estos resultados son las mismas que para el experimento 1.

#### Consumo de Azúcar

En el Experimento 2, además del peso perdido, se tomaron lecturas del consumo de azúcar medido en grados brix. El consumo de azúcar refleja la actividad microbiana general en el mosto y nos da un indicio de la cantidad de azúcar convertida a etanol y  $\text{CO}_2$ , el cual se libera del recipiente.

En el Cuadro 10 se presentan los cuadrados medios de la variable "consumo de azúcar". Se encontró una interacción altamente significativa entre los mostos y los niveles de levadura empleados. Las medias del consumo de azúcar de los mostos, dentro de los diferentes niveles de levadura, se presentan en el Cuadro 11 y en forma gráfica en la Figura 3.

Cuadro 10. Analisis de varianza para la variable "Consumo de Azúcar" en gramos. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	
Tratamientos	11				
Mosto	3	41.29	13.76	1339.20	**
Levadura	2	67.74	33.87	3295.49	**
Mosto X Levadura	6	30.16	5.03	489.14	**
Error	24	0.25	0.01		
Total	35	139.44			

Coefficiente de variación 4.53%

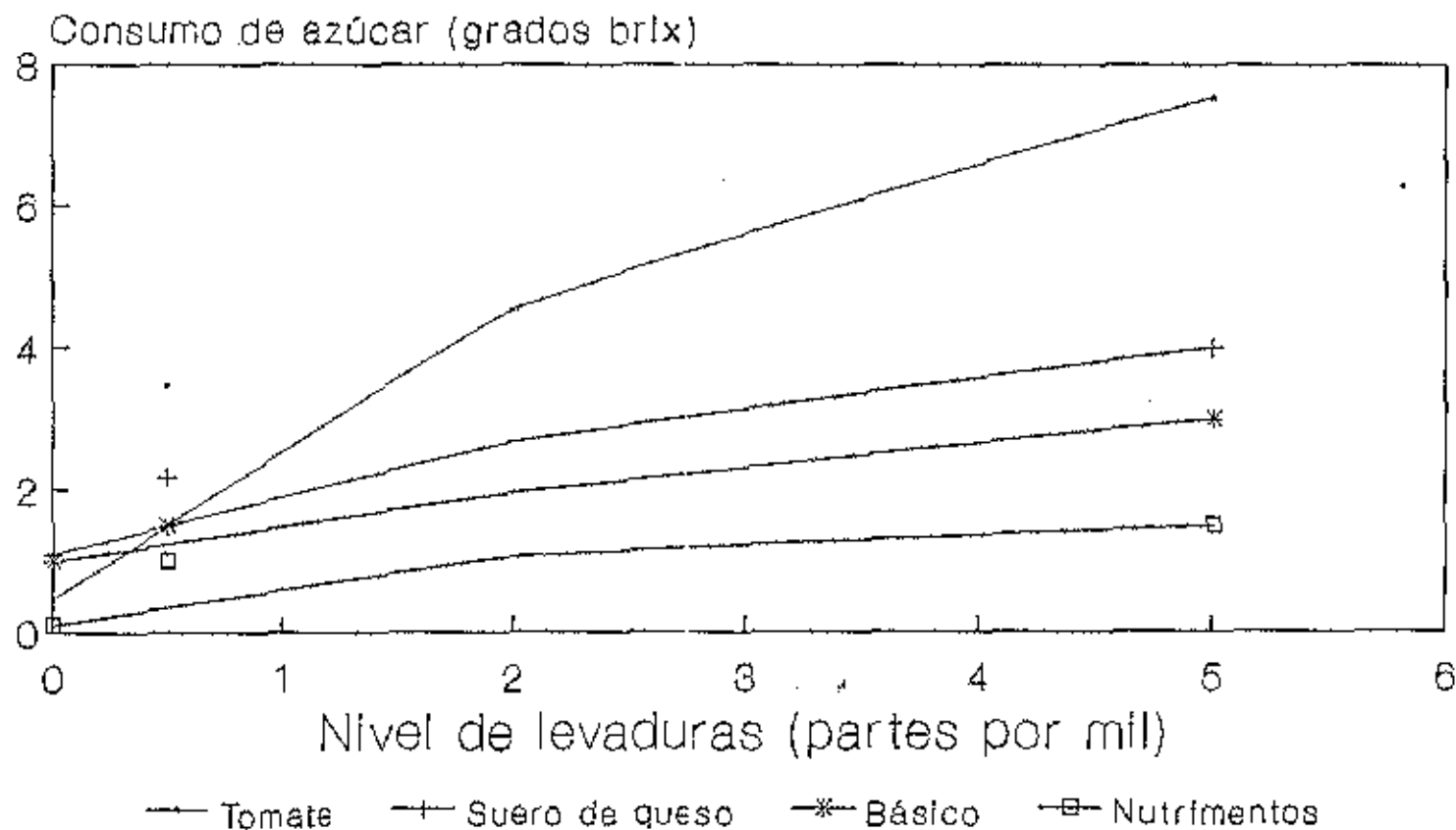
\*\* , indican valores estadísticamente significativos al nivel del 0.01 de probabilidad.

