

T
668.33
G984p
1977
F. I. y Arq.

037152
CJ: 2..

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

*PROPIEDADES REOLOGICAS DE
PASTA DE TOMATE*

TESIS

PRESENTADA POR

José Roberto Gutiérrez Q.

Para la Incorporación como

Ingeniero Químico



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR EN FUNCIONES : DR. CARLOS ALFARO CASTILLO
SECRETARIO GENERAL : DR. MANUEL ATILIO HASBUM

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO : ARQ. MANUEL ENRIQUE ALFARO
VICE DECANO : ARQ. GUILLERMO GONZALEZ
SECRETARIO : ING. LUIS CARBAJAL VALDEZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

JEFE DEL DEPARTAMENTO: LIC. JOSE ANTONIO SILVA T.

JURADO EXAMINADOR

LIC. JOSE ANTONIO SILVA T.
ING. BLANCA MARGARITA AREVALO DE GIL
LIC. VICTOR MANUEL SEGURA

I N D I C E

CAPITULO		PAG.
I	INTRODUCCION	1
II	REVISION DE LITERATURA	3
	Introducción	3
	Métodos de Fabricación	3
	Concepto de Viscosidad	5
	Propiedades que afectan la consistencia.	9
III	MATERIALES Y METODOS	12
	Materiales	12
	Equipo	12
	Métodos de Preparación	13
	Tratamientos	14
	Métodos de Análisis	15
	Contenido de Sólidos solubles	15
	Contenido de Sólidos Insolubles en <u>Al</u> cohol.	15
	Peso Específico	15
	Tamaño y Concentración de Partículas	16
	Consistencia.	16
	Consistómetro de Adams	16
	Consistómetro de Bostwick	16
	Viscosímetro de Brookfield	16
	Análisis Estadístico	17

CAPITULO		PAG.
IV	RESULTADOS Y DISCUSION.	18
	Sólidos Solubles	18
	Sólidos Insolubles	22
	Peso Específico	29
	Tamaño y Concentración de Partículas	29
	Consistencia.	39
V	RESUMEN.-	75

INDICE DE TABLAS

TABLA		PAGINA
I	Contenido de sólidos solubles del control y los tratamientos con sus respectivas réplicas.	19
II	Consistencia de la pasta a diferentes contenidos de sólidos solubles.	21
III	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca sobre el contenido de sólidos solubles.	23
IV	Resultado del Test de Duncan de múltiple rango para el efecto de marca sobre el contenido de sólidos solubles.	24
V	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango del efecto de la dilución sobre el contenido de sólidos solubles.	25
VI	Contenido de sólidos insolubles en alcohol del control y tratamientos con sus réplicas respectivas.	26
VII	Consistencia de la pasta a diferentes contenidos de sólidos insolubles en alcohol.	28
VIII	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca sobre el contenido de sólidos insolubles en alcohol.	30
IX	Peso específico del Control y Tratamientos con sus réplicas respectivas.	31
X	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca sobre el peso específico..	33
XI	Resultados del Test de Duncan de Multiple Rango para el efecto de la marca sobre el peso específico.	34
XII	Resultados del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de dilución sobre el peso específico.	35
XIII	Concentración de partículas en la pasta del control y tratamientos con sus réplicas. Expresadas en número de partículas por campo microscópico.	36

TABLA	PAGINA
XIV	Efecto de la concentración de partículas sobre la consistencia de la pasta. 38
XV	Tamaño de las partículas para el control y tratamientos. 40
XVI	Efecto del tamaño de las partículas sobre la consistencia de la pasta. 42
XVII	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca, dilución y su interacción sobre el tamaño y la concentración de las partículas. 43
XVIII	Resultados del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de marca sobre el tamaño y concentración de las partículas. 44
XIX	Resultado del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de dilución sobre el tamaño y concentración de las partículas. 45
XX	Medidas de consistencia efectuadas con el Consistómetro de Adams para el control y tratamientos. 46
XXI	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca sobre las mediciones de consistencia obtenidos con el Consistómetro de Adams. 49
XXII	Resultado del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de marca sobre las mediciones de consistencia obtenidas con el Consistómetro de Adams. 50
XXIII	Resultado del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de Dilución sobre las medidas de consistencia obtenidas con el Consistómetro de Adams. 51
XXIV	Medidas de Consistencia obtenidas con el consistómetro de Bostwick para control y tratamientos. 54

TABLA	PAGINA	
XXV	Resumen del Análisis de varianza para el efecto de marca sobre las medidas de consistencia obtenidas con el Consistómetro de Bostwick.	57
XXVI	Resultados del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de marca sobre la consistencia determinada con el Consistómetro de Bostwick.	58
XXVII	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango para el efecto de dilución sobre la consistencia determinada con el Consistómetro de Bostwick .	59
XXVIII	Medidas de Viscosidad determinadas con el Viscosímetro de Brookfield usando el Cilindro # 4 y diferentes velocidades de Corte.	60
XXIX	Medidas de Viscosidad obtenidas con el Viscosímetro de Brookfield usando el cilindro # 3 a diferentes velocidades de corte.	61
XXX	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca sobre la viscosidad determinada con el viscosímetro de Brookfield Cilindro # 4 a seis RPM.	66
XXXI	Resumen del Análisis de Varianza para el efecto de marca sobre la viscosidad determinada con el Viscosímetro de Brookfield cilindro # 4 a doce RPM.	67
XXXII	Resumen del análisis de varianza para el efecto de marca sobre la viscosidad determinada con el Viscosímetro de Brookfield Cilindro # 4 a treinta RPM.	68
XXXIII	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango para el efecto de marca sobre las medidas de consistencia obtenidas con el viscosímetro de Brookfield usando el cilindro #4 a seis RPM.	69

TABLA

PAGINA

XXXIV	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango para el efecto de dilución sobre las medidas de consistencia obtenidas con el Viscosímetro de Brookfield usando el cilindro #4 a seis RPM .	70
XXXV	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango para el efecto de marca sobre la viscosidad determinada con el Viscosímetro de Brookfield usando el cilindro #4 a doce RPM.	71
XXXVI	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango para el efecto de dilución sobre la viscosidad determinada con el Viscosímetro de Brookfield usando Cilindro #4 doce RPM.	72
XXXVII	Resultado del Test de Duncan de Múltiple Rango para el efecto de marca sobre la Viscosidad determinada con el viscosímetro de Brookfield cilindro #4 a treinta RPM.	73
XXXVIII	Resultado del Test de Duncan de Rango Múltiple para el efecto de dilución sobre la viscosidad determinada con el Viscosímetro de Brookfield usando el cilindro #4 a treinta RPM.	74
XXXIX	Resumen Análisis de Correlación .	78

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Conducta viscosa de los Fluídos	8
2	Medidas de Consistencia obtenidas con el Consistómetro de Adams como función de la dilución	48
3	Medidas de Consistencia obtenidas con el Consistómetro de Bostwick como función de la dilución	56
4	Viscosidad aparente de la Marca "A" como función de la velocidad de Corte	62
5	Viscosidad Aparente de la Marca "B" como función de la velocidad de Corte	63
6	Viscosidad Aparente de la Marca "C" como función de la velocidad de Corte.	64
7	Viscosidad Aparente de la marca "D" como función de la velocidad de corte.	65

E X T R A C T O

Los objetivos de esta investigación fueron:

- (a) Determinar el efecto de ciertos factores de composición como son el contenido total de sólidos y el contenido de sólidos insolubles en alcohol (materiales pécticos) sobre la consistencia de la pasta de tomate.
- (b) Determinar el efecto de ciertas propiedades físicas como son el tamaño y la concentración de las partículas y la velocidad de corte sobre la consistencia de la pasta de tomate.

En esta investigación, cuatro marcas comerciales diferentes de pastas de tomate fueron examinadas. Tres tratamientos fueron empleados siendo estos:

1. Pasta de tomate más cinco por ciento de agua (p/p).
2. Pasta de tomate más diez por ciento de agua (p/p)
3. Pasta de tomate más quince por ciento de agua(p/p).

El control empleado fue la pasta de tomate pura, es decir, la pasta comercial sin añadirle ninguna cantidad de agua. Cada tratamiento fue triplicado. El porcentaje de sólidos totales, el porcentaje de sólidos insolubles en alcohol, el tamaño y la concentración de las partículas, el peso específico y la consistencia de cada muestra fueron determinadas.

Bajo las condiciones de este experimento, los siguientes resultados fueron obtenidos:

- 1.- Cuando el tamaño de las partículas en la pasta aumenta, manteniendo el resto de variables constantes, la consistencia de la pasta también aumenta.
- 2.- Cuando la concentración de las partículas en la pasta aumenta, mananteniendo el resto de variables constantes, la consistencia de la -- pasta también aumenta.
- 3.- Cuando los sólidos (tanto totales como insolubles en alcohol) aumentan, manteniendo el resto de variables constantes, la consistencia de la pasta también aumenta. Y
- 4.- Cuando se aumenta la velocidad de corte, manteniendo el resto de -- variables constantes, la consistencia de la pasta de tomate disminuye.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La pasta de tomate es el condimento favorito en los Estados Unidos con un consumo per cápita anual de 3.1 libras. La pasta de tomate es el producto limpio preparado de tomates bien coloreados con especias, sal, azúcar y vinagre. Con o sin cebolla o ajos y que contiene no menos de 12 porciento de sólidos (25)¹. La pasta puede ser preparada de jugo concentrado por centrifugación ciclónica o de pulpa enlatada; sin embargo, comúnmente se prepara a partir de tomates frescos para fabricarla en una operación sencilla durante la estación de cosecha. Por otra parte, el prepararla a partir de tomates frescos, hay menos tratamiento térmico y como consecuencia menos pérdidas de color debido a pigmentos termosensibles.

La consistencia, que generalmente se refiere a la viscosidad de un producto y la tendencia a mantener su porción líquida en suspensión es un factor de gran importancia en la determinación de la calidad de la pasta de tomate. La consistencia vale el 25% de los factores que afectan la calidad en la calificación de este producto. Los otros factores, color, ausencia de defectos y sabor constituyen el 75% restantes de la calificación total (38).

El estudio de la Reología de los alimentos es importante para estar en capacidad de entender los principios sobre los cuales se basa la conducta de los fluidos bajo influencia de fuerzas externas.

1: Los números entre paréntesis se refieren a las referencias igualmente numeradas en la bibliografía.-

Las propiedades reológicas de una suspensión no pueden entenderse completamente si no se considera mediciones de consistencia a diferentes velocidades de corte. La Reología ha sido definida como "La ciencia dedicada al estudio de la deformación y el flujo de materia". Consecuentemente, cuando las fuerzas resultan o dan origen a la deformación y al flujo, las propiedades mecánicas se convierten en propiedades reológicas y se expresan en términos de tres parámetros como son: fuerza, deformación y tiempo.

El propósito de esta investigación fue encontrar la relación que existe entre la fluidez de la pasta de tomate y factores tales como: contenido total de sólidos, contenido de sólidos insolubles en alcohol, concentración y tamaño de partículas, el efecto de la velocidad de corte sobre la viscosidad aparente de la pasta de tomate.

CAPITULO II

REVISION DE LA LITERATURA

I INTRODUCCION

La viscosidad o consistencia es un factor de apariencia de gran importancia con productos alimenticios tales como: pastas, purees, jaleas, aceites, jarabes, etc. Las mediciones de esta factor de calidad no sólo son importantes para indicar la consistencia de productos terminados, sino también pueden ser utilizados como herramientas para el control de calidad de materias primas o de productos en proceso para poder predecir así la consistencia final del producto terminado.(18).

II METODOS DE FABRICACION

Los tomates que son ingredientes mayoritarios en la fabricación de la pasta de tomate, contienen de 7 a 8.5% de sólidos totales de los cuales 1% se debe a semillas y cáscaras. Los tomates despulpados por centrifugación ciclónica tienen la siguiente composición (25):

SOLIDOS INSOLUBLES = 1%
 AZUCAR (PRACTICAMENTE TODA INVERTIDA) 0.3 -a- 0.5%
 PROTEINA SOLUBLE = 0.8 - a - 1.2%
 CONSTITUYENTES MINERALES = 0.3 - a - 0.6%
 SAL (CLORURO DE SODIO) = 0.05 - a - 0.1%

El porcentaje de sólidos en el tomate varía. Esto puede deberse a la variedad del tomate, las características del suelo y la cantidad de lluvia durante el tiempo de cosecha.

