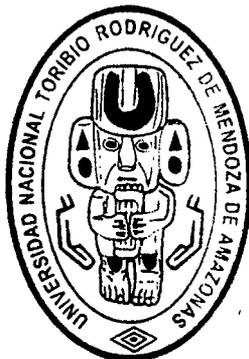


**UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA" DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

**"EFECTO DE LOS DIFERENTES TIEMPOS Y POTENCIAS DURANTE EL
CALENTAMIENTO POR MICROONDAS EN LOS ÍNDICES DE COLOR,
SÓLIDOS SOLUBLES Y ACIDEZ TITULABLE EN PASTA DE TOMATE**

**Tesis para Obtener el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTORES: Br. PERSI LOJA VILCA
Br. GERLIN MILQUITO LÓPEZ MELÉNDEZ**

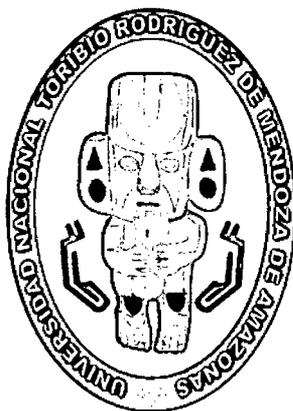
ASESOR: Ing. WILSON MANUEL CASTRO SILUPU

CHACHAPOYAS, PERÚ

2012.

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EFECTO DE LOS DIFERENTES TIEMPOS Y POTENCIAS DURANTE EL
CALENTAMIENTO POR MICROONDAS EN LOS ÍNDICES DE COLOR,
SÓLIDOS SOLUBLES Y ACIDEZ TITULABLE EN PASTA DE TOMATE”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**Autores: Br. PERSI LOJA VILCA
Br. GERLIN MILQUITO LÓPEZ MELÉNDEZ**

Asesor: Ing. WILSON MANUEL CASTRO SILUPU

CHACHAPOYAS – PERÚ

2012

DEDICATORIAS

A Dios ante todo por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y por depositar su confianza en mí.

A familiares y amigos quienes con su apoyo, comprensión y cariño me dan fuerza para el éxito de mi vida.

PERSI

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres y hermanos, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mí.

GERLIN MILQUITO

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Al Ing. Wilson Manuel Castro Silupú, por guiarnos y asesorarnos durante el tiempo de la presente tesis, quien además, ha sabido impartir en nosotros, conocimientos científicos y tecnológicos para nuestra formación profesional y así mismo con su ayuda voluntaria hemos podido llegar al éxito de esta investigación.

A todo el personal docente y técnicos de los diferentes laboratorios de la UNTRM-A, por su apoyo y paciencia, durante la parte experimental y análisis realizados en la presente investigación.

LOS AUTORES

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

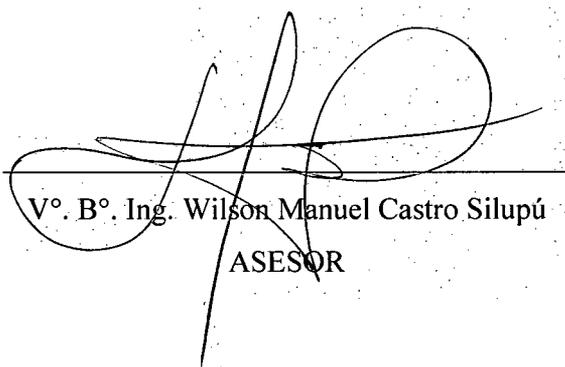
**Ph. D., Dr. Hab. Vicente Marino Castañeda Chávez
RECTOR**

**MSc. Roberto José Nervi Chacón
VICERECTOR ACADÉMICO (e)**

**MSc. Zoila Rosa Guevara Muñoz
VICERECTORA ADMINISTRATIVA (e)**

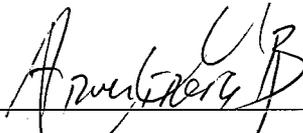
**Ing. Wilson Manuel Castro Silupú
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

LA PRESENTE TESIS HA SIDO ASESORADA POR:



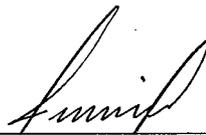
Vº. Bº. Ing. Wilson Manuel Castro Silupú
ASESOR

LA PRESENTE TESIS HA SIDO APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:



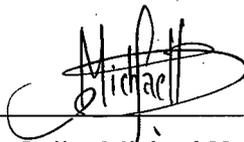
Ing. Armstrong Barnard Fernández Jerí

PRESIDENTE



Ing. César Hugo García Torres

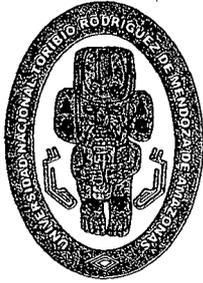
SECRETARIO



Ing. Polito Michael Huayama Soplá

VOCAL

COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 30 de Mayo del año 2012, siendo las 4:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Armstrong, Fernando Domínguez

Secretario: César Hugo García Torres

Vocal: Pollito, Michael Huayana Sophia

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Perrin Loja Vaca

titulado Efecto de los diferentes tiempos y potencias durante el calentamiento por microondas en los índices de color, sólidos solubles y acidez titulable en pasta de tomate

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACION (X), DESAPROBACION () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNA T-A.

Siendo las 5:55 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL



Form6- T



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 30 de mayo del año 2012, siendo las 4:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Armstrong Fernández Jero

Secretario: César Hugo García Torres

Vocal: Polito Michael Husayma Sopla

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) César Milguito López Meléndez, titulado Efecto de los diferentes tiempos y potencias durante el calentamiento por microondas en los índices de color, sólidos solubles y acidez titulable en pasta de tomate

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (), DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 5:55 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOGAL



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iv
Vº. Bº. DEL ASESOR	v
Vº. Bº. DEL JURADO	vi
COPIA DE ACTA DE SUSTENTACIÓN	vii
INDICE	viii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. Lugar	11
2.2. Población y Muestra	11
2.3. Insumos	11
2.4. Equipos	12
2.5. Materiales	12
2.6. Reactivos	12
2.7. Procedimiento Experimental	13
2.7.1. Preparación de insumos.	13
2.7.1.1. Procedimiento para la preparación de pasta de tomate.	13
2.7.2. Preparación de las muestras de pasta de tomate.	16
2.7.3. Procedimiento para la obtención de índices de color (L^* , a^* y b^*).	16
2.7.4. Análisis químico de las muestras de pasta de tomate.	20
2.7.5. Diseño estadístico.	20
2.7.5.1. Evaluación físico – química.	20

III. RESULTADOS	22
3.1. Características físico-químicas de la pasta de tomate.	22
3.2. Características sensoriales en la pasta de tomate. (color).	26
3.3. Influencia de los tratamientos sobre el contenido de °brix de la pasta de tomate.	33
3.4. Influencia de los tratamientos sobre el porcentaje de acidez (% Acidez) de la pasta de tomate.	35
3.5. Influencia de los tratamientos sobre la variación de la luminosidad "L" en la pasta de tomate.	38
3.6. Influencia de los tratamientos sobre la variación de "a" en la pasta de tomate.	40
3.7. Influencia de los tratamientos sobre la variación de "b" en la pasta de tomate.	41
IV. DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES	4
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	53

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Características químicas de pasta de tomate.	11
Cuadro 2: Relación de los tratamientos en el estudio.	21
Cuadro 3: Prueba de Tukey aplicado a los promedios del contenido de °Brix.	35
Cuadro 4: Prueba de Tukey aplicado al promedio del porcentaje de acidez de la pasta de tomate.	37
Cuadro 5: Prueba de Tukey aplicado a los promedios de la luminosidad de la pasta de tomate.	40
Cuadro 6: Prueba de Tukey aplicado al promedio de los valores de “a” en la pasta de tomate.	42
Cuadro 7: Prueba de Tukey aplicado al promedio de los valores de “b” en la pasta de tomate.	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Diagrama de bloques para la obtención de pasta de tomate.	15
Gráfico 2. Sistema fotográfico elaborado.	17
Gráfico 3. Diagrama de bloques para la obtención de índices de color (L*, a* y b*).	19
Gráfico 4: Diagrama de dispersión para los valores del porcentaje de acidez en pasta de tomate elaborada, tratadas en microondas.	22
Gráfico 5: Gráfico de caja y bigotes para los valores del porcentaje de acidez de pasta de tomate elaborada, tratadas en microondas.	23
Gráfico 6: Diagrama de dispersión para los valores del porcentaje de acidez en pasta de tomate comercial tratadas en microondas.	23
Gráfico 7: Gráfico de caja y bigotes para los valores del porcentaje de acidez de pasta de tomate comercial, tratadas en microondas.	24
Gráfico 8: Diagrama de dispersión para los valores de °Brix en pasta de tomate elaborada, tratados en microondas.	24
Gráfico 9: Gráfico de caja y bigotes para los valores de °Brix en pasta de tomate elaborada, tratado en microondas.	25
Gráfico 10: Diagrama de dispersión para los valores de °Brix en pasta de tomate comercial, tratados en microondas.	25
Gráfico 11: Gráfico de caja y bigotes para los valores de °Brix en pasta de tomate comercial, tratado en microondas	26
Gráfico 12: Diagrama de dispersión para la Luminosidad L en pasta de tomate elaborada, tratado en microondas.	27

Gráfico 13: Gráfico de caja y bigotes para los valores de la Luminosidad en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	27
Gráfico 14: Diagrama de dispersión para los valores de la Luminosidad L en pasta de tomate comercial, tratada en microonda.	28
Gráfico 15: Gráfico de caja y bigotes para los valores de la Luminosidad L, en pasta de tomate comercial, tratada en microondas.	28
Gráfico 16: Diagrama de dispersión para los valores de “a” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	29
Gráfico 17: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “a” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	29
Gráfico 18: Diagrama de dispersión para los valores de “a” en pasta de tomate comercial, tratada en microondas.	30
Gráfico 19: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “a” en pasta de tomate comercial, tratada en microondas.	30
Gráfico 20: Diagrama de dispersión para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	31
Gráfico 21: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	31
Gráfico 22: Diagrama de dispersión para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	32
Gráfico 23: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.	32

Gráfico 24: Comportamiento de °Brix en pasta de tomate elaborado.	33
Gráfico 25: Comportamiento de °Brix en pasta de tomate comercial.	34
Gráfico 26: Comportamiento del % de acidez en pasta de tomate elaborado.	36
Gráfico 27: Comportamiento del % de acidez en pasta de tomate comercial.	36
Gráfico 28: Comportamiento de la luminosidad L en pasta de tomate elaborado.	38
Gráfico 29: Comportamiento de la luminosidad “L” en pasta de tomate comercial.	38
Gráfico 30: Comportamiento de “a ” en pasta de tomate elaborado.	40
Gráfico 31: Comportamiento de “a ” en pasta de tomate comercial.	40
Gráfico 32: Comportamiento del valor de “b” en pasta de tomate elaborado	42
Gráfico 33: Comportamiento del valor de “b” en pasta de tomate comercial	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: Resultados de los valores obtenidos para los diferentes tratamientos sometidos a la pasta de tomate.	54
ANEXO B: Cálculos estadísticos de los valores obtenidos para los diferentes tratamientos realizados en la pasta de tomate.	60
ANEXO C: Fórmulas estadísticas aplicadas para el cálculo de los valores obtenidos en los diferentes tratamientos sometidos a la pasta de tomate.	82
ANEXO D: Descripción de los métodos analíticos utilizados para la determinación de las características físico – químicas de la pasta de tomate tratados en horno microondas.	83
ANEXO E: Imágenes adjuntas	87

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes tiempos y potencias de calentamiento por microondas en los índices de color, sólidos solubles y acidez titulable en pasta de tomate. Se ha evaluado el efecto de las condiciones de procesado por microondas, aplicando distintos tratamientos, en las características de pasta de tomate. Se aplicaron diferentes combinaciones de potencia de microondas (140, 210 y 280 W); tiempo de proceso (2,5; 5 y 7,5 min) y se realizaron medidas instrumentales. El análisis instrumental de las muestras consistió en medir los parámetros de color, en el espacio CIE L*a*b* y las características fisicoquímicas de la pasta de tomate, contenido de sólidos solubles y porcentaje de acidez. Los resultados demuestran que los tratamientos con microondas a niveles de potencia, tiempos o una combinación de estos dos factores dan lugar a cambios en los parámetros de color, contenido de sólidos solubles y el porcentaje de acidez; es así que se encontraron: incremento en la luminosidad (L), coordenadas rojo - verde (a) y amarillo - azul (b), asimismo aumentos en el contenido de sólidos solubles y porcentaje de acidez.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of different times and microwave heating power in the indexes of color, soluble solids and titratable acidity in tomato paste. Has been evaluated the effect of processing conditions by microwaves, applying different treatments on the characteristics of tomato paste. Different combinations were applied microwave power (140, 210 and 280 W); processing time (2,5; 5 and 7,5 min) and instrumental measurements were made. The instrumental analysis of the samples consisted of measuring the color parameters in the CIE L*a*b* space and the physicochemical characteristics of the tomato paste, soluble solids and acidity percentage. The results demonstrate that treatment with microwave power levels, time or a combination of these two factors lead to changes in the parameters of color, soluble solids content and percentage of acidity, so that increase in: luminosity found (L), coordinates red - green (a) and yellow - blue (b) also increases in soluble solids and acidity percentage.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. ASPECTOS GENERALES

En la actualidad el hombre desarrolla múltiples actividades económicas a lo largo del día lo cual limita la posibilidad para la adecuada preparación de alimentos; esta es la razón del desarrollo de productos semiprocesados o terminados para su inmediato consumo, los precosidos o productos como pastas son utilizados en la cocina para darle mayor sabor a sus comidas. La tecnología ha permitido brindarle al hombre mayores facilidades para realizar esas actividades, como es el caso del uso de microondas domésticas que le permiten calentar los alimentos en un menor tiempo que el uso convencional para esta actividad.

Las microondas pertenecen a la gama de ondas del espectro electromagnético y su frecuencia se sitúa entre la de los rayos infrarrojos y la de las ondas de radio y televisión. Durante la Segunda Guerra Mundial, los científicos observaron que estas microondas podían usarse con otros fines, además de aplicarse a los sistemas de comunicación, desde entonces, las aplicaciones de esta tecnología han seguido evolucionando (Contreras 2006).

La posibilidad de usar horno microondas se hace patente a comienzos de los años cuarenta y posteriormente se introducen en los hogares en forma de horno microondas; hoy en día constituyen un término familiar en una gran variedad de ámbitos, y en un futuro seguramente serán ampliamente utilizadas en diversas aplicaciones y sectores de la industria (Zona 2007). En la actualidad las microondas han encontrado diversas aplicaciones que abarcan muchos campos, desde el radar, radiometría, aplicaciones médicas, desinfección de suelos vulcanizado de caucho, tratamiento de alimentos (Pérez 2009.) y para el estudio del comportamiento de algunos componentes de los alimentos como lo realizado. Los alimentos sometidos a las microondas soportan temperaturas a diferentes tiempos y potencias según el usuario y el tipo de alimento que se desea preparar.

Uno de los alimentos calentados en microondas es la pasta de tomate cuyo color se debe a la presencia del licopeno que es el pigmento responsable del color

rojo que presentan los tomates, pomelos, sandías, pimentones, etc. El licopeno es un colorante con una estructura química de cadena abierta con once dobles enlaces conjugados, de estructura sencilla con una cadena alifática formada por cuarenta átomos de carbono, éste se absorbe mejor a través de las grasas y aceites por su liposolubilidad y se encuentra presente en el organismo humano tanto en la sangre como en tejidos. (Perking P. et al., 2001). El licopeno es muy estable en el tomate, pero extraído y purificado es muy lábil (Meléndez et al., 2004). Desde el punto de vista nutricional, el problema más grande que tiene la ingesta de licopeno está en cómo consumirlo, el licopeno está más biodisponible cuando se somete a cocción (pasta de tomate), así es cuando mejor hace su efecto, cumpliendo sus propiedades como antioxidante y anticancerígeno (Méndez y Hernández, 2006).

No obstante, los tratamientos térmicos no son buenos aliados de las propiedades sensoriales y nutritivas de los alimentos. Si aumentamos la intensidad del tratamiento térmico (sea utilizando mayores temperaturas o tiempos de aplicación más largos) podemos esperar una mayor destrucción de las enzimas y microorganismos presentes, pero también una mayor alteración de algunos nutrientes del alimento, del aroma, del sabor y del color. Por ello, cuando se establecen los tratamientos térmicos más adecuados para un determinado producto se busca siempre un compromiso entre la inactivación enzimática/ microbiológica y la calidad organoléptica/nutritiva del mismo. (Osorio. 2008).

El uso de temperaturas elevadas favorece las reacciones de pardeamiento no enzimático, dando lugar a compuestos altamente reactivos que pueden reaccionar con algunas vitaminas, oxidándolas, y producir complejos oscuros que modifican el color, aroma y sabor de la fruta. (Osorio. 2008). Existen diferentes métodos para medir la variación de estas propiedades en el caso del color se realiza mediante el aspecto fotómetro, con la lectura de los datos en el sistema RGB¹ o L*.a*.b*².

¹RGB: (del inglés Red, Green, Blue; "rojo, verde, azul"): Composición del color en términos de la intensidad

²L*.a*.b*: Luminosidad. Tonalidades rojo – verde. Tonalidades amarillo – azul

La acidez titulable es otra característica que permite determinar un indicador de calidad de un alimento. Los agentes que contribuyen en la acidez son ácidos orgánicos presentes en los alimentos y que influyen en el sabor, color y la estabilidad de los mismos. Por otro lado, el contenido de ácidos volátiles es de importancia en productos fermentados de frutas y cereales, a la vez que es un indicador de la descomposición de algunos productos enlatados de pescado; el método más utilizado para medir esta característica es mediante la acidez titulable.

Otra característica, útil tanto para realizar el control de calidad y control de procesos, es la concentración en sólidos solubles de los alimentos, expresada esta en °Brix. Originariamente, los °Brix eran una medida de densidad, en la cual un °Brix es la densidad que tiene, a 20 °C, una solución de sacarosa al 1 %, y a esta concentración corresponde también un determinado índice de refracción. Sin embargo, los sólidos no son solamente sacarosa, sino que hay otros azúcares, ácidos y sales, un °Brix no equivale a una concentración de sólidos disueltos de 1g/10ml. Los °Brix son, por tanto, un índice comercial, aproximado, de esta concentración que se acepta convencionalmente como si todos los sólidos disueltos fueran sacarosa y se pueden medir con la ayuda del refractómetro según el CODEX STAN 57-1981³.