Cuadro 11. Medias de la variable "Consumo de Azúcar" en gramos para los mostos dentro de los diferentes niveles de levadura. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.

Nivel de Levadura	Mostos	Peso Perdido (g)	
5.0 partes por mil	Tomate	7.54	a 1/
	Suero de queso	4.00	b
	Básico	3.00	c
	Nutrimentos	1.50	d
0.5 partes por mil	Tomate	3.47	a
	Suero de queso	2.17	b
	Básico	1.50	c
	Nutrimentos	1.00	d
0.0 partes por mil	Tomate	0.47	a
	Suero de queso	1.10	b
	Nutrimentos	1.00	b
	Básico	0.10	c

1/ Letras iguales en cada grupo denotan diferencias no significativas al nivel de probabilidad del 0.01, de acuerdo con la prueba de la Diferencia Mínima Significativa.

Figura 3. Consumo de azúcar de diferentes mostos con tres niveles de inóculo. Experimento 2. El Zamorano, Honduras. 1991.



Para el nivel de 5 partes por mil de levaduras inoculadas se encontraron diferencias significativas entre los mostos, presentándose el mayor consumo de azúcar en el mosto de tomate, seguido en su orden por el de suero de queso, el básico y el de nutrimentos. El mosto de tomate presentó el mayor peso perdido, probablemente por el alto contenido y calidad de nutrimentos en el mosto. El suero de queso presentó un consumo de azúcar inferior al de tomate, posiblemente, por su nivel nutritivo que es algo inferior al de tomate. El mosto básico, con un nivel de nutrimentos todavía más bajo que el de suero de queso, presentó un menor consumo de azúcar que éste. El mosto de nutrimentos presentó el menor peso perdido, probablemente por la presencia de alguna sustancia inhibidora de la actividad de las levaduras o por un desbalance de los nutrimentos presentes en ese mosto.

Para el nivel de 0.5 partes por mil de levaduras, el grado de fermentación fue inferior al de 5 partes por mil, pero presentándose la misma tendencia entre los mostos. Ello se debió probablemente, a las mismas razones dadas para el nivel de 5 partes por mil de levaduras inoculadas. El menor grado de fermentación se debió posiblemente al menor número de células de levaduras inoculadas.

Al nivel de 0 partes por mil de levaduras inoculadas no se esperaba que hubiera consumo de azúcar. Los mostos a este nivel de inóculo no presentaron diferencias significativas en el consumo de azúcar. El consumo de azúcar a este nivel fue

mínimo en todos los mostos, lecturas que probablemente se debieron a un error al medir los grados brix.