La pasta de tomate es un producto más concentrado que los pures.

Los tomates empleados en su fabricación son generalmente tomate de alta - calidad. Estos tomates son clasificados cuidadosamente y los requisitos - son similares a los requisitos para U S N 1(5). Los tomates son luego la vados, cortados y molidos automáticamente. En esta etapa se hace necesario un calentamiento a 190°F en un intercambiador de calor continuo para así - inactivar las enzimas pécticas que podrían destruir los materiales pécti- - cos que contribuyen grandemente a la consistencia de la pasta (5). Luego viene el despulpado que generalmente se efectúa en un separador o centrífu ga ciclónica. Esta máquina generalmente consiste de hojas de acero inoxida ble perforado en forma de medio cilindro. Este medio cilindro constituye la parte baja de la máquina. La mitad de arriba del cilindro está hecha de lám ina de un metal pesado. En el interior del cilindro se encuentran paletas que giran a grandes velocidades dentro del cilindro. Los tomates se rompen con el impacto de las paletas o por el impacto que reciben cuando son tirad os contra las paredes del cilindro. La pulpa y el jugo pasan a través de - una malla a un tanque y la cáscara, semillas y fibras salen a través de una abertura en la parte baja al final del despulpador. La pulpa y el jugo pas an através de honogenizador para obtener una textura uniforme. Luego son concentrados a un peso específico de 1.060 por evaporación en un tanque - abierto. En esta etapa, el producto está listo para mezclarse con otros ing redientes y ser sometido al cocimiento final. Los ingredientes usuales - son: Sal, azúcar, vinagre, polvo de cebolla y oiertas especies (5.25). El proceso de cocimiento se continúa hasta alcanzar la co nsistencia deseada. Finalmente la salsa es envasada y sellada a 180 F (25).-

III CONCEPTO DE VISCOSIDAD

La viscosidad es aquella propiedad de los fluidos reales que los distingue de los fluidos ideales (no viscosos). La viscosidad de un fluido es una medida de su resistencia a fluir. Esta resistencia se mide como el total de fuerza de corte o cizalla.

Por muchos años, el movimiento de los fluidos ha sido estudiado bajo diferentes ciencias aplicadas como son hidráulica, aeronáutica y acústica dando como resultado que muchos ingenieros han fallado en entender los principios básicos que describen el fenómeno de flujo newtoniano y no newtoniano (14). Ahora se sabe, que las consideraciones sobre el movimiento de un fluido no sólo están confinadas a las fuerzas externas, sino que también a fuerzas internas como las causadas por la viscosidad. Se sabe que todos los fluidos exhiben esta propiedad física que está relacionada con fuerzas tangenciales de corte dentro del fluido mismo.

Antes de continuar con la discusión de esta propiedad física de los fluidos, es necesario clasificar los fluidos de acuerdo a su comportamiento cuando son sometidos a fuerzas externas. WILKINSON (44) los clasificó en dos categorías: Newtonianos y no Newtonianos. El subdividió los no-newtonianos en tres divisiones subsecuentes:

(1) Fluidos para los cuales la fuerza de corte o cizalla depende únicamente de la velocidad de corte. Y aunque la relación es no lineal, es independiente del tiempo de aplicación de la fuerza de corte.

(2) Fluidos para los cuales la fuerza de corte depende no únicamente de la velocidad de corte, sino que también del tiempo que el fluido ha sido sometido a esta fuerza y de la historia del fluido.

(3) Fluidos viscoelásticos que exhiben características tanto de sólidos elásticos como de fluidos viscosos.

Otra bien conocida clasificación de fluidos es la de METZNER. (26). El clasificó los fluidos en 4 categorías:

1° Fluidos puramente viscosos: Esta categoría incluye tanto fluidos newtonianos como no-newtonianos. Para esta categoría de fluidos la fuerza de corte depende únicamente de la velocidad de corte y es independiente del tiempo.

Para fluidos newtonianos:

$$\tau = \mu \left(\frac{du}{dy} \right)$$

donde:

τ : fuerza por unidad de área o fuerza de corte.

μ : constante conocida como coeficiente de viscosidad.

$\left(\frac{du}{dy}\right)$: velocidad de corte, gradiente de velocidad del cambio de velocidad con respecto a la distancia entre los dos planos del fluido.

Para los fluidos no-newtonianos incluidos en esta categoría, varias ecuaciones han sido desarrolladas para describir su comportamiento. Entre estas ecuaciones las más conocidas son:

Ecuación POWER-LAW:

$$\tau = K \left(\frac{du}{dy} \right)^n$$

donde:

K : es el índice de consistencia.

n : es el índice de la conducta del fluido.

Ecuación de BINGHAM:

$$\tau = \tau_1 + \mu_B \left(\frac{du}{dy} \right)$$

Esta ecuación describe la conducta de aquellos fluidos que actúan como sólidos cuando se someten a fuerzas de corte menores que τ_1 .

Ecuación de ELLIS:

$$\left(\frac{du}{dy} \right) = \frac{\tau_1}{\mu_0} + \left(\frac{\tau}{K} \right)^{1/n}$$

Esta ecuación corrige la inexactitud de la ecuación POWER-LAW a bajas velocidades de corte.

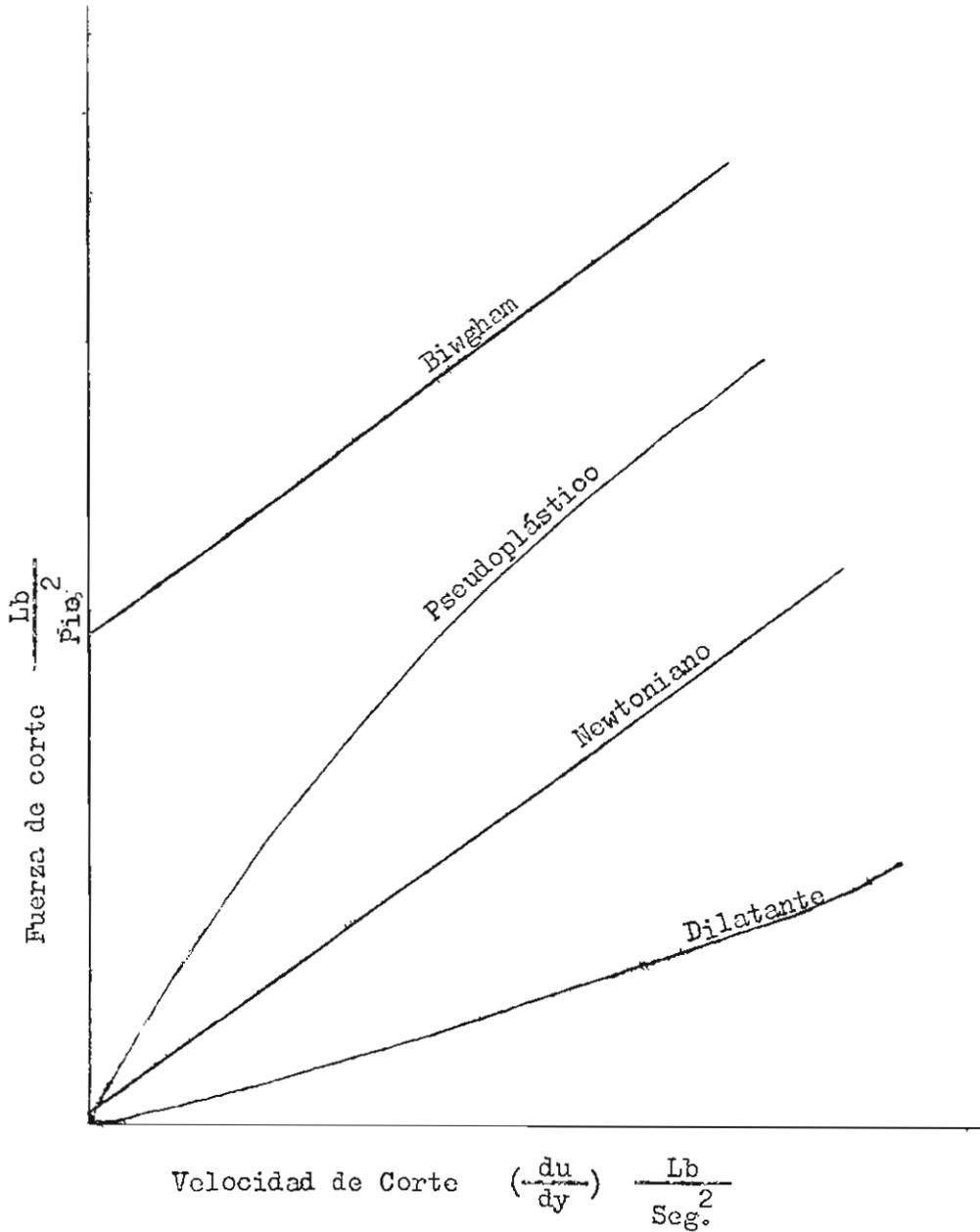
2. Fluidos de conducta dependiente del tiempo. Los fluidos cuya viscosidad aparente disminuye con el tiempo a fuerza de corte constante se llaman tixotrópicos. Aquellos fluidos cuya viscosidad aparente aumenta con el tiempo se llaman reopécticos.

3. Fluidos viscoelásticos. Son aquellos fluidos que exhiben tanto características de sólidos elásticos como de fluidos viscosos.

4. Sistemas reológicos más complicados. Estos son sistemas que exhiben características de las tres categorías anteriores. (FIG. I)

La pasta de tomate puede clasificarse como un sistema de suspensión difásica; en la cual una gran proporción de partículas solas extendidas están dispersadas en suero, el cual en sí es un sistema coloidal. La pasta de tomate es un sistema tixotrópico por que su fuerza de corte es de-

GRAFICA I



Conducta Viscosa de los Fluidos

pendiente del tiempo. La viscosidad de la pasta de tomate disminuye con el tiempo a una velocidad de corte constante. Con tal complejidad, es de esperarse que muchas propiedades físicas y químicas influyen en la consistencia (19).

IV PROPIEDADES QUE AFECTAN LA CONSISTENCIA

Entre los factores de composición que afectan la consistencia de la pasta de tomate, los más importantes son el contenido de sólidos y el contenido de sustancias pécticas. En un estudio de Kramer y Twigg (19), se encontró que pH tenía una relación negativa con la consistencia, y que las sustancias pécticas, sólidos estructurales y sólidos no estructurales tenían una relación positiva con la consistencia. En este estudio también se encontró que las sustancias pécticas tenían mayor influencia en la consistencia que cualquier otro factor. Es obvio que ningún componente es responsable totalmente por la consistencia de la pasta de tomate, y que ^{la consistencia} ~~la consistencia~~ no se puede explicar o entender a base de un componente simple; además, el efecto real de un componente sobre la consistencia no puede medirse debido a la interdependencia que existe entre los factores que afectan esta propiedad.

La consistencia y la tendencia de la pasta de tomate a mantener su porción líquida en suspensión se evalúan bajo el mismo título en las normas para la calificación de la pasta de tomate del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A.). Se ha demostrado que estas dos propiedades no estén directamente relacionadas y que una pasta de tomate gruesa o delgada puede tener tanto un alto grado de separación de suero como un bajo grado de separación (20).

El efecto del pH en la consistencia de productos del tomate constituye una herramienta útil para controlar la consistencia de estos productos. Se ha postulado que el aumento en consistencia debido a una baja en el pH se debe al aumento en consistencia de materiales pécticos disueltos en la pasta de tomate. Los tomates pueden procesarse a la consistencia deseada ya sea jugo delgado o una gel firme y a cualquier producto entre estos extremos con solo ajustar la acidez de los tomates cuando éstos son despulpados. Wagner and Miers (39) han desarrollado y refinado una técnica para controlar la consistencia controlando la acidez. Esta técnica de mejor control, sobre un rango más amplio, que el tratamiento térmico usado ahora en las plantas procesadoras.

Se ha comprobado la presencia de sustancias pécticas de bajo contenido del radical metoxilo en la pasta de tomate. Schultz y otros (32) encontraron que el ácido pectínico deesterificado enzimáticamente reaccionaba con el pH como ácido péctico de más bajo contenido del radical metoxilo que, el ácido pectínico deesterificado por acción de acidez o alcalinidad. Ellos explicaron este hecho suponiendo que la esterasa desesterifica porciones enteras de la cadena galacturónica, mientras la acidez y la alcalinidad actúa desordenadamente. Con la presencia de tales constituyentes pécticos es aceptable la suposición propuesta pues el pH de la pasta está dentro del rango necesario.