Para el estudio de estas propiedades importantes que permiten lograr la aceptabilidad de un producto en el mercado se desarrollaron diferentes métodos de evaluación, entre ellos los cualitativos y cuantitativos y que muchos de estos métodos no son muy confiables, como es el método cualitativo, donde se utiliza personas para evaluar diferentes propiedades y muchas de estas cosas el hombre no lo puede determinar en un método cualitativo; para hacer frente a esto se ha desarrollado diferentes software inteligentes que ha permitido optimizar mejor los estudios de interés, con el desarrollo de nuevos algoritmos, se ha logrado realizar sistemas que son capaces de evaluar la calidad de los productos agrícolas a muy alta velocidad.

³CODEX STAN 57-1981: Norma del Codex para el Concentrado de Tomate elaborado

En la literatura se reportan gran cantidad de estudios relacionados con estos métodos y hoy en día son numerosos los sistemas comerciales de clasificación en línea que han incorporado sistemas de visión y análisis de imágenes para frutas, hortalizas y alimentos procesados, cuyas imágenes deben ser digitales y almacenadas adecuadamente para su posterior estudio.

Una de las causas por las que no existe un consenso en el almacenaje de la imagen es debido a la gran cantidad de información que existe en cada una. Esto ha motivado que aparezcan gran cantidad de formatos que nos permitirán mantener la máxima información en el menor espacio posible. Aunque hoy en día los ordenadores son muy potentes la manipulación gráfica de imágenes continúa acaparando gran cantidad de recursos informáticos. Se pueden establecer dos categorías de almacenamiento de la información, la llamada compresión con pérdidas y la compresión sin pérdidas. (Ferrándiz, 2006) en la compresión sin pérdidas la información que contiene el archivo se conserva fielmente y se corresponde el mapa de píxeles con los valores de intensidad lumínica iniciales.

Este tipo de almacenamiento se conoce como mapa de bits y responde a la extensión habitual de BMP⁴. Evidentemente el tamaño del fichero que guardará esa información puede alcanzar tamaños grandes. Por el contrario cuando se busca un tamaño de fichero que sea inferior al que puede lograrse con el formato BMP se suele aplicar el formato JPEG⁵. En este formato se aplica una compresión con pérdidas. Podemos trabajar también con sistemas de almacenamiento de información que se conocen como sistemas de almacenamiento sin pérdidas. En este formato encontramos tipologías como el formato TIFF⁶ o el formato PNG⁷. El TIFF (TaggedImage File Format) es un formato de archivo que permite el almacenamiento e intercambio de informaciones gráficas en formato raster provenientes de escáneres, capturadoras de video, de programas de retoque y edición de fotos. Puede ser utilizado en varias plataformas como PC (IBM), o Macintosh y estaciones de trabajo UNIX.

⁴BMP: (Bit Map) es el formato de las imágenes en bitmap de Windows.

⁵JPEG: (Joint Photographic Experts Group) es el formato que se utiliza comúnmente para almacenar fotografías y otras imágenes de tono continuo.

⁶TIFF: Tagged - Image File Format, se utiliza para intercambiar archivos entre distintas aplicaciones y plataformas de la computadora.

⁷PNG: Portable Network Graphic, puede almacenar los datos de gamma y cromacidad mejorando el color.

Las principales ventajas del formato TIFF son:

1. su estructura es conocida por una amplia variedad de aplicaciones.
2. es independiente de la arquitectura del computador, sistemas operativos y plataformas gráficas
3. puede ser ajustado a las características de un scanner, monitor o impresora.

Es uno de los mejores formatos para el almacenamiento e intercambio de datos en formato raster entre ordenadores. La principal desventaja del TIFF es que el usuario puede indicar nuevos atributos (tags) en una imagen, imposibilitando la interpretación correcta de los datos por otro sistema de lectura de imágenes. Además, requiere también un gran esfuerzo computacional para la decodificación de los datos (Ferrándiz, 2006).

1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS

Durante el calentamiento del alimento en microondas, se someten a diferentes tiempos y potencias, dependiendo de las características del artefacto, el usuario puede modificar la potencia desde el 10 % que es la mínima potencia hasta el 100 % donde se aplica toda la potencia del microondas; el tiempo es otro factor que el usuario puede modificar en un artefacto de microonda, y que varía desde segundos hasta horas de cocción.

Los alimentos sometidos a temperaturas sufren cambios en sus propiedades físico-químicas; muchos de estos inaceptables por el hombre, como la destrucción de proteínas, vitaminas, concentración de azúcares, cambios de color, entre otros. Por otro lado, una de las cualidades beneficiosas de las frutas cada vez más valorada por los consumidores es su actividad o propiedades antioxidantes. Generalmente, un antioxidante se puede definir como aquella sustancia natural o artificial con capacidad para neutralizar y proteger a un sistema biológico frente a radicales libres, tales como los radicales de oxígeno, los de nitrógeno y los radicales lipídicos. En este sentido, en la medida en que los tratamientos térmicos afecten a los compuestos responsables de su actividad antioxidante, el beneficio del alimento para la salud del consumidor va a verse también comprometido. (Osorio. 2008)

El color es una de las características presentes en los alimentos que a primera vista impactan al consumidor a la hora de adquirirlos, lo que se desea es que se mantenga esta característica desde el momento de la compra hasta su consumo, durante la cocción u horneado existen cambios de color en los productos incluso en los pre-procesados y muchas de ellas pierden la atracción al ojo humano cuando ya están listos para consumirlos, e incluso rechazan por completo el producto. Otros cambios sensoriales que pueden modificarse durante el procesamiento de los alimentos son la variación del porcentaje de sólidos solubles y la acidez titulable por efecto de las reacciones internas que se pueden producir durante la exposición a temperatura elevada y un tiempo prolongado de cocción.

Las pastas de tomate son muy utilizadas para preparar los alimentos en comidas rápidas y son calentadas en hornos eléctricos o microondas, durante el horneado se someten a temperaturas elevadas en tiempos que generan un brusco cambio del color rojo intenso, por efecto del calor, cuyo cambio de color también puede estar asociado a los cambios del contenido de sólidos solubles y de la acidez titulable por la formación de otros componentes en la aplicación de microondas, las que no se podrá determinar con exactitud a estos compuestos por no contar con los equipos adecuados.

Frente a este problema nace la iniciativa de evaluar el calentamiento de la pasta de tomate en microondas, para poder determinar los cambios de las características sensoriales durante el tratamiento y determinar si existen diferencias entre los tratamientos y poder concluir con el mejor. A efectos de estudiar la problemática anteriormente comentada se propone el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el efecto de utilizar diferentes tiempos y potencias de calentamiento por microondas en los índices de color, sólidos solubles y acidez titulable en pasta de tomate?

Objetivo general:

- Determinar el efecto de diferentes tiempos y potencias durante el calentamiento por microondas en los índices de color, sólidos solubles, acidez titulable en pasta de tomate.

Objetivos específicos son:

- Elaborar una metodología para análisis del color en pasta de tomate, mediante análisis por computadora.
- Evaluar el efecto de diferentes niveles potencia y tiempo de calentamiento por microondas en el color.
- Evaluar el cambio sólidos solubles, acidez titulable en pasta de tomate, durante la cocción en microondas.

1.3. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

El horno microondas se ha utilizado para poder realizar estudios en el campo industrial para poder determinar si las propiedades dieléctricas del jamón permiten un tratamiento superficial del mismo mediante microondas y encontrar el tiempo y el procedimiento de aplicación de microondas que permita la exterminación de la carcoma en tablas de madera infestadas artificialmente. (Zona 2007), pero el tratamiento industrial por microondas se halla restringido por sus costos y la necesidad de sintonizar el magnetrón con diferentes alimentos.

(Della 2010), menciona que las aplicaciones industriales más importantes con microondas es la descongelación, la deshidratación y la terminación del horneado; además, (Potter y Hotchkiss, 1999) hablan de otras aplicaciones de las microondas en la industria alimentaria son muchas y de importancia creciente así como el horneado, concentración, cocinado, curado, inactivación de enzimas, finalización de deshidratación, liofilización, calentamiento, pasteurización, precocinado, hinchamiento y formación de espumas, eliminación de disolvente, atemperado, esterilización.

Cada una de estas presenta diferentes ventajas y desventajas durante su aplicación. Como la investigación realizada por (Contreras 2006) en la que deshidratan rodajas de manzana mostrando una pérdida de color producto de la deshidratación en microondas, (Rosa y Gerónimo 2008) realizan estudios de los cambios en el perfil de ácidos grasos y microestructura de aguacate Hass tratados con microondas, con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento térmico con microondas, demostrando que el tratamiento no mostró cambios en el perfil de

ácidos grasos, además (Caro J. et al 2010), realizaron un estudio comparativo de los métodos de secado entre el convectivo y con microondas en rodajas de tomate (*solanum lycopersicum*) con la finalidad de contrastar ambos métodos de secado, concluyendo que el secado por microondas presentó el mayor índice de rehidratación y menor diferencia total del color con respecto al secado convectivo además presentó mayores valores de betacaroteno y licopeno y mayor retención de vitamina C.

Actualmente los procesos de transformación generan cambios dentro de la microestructuras y composición de los alimentos y sometido a tratamiento térmicos no solo provoca cambios dentro de la estructura, como consecuencia, los diferentes tratamientos industriales aplicados en alimentos también provocan cambios sensoriales, a consecuencia de los tratamientos térmicos que sufren algunos alimentos durante la transformación, no todos los cambios son adversos, ya que favorecen en la disponibilidad de algunos componentes como es el caso del tomate cuyo tratamiento térmico mejora el valor nutritivo de los tomates, principalmente mediante el aumento de los antioxidantes fenólicos y licopeno, pero la extensión del tratamiento debe ser controlada para evitar la degradación del licopeno (Jacob 2010).

Un aspecto importante y básico es la medida del color, sabiendo que es una de las características que dependen de las propiedades fisicoquímicas de los componentes presentes en un producto, estos tienden a modificarse por las reacciones enzimáticas; la aplicación de cualquier método de conservación como el calor (A. Ibarz *et al*, 2000) está tomando una gran importancia en la industria de los alimentos debido a que se está usando como herramienta para la automatización y control de procesos de la elaboración de diversos productos y en el control de calidad del producto acabado. (Arándiga y Díaz 2008), mencionan que la medida del color se puede realizar por métodos objetivos y subjetivos. Una forma de realizar dicha medida de manera subjetiva es mediante inspección visual. En el campo de la tecnología de alimentos, la observación visual de muestras para la especificación del color suele ser, en general inadecuada. Las razones de este hecho son varias: fatiga visual, sobre todo si se tiene que realizar de manera sistemática, dificultad para conseguir una iluminación uniforme y un

entorno apropiado, pobre memoria del color, dificultad para establecer un gradiente que además resulta fatigoso y consume mucho tiempo.

Numerosos estudios se han realizado sobre las variaciones del color de los alimentos en diferentes condiciones; entre estos se destacan los estudios sobre el color en vinos tintos, el cual es uno de los principales parámetros cualitativos y que representa el primer factor organoléptico percibido por el degustador. Otras investigaciones han evaluado en frutales, cambios de color causado por efecto del pardeamiento en frutas y vegetal; así como en productos cárnicos la retención del color constituye, como un problema muy diferente al de los productos frescos (Pérez y Andújar 2000)

(Gascón, J. 2011), mediante estudio determinaron la influencia del tratamiento térmico en la elaboración de un untado de fresa formulado con isomaltulosa, realizando la medida del color utilizando el espectrocolorímetro en la medida obtuvieron las coordenadas CIE L*a*b y determinaron los diferentes cambios, (Cortes M. y Chiralt A. 2008), estudiaron la cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificado con vitamina E evaluadas en coordenadas CIE L*a*b*, durante 180 días y temperaturas de almacenamiento de 4, 20 y 30 °C determinando que a en las dos últimas temperaturas evaluadas ocurren los mayores cambios del color.

Existe escasa publicación sobre cambios de características sensoriales en pasta o cremas por efecto de la aplicación en microondas; aunque es una tecnología cada vez más frecuente en los hogares y que genera muchas expectativas tanto para los productores como para consumidores. Por tanto, consideramos importante poner énfasis en el estudio de los efectos de las microondas sobre las características sensoriales de este producto alimenticio sometido a tratamientos térmicos.

La tecnología de la informática cada vez más avanzada y el software inteligentes ahora nos permiten realizar estudios mediante lenguajes de programación de matrices en imágenes digitales, el mismo que nos permite controlar la calidad de un determinado producto en una línea de proceso, en los

últimos 10 años ha crecido el interés por el desarrollo de sistemas automáticos basados en el análisis de imágenes, capaces de remplazar la inspección visual humana, por lo que se denominan visión artificial. La visión artificial obtiene información acerca de la distribución espacial de la intensidad y del contenido espectral de la luz. Para ello se necesita la captura, el procesamiento de la imagen y el reconocimiento de ciertos patrones para distinguir entre colores, formas, etc., que permitan diferenciar ciertos factores de calidad, tales como el tamaño de los individuos, su color, estado de maduración, la presencia o ausencia de defectos, daños e infecciones, etc.

La medición de fenómenos como la reflexión, transmisión y absorción de las ondas electromagnéticas en las regiones ultravioleta, visible e infrarroja cercana, han permitido desarrollar con éxito técnicas no destructivas para evaluar la calidad de muchos productos agroalimentarios, (Aristizábal 2006), realiza el estudio, aplicación y propuesta de automatización del procesamiento de imágenes por resonancia magnética para la evaluación y detección de defectos internos de calidad en cítricos y melocotones o la investigación realizada por (Ferrándiz 2006), sobre en el análisis de imágenes para determinar la orientación de fibra larga de vidrio en diferentes condiciones de proceso, que ha permitido realizar un control de calidad mucho mas eficiente del proceso.

El uso de imágenes se fue extendiendo en diferentes campos, facilitando a (Ayala 2009), utilizar el estudio de imágenes para la Caracterización de Tuberías Enterradas para Redes de Abastecimiento en Servicio Mediante el Análisis de Imágenes Obtenidas con Radar de Subsuelo (Ground Penetrating Radar – GPR), planteándose este proyecto como un primer avance para el desarrollo de una herramienta que permita dar respuesta a la problemática del desconocimiento de los trazados y características de los componentes de un sistema de abastecimiento urbano en uso; empleando el georadar, el cual es una técnica no invasiva, que permite el conocimiento de los materiales en el subsuelo sin alterar el medio, y cuyo funcionamiento se basa en la emisión de señales electromagnéticas al suelo con su posterior recepción.

La medicina también obtuvo beneficios con el uso de imágenes y se vienen desarrollando desde hace varios años, (Mossi 1998), habla sobre la Contribución a la Detección y el Análisis de Microcalcificaciones en mamografías mediante el tratamiento digital de imágenes.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR

Las muestras fueron preparadas en el laboratorio de tecnología agroindustrial y los análisis químicos (determinación de sólidos solubles y acidez titulable) se desarrollaron en el laboratorio de ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo conformada por las pastas de tomate que se comercializan en la ciudad de Chachapoyas (materia prima), provenientes de los establecimientos comerciales de la ciudad de Chachapoyas.

La muestra estuvo constituida por pasta de tomate elaborada en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza; así mismo la muestra constó con pasta de tomate comercial, cuyas características químicas se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1: Características químicas de pasta de tomate

	° Brix	% Acidez	% Humedad
Pasta de tomate elaborada	31.4	0.354	85.7
Pasta de tomate comercial	29.9	0.585	84.3

Fuente: Elaboración Propia

2.3. INSUMOS

Los insumos utilizados durante el proceso fueron:

- Pasta de tomate

2.4. EQUIPOS

- Balanza de precisión, marca DIGITAL PRECISIÓN, modelo ES -300°, capacidad 300 g.
- Balanza comercial. Capacidad 5 ó 7 kg, aprox. 1 g.
- Cocina semi – industrial. 3 hornillas.
- Equipo completo de titulación.
- Horno microonda marca LG modelo MS-1948JL.
- pH - metro, marca QUIMIS, modelo Q400MT.
- Refractómetro de 0-90%, marca LINK, modelo RHBO-90.
- Refrigerador.
- Termómetro escala externa. Rango -10 a 150 °C, aprox. 1 °C.
- Selladora al vacío.

2.5. MATERIALES

- Agitador de vidrio (bagueta).
- Bombilla de jebe.
- Bolsas de polietileno, capacidad 1000 g.
- Bureta graduada de 20 mL.
- Colador de plástico.
- Cuchillos.
- Espátula.
- Matraz erlenmeyer graduada de 100 mL.
- Ollas de aluminio.
- Paleta de madera.
- Pipeta serológica graduada de 10 mL.
- Placa petri de vidrio borosilicato con fondo y tapa de 60 x 15 mm.
- Probeta graduada de vidrio de 100 mL.
- Vaso de precipitación graduado de 100 mL.
- Vaso de precipitación graduado de 50 mL.

2.6. REACTIVOS

- Agua destilada
- Fenolftaleína al 0,5 %
- Hidróxido de sodio al 0,1 N

2.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento experimental se llevo a cabo de la siguiente manera:

2.7.1. Preparación de insumos

2.7.1.1. Procedimiento para la preparación de pasta de tomate

- Extracción de jugo.
- Tamizado o colado del jugo.
- Concentración del jugo a través de temperatura hasta alcanzar 28 a 32 °Brix; o más.
- Si se desea a 10 °Brix se le agrega 1% de sal y si es de 16 °Brix se le agrega el 2% de sal y si el % de °Brix es más alto, el % de sal será aún mayor.
- Luego se llenan los recipientes en caliente 85 - 90 °C y se tapan bien.
- Luego se esteriliza a temperatura mayor de 100 °C por 15 minutos.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

a) Recepción

Se obtuvo el tomate, se procedió a pesar en una balanza común. Es muy importante que los tomates seleccionados dispongan de forma, color y tamaño adecuado, pero son más importantes todavía las características relativas a su calidad intrínseca como la acidez, el contenido en azúcares y la materia seca.

b) Lavado y seleccionado

El tomate se lava con agua no clorada y se seleccionó manualmente los no aptos.

Los tomates destinados a la elaboración de la salsa se seleccionan según la variedad y su estado de madurez más adecuados.

c) Troceado y despulpado

El tomate se cortó en trozos no muy pequeños. Los trozos de tomate se despulparon, donde se eliminaron las semillas y la corteza del tomate, resultando así la pulpa del tomate, que fueron pesados para controlar el rendimiento.

d) Concentración

La pulpa se trasladó a un evaporador el cual se concentró la pasta del tomate, midiendo esta concentración en °Brix o % de Sólido Soluble (% S.S.), también es eliminado el exceso de agua por medio de la evaporación.

Seguidamente a la pasta del tomate se le agregaron una serie de productos tales como: Azúcar, Sal y especias que son mezcladas para obtener las características deseadas.

e) Pasteurizado

Ocurre un proceso de pasteurizado a 80 °C durante aproximadamente 20 minutos para evitar la proliferación de bacterias.

f) Envasado

Después la pasta de tomate fue envasada en frascos de vidrio que han sido esterilizados previamente a 85 °C entre 15 a 20 minutos, esta se envasó a 80 °C inmediatamente se tapó y se dejó enfriar para crear un ambiente de vacío, el cual hace que el producto perdure más tiempo.