Se hizo un análisis de correlación entre el peso perdido y el consumo de azúcar. Se encontró una relación directa altamente significativa ( $r = 0.978$ ) entre las dos variables, validándose el uso de las dos como estimadoras del mismo fenómeno.

En ambos experimentos, tanto para la pérdida de peso como para el consumo de azúcar, el mosto de tomate presentó los mejores resultados dentro de los diferentes niveles de inóculo. El mosto de suero de queso presentó un grado de fermentación inferior al de tomate, pero aceptable para producir un vino que podría utilizarse posteriormente en la producción de vinagre. El grado de fermentación en el mosto básico y de nutrimentos no fue lo suficiente como para producir un buen vino.

Se notó que mientras mayor sea el nivel de inóculo inicial de levaduras, mayor será el peso perdido y el consumo de azúcar, ocurriéndose en una etapa más temprana de la fermentación.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. El suero de queso sí es un medio en el cual se puede obtener una fermentación alcohólica con la levadura *S. cereviceae*. En la concentración usada no fue tanto el grado de fermentación como el obtenido con el mosto de tomate, pero se podría investigar más su uso en mayores concentraciones.

2. El mosto básico, a pesar que no contenía la cantidad ni calidad de nutrimentos requeridos por las levaduras para una máxima actividad, fue mejor que el mosto de nutrimentos. Ello se debió a los residuos de nutrimentos presentes en el azúcar parcialmente refinada.

3. El mosto de nutrimentos no fue adecuado para una fermentación alcohólica a pesar de la concentración de nutrimentos que tuvo. Habría que modificar la formulación usada en siguientes pruebas y analizarla por la posible presencia de alguna sustancia inhibidora de la actividad de las levaduras.

4. Las levaduras llegan a dominar el medio de cultivo más rápidamente a medida que aumenta el nivel de inóculo inicial de las mismas; consecuentemente, el proceso fermentativo es de mejor calidad, pues no hay contaminación del medio por otros microorganismos.

Con base a los planteamientos anteriores se recomienda:

1. Utilizar suero de queso a mayores concentraciones. Para ello se recomienda el análisis de diferentes niveles de suero de queso, con el fin de encontrar el más adecuado para la producción de vino. Habría que evaluar la aceptación por los consumidores del vinagre producido con ese vino elaborado.

2. Continuar la búsqueda de una formulación de nutrimentos adecuada para la producción de vino para vinagre natural.

3. Evaluar el uso del jugo de caña como mosto, en lugar de agua más azúcar, ya que el jugo de caña además de sacarosa, contiene los nutrimentos necesarios para un buen crecimiento, desarrollo y actividad de las levaduras.

4. Hacer mediciones del alcohol producido en el proceso de fermentación, para determinar la cantidad de azúcar convertida a etanol por las levaduras.

5. Incluir en próximas investigaciones lecturas de la población de levaduras en función al tiempo de su cultivo. Para ello se debe buscar una técnica apropiada de conteo de levaduras, quizá mediante microfotografía de la muestra sobre un hematocitómetro con el objetivo de reducir al mínimo el error experimental.

6. Al evaluar la actividad fermentativa en un mosto debería extenderse el período de observación de 72 horas a 15 días, para que tratamientos con bajo nivel de inóculo y/o con bajo nivel de nutrimentos tengan suficiente tiempo para ir

ampliando su población y para que este tenga suficiente tiempo para trabajar sobre el sustrato.

7. Tener más repeticiones por tratamiento, con el fin de aminorar el error experimental del ensayo.

## VI. RESUMEN

Con el fin de encontrar un mosto que pudiese sustituir al de jugo de tomate en la fabricación de vino para vinagre, principalmente en la época en que el tomate es más escaso, se midió la actividad de la levadura *Saccharomyces cereviceae* sobre mostos hechos a base de jugo de tomate, suero de queso, agua más azúcar y agua más azúcar y nutrimentos. Para esto, se ajustaron los mostos experimentales a 20° brix y se inocularon con tres diferentes niveles de levadura.