La temperatura de precalentamiento de los tomates es de gran importancia en la fabricación de purees, pastas y otros concentrados. Ya que el calor inactiva las enzimas pectin esterasas (P.E.) y poligalcturonasas -

(P.G.) presentes en el tomate fresco y como consecuencia afectan la consistencia de los productos. Para inactivar tales enzimas la práctica común en la industria es calentar los tomates a 190°F antes, durante o inmediatamente después del despulpado.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

I MATERIALES

Cuatro marcas comerciales diferentes de pasta de tomate fueron examinadas durante esta investigación. Ellas habían sido empacadas en latas comerciales N° 10 en cuatro diferentes localizaciones. Antes de ser examinadas estas latas habían sido almacenadas a temperatura ambiente durante dos meses. Cada lata contenía aproximadamente 7 libras y 2 onzas.

II EQUIPO

Los siguientes aparatos fueron usados en esta investigación:

CONSISTOMETRO DE BOSTWICK. Este instrumento se usa frecuentemente para medir la consistencia de alimentos fluidos como purees, salsas y pastas. La muestra se coloca en un extremo del aparato y se mantiene allí mediante una cortina o puerta metálica vertical. Esta puerta metálica se levanta rápidamente por la acción de un resorte y le permite así al fluido desplazarse a lo largo de un canal. La distancia viajada en un tiempo definido es una medida de la consistencia del producto.

CONSISTOMETRO DE ADAMS: Este instrumento usa el mismo principio de flujo que el consistómetro de Bostwick. La única diferencia es que en el consistómetro de Adams, el flujo es circular y no lineal como en el caso del consistómetro de Bostwick.

VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD: Este viscosímetro rota un cilindro o un disco sumergido en el fluido y mide el torque necesario para vencer la resis-

tencia al movimiento inducido. Esto se lleva a cabo sumergiendo el cilindro en el fluido. Este cilindro está conectado a un resorte de cobre-berilio el cual se deforma o estira según la resistencia que hay que vencer. El grado a que este resorte se ha estirado se marca en el dial del viscosímetro el cual viene calibrado proporcional a la viscosidad aparente. Este viscosímetro es útil en un gran rango de viscosidades.

REFRACTOMETRO DE ABBE: El refractómetro de Abbe utiliza el principio de la luz reflectada de un espejo pasando a un prisma iluminado. La superficie del prisma superior es rugosa. Esta rugosidad actúa como fuente de un número indefinido de rayos que pasan através de una capa de líquido en todas direcciones. Los rayos luego chocan contra una superficie pulida del prisma y son refractados (ambos prismas tienen índices de refracción de 1.75). Este instrumento permite la determinación de un amplio rango de índices de refracción (1.3000 a 1.7000). Estos índices de refracción pueden ser fácil y rápidamente leídos con una exactitud de 0.0002. Los índices de refracción y el porcentaje de sólidos son obtenidos directamente de la escala de este aparato.

III METODOS DE REPARACION

Trabajos preliminares mostraron que usar beakeres de 1000 ml. era recomendable para determinar la consistencia con el viscosímetro de Brookfield ya que estos beakeres reducían las fuerzas de rozamiento debidas a las paredes por tener un diámetro muchísimo mayor que el del cilindro sumergido del viscosímetro. También se observó que el mezclado mecánico a altas velocidades inducía la formación de burbujas y por lo tanto las mediciones de

consistencia no eran aceptables debido a la irregularidad de las muestras.-- Otro hecho observado del trabajo preliminar fue el que las lecturas de las mediciones con los consistómetros de Bostwick y de Adams era necesario dejar asentar la pasta por lo menos 10 minutos para que las burbujas de aire escaparan y tener así un flujo uniforme.

IV TRATAMIENTOS

CONTROL. Ochocientos gramos de pasta se pesaron en un beaker de mil cc. y se dejaron en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente.

TRATAMIENTO I. Se pesaron setecientos sesenta y cinco gramos de salsa de tomate y se colocaron en un beaker de 1000 ml. se añadieron treinta y ocho gramos de agua destilada y se mezclaron suavemente. La mezcla se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 30 minutos.

TRATAMIENTO II. Se pesaron setecientos treinta gramos de pasta de tomate y se colocaron en un beaker de 1000 ml. a esta pasta se le añadieron setenta gramos de agua destilada y se mezclaron suavemente y se dejaron reposar a temperatura ambiente durante treinta minutos.

TRATAMIENTO III. Se pesaron seiscientos noventa y cinco gramos de salsa de tomate y se colocaron en un beaker de 1000 ml. a esta pasta se le añadieron ciento cuatro gramos de agua destilada (15% (P/P)). Se mezclaron suavemente y se dejaron reposar por 30 minutos a temperatura ambiente.

V METODOS DE ANALISIS

CONTENIDO DE LOS SOLIDOS SOLUBLES

El porcentaje de sólidos solubles fue obtenido a partir de las lecturas observadas en la escala Brix usando un refractómetro de Abbe. Una gota de la muestra se coloca entre los dos prismas. La luz de la lámpara pasa a través de la muestra y se obtiene la lectura de la escala Brix cuando el ángulo de incidencia ha crecido lo suficiente para hacer el ángulo de referencia de 90° (25).

SOLIDOS INSOLUBLES EN ALCOHOL

En la determinación de los sólidos insolubles en alcohol se utilizó el método del A.O.A.C. (1.25). Una muestra de veinte gramos de salsa de tomate se pesó en un beaker de 600 ml. A este beaker se le añadieron trecientos mililitros de alcohol etílico al 80%. La mezcla fue calentada y hervida durante treinta minutos y luego filtrada a través de un embudo de Buchner usando papel filtro N° 1 el cual había sido previamente calentado a 100°C y pesado. Después de filtrar, el papel y los sólidos se colocaron en un horno de 100°C por dos horas. Después de este período fueron pesados y el porcentaje de sólidos insolubles en alcohol fue calculado usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ SOLIDOS INSOLUBLES} = \frac{\text{PESO DEL FILTRADO}}{\text{PESO DE LA MUESTRA}} \times 100$$

PESO ESPECIFICO

El peso específico se obtuvo usando el método del refractómetro (25). Del % de sólidos totales se obtiene el peso específico usando las tablas de Schocnrock (25).

TAMAÑO Y CONCENTRACION DE PARTICULAS

El tamaño de las partículas en suspensión fueron estudiadas bajo microscopio con una magnificación de 440 veces su tamaño real. La concentración de las partículas se estimó contando en el campo del microscopio aquellas partículas cuyo diámetro era por lo menos un cuarto del radio del campo en observación. Diez campos fueron observados por cada muestra y el promedio fue evaluado. El tamaño promedio de las partículas fue obtenido en micras.

CONSISTENCIA.

La consistencia se midió usando tres consistómetros diferentes.

CONSISTOMETRO DE ADAMS: El consistómetro de Adams se usó en la manera normal (25, 37). La taza de este consistómetro se llenó con la muestra la cual se dejó asentar por diez minutos. Pasados los 10 minutos la taza se quitó rápidamente para permitir así el flujo de la muestra, después de 10 segundos se observó y anotó el promedio de las distancias viajadas.

CONSISTOMETRO DE BOSTWICK: Este consistómetro también fue empelado de la manera normal (25, 37). La taza del consistómetro se llenó con la muestra a la que se le permitió asentar por diez minutos. Pasados los diez minutos se levantó la puerta rápidamente y a los 10 segundos de flujo se midieron las distancias viajadas por la pasta.

VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD : En un beaker de 1000 ml. se colocaron 780 gms. de muestra. El cilindro del viscosímetro se introdujo en el fluido. La velocidad de corte se varió cambiando el grozor del cilindro y la velocidad de giro. Mediciones se hicieron usando los cilindros en

Nº 3 y Nº 4 a cuatro diferentes velocidades: 6, 12, 30 y 60 revoluciones por minuto. Las lecturas se efectuaron hasta que la aguja del marcador permanece estática por lo menos en 5 revoluciones continuas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

A todos los datos se les efectuó el análisis de varianza usando el programa ANOVAR modificado por el Centro de Cómputo de la Universidad de Tennessee. Las diferencias considerables entre las medias fueron obtenidas usando el test de Duncan de rango múltiple. Todos los tratamientos fueron analizados en triplicado. El análisis de correlaciones entre los variables se efectuó usando el programa B.M.D. de correlación y transgeneración.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

I. SOLIDOS SOLUBLES

El contenido de sólidos solubles en el control y los tratamientos se muestran en la Tabla I. De esta tabla se puede observar que hubo varia-
ción considerable en el contenido de sólidos solubles entre las distintas marcas, no así entre la misma marca. Como la consistencia era el factor -
de importancia prioritaria en esta investigación, la consistencia de las diferentes marcas y las diferentes diluciones se muestran en la Tabla II. El contenido de sólidos solubles se controló en una misma marca no pudié-
ndose hacer entre marcas diferentes.

Aproximadamente la mitad de los sólidos solubles presentes en el jugo de tomate son azúcar. Por otra parte, en el proceso de fabricación de la pasta de tomate se le añade azúcar al jugo por lo que es de esperarse que la mayoría de los sólidos solubles presentes en la pasta sean azúcar. La proporción entre sólidos totales y sólidos insolubles es prácticamente constante lo mismo que la proporción de azúcar y ácido.

La cantidad de especias para el mismo volumen de salsa es constante en una misma marca. La proporción de azúcar y ácido en los tomates pueden variar dependiendo de la variedad del tomate, por lo que se hace neces-
ario, cambiar la proporción de vinagre y azúcar en la formulación de la -
pasta dependiendo del contenido inicial de la materia prima. Es necesario tener una alta concentración de sólidos en el producto final para así au-
mentar la vida útil del producto una vez el envase ha sido abierto por el consumidor.

TABLA I

CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES DEL CONTROL Y TRATAMIENTOS
CON SUS RESPECTIVAS REPLICAS.-

Réplicas	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
Grados Brix				
Marca "A"				
1	37.13	35.22	33.52	32.25
2	37.16	35.14	33.50	32.26
3	37.14	35.18	33.50	32.22
4	37.09	35.14	33.54	32.28
Media	37.13	35.17	33.51	32.35
Marca "B"				
1	33.84	32.16	30.82	29.47
2	33.86	32.32	30.83	29.43
3	33.83	32.21	30.74	29.44
4	33.86	32.22	30.76	29.43
Media	33.85	32.22	30.79	29.44
Marca "C"				
1	34.59	33.10	31.44	29.99
2	34.63	33.13	31.45	29.94
3	34.67	33.14	31.40	29.97
4	34.63	33.10	31.44	29.94
Media	34.63	33.11	31.43	29.96

Continuación Tabla I.

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
	Marca "D"			
1	32.61	31.06	29.63	28.42
2	32.64	31.06	29.67	28.46
3	32.60	31.12	29.64	28.46
4	32.63	31.09	29.67	38.50
Medida	32.62	31.08	29.65	28.46

Nota: C = control; T1 = Tratamiento 1;

T2 = Tratamiento 2; T3 = Tratamiento 3.-

TABLA II

CONSISTENCIA DE LA PASTA A DIFERENTES CONTENIDOS DE
SOLIDOS SOLUBLES

Sólidos Solubles Grados Brix	Consistencia		
	Adams cms.	Bostwick cms.	Brookfield spr-6rpm Poises
	Marca "A"		
37.13	9.32	4.42	541.62
35.17	10.29	4.88	473.37
33.51	10.49	5.21	327.75
32.25	12.49	5.71	265.37
	Marca "B"		
33.85	9.95	6.20	275.62
32.22	11.21	6.80	255.25
30.79	12.44	7.41	192.12
29.44	13.83	7.80	122.25
	Marca "C"		
34.63	12.11	6.27	308.50
33.11	13.43	7.32	235.00
31.43	14.85	8.11	135.37
29.96	16.21	8.68	125.37
	Marca "D"		
32.62	11.06	5.97	255.75
31.08	12.62	6.80	184.25
29.65	14.04	7.77	122.62
28.46	15.04	8.02	77.35

Nota: Sólidos solubles — Grados Brix; Adams cms. Fluidos en 10 seg.
Bostwick— cms. Fluidos en 10 segundos; Brookfield — poises.