- Los otros componentes de la salsa que mezclan con la pulpa se preparan así:
- En un recipiente de madera o vidriado se vierten el vinagre, se le agregan las especias y da un hervor lento, colocándole una tapa al recipiente. Se mantiene la extracción del vinagre con las especias unas 2½ horas agregándose casi al final el

azúcar y la sal mezclándose todo. Se filtra o decanta toda la mezcla de vinagre y se agrega a la pulpa de tomate.

La preparación de la pasta de tomate se realizó según la secuencia que se indica en el Gráfico 1.

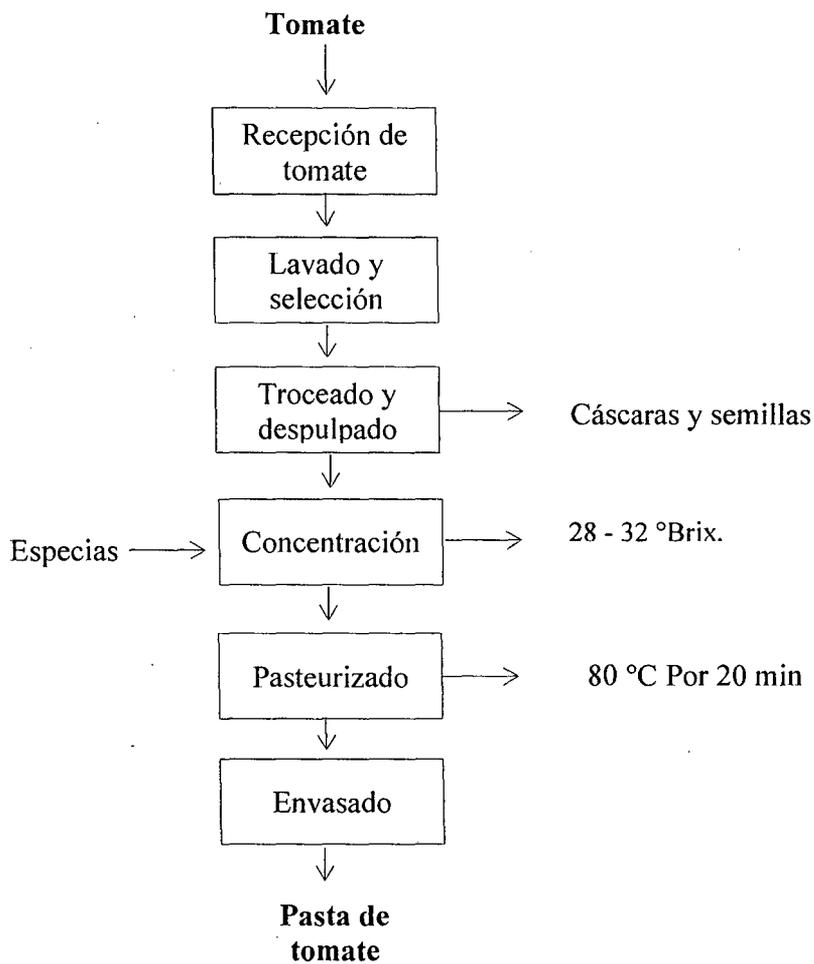


Gráfico 1. Diagrama de bloques para la obtención de pasta de tomate

2.7.2. Preparación de las muestras de pasta de tomate

2.7.2.1. Procedimiento para la obtención de índices de color (L*, a* y b*)

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

a) La muestra

Muestra 01: Se elaboró pasta de tomate estandarizada para el uso de esta investigación.

Muestra 02: Las pastas de tomate pomarola de Molitalia, se han recolectado en el centro de venta (Tito) de la ciudad de Chachapoyas. Se utilizó el lote 02 – 2011, se tuvo en cuenta la vida de anaquel y el adecuado transporte para su traslado al laboratorio.

b) Envasado al vacío

Se realizó en bolsas de polietileno de alta densidad, en cantidades de 50 gr. de muestra cada una, este procedimiento se realizó de manera rápida para impedir la contaminación y la reacción de la muestra con el oxígeno con el ambiente.

c) Refrigeración

Las muestras obtenidas se refrigeraron a 4-5 °C para conservar sus características organolépticas.

d) Primera toma fotográfica

Se realizaron 5 tomas fotográficas por cada muestra, las cuales se encontraron situadas en el sistema fotográfico, para este procedimiento se utilizó una cámara fotográfica digital.

El sistema fotográfico fue graduado con el equipo luxómetro hasta que el sistema simule la luz del día para obtener una toma más próxima a la realidad y evitar errores durante el proceso de los datos.

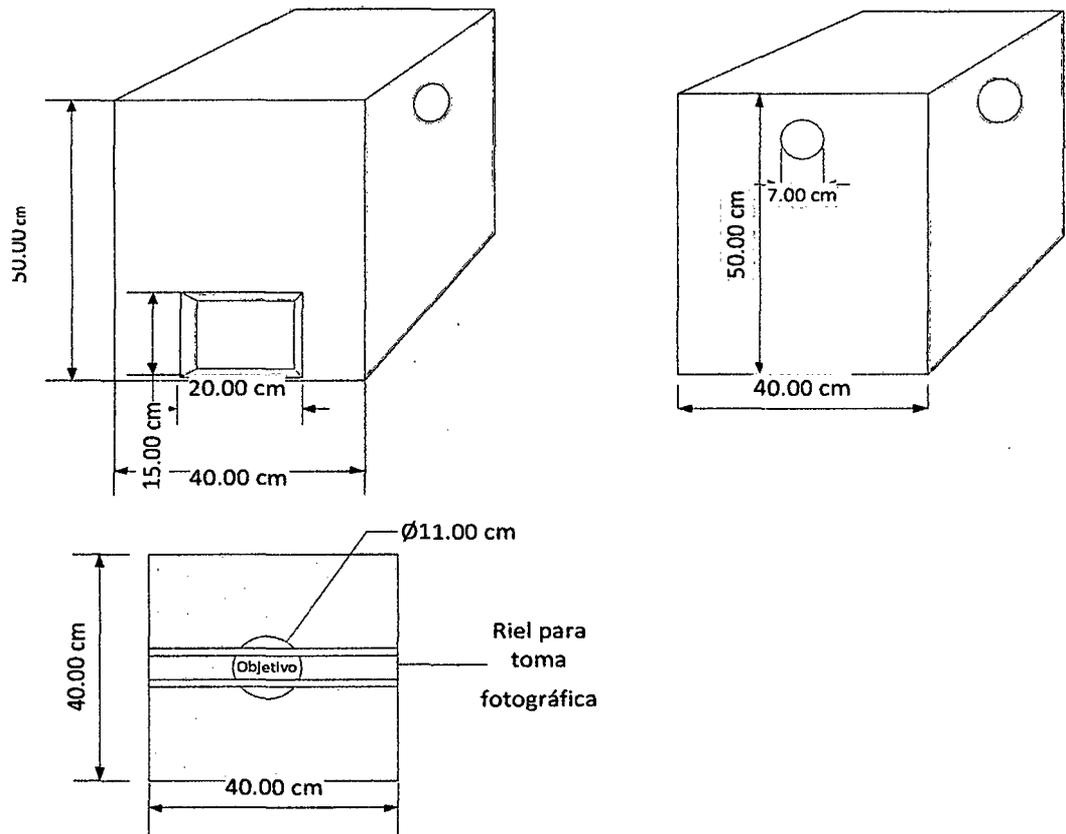


Gráfico 2. Sistema fotográfico elaborado

e) **Tratamiento con microondas**

Las muestras se sometieron al calentamiento de acuerdo al tratamiento que se realizó, con los tiempos de 2,5; 5 y 7,5 minutos con una potencia que varía desde 140, 210, y 280 Watts y un peso de 50 gramos contenidas en las tapas de placas Petri. Las que fueron evaluadas en un horno microondas digital de 220 voltios marca LG modelo MS-1948JL, con 700 Watts de potencia y 10 niveles de potencia, el cual fue regulado la potencia de acuerdo a las variables de estudio.

f) **Segunda toma fotográfica**

Después del tratamiento se realizó nuevamente la toma fotográfica de cada muestra para evaluar al cambio de color experimentado mediante el tratamiento con microondas de acuerdo a cada tratamiento realizado.

En esta misma etapa se tomaron las muestras para la evaluación de los sólidos solubles y la acidez titulable las que se realizaron con los equipos adecuados con las que cuenta el laboratorio de la Escuela académico Profesional de Ingeniería y Ciencias Agrarias-Laboratorio de Tecnología.

g) Proceso de imágenes

El procesamiento de las imágenes se realizó sin modificar su naturaleza (imagen a color). Un aspecto fundamental a tener en cuenta es el formato con el que vamos a guardar nuestra información, es decir, el formato de la imagen.

Las tomas fotográficas se llevaron a un software (MATLAB) especializado para su evaluación y así se obtuvo resultados esperados y se realizó el análisis estadístico.

La obtención de índices de color (L^* , a^* y b^*) se realizó según la secuencia que se indica en el Gráfico 2.2.

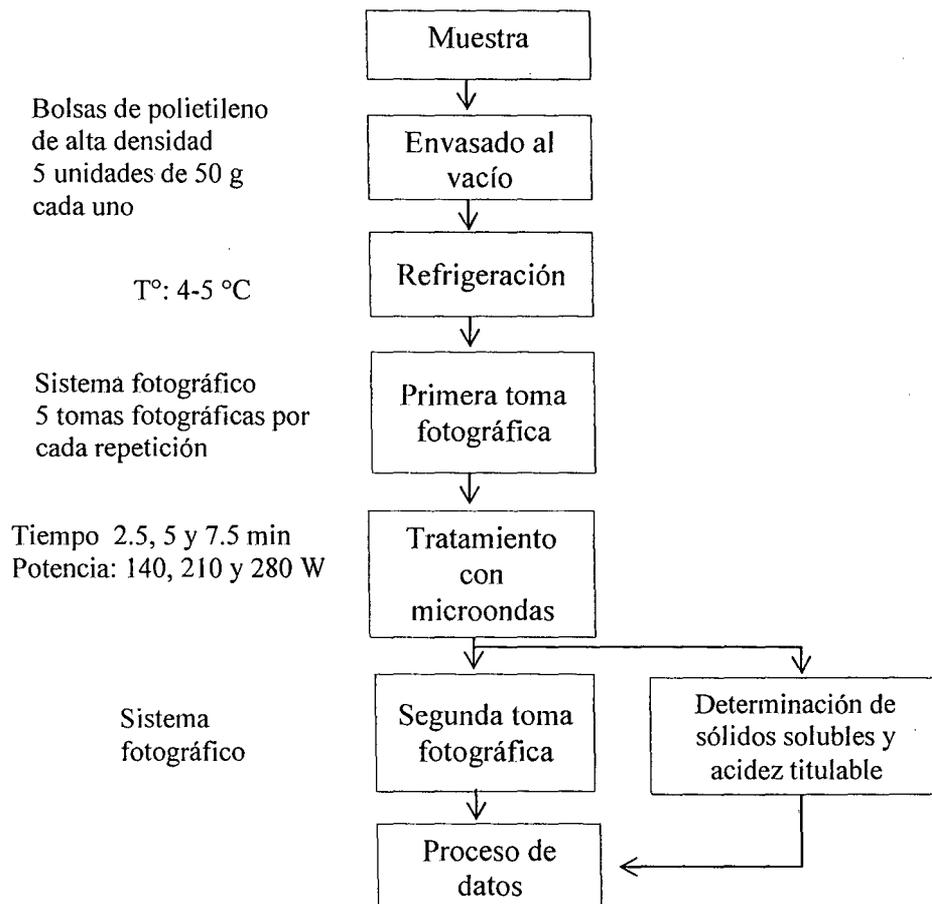


Gráfico 3. Diagrama de bloques para la obtención de índices de color (L^* , a^* y b^*)

2.7.3. Análisis químico de las muestras de pasta de tomate

Los métodos químicos que fueron utilizados en las muestras de pasta de tomate, se mencionan a continuación:

- **Sólidos solubles (°Brix):** Medición del sólidos solubles - Método refractómetro. Ver anexo D
El sólido soluble representa el contenido de azúcar, ácidos y sales, expresados en °Brix, un °Brix es la densidad que tiene a 20°C, una solución de sacarosa al 1% y a esta concentración corresponde también un índice de refracción. Así pues el contenido de °Brix es una de los mejores estimadores de la concentración de azúcares en zumos y mostos, ya que esta representa más del 90% de la materia soluble en la mayoría de las frutas.
- **Acidez titulable (%):** La acidez titulable se determinó según los procedimientos establecidos en la NMX-F-102S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas de la norma mexicana, la acidez obtenida es en función al ácido predominante en tomate que es el ácido oxálico cuyo miliequivalente es 0.004502 g de ácido oxálico

2.7.4. Diseño estadístico

2.7.4.1. Evaluación físico – química

Se trabajó con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con sub muestreo y arreglo factorial de dos factores 3A x 3B, con cinco repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante el método de Tukey; con un nivel de significancia del 0,05.

En el Cuadro 2, se describen los factores y niveles de factores de los tratamientos aplicados.

Cuadro 2: Relación de los tratamientos en el estudio

Bloque	Tratamientos									
	Tiempo 1 (2,5 min)			Tiempo 2 (5 min)			Tiempo 3 (7,5 min)			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	T6R1	T7R1	T8R1	T9R1	
Pasta de tomate elaborado	R1	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	T6R1	T7R1	T8R1	T9R1
	R2	T1R2	T2R2	T3R2	T4R2	T5R2	T6R2	T7R2	T8R2	T9R2
	R3	T1R3	T2R3	T3R3	T4R3	T5R3	T6R3	T7R3	T8R3	T9R3
	R4	T1R4	T2R4	T3R4	T4R4	T5R4	T6R4	T7R4	T8R4	T9R4
	R5	T1R5	T2R5	T3R5	T4R5	T5R5	T6R5	T7R5	T8R5	T9R5
Pasta de tomate comercial	R1	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	T6R1	T7R1	T8R1	T9R1
	R2	T1R2	T2R2	T3R2	T4R2	T5R2	T6R2	T7R2	T8R2	T9R2
	R3	T1R3	T2R3	T3R3	T4R3	T5R3	T6R3	T7R3	T8R3	T9R3
	R4	T1R4	T2R4	T3R4	T4R4	T5R4	T6R4	T7R4	T8R4	T9R4
	R5	T1R5	T2R5	T3R5	T4R5	T5R5	T6R5	T7R5	T8R5	T9R5

III. RESULTADOS

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DE LA PASTA DE TOMATE

La evaluación de las características físico-químicas, estuvo encaminada a determinar si existe o no diferencias significativas en la evaluación de pasta de tomate a diferentes tiempos y potencias tratados en microondas para los valores de los °Brix y % de Acidez, ver tabla anexo A.4 y A.5 respectivamente.

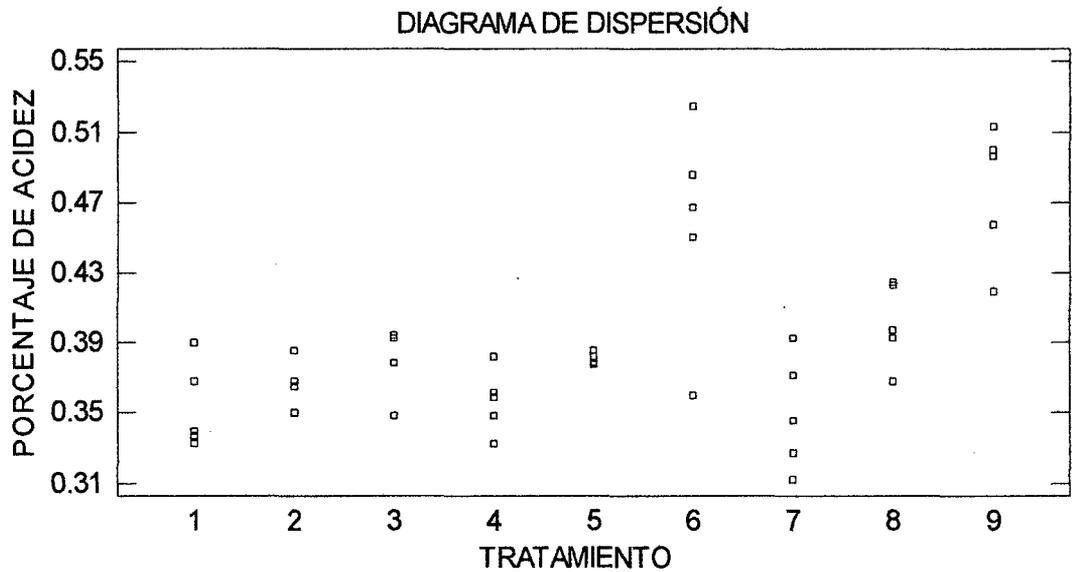


Gráfico 4: Diagrama de dispersión para los valores del porcentaje de acidez en pasta de tomate elaborada, tratadas en microondas.