En este estudio se utilizó un diseño completamente al azar, con un factorial 4 x 3, con un total de 12 tratamientos y tres repeticiones. Las lecturas de peso fueron tomadas cada tres horas, en un período de 72 horas, mientras que las lecturas de consumo de azúcar se tomaron al final de las 72 horas. Las pérdidas de peso de los mostos, como una medida de la actividad de las levaduras, presentaron una relación similar dentro de los diferentes niveles de levadura. Los mostos de jugo de tomate y de suero de queso mostraron la mayor merma de peso, además de presentar también el mayor consumo de azúcar, debido probablemente al adecuado contenido de nutrimentos en ambos mostos.

La pérdida de peso en el mosto básico y en el de nutrimentos no fue satisfactoria, debido a que no se tuvo el

nivel adecuado de nutrimentos para promover un máximo desarrollo y actividad de las levaduras, además, en el mosto con nutrimentos posiblemente hubo la presencia de alguna sustancia inhibidora de dicha actividad.

Se concluyó que el mosto de suero de queso puede sustituir al jugo de tomate, indicándose la posibilidad de mejorarlo aumentando la concentración de suero de queso.

También es recomendable que en futuras evaluaciones se investigue el uso de jugo de caña de azúcar como mosto, continuar con la búsqueda de una formulación de nutrimentos adecuados para la producción de vino, hacer una medición directa de alcohol potencial, tomar lectura directa de población de levaduras, alargar periodo de observación de 72 horas a 15 días y aumentar el número de repeticiones.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN, R.D. 1987. Composition of byproducts and unusual feedstuffs. Brentwood Bay, Canada. p.57
2. ALLGEIER, R.J. y F.M. HILDEBRANDT. 1960. Newer development in vinegar manufacture. In UMBREIT, W.W. Advances in applied microbiology. New York, Academic Press. 2v. p.167
3. AMERINE, M.A. 1964. Wine. Scientific American. August. p.37
4. AMERINE, M.A. 1967. Technology of wine making. AVI. Westport, Conn. p.139
5. AMERINE, M.A. 1989. Tecnologías aplicadas a vinos, cervezas y bebidas alcohólicas. In DESROSIER, N.W. Elementos de tecnología de alimentos. 6 ed. México. Continental. p.263
6. AMERINE, M.A. y W.V. CRUESS. 1960. The technology of wine making. AVI. Westport, Conn. p.138
7. AMERINE, M.A. y C.S OUGH. 1976. Análisis de vinos y mostos. Traducido por J.M. Gavilan, C. Romero y J.L Suso. Zaragoza, España. Acriba. p.21
8. ANONIMO, 1981. Feeding value of ethanol production byproducts. Estados Unidos. National Academy Press. p.11
9. AYRE, J.C, J.O. MUNDT y W.E. SANDINE. 1980. Microbiology of foods. Ed. by B.S Schweigert, Estados Unidos. Maple-vail. p.271
10. BARBER, R.S, R. BRAUDE, K.G MITCHELL y R.J PITTMAN. 1978. The nutritive value of liquid whey, either sour or sweet, when given in restricted amounts to growing pig. Animal Feed Science and Technology 3:163-177.
11. CORTARIMA, O. y S. ISERN. 1995. Suero de queso con distintos niveles de alimentación suplementaria para cerdos de engorde. Revista Argentina de Producción Animal. 5(7-8):391-399.