El resumen del análisis de varianza de los resultados de los contenidos de sólidos solubles en todas las marcas, diluciones y su interacción se muestran en la Tabla III. En esta tabla se observa diferencia considerable en la interacción de marca y dilución. Los resultados del test de Duncan de múltiple rango se muestran en la Tabla IV e indican que el contenido de sólidos solubles de la marca "A" es considerablemente más alto que los de las otras marcas a un nivel de probabilidad de 0.01. La diferencia de tratamiento (diluciones) se muestra en la Tabla V.

II. SÓLIDOS INSOLUBLES EN ALCOHOL

El contenido de sólidos insolubles en alcohol, expresado en porcentajes, para todas las marcas y tratamientos se muestran en la Tabla VI. Se puede observar en esta tabla que la proporción de sólidos totales y la de sólidos insolubles se mantiene aproximadamente constante. La variación del contenido de sólidos insolubles en alcohol de marca a marca es bien pequeña y prácticamente ninguna en la misma marca. La diferencia en el contenido de sólidos insolubles en alcohol entre las diferentes marcas se debe prácticamente a las diferentes fórmulas usadas por los procesadores y a las diferentes variedades de tomate empleadas en la fabricación de la salsa.

Como en la presente investigación nuestro interés principal era determinar el efecto de ciertos factores de composición sobre la consistencia de la pasta, la Tabla VII nos muestra la consistencia de la pasta a diferentes contenidos de sólidos insolubles en alcohol.

El resumen del análisis de varianza de los resultados de los contenidos de sólidos insolubles en alcohol para el control y tratamientos se

TABLA III

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE
 MARCA SOBRE EL CONTENIDO DE SOLIDOS
 SOLUBLES

Fuente	G.L.	M.C	F
Marca	3	190.153	94989.625 ^a
Dilución	3	246.380	123077.688
B x D	9	0.368	183.713
Error	240	0.002	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001

TABLA IV

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA EL
EFECTO DE MARCA SOBRE EL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES

Mayor	Marca		Media		Significancia
	Menor		Mayor	Menor	
1	3		34.526	32.290	a
1	2		34.526	31.577	a
1	4		34.526	30.437	a
3	2		32.290	31.577	a
3	4		32.290	30.437	a
2	4		31.577	30.437	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01.

Nota: Marca A = 1; Marca B = 2; Marca C = 3; Marca D = 4.

TABLA V

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO DEL EFECTO
DE LA DILUCION SOBRE
EL CONTENIDO DE SOLIDOS SOLUBLES

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	34.560	32.883	a
1	3	34.560	31.340	a
1	4	34.560	30.023	a
2	3	32.883	31.340	a
2	4	32.883	30.023	a
3	4	31.340	30.023	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

Nota: 1 = control; 2 = tratamiento 1; 3 = tratamiento 2 y
4 = tratamiento 3.

TABLA VI
 CONTENIDO DE SOLIDOS INSOLUBLES EN ALCOHOL DEL CONTROL Y
 TRATAMIENTOS CON SUS REPLICAS RESPECTIVAS

Réplica	Tratamiento			
	C	T1	T2	T3
	Porcentaje			
	Marca "A"			
1	4.22	4.02	3.81	3.68
2	4.19	4.03	3.83	3.67
3	4.20	4.02	3.86	3.63
4	4.22	4.04	3.82	3.65
Media	4.21	4.03	3.83	3.66
	Marca "B"			
1	3.83	3.62	3.40	3.30
2	3.84	3.63	3.43	3.28
3	3.83	3.62	3.42	3.25
4	3.87	3.63	3.43	3.22
media	3.83	3.62	3.42	3.26
	Marca "C"			
1	3.14	3.02	2.86	2.75
2	3.16	3.04	2.85	2.74
3	3.17	3.04	2.81	2.74
4	3.15	3.03	2.84	2.74
Media	3.15	3.03	2.84	2.74

Continuación de Tabla VI

Réplica	Tratamiento			
	C	T1	T2	T3
	Porcentaje			
1	3.26	3.11	2.97	2.75
2	3.26	3.11	2.97	2.77
3	3.22	3.12	2.95	2.73
4	3.24	3.13	2.94	2.75
media	3.24	3.12	2.96	2.75

TABLA VII
 CONSISTENCIA DE LA PASTA A DIFERENTES CONTENIDOS DE SOLIDOS
 INSOLUBLES EN ALCOHOL

Sólidos Insolubles Porcentaje	Adams cms.	Bostwick cms	Brookfield sp4-6 rpm poises
Marca "A"			
4.19	9.32	4.42	541.62
4.02	10.29	4.88	473.37
3.83	10.49	5.21	327.75
3.65	12.49	5.71	265.37
Marca "B"			
3.85	9.95	6.20	275.62
3.63	11.21	6.80	255.25
3.42	11.44	7.41	192.12
3.26	13.83	7.80	122.25
Marca "C"			
3.45	12.11	6.27	308.50
3.29	13.43	7.32	235.00
3.10	14.84	8.11	135.37
3.00	16.21	8.68	125.37
Marca "D"			
3.24	11.06	5.97	255.75
3.11	12.62	6.80	184.25
2.96	14.04	7.77	122.62
2.75	15.04	8.02	77.35

Nota: Sólidos Insolubles—w/w porcentaje; Adams—cms. fluido en 10 segundos;
 Bostwick—cms. fluido en 10 segundos; Brookfield— poises.

muestran en la Tabla VIII. Poca diferencia se observa entre las marcas, tratamientos y su interacción, por lo que no fue necesario practicar el test de Duncan de rango múltiple.

III. PESO ESPECIFICO

El peso específico para todas las marcas, tratamientos y control con sus respectivas réplicas se muestran en la Tabla IX. Como se puede observar de esta tabla, los resultados se repiten en las distintas mediciones. Hay ciertas diferencias entre las diferentes marcas pero ninguna entre la misma marca.

El resumen del análisis de varianza de los resultados de peso específico para marcas, tratamientos y su interacción se muestran en la Tabla X. Diferencia considerable se observó en marca, dilución y su interacción. Los resultados del test Duncan de múltiple rango se muestran en las Tablas XI y XII e indican que hubo diferencia significativa a un nivel de probabilidad de 0.01 tanto para marca como para dilución respectivamente.

VI TAMAÑO Y CONCENTRACION DE PARTICULAS

La concentración de las partículas se expresa como número de partículas observadas en el campo microscópico y se muestran en la Tabla XIII. Por otra parte, en la tabla XIV se muestra el efecto de la concentración de las partículas sobre la consistencia de la pasta.

El tamaño de las partículas se expresa como el promedio de diez campos observados bajo el microscopio con una magnificación de 440 veces el tamaño real de las partículas, y se expresa en micras. La Tabla XV muestra estos resultados para todas las marcas y tratamientos. El efecto del

TABLA VIII
RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA
SOBRE EL CONTENIDO DE SOLIDOS INSOLUBLES EN ALCOHOL

Fuente	G.L	M.L.	F
Marca	3	4.073	1.110 ^(a)
Dilución	3	4.620	1.259
B x D	9	3.688	1.005
Error	176	3.669	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.1

TABLA IX
 PESO ESPECIFICO DEL CONTROL Y TRATAMIENTOS CON SUS
 REPLICAS RESPECTIVAS

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
Marca "A"				
1	1.17	1.16	1.15	1.14
2	1.16	1.16	1.15	1.14
3	1.17	1.16	1.15	1.14
4	1.17	1.16	1.15	1.14
Media	1.17	1.16	1.15	1.14
Marca "B"				
1	1.15	1.14	1.14	1.13
2	1.15	1.14	1.14	1.13
3	1.15	1.14	1.14	1.13
4	1.15	1.14	1.14	1.13
Media	1.15	1.14	1.14	1.13
Marca "C"				
1	1.16	1.15	1.14	1.13
2	1.16	1.15	1.14	1.13
3	1.16	1.15	1.14	1.13
4	1.16	1.15	1.14	1.13
Media	1.16	1.15	1.14	1.13

TABLA IX (Continuación)

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
	(gm/ml)			
	Marca "D"			
1	1.15	1.14	1.13	1.12
2	1.15	1.14	1.13	1.12
3	1.15	1.14	1.13	1.12
4	1.15	1.14	1.13	1.12
Media	1.15	1.14	1.13	1.12

TABLA X
RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE
MARCA SOBRE EL PESO ESPECIFICO

Fuente	G.L.	M.L.	Significancia
Marca	3	0.000	4145.434 ^(a)
Dilución	3	0.005	7702.008
B x D	9	0.009	103.601
Error	240	0.000	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA: Marca A= 1; Marca B= 2; Marca C=3; Marca D= 4

TABLA XI

RESULTADOS DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA
EL EFECTO DE LA MARCA SOBRE EL PESO ESPECIFICO

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	3	1.154	1.145	n.s
1	2	1.154	1.139	a
1	4	1.154	1.135	a
3	2	1.145	1.139	n.s.
3	4	1.145	1.135	n.s.
2	4	1.139	1.135	n.s.

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Salsa No diluida= 1

5 porcentaje de dilución=2

10 porcentaje de dilución=3

15 porcentaje de dilución=4

TABLA XII
 RESULTADOS DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL
 EFECTO DE DILUCION SOBRE EL PESO ESPECIFICO

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	1.157	1.147	n.s.
1	3	1.157	1.139	a
1	4	1.157	1.132	a
2	3	1.147	1.139	n.s.
2	4	1.147	1.132	n.s.
3	4	1.139	1.132	n.s.

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Salsa no diluída= 1

5 porcentaje de dilución= 2

10 porcentaje de dilución= 3

15 porcentaje de dilución= 4

TABLA XIII

CONCENTRACION DE PARTICULAS EN LA PASTA DEL CONTROL Y TRATAMIENTOS CON SUS REPLICAS. EXPRESADAS EN NUMERO DE PARTICULAS POR CAMPO MICROSCOPICO

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
		número		
		Marca "A"		
1	7.8	7.5	7.5	6.9
2	8.6	7.9	7.1	7.2
3	8.4	7.3	7.1	6.8
4	7.9	7.8	7.3	7.0
Media	8.2	7.6	7.3	7.0
		Marca "B"		
1	7.9	7.6	7.6	6.7
2	8.3	7.7	7.3	6.9
3	8.1	7.5	6.9	6.8
4	8.2	7.9	6.9	7.0
Media	8.1	7.7	7.3	6.9
		Marca "C"		
1	8.7	8.0	7.3	7.4
2	8.0	7.6	7.4	6.6
3	8.0	7.2	7.0	6.9
4	8.2	7.5	7.2	6.7
Media	8.2	7.6	7.2	6.9

TABLA XIV
 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SOBRE LA
 CONSISTENCIA DE LA PASTA

Concentración de partículas número	Consistencia		
	Adams cm.	Bostwick cm.	Brookfield sp4-6 rpm poises
Marca "A"			
8.2	9.32	4.42	541.62
7.6	10.29	4.83	473.37
7.3	10.49	5.21	327.75
7.0	12.49	5.71	265.37
Marca "B"			
8.1	9.95	6.20	275.62
7.7	11.21	6.80	255.25
7.3	11.44	7.41	192.12
6.9	13.83	7.80	122.25
Marca "C"			
8.2	12.11	6.27	308.50
7.6	13.43	7.32	235.00
7.2	14.85	8.11	135.37
6.9	16.21	8.68	125.37
Marca "D"			
8.2	11.06	5.97	255.75
7.9	12.62	6.80	184.25
7.4	14.04	7.77	122.62
7.2	15.04	8.02	77.35

tamaño de las partículas sobre la consistencia se muestran en la Tabla XVI para todas las marcas, tratamientos y control.

El resumen del análisis de varianza para el efecto combinado de tamaño y concentración de partículas se muestran en la Tabla XVII. Se puede observar a partir de esta tabla que hubo diferencia estadísticamente significativa a un nivel de probabilidad de 0.01 para marca, dilución y su interacción. Los resultados del test de Duncan de múltiple rango para marca y dilución se muestran en las Tablas XVIII y XIX respectivamente.