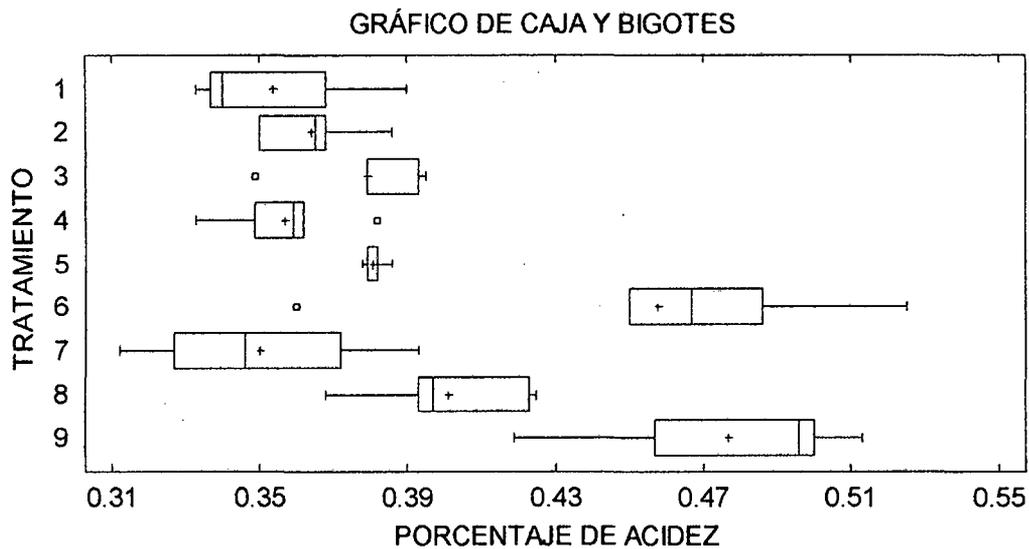


Gráfico 5: Gráfico de caja y bigotes para los valores del porcentaje de acidez de pasta de tomate elaborada, tratadas en microondas:

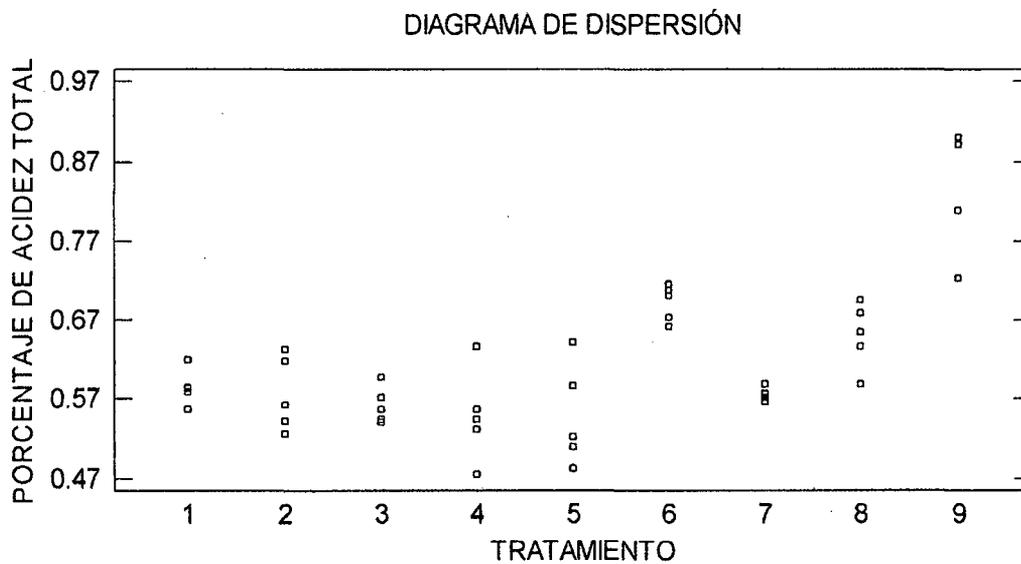


Gráfico 6: Diagrama de dispersión para las valores del porcentaje de acidez en pasta de tomate comercial tratadas en microondas.

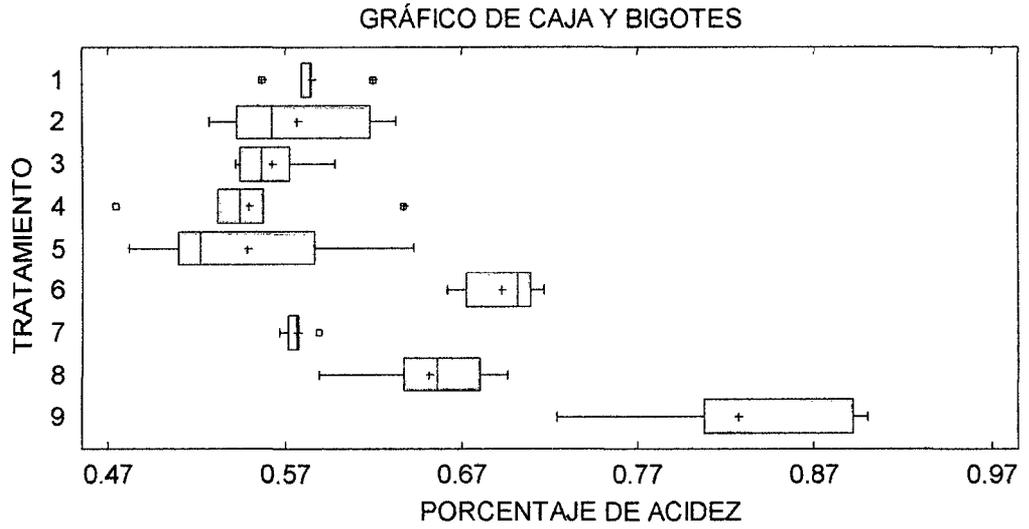


Gráfico 7: Gráfico de caja y bigotes para los valores del porcentaje de acidez de pasta de tomate comercial, tratadas en microondas.

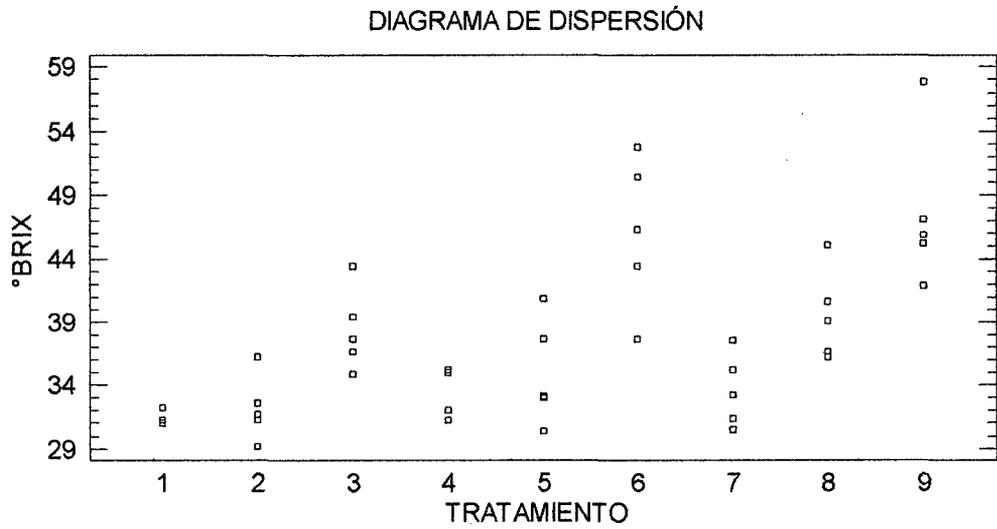


Gráfico 8: Diagrama de dispersión para los valores de °Brix en pasta de tomate elaborada, tratados en microondas.

GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES

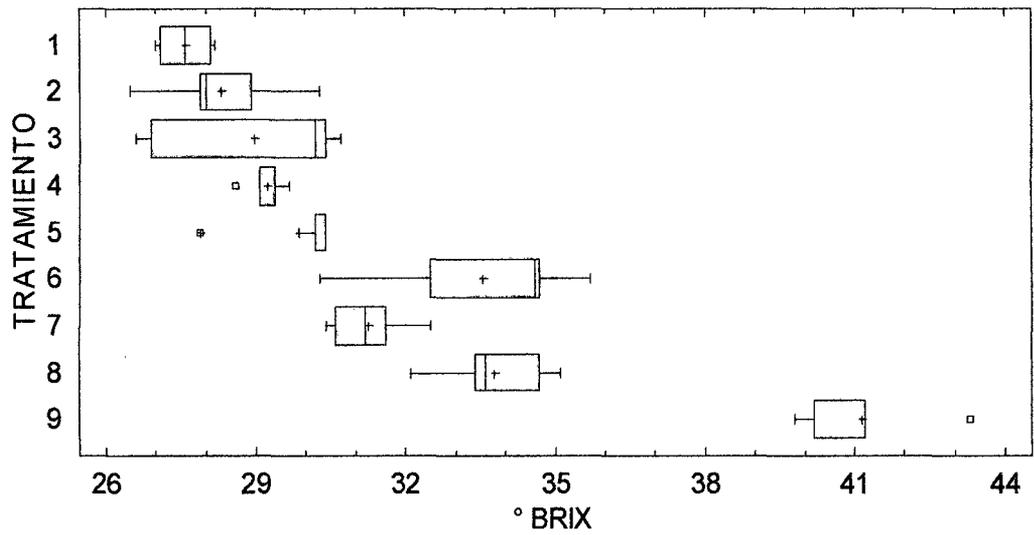


Gráfico 9: Gráfico de caja y bigotes para los valores de °Brix en pasta de tomate elaborada, tratado en microondas.

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

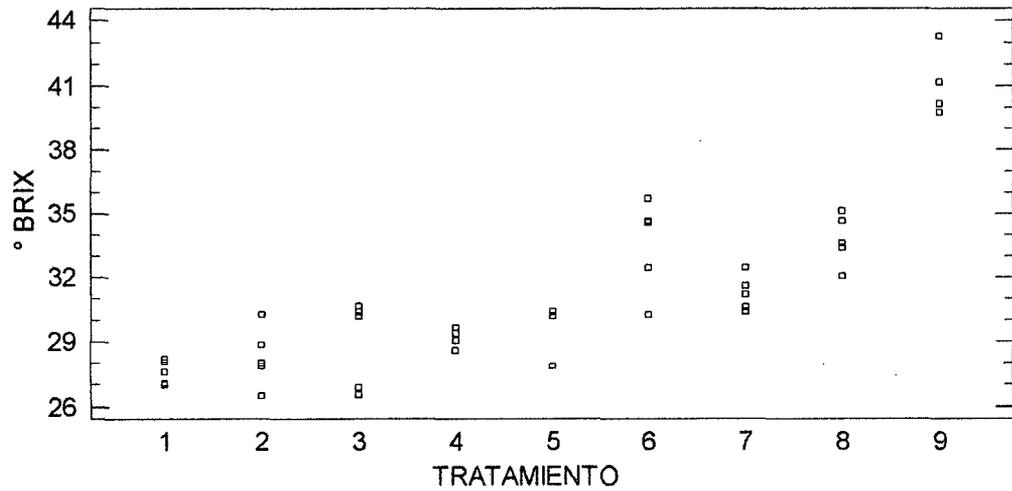


Gráfico 10: Diagrama de dispersión para los valores de °Brix en pasta de tomate comercial, tratados en microondas.

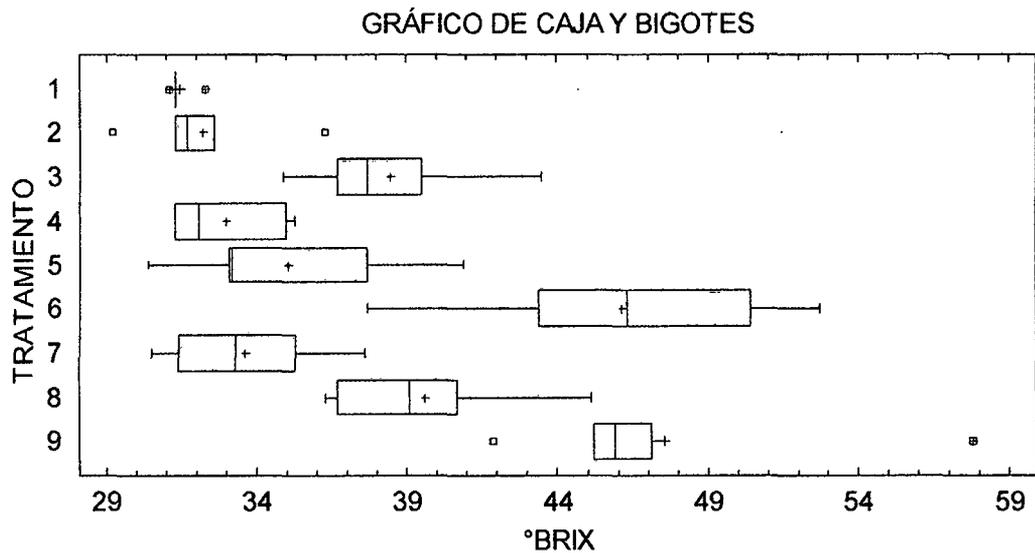


Gráfico 11: Gráfico de caja y bigotes para los valores de °Brix en pasta de tomate comercial, tratado en microondas.

3.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN LA PASTA DE TOMATE. (COLOR)

La evaluación de las características sensoriales (índice de color) estuvo encaminado en determinar los efectos de los diferentes tratamientos sobre el cambio de color en la pasta de tomate y determinar si existe diferencia significativa en los tratamientos de cocción de la pasta de tomate en las microondas, ver tabla anexo B.1, B.2 y B.3.

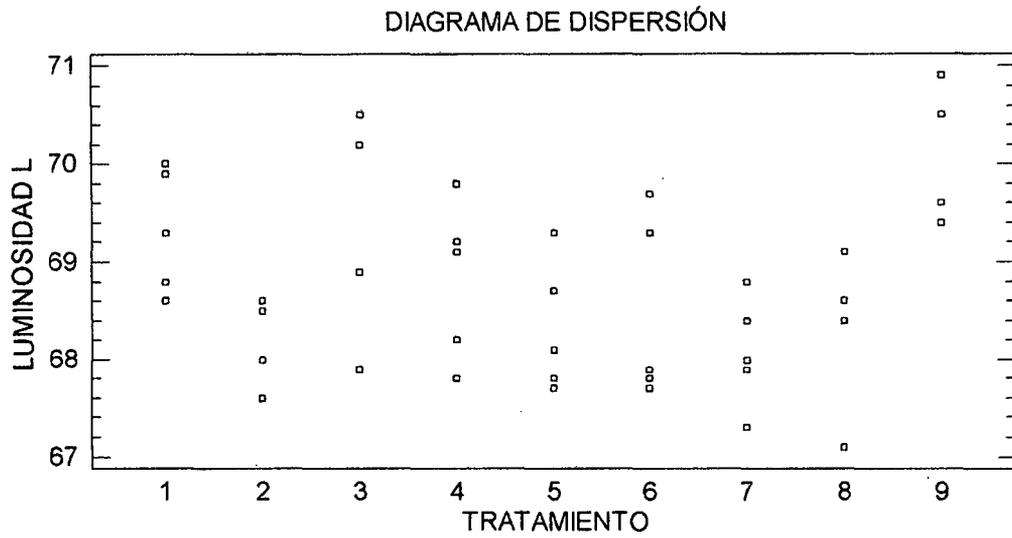


Gráfico 12: Diagrama de dispersión para la Luminosidad L en pasta de tomate elaborada, tratado en microondas.

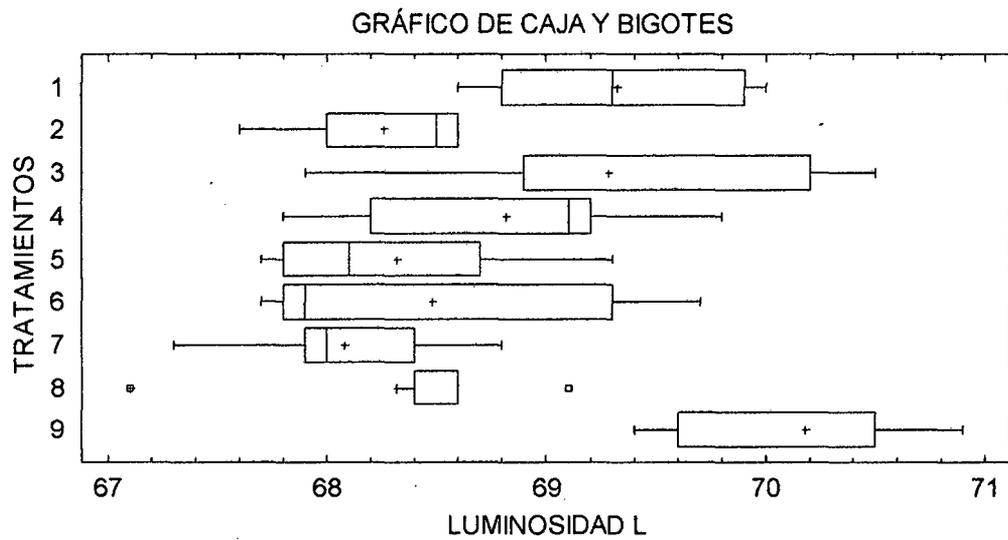


Gráfico 13: Gráfico de caja y bigotes para los valores de la Luminosidad en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

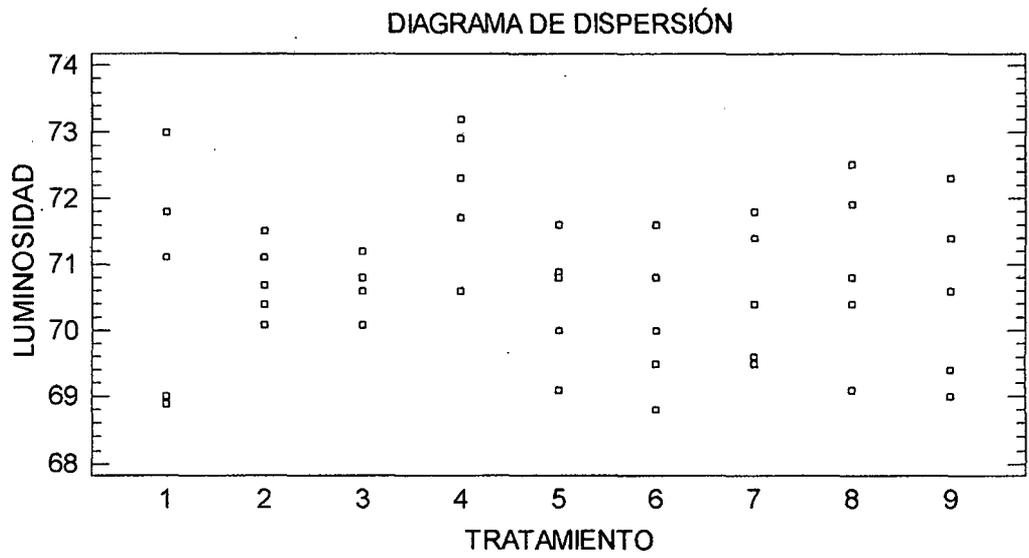


Gráfico 14: Diagrama de dispersión para los valores de la Luminosidad L en pasta de tomate comercial, tratada en microonda.

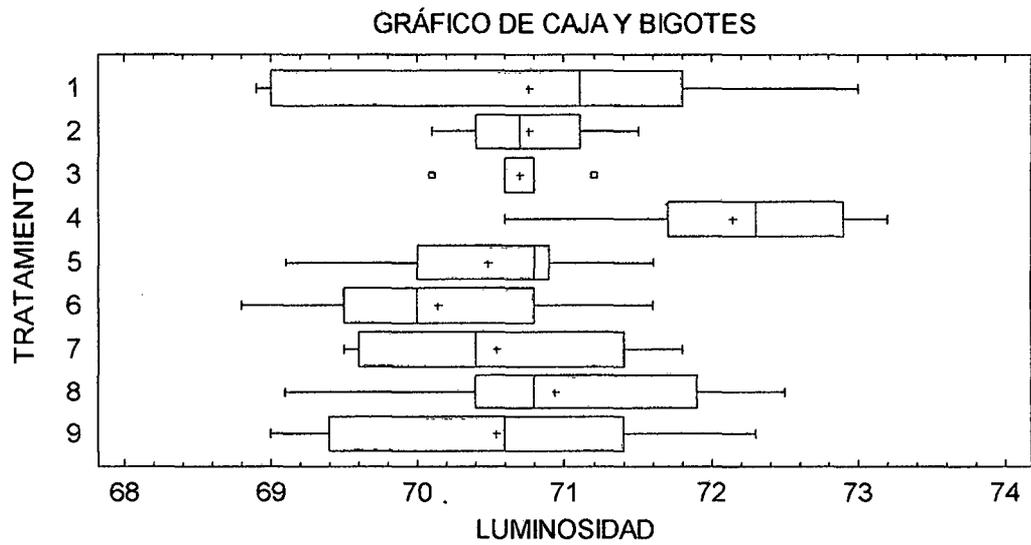


Gráfico 15: Gráfico de caja y bigotes para los valores de la Luminosidad L, en pasta de tomate comercial, tratada en microondas.