12. CORTES, M.L., A. MONCADA y J. CASTILLO. 1979. Utilización de suero de queso y residuos de cocina en la alimentación porciana. In Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Compendios. Panamá, pp. NR-26-NR-28.
13. DESROSIER, N.W. 1989. Conservación de alimentos. Traducido de la 2da. ed. inglesa rev. y aumentada por a. Hábitud Esquivel. Mexico, Continental. p.297
14. FAO. 1985. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de fomento y capacitación en lechería para América Latina, manual correspondiente al módulo III-B. Santiago. p.143
15. HAYTOWITZ, D.B y R.H. MATTHEWS. 1984. Compositon of foods: vegetables and vegetable products-raw, processed or prepared. USDA. Washington D.C. p.457
16. JORGENSEN, A. y A. HANSEN. 1959. Microbiología de las fermentaciones industriales. Trad. por Federico Klein Knappe. 7a ed. rev. Zaragoza, España. p.81
17. JOSLYN, M.A. y M. W. TURBOVSKY. 1954. Commercial production of table and dessert wines. In UNDERKOFER, L.A. y R.J. HICKEY. Industrial fermentations. New York, Chemical. 4v. p.200
18. KOSIKOWSKI, F. 1977. Cheese and fermented milk foods. 2a ed. New York. p.187
19. LEONARD, S. 1971. Tomato juice and tomato juice blends. In TRESSLER, D.K. y M.A. JOSLYN. Fruit and vegetable juice processing technology. 2a ed. AVI. Westport, Conn. p.301
20. PELCZAR, M.J., R.D. REID y E.C.S. CHAN. 1981. Microbiología. 4 ed. México, McGraw Hill. p.45
21. POTTER, N.M. 1973. La ciencia de los alimentos. Traducción de la 2 ed. inglesa por Anita Yates. México. EDUTEX. p.361
22. REVILLA, A. 1986. Intorducción a la microbiología. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p.145
23. SCHINGOETHE, D.J. 1976. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. Journal of Dairy Science. 59:556-570.

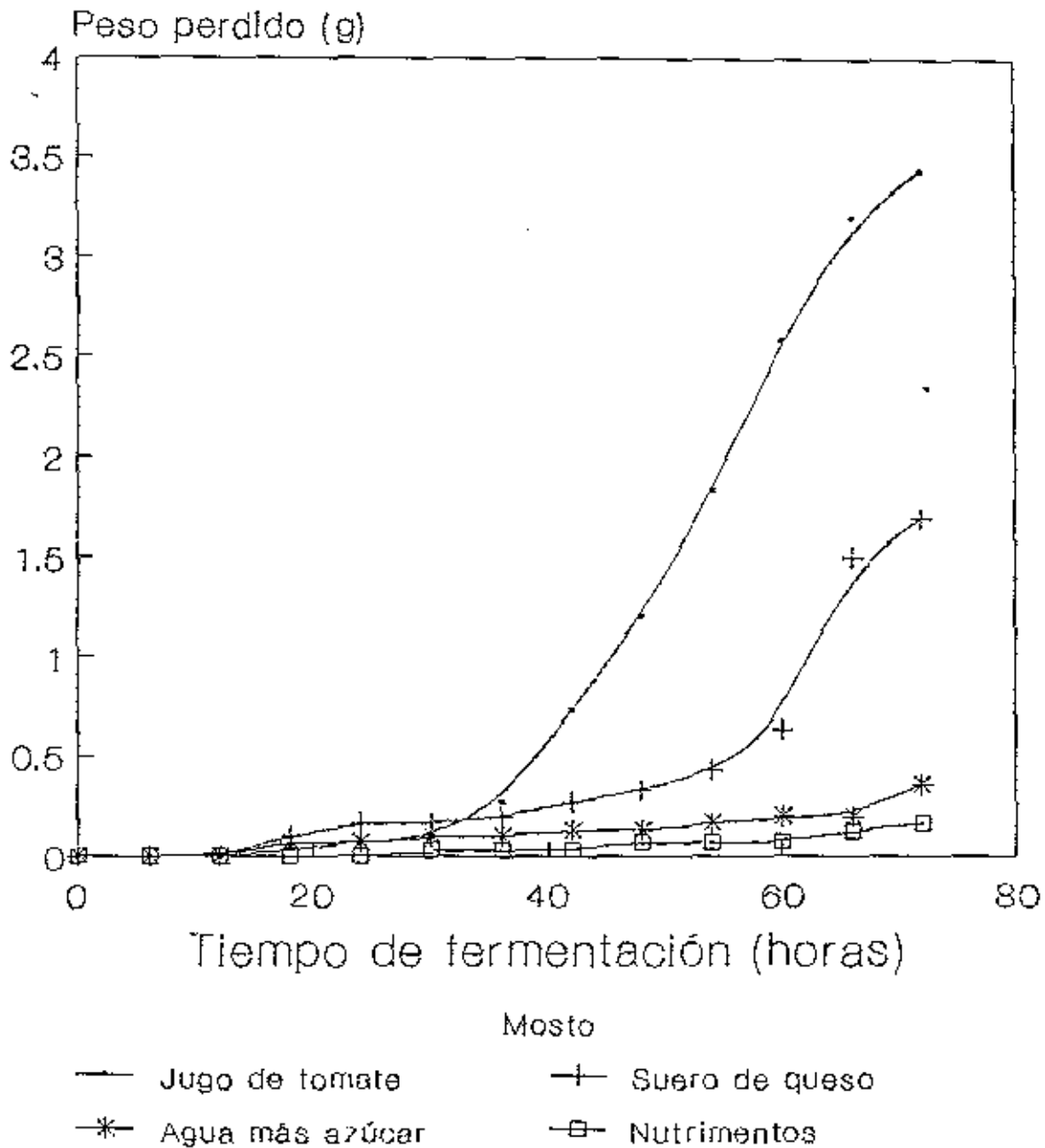
24. SPREER, E. 1975. Lactología industrial. Trad. de la 2 ed. alemana por José R. Muñoz de Arenillas. Zaragoza, España. p.67
25. VEISSEYRE, R. 1972. Lactyologia técnica. Trad. de la 2 ed. francesa por Justino Burgos y José Luis Teresa Heredia. Zaragoza, España. p.151
26. WEBB, B.H., A.H. JOHNSON y J.A. ALFORD. 1974. Fundamentals of dairy chemistry. AVI. Westport, Conn. p.211