V. CONSISTENCIA

Las mediciones de consistencia obtenidas con el consistómetro de Adams, para todas las marcas y tratamientos se muestran en la Tabla XX. El efecto de la dilución sobre la consistencia de la pasta de tomate, determinada con el consistómetro de Adams, se muestra en la Figura 2.-

El análisis de varianza para las mediciones de consistencia efectuadas con el consistómetro de Adams, para todas las marcas, diluciones y su interacción se muestran en la Tabla XXI. Diferencias considerables en marca, dilución y su interacción fueron observadas de los resultados del análisis de varianza. Los resultados del test de Duncan de múltiple rango para marca y tratamientos se muestran en las Tablas XXII y XXIII respectivamente. Estas tablas muestran que hubo diferencia considerable a un nivel de probabilidad de 0.01 para tanto marca como dilución.

De la figura 2 se puede observar que a mayor dilución existe mayor fluidez. En otras palabras, cuando el contenido de sólidos disminuye la

TABLA XV

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS PARA EL CONTROL Y TRATAMIENTOS

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
	micras			
	Marca "A"			
1	12.5	8.0	14.2	10.0
2	8.0	11.6	12.5	5.5
3	10.0	12.5	11.0	12.5
4	5.5	12.5	8.0	12.5
Media	8.7	11.1	11.4	10.1
	Marca "B"			
1	18.6	15.7	8.6	6.8
2	13.2	17.3	11.9	16.7
3	10.7	11.1	12.5	5.2
4	8.2	17.6	5.5	5.5
Media	12.7	15.4	9.6	8.5
	Marca "C"			
1	11.6	13.6	9.8	11.8
2	14.9	8.0	11.9	11.8
3	9.5	7.8	12.5	8.6
4	7.8	11.6	7.8	7.8
Media	10.9	10.2	10.5	10.0

TABLA XV (continuación)

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
	micras			
	Marca "D"			
1	11.6	17.2	11.6	11.8
2	14.7	8.4	11.6	16.9
3	19.8	15.1	13.4	14.5
4	11.7	10.9	8.0	6.2
Media	14.9	10.4	10.1	12.3

NOTA:

Tamaño de la partícula—en micras²

C = Control

T1 = Tratamiento I

T2 = Tratamiento II

T3 = Tratamiento III

TABLA XVI

EFFECTO DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS SOBRE LA CONSISTENCIA DE LA
PASTA

Tamaño de Partículas Micras	Consistencia		
	Adams cms.	Bostwick cms.	Brookfield sp4-6rpm poises
		Marca "A"	
8.7	9.32	4.42	541.62
11.1	10.29	4.88	473.37
11.4	10.49	5.21	326.75
10.1	12.49	5.71	265.37
		Marca "B"	
12.7	9.95	6.20	275.62
15.4	11.21	6.80	255.25
9.6	11.44	7.41	192.12
8.5	13.83	7.80	122.25
		Marca "C"	
10.9	12.11	6.27	308.50
10.2	13.43	7.32	235.00
10.5	14.85	8.11	135.37
10.0	16.21	8.68	125.37
		Marca "D"	
14.9	11.06	5.97	255.75
10.4	12.62	6.80	184.25
10.1	14.04	7.77	122.62
12.3	15.04	8.02	77.35

Nota: Tamaño de las partículas en micras cuadradas; Adams en cms.;
Fluido en 10 segundos; Bostwick en cms. Fluido en 10 segundos;
Brookfield en poises.

TABLA XVII

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA,
DILUCION Y SU INTERACCION SOBRE EL TAMAÑO Y LA CONCENTRACION
DE LAS PARTICULAS

Fuente	G.L	M.C.	F
Marca	3	246127.36	95642.75 ^a
Dilución	3	174214.30	74276.28
B x D	9	5216.47	1901.70
Error	112	2.074	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

TABLA XVIII

RESULTADOS DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL
EFECTO DE MARCA SOBRE EL TAMAÑO Y CONCENTRACION DE —
LAS PARTICULAS

Mayor	Marca		Media		Significancia
	Mayor	Menor	Mayor	Menor	
4		2	91.50	86.64	a
4		3	91.50	77.70	a
4		1	91.50	77.72	a
2		3	86.64	77.70	a
2		1	86.64	77.62	a
3		1	77.70	77.62	n.s.

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001

Nota: Marca A = 1; Marca B = 2; Marca C = 3; Marca D = 4.

TABLA XIX

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL
EFECTO DE DILUCION SOBRE EL TAMAÑO Y CONCENTRACION -
DE LAS PARTICULAS

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	96.56	90.70	a
1	3	96.56	76.98	a
1	4	96.56	71.57	a
2	3	90.70	76.98	a
2	4	90.70	71.57	a
3	4	76.98	71.57	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001.

Nota: Dilución 1 = Sin agua agregada;
Dilución 2 = 5% de agua agregada;
Dilución 3 = 10% de " "
Dilución 4 = 15% de " "

TABLA XX

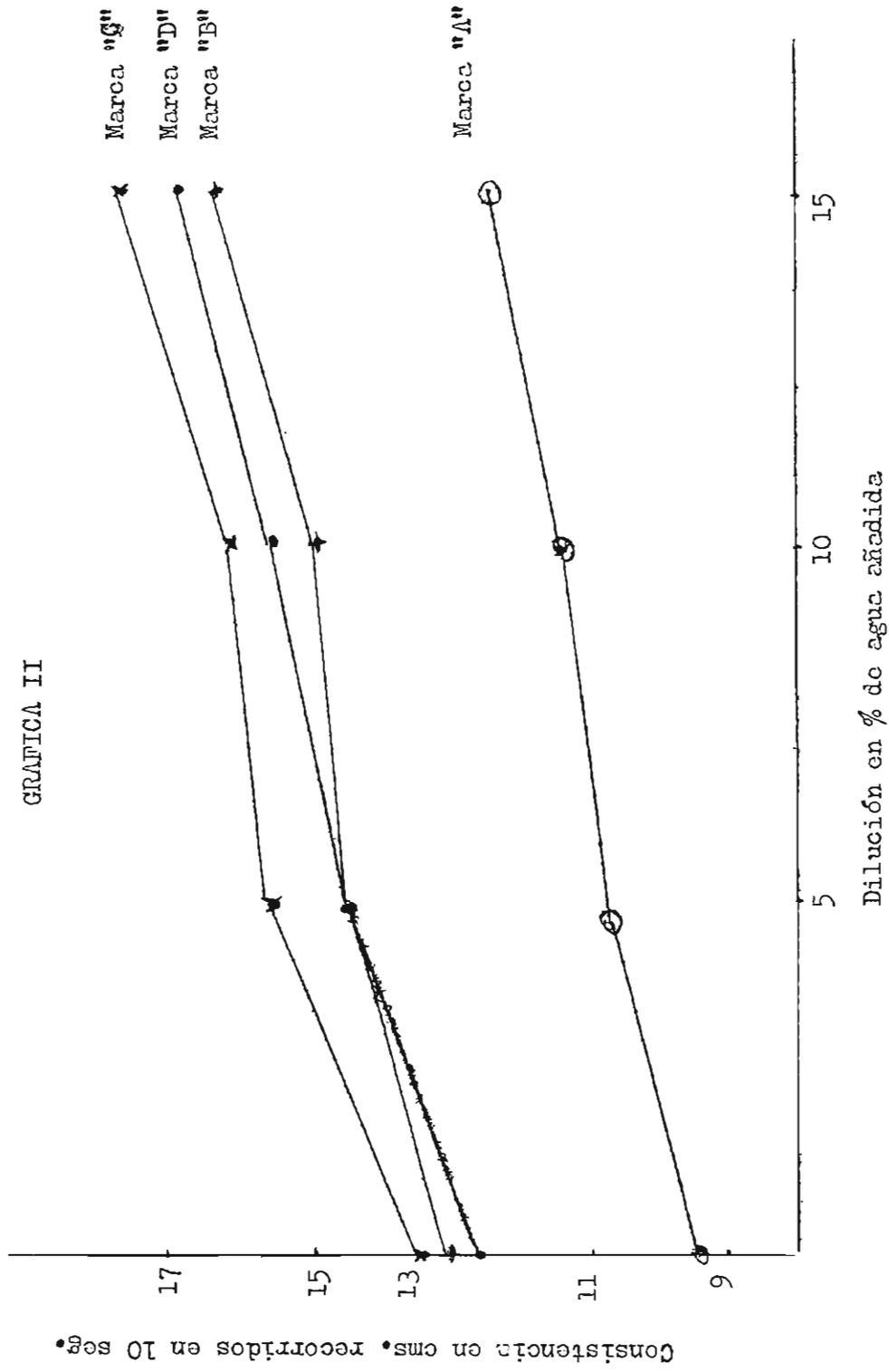
MEDIDAS DE CONSISTENCIA EFECTUADAS CON EL CONSISTOMETRO DE
ADAMS PARA EL CONTROL Y TRATAMIENTOS

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
	cms.			
	Marca "A"			
1	9.31	10.24	11.18	12.50
2	9.32	10.25	11.23	12.46
3	9.29	10.28	10.30	12.48
4	9.35	10.25	10.23	12.52
Media	9.32	10.29	10.49	12.49
	Marca "B"			
1	10.02	11.25	12.48	13.83
2	9.97	11.17	12.44	13.87
3	9.90	11.17	12.40	13.87
4	9.90	11.24	12.45	13.75
Media	9.95	11.21	12.44	13.83
	Marca "C"			
1	12.07	13.43	14.87	16.20
2	12.10	13.47	14.83	16.18
3	12.11	13.41	14.89	16.19
4	12.16	13.41	14.81	16.27
Media	12.11	13.43	14.85	16.21

TABLA XX (Continuación)

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
	Marca "D"			
1	11.10	12.56	14.06	15.02
2	11.01	12.58	14.04	15.02
3	11.07	12.64	14.04	15.10
4	11.02	12.72	14.02	15.03
Media	11.06	12.62	14.04	15.04

GRAFICA II



Unidades de Consistencia con el consistómetro de Adams, como función de la dilución.

TABLA XXI

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA SOBRE LAS
MEDICIONES DE CONSISTENCIA OBTENIDOS CON EL CONSISTOMETRO DE ADAMS

Fuente	G.L.	M.L.	F
Marca	3	74.960	5063.676 (a)
Control	3	82.510	5573.684
B x D	9	0.975	65.839
Error	112	0.015	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001

TABLA XXII

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL EFECTO DE
 MARCA SOBRE LAS MEDICIONES DE CONSISTENCIA OBTENIDAS CON EL —
 CONSISTOMETRO DE ADAMS

Marca		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
3	4	14.151	13.193	a
3	2	14.151	11.860	a
3	1	14.151	10.652	a
4	2	13.193	11.860	a
4	1	13.193	10.652	a
2	1	11.860	10.652	a

(a)

Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Marca A = 1

Marca B = 2

Marca C = 3

Marca D = 4

TABLA XXIII

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL EFECTO DE DILUCION SOBRE LAS MEDIDAS DE CONSISTENCIA OBTENIDAS CON EL CONSISTOMETRO DE ADAMS

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
4	3	14.396	11.957	a
4	2	14.396	11.890	a
4	1	14.396	10.612	a
3	2	11.957	11.890	n.s.
3	1	11.597	10.612	a
2	1	11.890	10.612	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Control 1= sin agua agregada

Control 2= 5 por ciento agua agregada

Control 3= 10 por ciento agua agregada

Control 4= 15 por ciento agua agregada

consistencia también disminuye y que esta relación es casi lineal.

Las mediciones de consistencia obtenidas con el consistómetro de Bostwick para todas las marcas y tratamientos se muestran en la Tabla XXIV y se expresa los resultados en cms. recorridos en diez segundos. El efecto de la dilución sobre la fluidez de la pasta de tomate determinada con el consistómetro de Bostwick se muestra en la Figura 3. Esta figura reafirma la conclusión obtenida de las mediciones de consistencia efectuadas con el consistómetro de Adams.

El análisis de varianza para las mediciones de consistencia efectuadas con el consistómetro de Bostwick para todas las marcas, diluciones y su interacción se muestran en la Tabla XXV. Considerables diferencias fueron observadas de los resultados del análisis de varianza para marca, dilución y su interacción. Los resultados del test de Duncan de múltiple rango para marca y tratamiento se muestran en las Tablas XXVI y XXVII respectivamente. Estos resultados muestran diferencias a un nivel de probabilidad de 0.01 tanto para marcas como para diluciones.