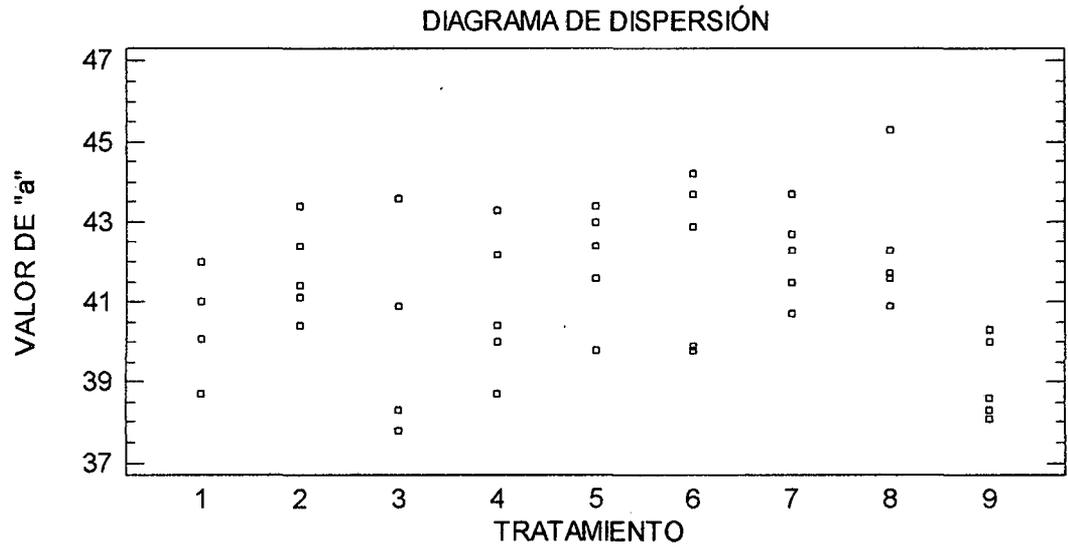


Gráfico 16: Diagrama de dispersión para los valores de “a” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

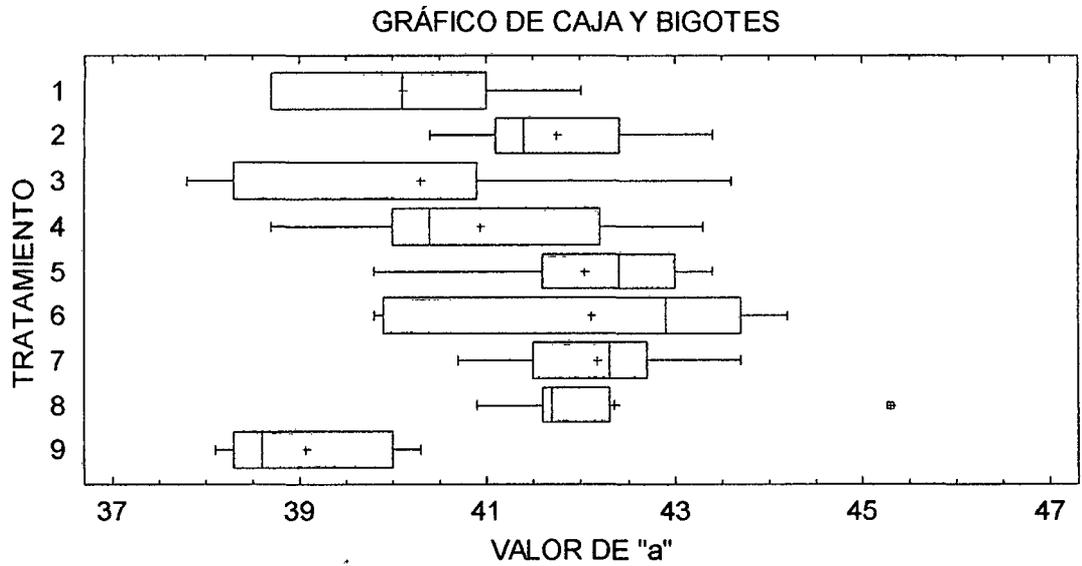


Gráfico 17: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “a” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

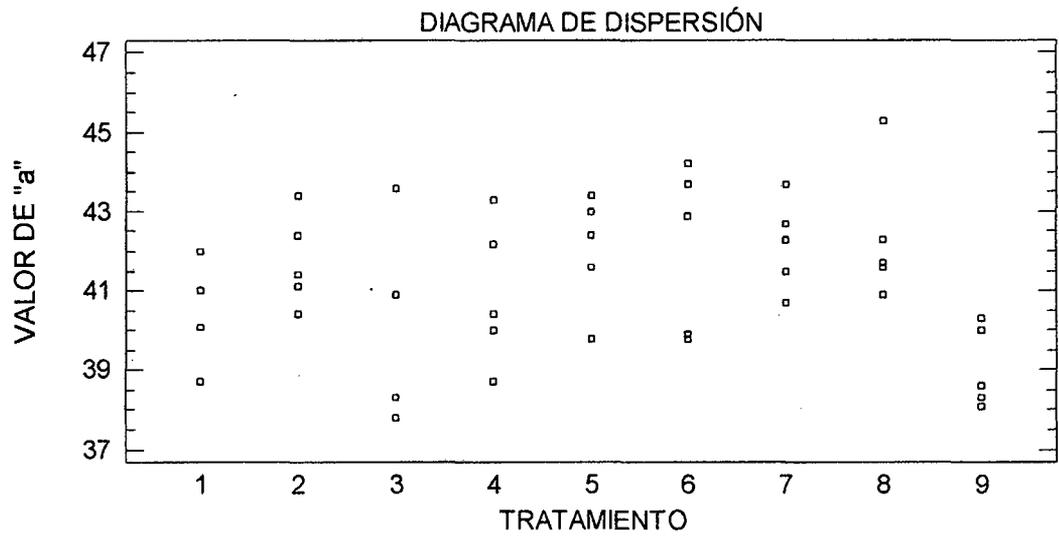


Gráfico 18: Diagrama de dispersión para los valores de “a” en pasta de tomate comercial, tratada en microondas.

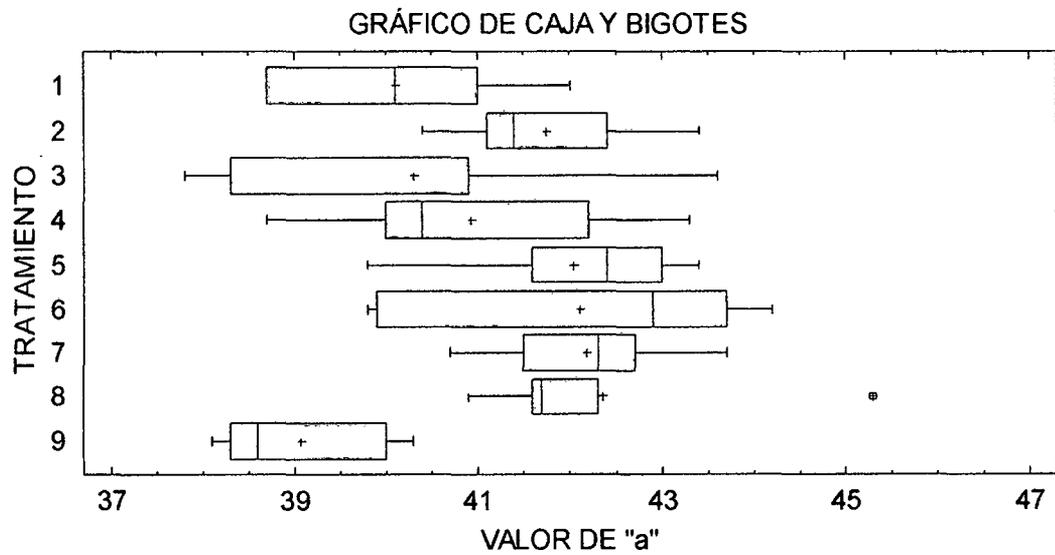


Gráfico 19: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “a” en pasta de tomate comercial, tratada en microondas.

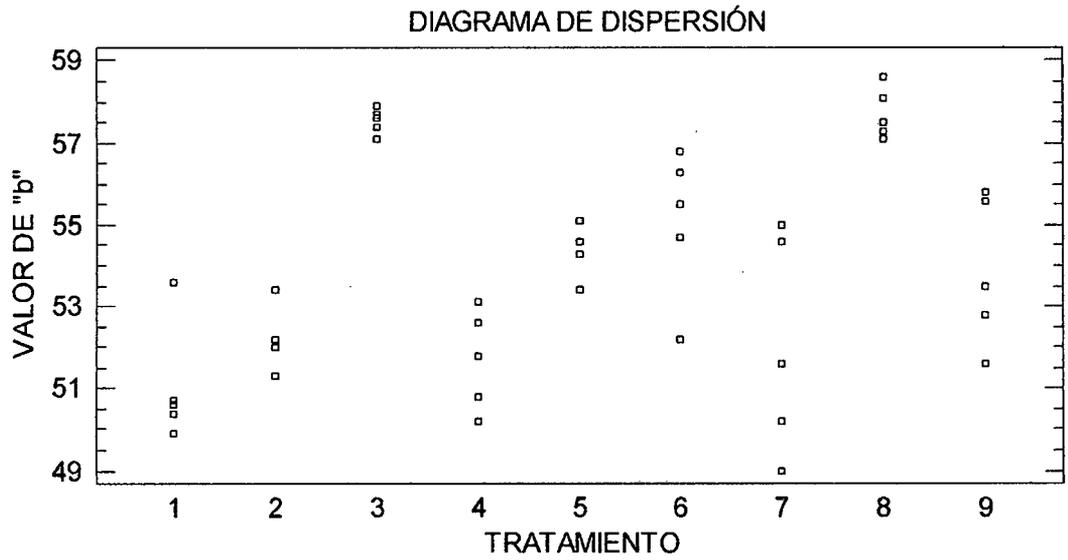


Gráfico 20: Diagrama de dispersión para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

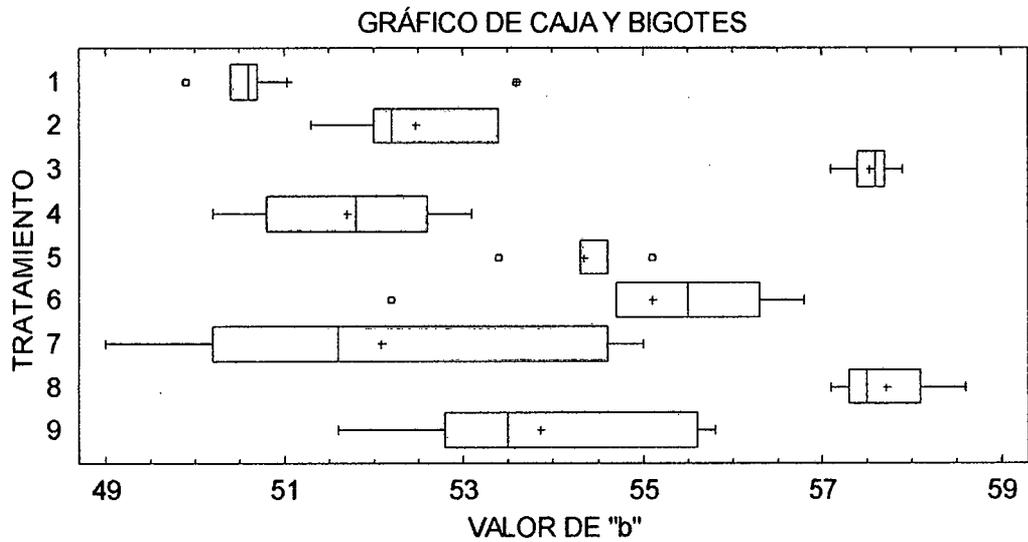


Gráfico 21: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

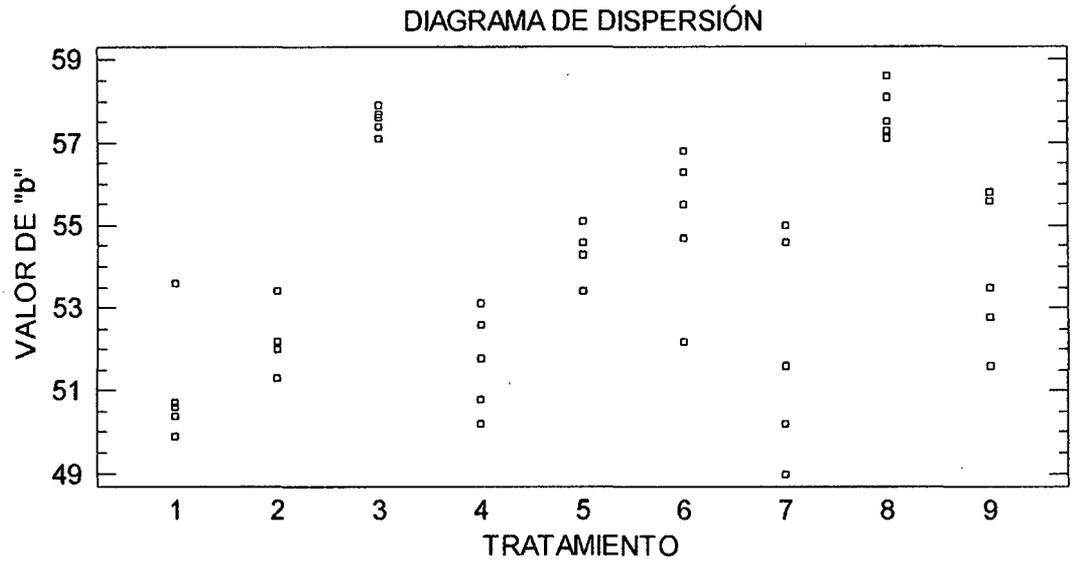


Gráfico 22: Diagrama de dispersión para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

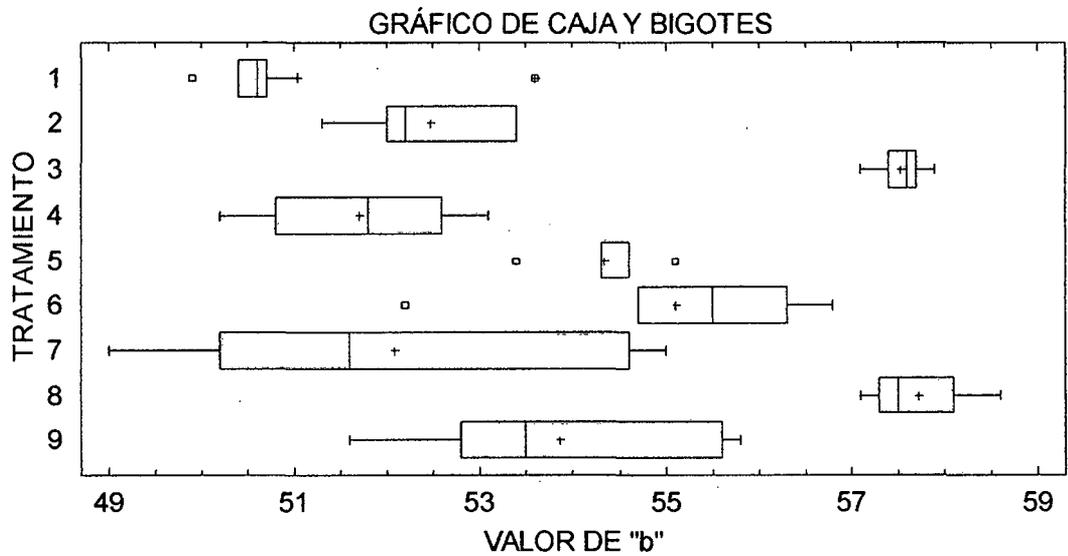


Gráfico 23: Gráfico de caja y bigotes para los valores de “b” en pasta de tomate elaborada, tratada en microondas.

3.3. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE °BRIX DE LA PASTA DE TOMATE.

En los gráficos 24 y 25 se muestra el comportamiento de los sólidos solubles en diferentes tiempos notándose en ambas gráficas el incremento del contenido de °Brix mostrando que a mayor tiempo el valor de los °Brix es mayor mostrando una relación directamente proporcional en relación al tiempo y la potencia.

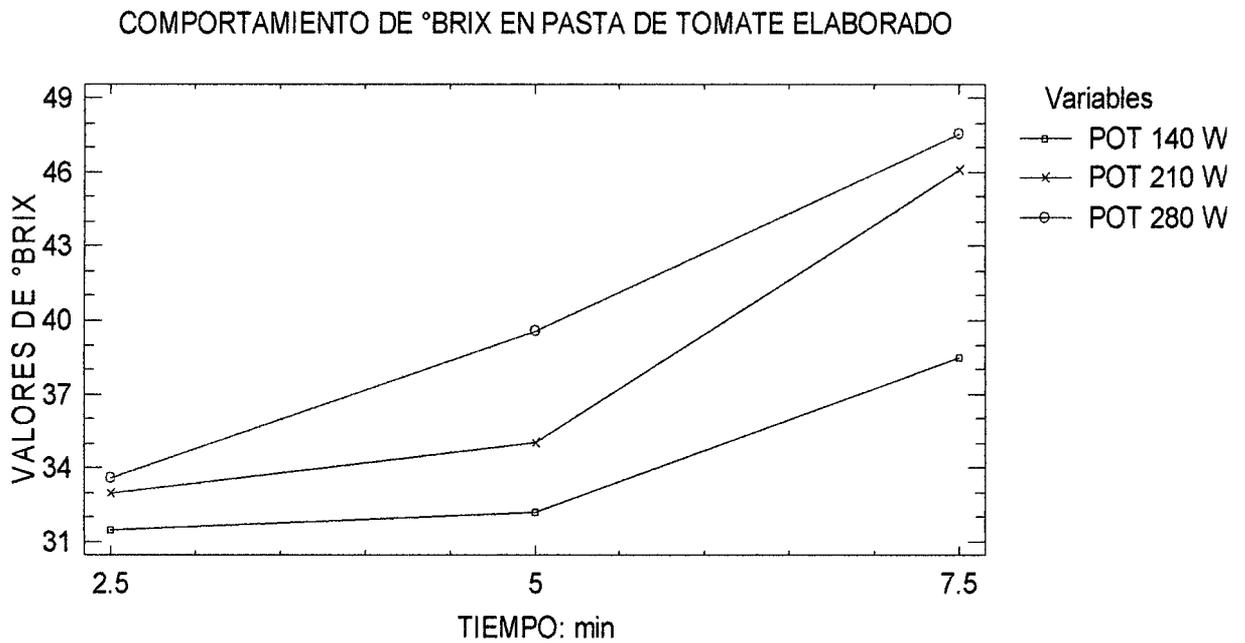


Gráfico 24: Comportamiento de °Brix en pasta de tomate elaborado.