### VIII. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

- A. Nombre : Margarita Gómez Guy
- B. Lugar de nacimiento : Corozal Town, Belize C. A.
- C. Fecha de nacimiento : 21 de marzo de 1968
- D. Dirección : #4, Altamira, Corozal Town  
Belize C. A.
- E. Educación
- Primaria : St. Francis Xavier School  
Corozal Town, Belize C. A.  
(Sept. 1973-Junio 1982)
- Secundaria : Corozal Community College  
Corozal Town, Belize C. A.  
(Sept. 1982-Mayo 1986)
- Universitaria : Escuela Agrícola Panamericana  
El Zamorano, Honduras.  
(Enero 1987-Diciembre 1987)  
Título obtenido: Agrónomo
- Escuela Agrícola Panamericana  
El Zamorano, Honduras  
(Abril 1990-Abril 1991)  
Título obtenido: Ing. Agrónomo
- F. Experiencia Profesional : Profesora de química  
Corozal Community College  
Corozal Town, Belize C. A.  
(Enero 1990-Marzo 1990)

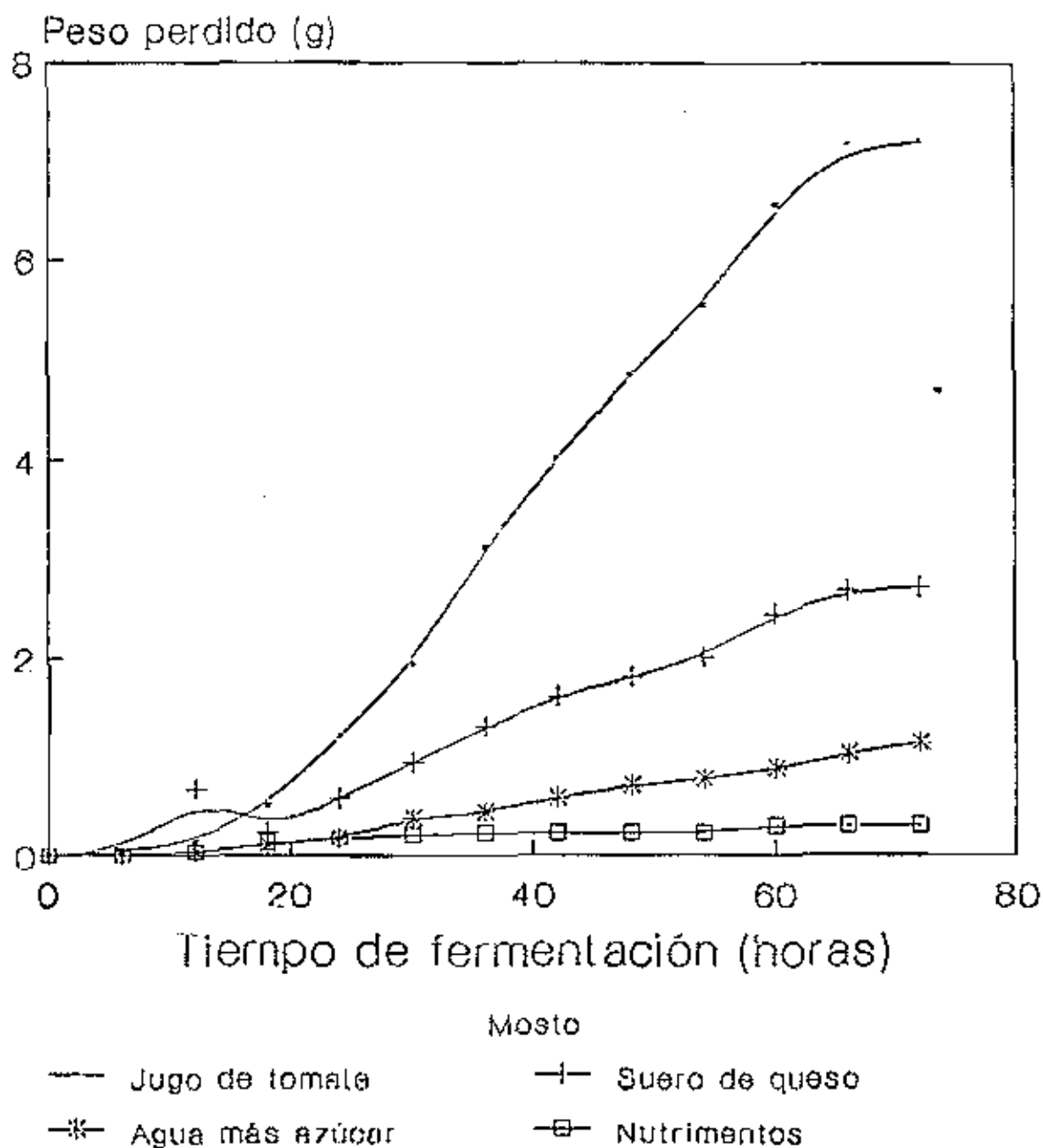
## IX. ANEXOS

Anexo 1. Peso perdido en diferentes mostos durante 72 horas, para el nivel de 0 partes por mil de levaduras inoculadas. Experimento 1. El Zamorano, Honduras, 1991.



0 partes por mil de levadura

Anexo 2. Peso perdido en diferentes mostos durante 72 horas, para el nivel de 0.5 partes por mil de levaduras inoculadas. El Zamorano, Honduras. 1971.



Anexo 3. Peso perdido en diferentes mostos durante 72 horas, para el nivel de 5 partes por mil de levaduras inoculadas. Experimento 1. El Zamorano, Honduras. 1991.