Las mediciones de viscosidad obtenidas con el viscosímetro de Brookfield a diferentes velocidades de corte para las diferentes marcas y diluciones se muestran en las Tablas XXVIII y XIX. La viscosidad aparente se expresa en poises, que es la unidad de viscosidad del sistema c.g.s.

$$\text{Poise} = \frac{\text{gm.}}{\text{cm. seg.}} \cdot \frac{\text{dina}}{\text{seg. cm}^2}$$

Las Figuras 4, 5, 6 y 7 muestran el efecto de la fuerza de corte en revoluciones por minuto sobre la viscosidad aparente para las diferentes marcas y tratamientos.

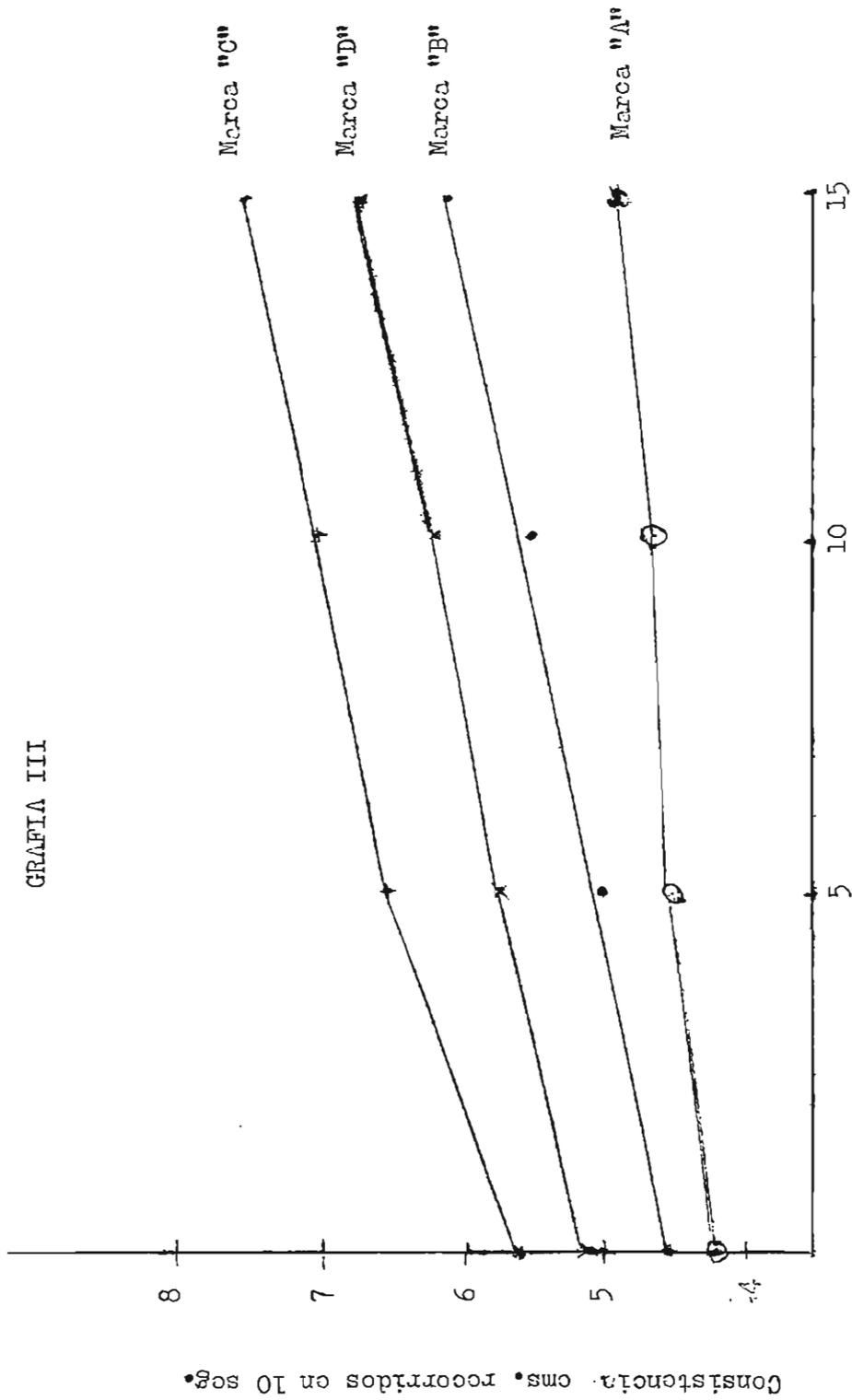
Los análisis de varianza para las diferentes mediciones a diferentes velocidades de corte se muestran en las Tablas XXX, XXXI y XXXII para 6, 12 y 30 revoluciones por minuto respectivamente. Diferencias considerables se observaron en todos los análisis para marca, dilución y la interacción de ellas. Los resultados del test de Duncan de múltiple rango mostraron - diferencias considerables a un nivel de probabilidad de 0.01 para las diferentes velocidades de corte. Estos resultados se muestran en las Tablas XXXIII, XXXIV y XXXV para las velocidades de corte de 6, 12 y 30 revoluciones por minuto respectivamente para el efecto de marca y en las Tablas XXXVI, XXXVII y XXXVIII para el efecto de dilución. Para todas las otras velocidades de corte fue imposible efectuar el análisis de varianza por - insuficiencia de datos.

TABLA XXIV

MEDIDAS DE CONSISTENCIA OBTENIDAS CON EL CONSISTOMETRO
DE BOSTWICK PARA CONTROL Y TRATAMIENTOS

Réplica	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
cms.				
Marca "A"				
1	4.40	4.88	5.23	5.77
2	4.45	4.87	5.20	5.68
3	4.42	4.89	5.22	5.68
4	4.42	4.89	5.19	5.70
Media	4.42	4.88	5.21	5.71
Marca "B"				
1	6.22	6.87	7.45	7.82
2	6.17	6.75	7.40	7.77
3	6.20	6.75	7.40	7.83
4	6.20	6.82	7.41	7.77
media	6.20	6.80	7.41	7.80
Marca "C"				
1	6.27	7.35	8.05	8.65
2	6.22	7.30	8.10	8.70
3	6.30	7.35	8.15	8.70
4	6.30	7.30	8.10	8.70
media	6.27	7.32	8.10	8.69

GRAFIA III



Dilución en % de Agua añadida

Medidas de consistencia con el consistómetro de Bostwick como función de la dilución.

TABLA XXV

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA
 SOBRE LAS MEDIDAS DE CONSISTENCIA OBTENIDAS CON EL
 CONSISTOMETRO DE BOSTWICK

Fuente	G.L	M.C.	F
Marca	3	40.773	28102.297 ^a
Dilución	3	20.688	14258.777
B x D	9	0.479	330.073
Error	112	0.001	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001.

TABLA XXVI
 RESULTADOS DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL
 EFECTO DE MARCA SOBRE LA CONSISTENCIA DETERMINADA CON
 EL CONSISTOMETRO DE BOSTWICK

Marca		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
3	4	7.600	7.143	a
3	2	7.600	7.053	a
3	1	7.600	5.069	a
4	2	7.143	7.052	a
4	1	7.143	5.069	a
2	1	7.053	5.069	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001

Nota: Marca A = 1; Marca B = 2; Marca C = 3; Marca D = 4.-

TABLA XXVII

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA EL EFECTO DE
DILUCION SOBRE LA CONSISTENCIA DETERMINADA CON EL CONSISTOMETRO -
DE BOSTWICK

Dilucion		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
4	3	7.556	7.128	a
4	2	7.556	6.453	a
4	1	7.556	5.718	a
3	2	7.128	6.453	a
3	1	7.128	5.718	a
2	1	6.453	5.718	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