Donde:

POT 140 W: Potencia a 140 watts

POT 210 W: Potencia a 210 watts

POT 280 W: Potencia a 280 watts

COMPORTAMIENTO DE °BRIX EN PASTA DE TOMATE COMERCIAL

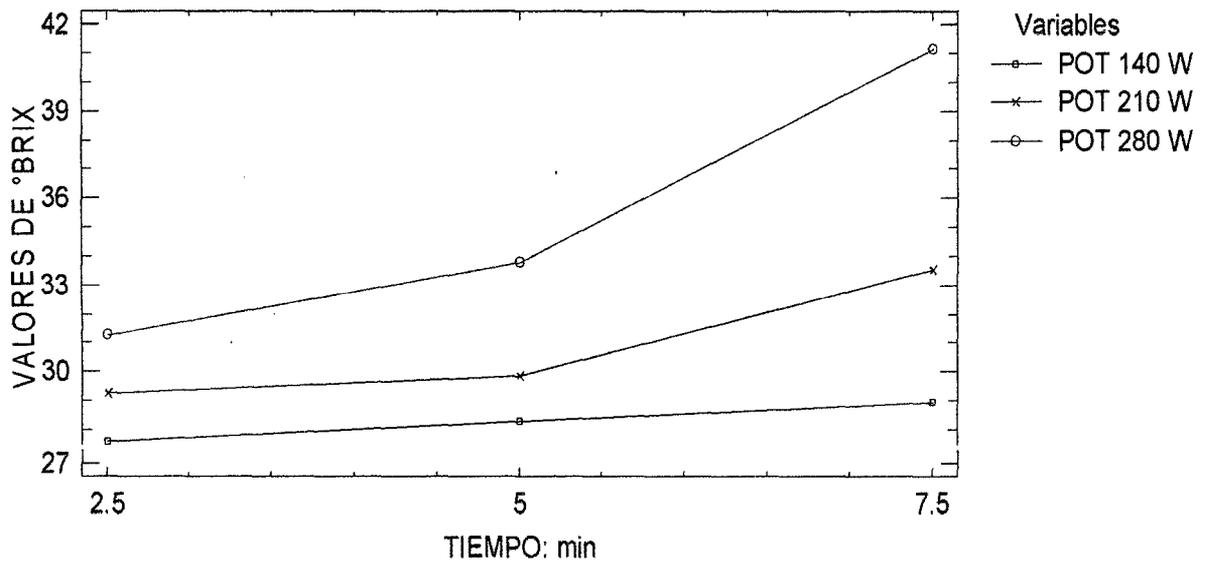


Gráfico 25: Comportamiento de °Brix en pasta de tomate comercial.

Mediante el análisis de varianza (ANVA) anexo B.18, y la prueba de Tukey cuadro 3 se comprobó que hubo diferencia significativa en la variación de °Brix en los tratamientos realizados durante el calentamiento por microondas. En las que se muestra el tratamiento a potencia de 140 W; tiempos de 2,5; 5 minutos y potencia de 210 W y tiempo de 2,5 minutos, no existe diferencia significativa en el cambio del contenido de °Brix por lo que se puede usar cualquier de los tres tratamientos, dependiendo de las condiciones del uso que se le pueda someter, sin notar cambios significativos en la concentración de los sólidos solubles en la pasta de tomate durante su calentamiento por microondas.

Cuadro 3: Prueba de Tukey aplicado a los promedios del contenido de °Brix en pasta de tomate

Factor A POTENCIA (W)	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS	
		De Los Valores De °Brix	Tukey al 0,05 %
A1 (140)	B1 (2,5 min)	21,74	a
	B2 (5 min)	22,77	a b
	B3 (7,5 min)	26,21	c
A2 (210)	B1 (2,5 min)	22,76	a b d
	B2 (5 min)	24,96	b c d
	B3 (7,5 min)	32,28	e
A3 (280)	B1 (2,5 min)	23,76	b d
	B2 (5 min)	28,24	c
	B3 (7,5 min)	36,66	f

Donde los valores de a, b, c, d, e y f son iguales, no existen diferencia significativa.

3.4. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE ACIDEZ (%ACIDEZ) DE LA PASTA DE TOMATE.

En la gráfica 26 se observa el comportamiento del % de acidez de la pasta de tomate elaborado, notándose los valores para que va teniendo el % de acidez, que a mayor tiempo y potencia mayores valores de acidez tenemos, para las potencias evaluadas a 140, 210 y 280 W. En cambio en la gráfica 27 se nota un comportamiento distinto, donde los valores del % de acidez a una potencia de 140 W toman valores inversos que en la gráfica 26, por cada tiempo de calentamiento evaluado; y para la potencias de 210 y 280 W tiene un comportamiento creciente en pasta de tomate comercial.

COMPORTAMIENTO DEL % DE ACIDEZ EN PASTA DE TOMATE ELABORADO

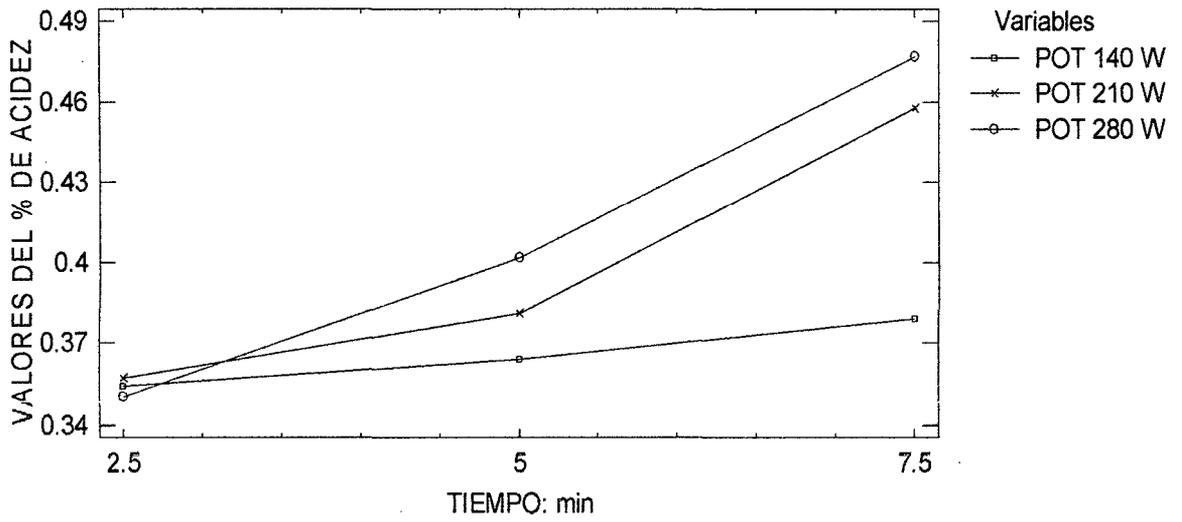


Gráfico 26: Comportamiento del % de acidez en pasta de tomate elaborado.

COMPORTAMIENTO DE % ACIDEZ EN PASTA DE TOMATE COMERCIAL

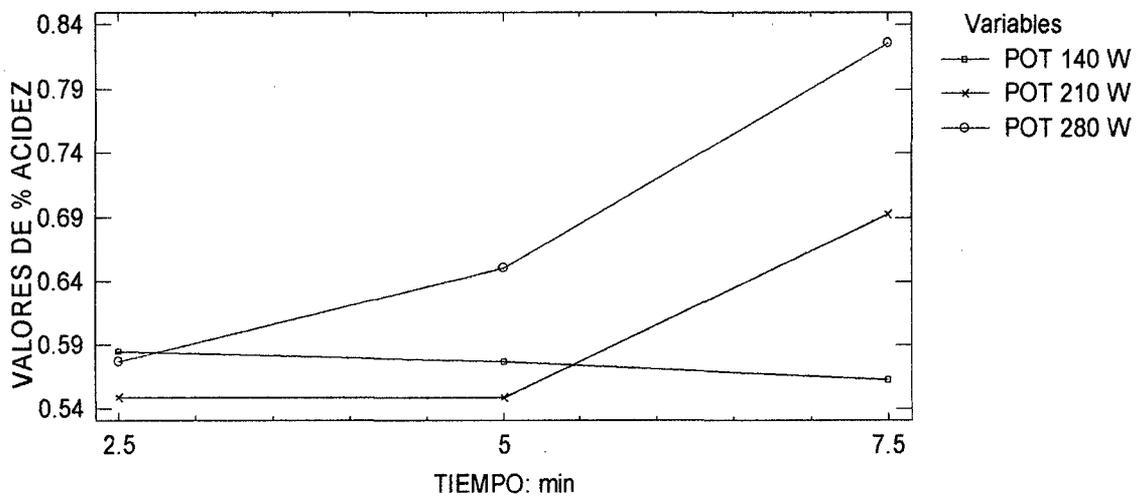


Gráfico 27: Comportamiento del % de acidez en pasta de tomate comercial.

El Análisis de Varianza (ANVA) realizado al porcentaje de acidez anexo B.23 y mediante la prueba de Tukey cuadro 4 se determinó que existe diferencia significativa durante los tratamientos sometidos a la pasta de tomate en el calentamiento por microondas sobre el % Acidez. En los tratamientos realizados a potencia de 140 W, tiempos de 2,5; 5 y 7,5 minutos; a la potencia de 210 W, tiempos de 2,5; 5 minutos y a la potencia de 280 W y tiempo de 2,5 minutos no se muestra diferencia significativa entre estos tratamientos mientras que a una potencia de 210 W, tiempo de 7,5 minutos; potencia de 280 W, tiempos de 5 y 7,5 minutos se notan diferencias significativas.

Cuadro 4: Prueba de Tukey aplicado al promedio del porcentaje de acidez de la pasta de tomate.

Factor A POTENCIA (W)	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS de los valores de Acidez	Tukey al 0,05 %
A1 (140)	B1 (2,5 min)	0,469304	a
	B2 (5 min)	0,470297	a
	B3 (7,5 min)	0,470942	a
A2 (210)	B1 (2,5 min)	0,453075	a
	B2 (5 min)	0,464743	a
	B3 (7,5 min)	0,575075	b
A3 (280)	B1 (2,5 min)	0,463508	a
	B2 (5 min)	0,526505	c
	B3 (7,5 min)	0,651756	d

3.5. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA VARIACIÓN DE LA LUMINOSIDAD "L" EN LA PASTA DE TOMATE.

De la gráfica 28 se nota el comportamiento que toma la luminosidad en la pasta elaborado, notándose un comportamiento variado en los diferentes tratamientos realizados, en la gráfica 29 los tratamientos realizados a tiempo de 5 y 7,5 minutos tienen un comportamiento similar.

COMPORTAMIENTO DE LUMINOSIDAD "L" EN PASTA DE TOMATE ELABORADO

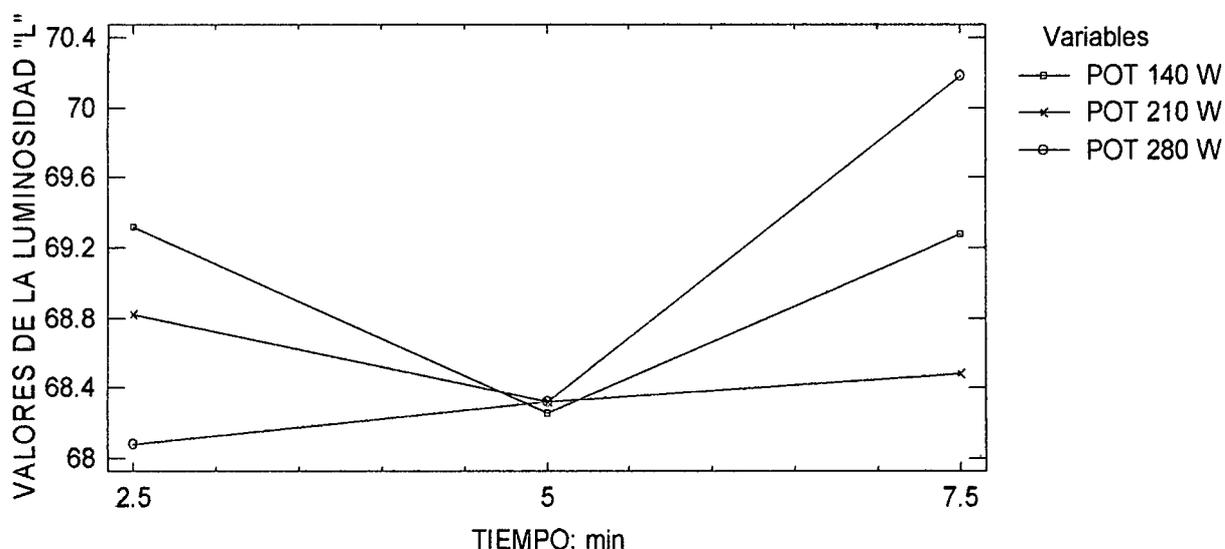


Gráfico 28: Comportamiento de la luminosidad "L" en pasta de tomate elaborado.

COMPORTAMIENTO DE LUMINOSIDAD "L" EN PASTA DE TOMATE COMERCIAL

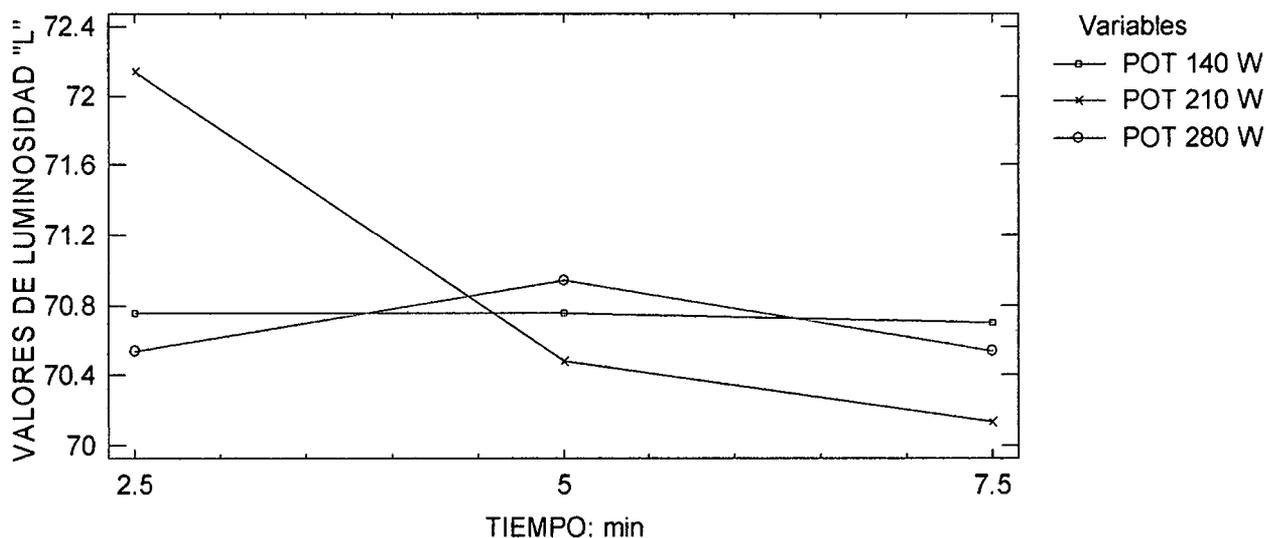


Gráfico 29: Comportamiento de la luminosidad "L" en pasta de tomate comercial.

El Análisis de Varianza (ANVA) anexo B.3 y la prueba de Tukey Cuadro 5 realizado a la variación de la luminosidad durante los tratamientos se determinaron que existe diferencia significativa para los diferentes tiempos y potencias. En cuanto a la luminosidad que toma las muestras evaluadas a potencia de 140 W, para los tiempos de 2,5; 5 y 7,5 minutos; potencia de 210 W; tiempo de 2,5 minutos y a 280 W; tiempo de 5 y 7,5 minutos no muestran diferencias significativas.

Cuadro 5: Prueba de Tukey aplicado a los promedios de la luminosidad “L” de la pasta de tomate.

Factor A POTENCIA	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS de los valores de L	Tukey al 0,05 %		
A1 (140)	B1 (2,5 min)	70,04	a		
	B2 (5 min)	69,51	a		
	B3 (7,5 min)	69,99	a	c	
A2 (210)	B1 (2,5 min)	70,48	a	b	
	B2 (5 min)	69,40	b c		
	B3 (7,5 min)	69,31	b		
A3 (280)	B1 (2,5 min)	69,31	b		
	B2 (5 min)	69,63	a	b	d
	B3 (7,5 min)	70,36	a	b	e

3.6. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA VARIACIÓN DE “a” EN LA PASTA DE TOMATE.

En la gráfica 30 y 31 se observa el comportamiento del valor de “a” en la evaluación del color de la pasta de tomate después ser sometidos a potencias de, 140 W, 210 W, 280 W; y los diferentes tiempos de evaluación 2,5; 5 y 7,5 minutos.

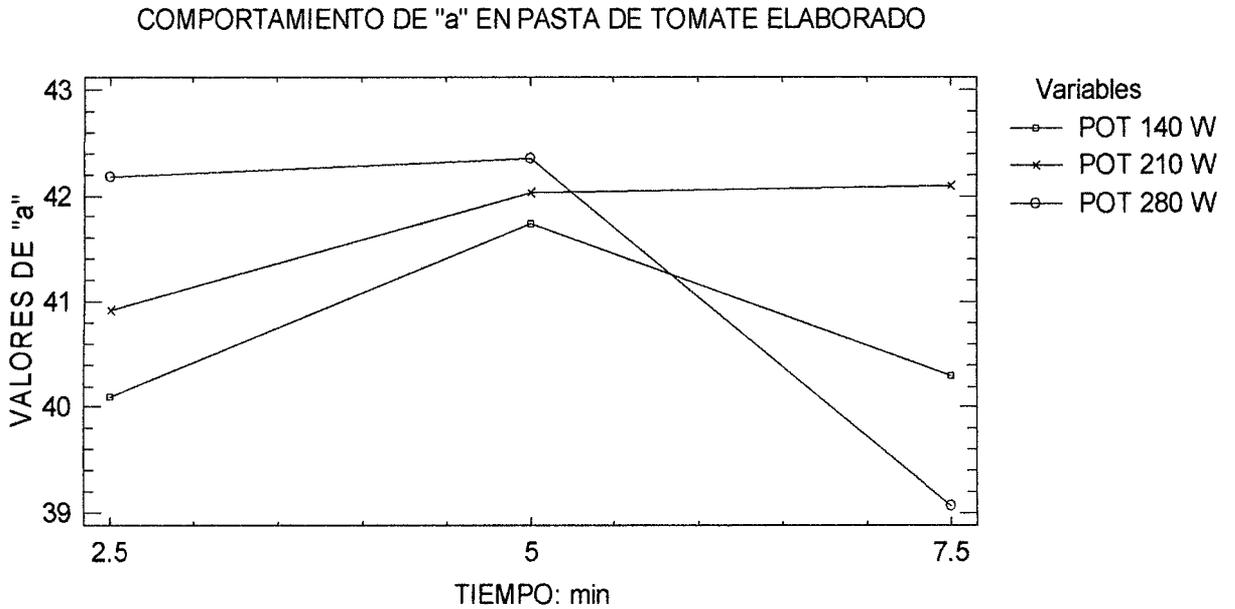


Gráfico 30: Comportamiento de “a ” en pasta de tomate elaborado.

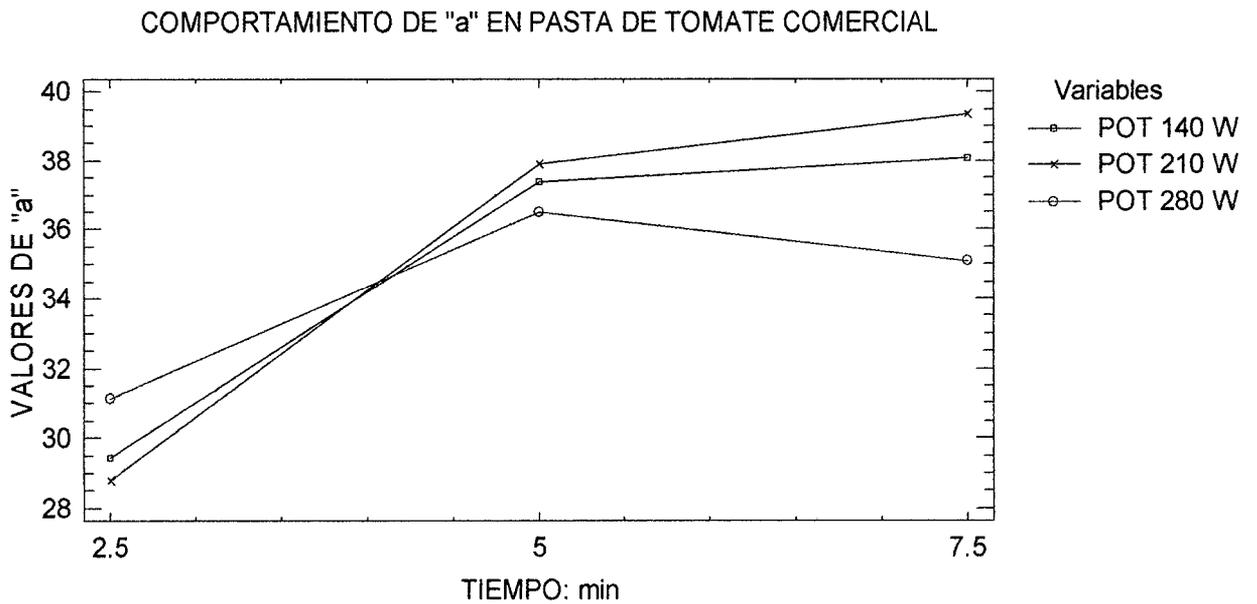


Gráfico 31: Comportamiento de “a ” en pasta de tomate comercial.

El Análisis de Varianza (ANVA) anexo B.8 y la prueba de Tukey Cuadro 6 realizado a la variación del valor de “a” durante los tratamientos se determinaron que existe diferencia significativa para los diferentes tiempos y potencias. Mientras que los tratamientos a 140 W; 2,5 minutos; 210 W y 2,5 minutos; 280 W; 2,5 y 7,5 minutos no presentan diferencia significativa para el calentamiento en microondas.

Cuadro 6: Prueba de Tukey aplicado al promedio de los valores de “a” en la pasta de tomate.

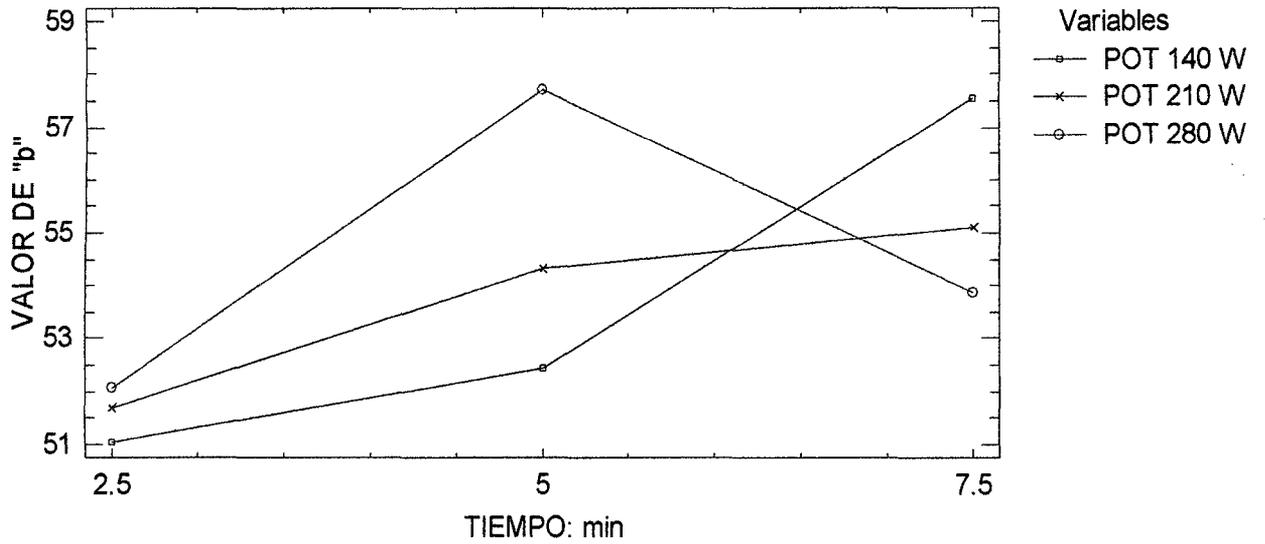
Factor A POTENCIA	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS de los valores de “a”	Tukey al 0,05 %			
A1 (140)	B1 (2,5 min)	34,77	a			
	B2 (5 min)	39,57	b			
	B3 (7,5 min)	39,18	c			
A2 (210)	B1 (2,5 min)	34,86	a	b	d	
	B2 (5 min)	39,97	b		c	
	B3 (7,5 min)	40,72	b		c	
A3 (280)	B1 (2,5 min)	36,65	a	c		d
	B2 (5 min)	39,43	b		c	
	B3 (7,5 min)	37,07	a	b	c	d

3.7. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA VARIACIÓN DE “b” EN LA PASTA DE TOMATE.

En el gráfico 32, se muestra el comportamiento que toma el valor de “b” en el cambio de color que presenta la pasta de tomate durante el calentamiento en microondas, notando que a tiempo de 2,5 y 5 minutos presenta un comportamiento idéntico de manera creciente mientras que a tiempo de 7,5 minutos presenta un comportamiento decreciente del cambio de color en “a”; en

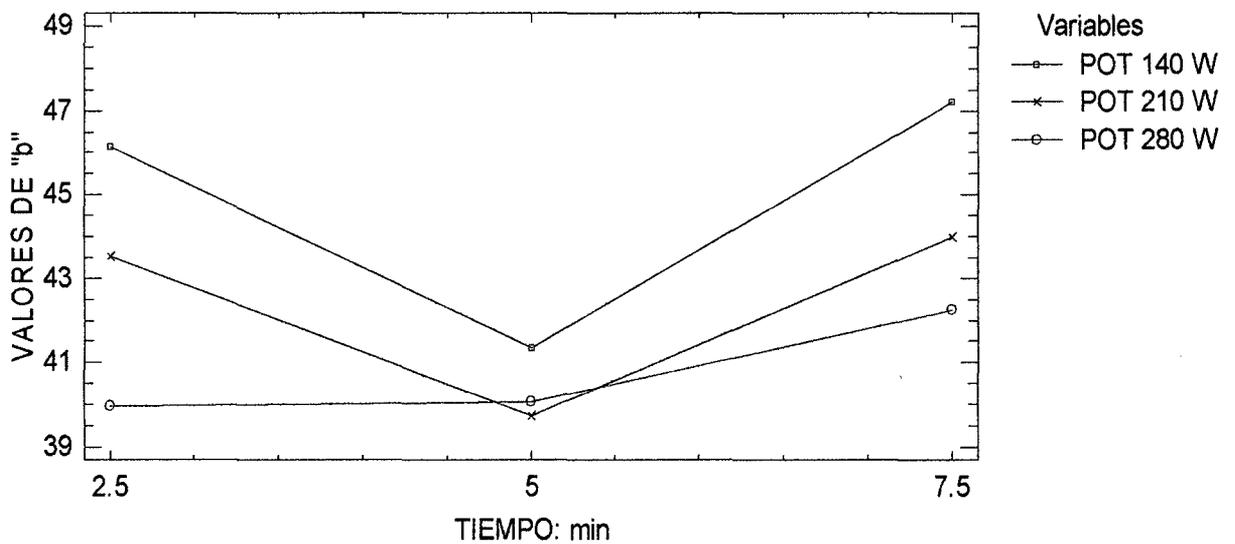
el gráfico 33 se nota que a tiempo de 2,5 y 7,5 minutos la gráfica muestra un comportamiento descendiente constante.

COMPORTAMIENTO DE "b" EN PASTA DE TOMATE ELABORADO



Gráfica 32: Comportamiento del valor de "b" en pasta de tomate elaborado

COMPORTAMIENTO DE "b" EN PASTA DE TOMATE COMERCIAL



Gráfica 33: Comportamiento del valor de "b" en pasta de tomate comercial

El Análisis de Varianza (ANVA) anexo B.13 y la prueba de Tukey cuadro 7, realizado a la variación del valor de “b” durante los tratamientos se pudieron determinar que existe diferencia significativa para los tratamientos mientras que los tratamientos realizados a 140 W, tiempo de 2,5; 5 minutos; 210 W, tiempo de 2,5; 5 minutos y 280 W, tiempo de 5; 7,5 minutos no presenta diferencia significativa.

Cuadro 7: Prueba de Tukey aplicado al promedio de los valores de “b” en la pasta de tomate.

Factor A POTENCIA	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS de los valores de “b”	Tukey al 0,05 %	
A1 (140)	B1 (2,5 min)	48,60	a	
	B2 (5 min)	46,90	a	
	B3 (7,5 min)	52,30	b	
A2 (210)	B1 (2,5 min)	47,61	a	
	B2 (5 min)	47,03	a	
	B3 (7,5 min)	49,55	a	c
A3 (280)	B1 (2,5 min)	46,03	a	d
	B2 (5 min)	48,90	a	
	B3 (7,5 min)	48,05	a	

IV. DISCUSIONES

En base a los resultados obtenidos, en la presente investigación, se procede a presentar las discusiones, para cada objetivo específico planteado:

- En la gráfica 24 el comportamiento de los °Brix de la pasta elaborada en las diferentes tratamientos evaluadas, podemos notar que a mayor potencia en un mismo tiempo el valor del contenido de °Brix en la pasta de tomate es mayor y esto tiene un comportamiento creciente mientras se incrementa el tiempo de evaluación, al calentarse las microondas incrementa la temperatura del alimento provocando la evaporación del agua que lo contiene, similar comportamiento a un calentamiento convencional, en la que el alimento se concentra incrementando el contenido de sólidos solubles del alimento, de igual modo se nota en la gráfica 25 de la pasta comercial en la que el comportamiento del contenido de sólidos solubles (°Brix) también presenta un comportamiento creciente teniendo un mayor valor para una potencia mayor por cada tiempo evaluado, notándose una pasta mas viscosa en la cual es directamente proporcional al contenido de sólidos solubles, como lo afirma (Mota A y Ibarz A. 2006) en el estudio de comportamiento de la pulpa de membrillo en función de la concentración de sólidos solubles, donde evaluaron a 16, 20, 24 y 28 °Brix, mostrando que a 28 ° Brix obtuvieron mayor viscosidad del puré ya que una concentración mas alta implica una formación de estructuras mas compactas, en la pasta de tomate según las graficas 24 y 25 el valor de los °Brix es superior a 41. Además (Fernández C. 2007), establece que el incremento de los sólidos solubles pueden aumentar debido a la degradación de los polímeros de fructanos en moléculas de azúcares simples, o a la mayor pérdida de agua.
- El promedio de los valores alcanzados del contenido de °Brix tratados en microondas se encuentran entre 27,6 y 47,58, haciendo una comparación con la norma COVENIN 74-79, donde establecen los límites para las diferentes tipos de pastas de tomate, lo cual cumplen con los requisitos específicos del contenido de sólidos solubles, en la que la pasta de tomate simple tiene un mínimo de 25 °Brix y la pasta de tomate extra contiene un mínimo de 39 °Brix por lo que el calentamiento en microondas mantuvo dentro de los parámetros del contenido de los °Brix en las pastas sometidas a tratamientos.

- De la gráfica 26 donde se muestra el comportamiento del % de acidez en pastas de tomate elaborado se nota un incremento de contenido % de ácidos por cada potencia evaluada en diferentes tiempos, el mismo comportamiento notado de la gráfica 27 para las potencias de 210 W y 280 W, comportamiento que coincide con lo establecido por (Jacob K. 2010), donde establecen que el tratamiento térmico tiene como efecto la producción de ácidos hidroxicinámicos expresado como nueva materia además un aumento de los ácidos clorgénicos y caféicos producto de la extensión de la temperatura en pasta de tomate evaluado.
- En la gráfica 27 a la potencia de 140 W, obtenemos un comportamiento decreciente del contenido del % de acidez, con valor que desciende de 0,58 a 0,56 aun así se encuentran dentro del rango establecido en la norma COVENIN 74-79, en la que el máximo de acidez para una pasta de tomate simple es de 1,85 y el máximo en la pasta de tomate extra es de 2,5; valores expresados en ácido cítrico, en cambio en la investigación realizada se evaluó en función al ácido oxálico, el posible descenso se pudo deber a que en este tratamiento realizado hubo un pérdida de ácidos felúrico y p-cumárico, además es de esperar que obtengamos la pérdida del ácido ascórbico presente en las pastas, (Jacob K. 2010).
- Los valores de la acidez en pasta de tomate comercial, según el gráfico 27 se encuentran entre 0.548 y 0.826, cuya acidez esta dentro del rango establecido por la norma NMX-F-025-1982, donde establece los requisitos para la pasta de tomate envasado cuyo valor de acidez máximo es de 1.0, y los valores del contenido de sólidos solubles es de un mínimo de 25 ° Brix, estando dentro del rango según los valores que se muestran en la gráfica 25, valores obtenidos después de los tratamiento realizados.
- Los diferentes tratamiento sometidos a la pasta de tomate se observa en el gráfico 28 en pasta de tomate elaborada, cuyo comportamiento de la luminosidad de la pasta tratada a la mayor potencia de 280 W, en los tres tiempos tratados fue la que se mostró un aumento significativo, este comportamiento coincide con lo estudiado por (Benlloch M, et al, 2010). En el que el comportamiento del puré de kiwi, tratadas en microondas, muestra un incremento de la luminosidad en los tratamientos térmicos más severos, a la ves coincide con (Vadivanbal y Jayas, 2007), la luminosidad de los

productos sometidos a tratamientos con microondas aumenta y en consecuencia, su índice de pardeamiento disminuye.

- En el gráfico 28 para los tratamientos realizados a 140 W y 210 W, y en el gráfico 29, se muestra una reducción de la luminosidad, esto pudo ser a consecuencia de que durante el tratamiento térmico se ha producido fenómenos de pardeamiento de tipo enzimático y no enzimático, hecho que conlleva a una reducción de la luminosidad y un aumento del índice del pardeamiento, según los resultados mostrados por (Maskan, 2001).
- Del gráfico 30 para los tratamientos realizados a 140 W y 210 W de la pasta elaborada y para todos los tratamiento realizados en la pasta de tomate comercial gráfico 31 se nota una variación del valor de "a" notándose un incremento significativo de los valores, para los tratamientos mencionados, comportamiento similar al experimento realizado por (Benlloch M, et al, 2010); realizado en puré de kiwi.
- Del mismo modo para los gráficos 32 y 33, los valores de "b", por lo general mostraron un aumento para los diferentes tratamientos realizados para la pasta de tomate en microonda y que se notó un incremento mientras el tratamiento térmico era más intenso, donde las muestras de pasta, tomaron una tonalidad amarillo verdoso, coincidente con los resultados de (Benlloch M, et al, 2010).