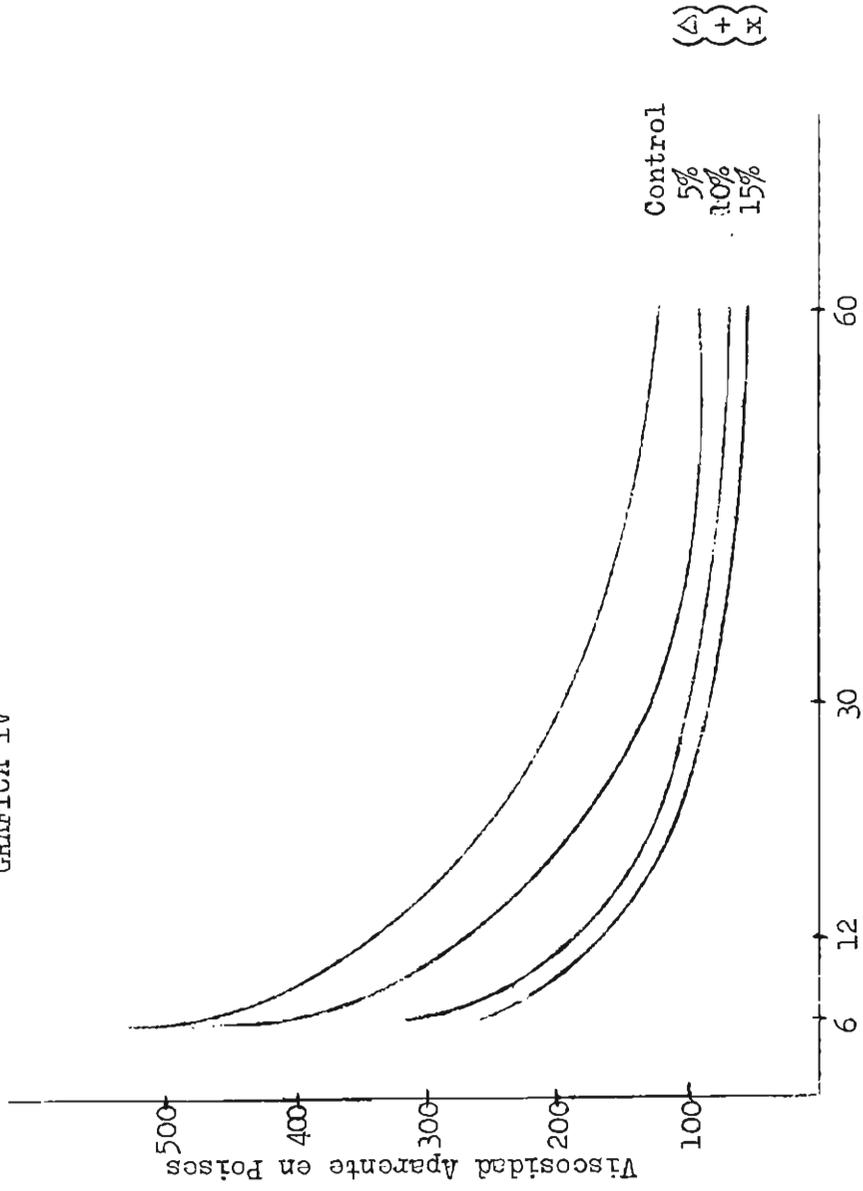
Control 1 = sin agua agregada

Control 2 = 5 por ciento de agua agregada

Control 3 = 10 por ciento de agua agregada

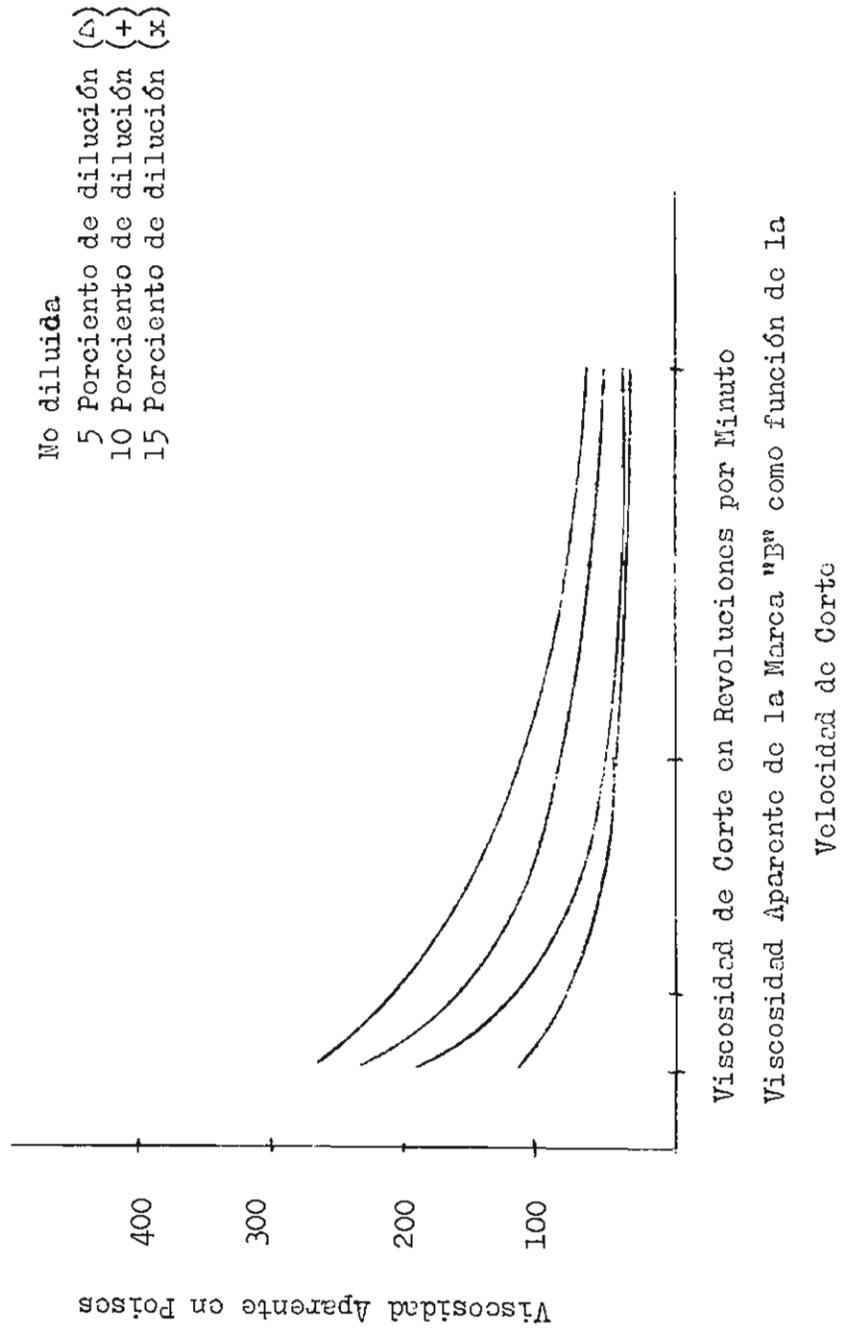
Control 4 = 15 por ciento de agua agregada

GRAFICA IV

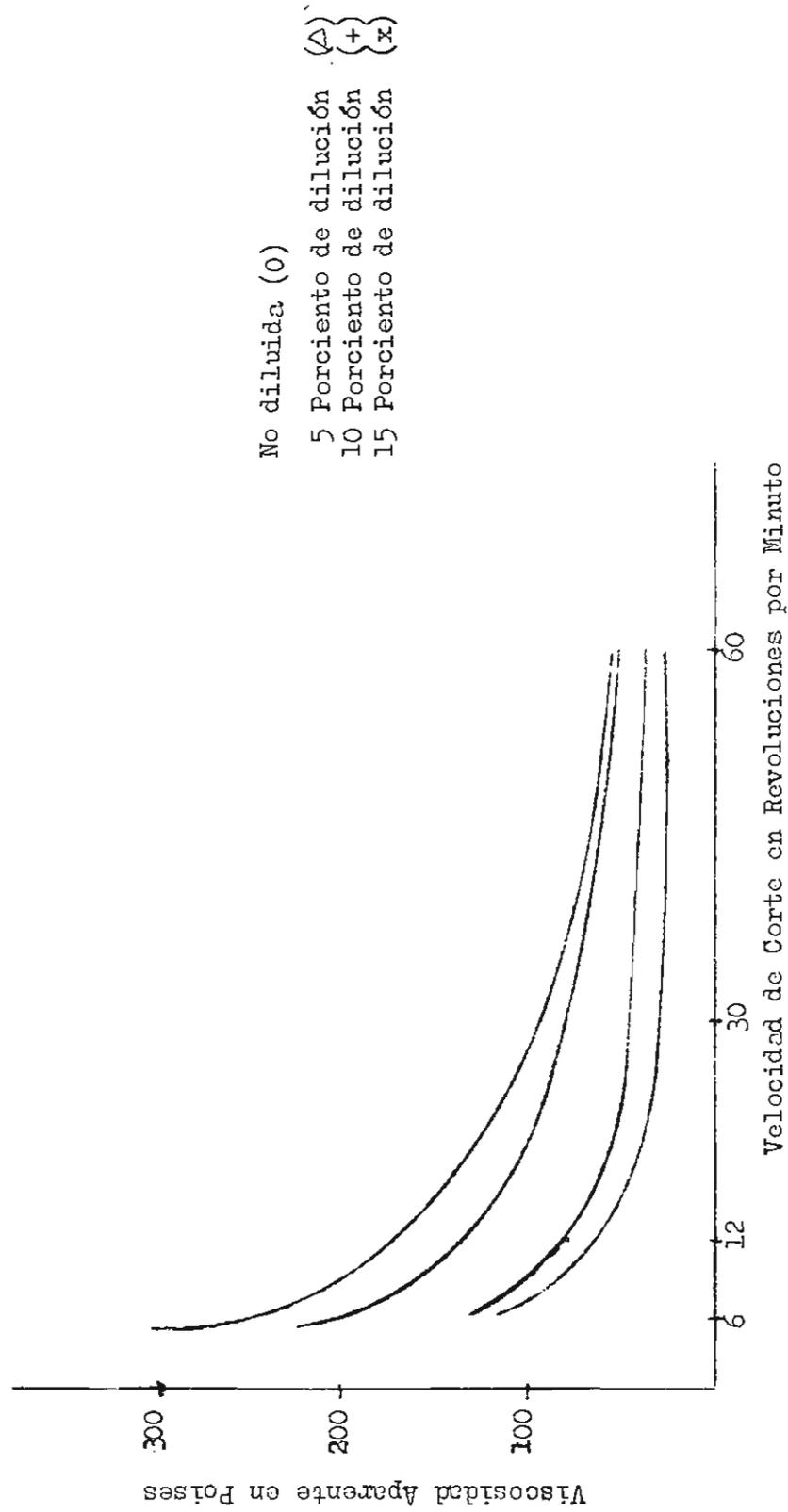


Velocidad de Corte en Revoluciones por Minuto
Viscosidad aparente de la Marca "A" como función de la Velocidad de Corte.

GRAFICA V



GRAFICA VI



No diluida (0)

5 Porcentaje de dilución

10 Porcentaje de dilución

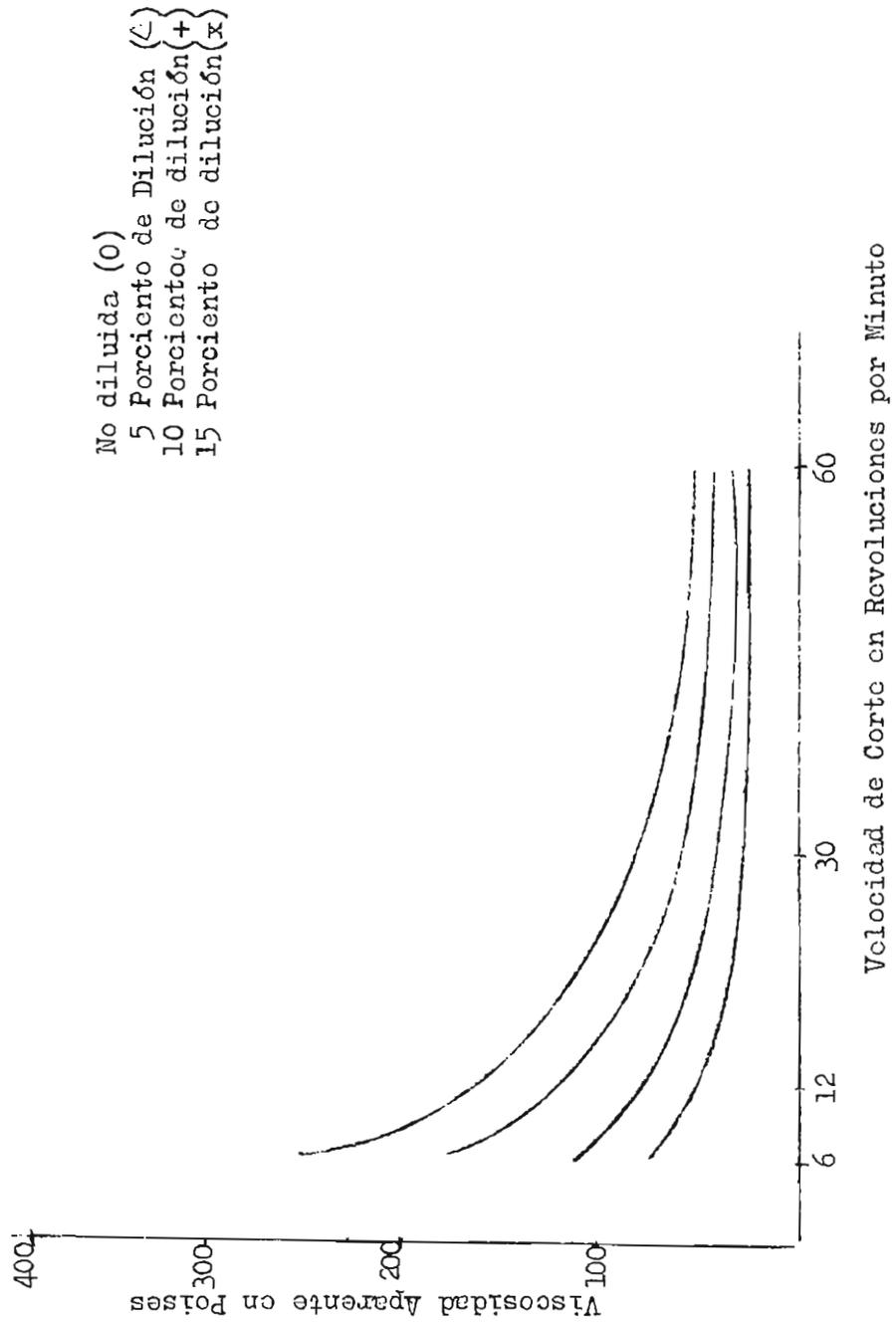
15 Porcentaje de dilución

(A)
(+)
(x)

Velocidad de Corte en Revoluciones por Minuto

Viscosidad Aparente de la Marca "C" como función de la Viscosidad de Corte.

GRAFICA VII



Viscosidad Aparente de la marca "D" como función de la velocidad de corte

TABLA XXX

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD, CILINDRO #4 A SEIS RPM.-

Fuente	G.L.	M.L.	F
Marca	3	372715.312	125283.938 ^(a)
Dilución	3	254625.563	85589.438
B x D	9	7442.477	2501.703
Error	112	2.975	

(a)

Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001

TABLA XXXI

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA
 SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE —
 BROOKFIELD CILINDRO #4 A DOCE RPM

Fuente	G.L	M.C.	F
Marca	3	120324.938	73214.375 ^a
Dilución	3	107882.813	65643.688
B x D	9	2137.054	1300.338
Error	112	1.643	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001.

TABLA XXXII

RESUMEN DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE MARCA
 SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE
 BROOKFIELD CICLINDRO #4 A TREINTA RPM

Fuente	G.L.	M.C.	F.
Marca	3	35521.312	216669.688 ^a
Dilución	3	23553.375	143668.750
B x D	9	1624.693	9910.156
Error	112	0.164	

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

TABLA XXXIII

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA EL EFECTO DE MARCA SOBRE LAS MEDIDAS DE CONSISTENCIA OBTENIDAS CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD USANDO EL CILINDRO #4 A SEIS RPM.

Marca		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	403.03	211.31	a
1	3	403.03	201.06	a
1	4	403.03	159.99	a
2	3	211.31	201.06	a
2	4	211.31	159.99	a
3	4	201.06	159.99	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.001.

Nota: Marca A = 1; Marca B = 2; Marca C = 3; Marca D = 4.-

TABLA XXXIV

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA EL EFECTO DE DILUCION SOBRE LAS MEDIDAS DE CONSISTENCIA OBTENIDAS CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD USANDO EL CILINDRO # 4 A SEIS RPM

	Dilución		Media		Significancia
	Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1		2	345.37	286.96	a
1		3	345.37	194.46	a
1		4	345.37	147.58	a
2		3	286.96	194.46	a
2		4	286.96	147.58	a
3		4	194.46	147.58	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01.

TABLA XXXV

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA EL EFECTO DE MARCA SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD USANDO EL CILINDRO #4 A DOCE RPM

Marca		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	240.83	137.41	a
1	3	240.83	120.50	a
1	4	240.83	105.21	a
2	3	137.41	120.50	a
2	4	137.41	105.21	a
3	4	120.50	105.21	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Marca A = 1

Marca B = 2

Marca C = 3

Marca D = 4

TABLA XXXVI

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE MULTIPLE RANGO PARA EL EFECTO DE DILUCION SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD USANDO CILINDRO #4 DOCE RPM

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	224.35	168.84	a
1	3	224.35	116.63	a
1	4	224.35	94.13	a
2	3	168.84	116.63	a
2	4	168.84	94.13	a
3	4	116.63	94.13	a

(a)

Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Control 1 = sin agua agregada

Control 2 = 5 por ciento de agua agregada

Control 3 = 10 por ciento de agua agregada

Control 4 = 15 por ciento de agua agregada

TABLA XXXVII

RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL EFECTO DE MARCA SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD, CILINDRO # 4 A TREINTA RPM.

Marca		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	130.33	74.36	
1	3	130.33	70.14	
1	4	130.33	53.63	
2	3	74.36	70.14	
2	4	74.36	53.63	
3	4	70.14	53.63	

(a)

Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Marca A = 1

Marca B = 2

Marca C = 3

Marca D = 4

TABLA XXXVIII
 RESULTADO DEL TEST DE DUNCAN DE RANGO MULTIPLE PARA EL EFECTO DE DILU
 CION SOBRE LA VISCOSIDAD DETERMINADA CON EL VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD
 USANDO EL CILINDRO #4 A TREINTA RPM

Dilución		Media		Significancia
Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	2	120.22	85.38	a
1	3	120.22	65.44	a
1	4	120.22	58.81	a
2	3	85.38	65.44	a
2	4	85.38	58.81	a
3	4	65.44	58.81	a

(a) Significancia estadística a un nivel de probabilidad de 0.01

NOTA:

Control 1 = sin agua agregada

Control 2 = 5 porciento de agua agregada

Control 3 = 10 porciento de agua agregada

Control 4 = 15 porciento de agua agregada

CAPITULO V

" RESUMEN "

Esta investigación se llevó a cabo para estudiar el efecto del contenido de sólidos totales, contenido de sólidos insolubles en alcohol, concentración y tamaño de partículas y velocidad de corte sobre la viscosidad aparente de la pasta de tomate.

Bajo las condiciones de este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- La pasta de tomate es un sistema reológico bien complicado en el cual la viscosidad aparente es dependiente del tiempo.

2.- El contenido de sólidos solubles de la pasta de tomate procesada comercialmente varía de acuerdo a las especificaciones del fabricante el rango de contenido de sólidos solubles estudiado en esta investigación fue de 37.1 a 28.4; sin embargo, la cantidad de sólidos solubles en las muestras originales, es decir, sin ningún tratamiento el rango fue de 37.1 a 32.6. Cuando se aumenta el contenido de sólidos solubles la consistencia de la pasta aumenta.

3.- El contenido de sólidos insolubles en la pasta de tomate examinadas varió de 4.2 a 2.7% sin embargo, en las muestras originales, sin dilución, el rango fue de 4.2 a 3.2%. La consistencia de la pasta aumenta cuando aumenta el contenido de sólidos insolubles en alcohol.

4.- El tamaño y la concentración de las partículas influencia la consistencia de igual manera que los sólidos: cuando las partículas se agrandan

den y su concentración aumenta, la consistencia de la pasta también aumenta. La uniformidad de tamaño y distribución también juega un papel - muy importante en determinar la consistencia de la pasta.

5.- La consistencia de la salsa de tomate depende grandemente de - las fuerzas externas a que se somete. El rango de consistencia estudiado fue de 541.2 poises a 16.3 poises.

6.- La dilución tiene una gran influencia en la consistencia de la pasta de tomate. Cuando la dilución se aumenta la consistencia disminuye. La dilución también afecta las propiedades reológicas de la pasta, ya que cuando se aumenta la dilución el comportamiento pseudoplástico - de la pasta de tomate también aumenta.

7.- Del resumen del análisis de correlación (Tabla XXXIX) se puede observar que el contenido de sólidos solubles, sólidos insolubles en alcohol y la gravedad específica tienen una relación positiva con las medidas de consistencia obtenidas con el viscosímetro de Brookfield a - 6.12 y 30 r.p.m. y una relación negativa con las medidas de consistencia efectuadas con los consistómetros de Bostwick y Adams.

8.- El contenido de sólidos solubles se relaciona mejor con las mediciones de consistencia efectuadas con el viscosímetro de Brookfield a 6.12 y 30 revoluciones por minuto que la gravedad específica.

9.- El contenido de sólidos insolubles en alcohol está altamente - relacionado con las medidas de consistencia efectuadas con el viscosímetro de Brookfield, a 6.12 y 30 revoluciones por minuto, consistómetro de Adams y consistómetro de Bostwick.

10.- Las medidas de consistencia del viscosímetro de Brookfield es tán grandemente relacionadas entre sí a diferentes velocidades de corte.

11.- Las medidas de consistencia obtenidas con el consistómetro de Adams están altamente relacionadas con las medidas de consistencia obte nidas con el consistómetro de Bostwick.

TABLA XXXIX

RESUMEN DEL ANALISIS DE CORRELACION

S.S.	I.S.	P.E.	Brookfield			S.S.		
			Adams	Bostwick	6 12 30			
1 *	.8786	.9792	-.8134	-.8563	.9480	.9490	.9242	S.S.
	*	.8207	-.9050	-.8959	.9208	.9288	.9068	I.S.
		*	-.7854	-.8821	.9141	.9099	.8720	P.E.
			*	.9091	-.8447	-.8716	-.7977	Adams
			*	-.9221	-.9221	-.8669		Bostwick
			*		.9842	.9499		6 rpm.
			*			.9744		12 rpm.
			*				*	30 rpm

NOTA: I.S. = Sólidos insolubles; S.S. = Sólidos solubles; P.E. = Peso específico

LISTA DE REFERENCIAS

1. A. O. A. C. 1965. "Official Methods of Analysis". 10th ed. Assoc. Offic. Agr. Chemists, Washington, D.C.
2. Becker, R., J. R. Wagner, J. C. Miers, D. W. Sanshuck and W. C. Dietrich. 1967. Consistency of Tomato Products III. Food Technol. 22, 159.
3. Charm, S. E. 1961. The Nature and Role of Fluid Consistency in Food Engineering Applications. Advances in Food Research 11, 356
4. _____. 1963. "The Fundamentals of Food Engineering". The AVI Publishing Co., Ltd. Westport, Conn.
5. Cruess, W. V. 1958. Tomato Products. In "Commercial Fruit and Vegetable Products." McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
6. Daniels, F. and R. A. Alberty. 1967. Irreversible processes in solution. In "Physical Chemistry". John Wiley and Sons, Inc., New York.
7. Elder, A. L. and R. J. Smith. 1968. Food Rheology Today. Food Technol. 23, 639.
8. Ezell, A. L. 1958. Viscosity of Concentrated Orange and Grapefruit Juice. Food Technol. 13, 9.
9. Fredrickson, A. G. 1964. Principles and Applications of Rheology. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J.
10. Giedt, W. H. 1961. Viscous fluid flow. In "Principles of Engineering Heat Transfer". D. Van Nostrand Co., Inc., New York.
11. Goose, P. G. and R. Binsted. 1964. Tomato Paste, Purce, Juice and Powder. Food Trade Press Ltd., London.
12. Hermans, J. J. 1963. Flow Properties of Disperse Systems. Interscience Publishers Inc., New York.
13. Holman, J. P. 1963. Viscous Flow. In "Heat Transfer". McGraw-Hill Book Co., New York.
14. Honeycutt, E. H. 1965. Rheological Properties of Aquous Solutions of Milling Yellow Dye. Master's Thesis. The University of Tennessee, Knoxville, Tenn.

15. Hutchings, J. B. F. W. Wood and R. Young. 1968. An Objective Colour Method for the Determination of Tomato Maturity. Journal of Food Technol. 4, 45.
16. Joslyn, M. A. and J. L. Heid. 1964. Pumps and Pumping. In "Food Processing Operations." v. 3. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Conn.
17. Kramer, A. and B. A. Twigg. 1966. Quality Control. The AVI Publishing Co., Westport, Conn.
18. _____. 1959. Principles and Instrumentation for Physical Measurements of Food Quality with Special Reference to Fruit and Vegetable Products. Advances in Food Research 9, 153.
19. _____. 1959. Relative Influence of Certain Compositional Factors on the Consistency and Degree of Serum Separation of Catsup. Maryland Processors' Report 5, 7.
20. _____. 1959. Effect of Certain Manufacturing Variables on the Consistency, Serum Separation and Other Chemical and Physical Properties of Catsup. Maryland Processors' Report 5, 8.
21. Matz, S. A. 1962. Food Texture. The AVI Publishing Co., Westport, Conn.
22. Miers, J. C., J. R. Wagner and D. W. Sanshuck. 1966. Consistency of Tomato Products II. Food Technol. 21, 117.
23. Mohsening, N. N. 1968. Physical Properties of Plants and Animal Materials, Part I, Department of Agriculture Engineering. The Pennsylvania State University.
24. Muller, H. G. 1968. Routine Rheological Test in the British Food Industry. Journal of Food Technol. 4, 83
25. National Canners Association Research Laboratory. 1950. Tomato Products. Bulletin N° 27-L. Washington, D.C.
26. Olson, R. M. 1966. Essentials of Engineering Fluid Mechanics. International Textbook Company, Scranton, Pennsylvania.
27. Pefley, R. K. and R. I. Murray, 1966. Thermofluid Mechanics. McGraw-Hill Book Co., New York.
28. Perry, J. H. 1968. Chemical Engineers' Handbook. 4th ed. McGraw-Hill Book Co., New York.

29. Peters, G. L., H. D. Brown, W. A. Gould and R. B. Dairs. 1954. Effect of Added Calcium Chloride and Sodium Hexametaphosphate on the Pectic Content and Serum Viscosity of Tomato Puree. Food Technol. 8, 91.
30. Reiner, M. 1949. Deformation and Flow. H. K. Lewis and Co., Ltd., London.
31. Saravacos, G. D. 1968. Tube Viscometry of Fruit Purees and Juices. Food Technol. 22, 1585.
32. Schultz, T.H. Lotzkar, H. S. Owens and W. D. Maclay. 1945. Influence of Method of Decsterification on the Viscosity and Acid Behavior of Pectinic. Acid Solutions. Journal of Physical Chemistry 49, 554.
33. Scott Blair, G. W. 1957. Rheology in Food Research. Advances in Food Research 8, 1
34. Shaheen, E. I. 1967. Rheological Studies on Viscosity and Pipeline Flow of Concentrated Slurries. Ph. D. Dissertation. The University of Tennessee. Knoxville, Tenn.
35. Smit , G. J. and D. K. Norge. 1958. Observations of the Consistency of Tomato Paste. Food Technol. 12, 554
36. Tressler, D. K. and M. A. Joslyn. 1961. Tomato juice. In "Fruit and Vegetable Juice Processing Technology". The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Conn.
37. Twigg, B. A. 1959. Consistency and Serum Separation of Catsup. Ph. D. Dissertation. The University of Maryland, College Park, Maryland.
38. U. S. Department of Agriculture. 1953. U. S. Standards for Grades of Catsup. Agriculture Marketing Service, Washington, D.C.
39. Wagner, J. R. and J. C. Miers. 1966. Consistency of Tomato Products I. Food Technol. 21, 114
40. Wagner, J. R. J. C. Miers, D. W. Sanshuck and R. Becker. 1968. Consistency of Tomato Products V. Food Technol. 22, 1484.
41. _____ . 1968. Consistency of Tomato Products IV. Food Technol. 23, 113.
42. Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1968. Tomatoes. In "Producing Vegetables Crops ". The Interstate Printers and Publishers Inc., Danville, Illinois.

43. White, G. W. 1969. Rheology in Food Research. Jornal of Food Technology 5, 1.
44. Wilkinson, W. L. 1960. Non Newtonian Fluids. Pergamon Press, New York.
45. York J. K., M. O'Brien, D. Trombopoulos, F. H. Winter and S. J. Leonard. 1963. Relation of Fruit Damage to Quality and Consistency of tomato Concentrates. Food Technol. 21, 69