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación, arribamos a las siguientes conclusiones:

- El tratamiento con microondas, a diferentes niveles de potencia, tiempos, o una combinación de estos dos factores, afecta a los parámetros de color, porcentaje de acidez y contenido de sólidos solubles.
- La pasta de tomate sometida al tratamiento en microondas incrementó en valor de "a" positivo en la pasta de tomate comercial, debido a esto se puede concluir que el tratamiento en microonda influye en el incremento de la tonalidad rojo sobre el verde, y se incrementa en función al tratamiento realizado, del mismo modo la tonalidad del amarillo, fue mayor sobre el color azul ya que lo indica el valor del b positivo.
- Respecto a los tratamientos en microondas los resultados obtenidos en porcentaje de acidez, °Brix y cambios de los parámetros del color son directamente proporcional al tiempo y potencia.
- Los resultados muestran que la pasta de tomate casera presenta mayor cambio en variación del contenido de sólidos solubles en la aplicación de los tratamientos estudiados.
- El incremento del contenido de sólidos solubles se debió a que el calentamiento en microondas tiene el mismo efecto que el calentamiento convencional, por efecto de la temperatura se produce la evaporación del contenido del agua y la concentración de la pasta tratada.
- Se muestra un incremento en el porcentaje de acidez para pasta de tomate elaborada y comercial, mostrando una variación más notoria la pasta de tomate comercial.
- Se elaboró una metodología para analizar el color en pasta de tomate mediante análisis por computadora con el software inteligente del MATLAB.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre los efectos del calentamiento en microondas, sobre diferentes alimentos ya que es una de las tecnologías o métodos de calentamiento que aun no se ha investigado mucho y que tiene gran importancia ya que existe mayor demanda por el uso de microondas en los hogares domésticos.
- Realizar otras investigaciones en las que se tenga en cuenta variables controlables como temperatura y viscosidad.
- Realizar estudios de aceptación del consumo de pasta de tomate tratados en microondas ya que el tomate sometido a tratamiento térmico libera el licopeno que es un carotenoide natural que previene enfermedades como el cáncer.
- Se recomienda continuar investigaciones utilizando el MATLAB, ya que es un software en que no hace el uso de panelistas como lo es una prueba edónica, en la que muchas veces el panelista no está bien preparado o tiene una propia percepción de las cosas, la misma que puede variar en función a otro panelista.
- Se recomienda usar microondas para calentar pasta de tomate a la potencia de 140 watts a un tiempo de 5 minutos, para que se conserve sus características organolépticas sobre todo el color en pasta de tomate, también se recomienda usar los mismos parámetros para los °Brix y el porcentaje de acidez.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arándiga. G.y Díaz, S. 2008. Estudio del Licopeno del Tomate como Colorante Natural desde la Perspectiva Analítica e Industrial. Tesis de Bachiller en Ingeniería Técnica Industrial. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona-España
- Aristizábal I. 2006. Estudio, Aplicación y Propuesta de Automatización del Procesamiento de Imágenes por Resonancia Magnética para la Evaluación y Detección de Defectos Internos de Calidad en Cítricos y Melocotones. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Valencia-España.
- Ayala D. 2009. Caracterización de Tuberías Enterradas para Redes de Abastecimiento en Servicio Mediante el Análisis de Imágenes Obtenidas con Radar de Subsuelo (Ground Penetrating Radar – GPR). Tesis de Master. Universidad Politecnica de Valencia. Valencia - España.
- Benlloch M, et al, 2010.efecto del procesado por microondas en las características sensoriales de un puré de kiwi. Master en gestión y seguridad alimentaria. Universidad Politecnica de Valencia. Valencia - España.
- Caro J. et al. 2010. Estudio Comparativos de los Métodos de Secado Convectivo y con microondas en rodajas de tomate (*Solanum lycopersicum* L). VII Congreso del III Nacional de Ciencias Alimentos y Biotecnologías. Vol.1. México (revisado 15 de enero 2012. www.congresodelnoroeste.uson.mx).
- Contreras. C. 2006. Influencia del Método de Secado en Parámetros de Calidad Relacionados con la Estructura y el Color de Manzana y Fresa Deshidratada. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España.
- Cortes M. y Chirald A. 2008. Cinética de los cambios de color en manzana Deshidratada por Aire Fortificado con Vitamina E. Vol. 15 N° 1. VITAE, revista de la facultad de química farmacéutica. Medellín-Colombia. (revisado el 28 de diciembre del 2011.
<http://redalyc.uaemex.mx/src./inicio/artPdfRed.jsp?iCeve=169815394002>)
- COVENIN. 1979. Norma Venezolana – Pasta de Tomate. Disponible en:
www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/74-79.pdf Acceso el 26 de marzo de 2012..

- Della, P. 2010. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.
- Fernández C. et al. 2007. Evaluación del Contenido de Licopeno en Pastas de Tomates Comerciales. Vol. 18 N° 3. Venezuela. (25 de marzo de 2012).
www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642007000300005&script=sci_arttext
- Ferrándiz, S. 2006. Aplicación del Análisis de Imágenes a la determinación de la orientación de la fibra larga de vidrio en diferentes condiciones de proceso. Tesis doctoral. Universidad politécnica de valencia. Valencia- España.
- Gascón J. 2011. Influencia del Tratamiento Térmico en la Elaboración de un Untable de Fresa Formulado con Isomaltulosa. Tesis Magister. Universidad politécnica de valencia. Valencia- España.
- Ibarz, A. et al. 2000. Métodos Experimentales en la Tecnología Alimentaria. 1ra Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Jacob K. et al. 2010. Stability of Carotenoids, Phenolic Compounds, Ascorbic Acid and Antioxidant capacity of Tomatoes During Thermal Processing. Vol. 60 (2), (fecha de consulta marzo 13 de 2012; www.alanrevista.org).
- Maskan, M. 2011. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. Hornal of foot eengineering. Vol 48. Pag. 169-175. Revisado 31 de marzo de 2012. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877400001540>
- Meléndez, A., et all. 2004 Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos, Archivos latinoamericanos de nutrición, (en línea), Vol. 54 (2), (fecha de consulta marzo 12 de 2012; www.alanrevista.org).
- Méndez, R. y Hernández, U. 2006. Contenido de licopeno en productos Mexicanos elaborados con jitomate. IV Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica y XV Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. Moreli, Michoacán, México
- Mossi, J. 1998. la Contribución a la Detección y el Análisis de Microcalcificaciones en mamografías mediante el tratamiento digital de imágenes. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia España.

- Mota A y Ibarz A. 2006. Comportamiento viscoelástico de la pulpa de membrillo en función a la concentración de sólidos solubles. Vol. 26 N° 1. Ciencia y tecnología de alimentos. Brasil. (fecha de consulta 19 de marzo de 2012).
www.scielo.br/scielo.php?scrip=sci_arttext&pid=s0101-20612006000100034
- NMX-F-025-1982. Alimentos para Humanos. Pasta de Tomate Envasada. Normas Mexicanas. Disponible en:
www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-f-025-1982.pdf. Revisado el 14 de marzo de 2012.
- NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos Elaborados a Partir de Frutas y Hortalizas de la Norma Mexicana. Disponible en:
www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-f-102-S-1978.pdf. Revisado el 15 de marzo de 2012.
- Osorio. O. 2008. Influencia de Tratamientos Térmicos en la Calidad y Estabilidad del Puré de Fresa (Fragaria x Ananassa, cv, Camarosa). Tesis para optar el Grado de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia - España
- Pérez R. 2009. Aplicación de Microondas en el Tratamiento de Emulsiones del Tipo Agua en Aceite (w/o) y Aceite en Agua (o/w). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia - España
- Pérez, D. y Andújar, G. 2000. Cambios de Coloración de Productos Cárnicos, pp. 114-123. Aliment Nutr. Cuba.
- Perking, P., et all. 2001, Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars en "J. Sci. Food Agric.", Vol. N° 81, pp 983-087.
- Potter, N. y Hotchkiss, J. 1999. Ciencia de los Alimentos. Ira Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Rosa I. y Lidia G. 2008. Cambios en el Perfil de Ácidos Grasos y Microestructura de aguacate Hass Tratado con Microondas. Vol. 58 N° 3. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. México. (Fecha de consulta 24 de enero 2012; www.scielo.org.ve/pdf/alan/v58n3/art13.pdf)
- Rosero D. 2006. Salsa de Tomate. Manejo de sólidos y fluidos. Universidad del Valle. Cali-Colombia

- Vadivanbal, R. y Jayas, D. 2007. Changes in quality of microwave-treated agricultural products – a review. Biosystems engineering. Vol 98. Pag. 1-16. Revisado el 26 de marzo de 2012. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511007001456>
- Zona, Á. 2007. Aplicaciones de la Tecnología de Microondas a la Desinsectación en los Sectores: Cárnico Y de Restauración de Bienes Culturales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España

ANEXOS

ANEXO A

RESULTADOS DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA LOS DIFERENTES
TRATAMIENTOS SOMETIDOS A LA PASTA DE TOMATE

Cuadro A.1: Resultados obtenidos de los valores de la luminosidad de la muestra “L”

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W		
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)
		L	L	L	L	L	L	L	L	L
MUESTRA CASERA	1	69.3	67.6	67.9	68.2	67.8	69.3	68	68.6	69.6
	2	69.9	68.5	70.2	69.8	69.3	67.9	67.9	68.4	70.9
	3	68.8	68.6	70.5	67.8	68.1	69.7	68.8	68.4	70.5
	4	70	68.6	68.9	69.1	67.7	67.8	68.4	69.1	69.4
	5	68.6	68	68.9	69.2	68.7	67.7	67.3	67.1	70.5
MUESTRA COMERCIAL	1	69	70.4	70.8	72.3	70	71.6	71.8	72.5	71.4
	2	68.9	71.5	71.2	71.7	69.1	70.8	70.4	71.9	69
	3	73	70.7	70.6	72.9	71.6	70	69.5	70.4	69.4
	4	71.8	70.1	70.8	73.2	70.9	68.8	71.4	69.1	70.6
	5	71.1	71.1	70.1	70.6	70.8	69.5	69.6	70.8	72.3

Cuadro A.2: Resultados obtenidos de los valores de “a” de la muestra

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W		
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)
		a	a	a	a	a	a	a	a	a
MUESTRA CASERA	1	40.1	43.4	43.6	42.2	43	39.9	42.3	41.7	40.3
	2	38.7	41.4	38.3	38.7	39.8	42.9	42.7	42.3	38.1
	3	41	41.1	37.8	43.3	42.4	39.8	40.7	41.6	38.3
	4	38.7	40.4	40.9	40.4	43.4	43.7	41.5	40.9	40
	5	42	42.4	40.9	40	41.6	44.2	43.7	45.3	38.6
MUESTRA COMERCIAL	1	30.4	38.3	38.3	32	39.2	36.8	35.4	32.9	34.2
	2	31.4	36	37.2	27.9	39.4	38.5	28.1	35.7	34.3
	3	27.5	37.8	38.3	27.5	35.8	39.8	30.9	38.7	35
	4	28.9	38.4	38.4	26.7	37	41.5	28.6	37.8	37.2
	5	29	36.5	38.1	29.9	38.1	40.1	32.6	37.4	34.7

Cuadro A.3: Resultados obtenidos de los valores de “b” de la muestra

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W		
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)
		b	b	b	b	b	b	b	b	b
MUESTRA CASERA	1	49.9	53.4	57.6	50.8	55.1	56.3	55	57.5	52.8
	2	50.7	52.2	57.4	51.8	54.6	54.7	54.6	57.3	53.5
	3	53.6	53.4	57.9	50.2	54.3	56.8	49	57.1	55.6
	4	50.4	52	57.1	53.1	53.4	55.5	51.6	58.1	51.6
	5	50.6	51.3	57.7	52.6	54.3	52.2	50.2	58.6	55.8
MUESTRA COMERCIAL	1	48.2	41.6	48	43.8	37.5	43.3	40	46.2	41.4
	2	46.6	42.4	45.8	44.2	42	43.9	39.7	37.6	37.3
	3	45	40.6	47.1	41.8	41	47.3	39.4	38.7	43.3
	4	46.6	40.6	47.4	40.7	38.7	44.5	43.5	37.7	46.4
	5	44.4	41.5	47.9	47.1	39.4	41	37.3	40.2	42.8

Cuadro A.4: Resultados obtenidos de los valores de ° Brix de la muestra

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W		
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)
		Brix	Brix	Brix	Brix	Brix	Brix	Brix	Brix	Brix
MUESTRA CASERA	1	31.1	29.2	37.7	32.1	33.2	43.4	37.6	36.7	57.8
	2	31.3	31.7	43.5	35.3	30.4	52.7	31.4	39.1	47.1
	3	31.3	36.3	34.9	31.3	40.9	46.3	30.5	40.7	41.9
	4	31.3	32.6	39.5	31.3	37.7	37.7	35.3	45.1	45.2
	5	32.3	31.3	36.7	35	33.1	50.4	33.3	36.3	45.9
MUESTRA COMERCIAL	1	27	27.9	30.2	29.1	30.2	32.5	32.5	33.6	39.8
	2	28.1	28	30.7	28.6	30.4	30.3	31.2	33.4	41.2
	3	28.2	26.5	26.6	29.4	30.4	34.6	30.6	32.1	40.2
	4	27.1	30.3	26.9	29.7	30.4	35.7	30.4	34.7	43.3
	5	27.6	28.9	30.4	29.4	27.9	34.7	31.6	35.1	41.2

Cuadro A.5: Resultados obtenidos de los valores de % Acidez de la muestra

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W		
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)
		Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez
MUESTRA CASERA	1	0.368	0.386	0.349	0.349	0.382	0.450	0.372	0.393	0.457
	2	0.333	0.365	0.379	0.362	0.386	0.467	0.327	0.423	0.419
	3	0.340	0.350	0.393	0.359	0.378	0.486	0.312	0.397	0.500
	4	0.337	0.368	0.395	0.333	0.379	0.525	0.346	0.368	0.513
	5	0.390	0.350	0.379	0.382	0.379	0.360	0.393	0.425	0.496
MUESTRA COMERCIAL	1	0.620	0.618	0.557	0.532	0.482	0.673	0.572	0.589	0.808
	2	0.579	0.527	0.573	0.474	0.643	0.717	0.589	0.656	0.892
	3	0.557	0.633	0.545	0.545	0.522	0.662	0.567	0.680	0.900
	4	0.585	0.563	0.542	0.637	0.510	0.702	0.578	0.637	0.724
	5	0.584	0.543	0.598	0.558	0.587	0.709	0.577	0.696	0.808

ANEXO B

CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA LOS
DIFERENTES TRATAMIENTOS REALIZADOS EN LA PASTA DE TOMATE

Cuadro B.1: Cálculo estadístico de los valores obtenidos de la luminosidad “L”

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W			TOTAL
		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
		(2.5)	(5)	(7.5)	(2.5)	(5)	(7.5)	(2.5)	(5)	(7.5)	
		L	L	L	L	L	L	L	L		
MUESTRA CASERA	1	69.3	67.6	67.9	68.2	67.8	69.3	68	68.6	69.6	616.3
	2	69.9	68.5	70.2	69.8	69.3	67.9	67.9	68.4	70.9	622.8
	3	68.8	68.6	70.5	67.8	68.1	69.7	68.8	68.4	70.5	621.2
	4	70	68.6	68.9	69.1	67.7	67.8	68.4	69.1	69.4	619
	5	68.6	68	68.9	69.2	68.7	67.7	67.3	67.1	70.5	616
		346.6	341.3	346.4	344.1	341.6	342.4	340.4	341.6	350.9	3095.3
MUESTRA COMERCIAL	1	69	70.4	70.8	72.3	70	71.6	71.8	72.5	71.4	639.8
	2	68.9	71.5	71.2	71.7	69.1	70.8	70.4	71.9	69	634.5
	3	73	70.7	70.6	72.9	71.6	70	69.5	70.4	69.4	638.1
	4	71.8	70.1	70.8	73.2	70.9	68.8	71.4	69.1	70.6	636.7
	5	71.1	71.1	70.1	70.6	70.8	69.5	69.6	70.8	72.3	635.9
		353.8	353.8	353.5	360.7	352.4	350.7	352.7	354.7	352.7	3185
TOTAL		700.4	695.1	699.9	704.8	694	693.1	693.1	696.3	703.6	6280.3

Cuadro B.2: Cálculo de la suma de cuadrados para los valores de “L”

VALOR DE INTERÉS	RESULTADO
FC	438246.312
SC TOTAL	187.058
SC TRAT	16.197
SC BLOQUE	89.401
SC BLO* TRAT	120.770
SC ERROR MUEST	66.288
SC ERROR EXPERM	15.172
SC A	438246.739
SC B	438252.862
SC A*B	266.921

Cuadro B.3: Cuadro ANVA Para La Luminosidad “L”

FUENTE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	16.197	2.025	10.676	3.18/5.35	**
BLOQUE	1	89.401	89.401	471.400	5.12/10.56	**
A	2	438246.739	219123.370	1155409.280	4.26/8.02	**
B	2	438252.862	219126.431	1155425.420	4.26/8.02	**
AB	4	266.921	66.730	351.860	3.63/6.42	**
ERROR DE MUESTRA	17	66.288	3.899	20.560	2.77/3.44	**
ERROR EXPERIMENTAL	80	15.172	0.190			
TOTAL	89	187.058				

CALCULO DEL ALST

$$ALST = AEST * SD$$

$$SD = \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

$$ALST = AEST * \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

Cuadro B.4: cálculo del ALST para la luminosidad “L”

ALS T	
N° TRAT	9
GLE	80
AES T	4.55
ALS T	AEST*SD
SD	0.138
ALST	0.627

Cuadro B.5: Prueba de Tukey Para “L”

Factor A POTENCIA	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS de los valores de L		Tukey al 0.05 %	
A1 (140)	B1 (2.5 min)	70.04	a		
	B2 (5 min)	69.51	a		
	B3 (7.5 min)	69.99	a	c	
A2 (210)	B1 (2.5 min)	70.48	a	b	
	B2 (5 min)	69.40		b	c
	B3 (7.5 min)	69.31		b	
A3 (280)	B1 (2.5 min)	69.31		b	
	B2 (5 min)	69.63	a	b	d
	B3 (7.5 min)	70.36	a	b	e

Cuadro B.6: Cálculo estadístico de los valores obtenidos de “a”

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W			TOTAL
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	
MUESTRA CASERA	1	40.1	43.4	43.6	42.2	43	39.9	42.3	41.7	40.3	376.5
	2	38.7	41.4	38.3	38.7	39.8	42.9	42.7	42.3	38.1	362.9
	3	41	41.1	37.8	43.3	42.4	39.8	40.7	41.6	38.3	366
	4	38.7	40.4	40.9	40.4	43.4	43.7	41.5	40.9	40	369.9
	5	42	42.4	40.9	40	41.6	44.2	43.7	45.3	38.6	378.7
		200.5	208.7	201.5	204.6	210.2	210.5	210.9	211.8	195.3	1854
MUESTRA COMERCIAL	1	30.4	38.3	38.3	32	39.2	36.8	35.4	32.9	34.2	317.5
	2	31.4	36	37.2	27.9	39.4	38.5	28.1	35.7	34.3	308.5
	3	27.5	37.8	38.3	27.5	35.8	39.8	30.9	38.7	35	311.3
	4	28.9	38.4	38.4	26.7	37	41.5	28.6	37.8	37.2	314.5
	5	29	36.5	38.1	29.9	38.1	40.1	32.6	37.4	34.7	316.4
		147.2	187	190.3	144	189.5	196.7	155.6	182.5	175.4	1568.2
TOTAL		347.7	395.7	391.8	348.6	399.7	407.2	366.5	394.3	370.7	3422.2

Cuadro B.7: Cálculo de las suma de cuadrados para los valores de “a”

VALOR DE INTERÉS	RESULTADO
FC	130127.300
SC TOTAL	1819.646
SC TRAT	401.560
SC BLOQUE	907.574
SC BLO* TRAT	1605.670
SC ERROR MUEST	213.976
SC ERROR EXPERM	296.536
SC A	130149.500
SC B	130747.900
SC A*B	2129.907

Cuadro B.8: Cuadro ANVA para la luminosidad "a"

FUENTE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	401.560	50.195	13.542	3.18/5.35	**
BLOQUE	1	907.574	907.574	244.847	5.12/10.56	**
A	2	130149.500	65074.760	17555.970	4.26/8.02	**
B	2	130747.900	65373.970	17636.690	4.26/8.02	**
AB	4	2129.907	532.477	143.652	3.63/6.42	**
ERROR DE MUESTRA	17	213.976	12.587	3.396	2.77/3.44	*
ERROR EXPERIMENTAL	80	296.536	3.707			
TOTAL	89	1819.646				

CALCULO DEL ALST

$$ALST = AEST * SD$$

$$SD = \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

$$ALST = AEST * \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

Cuadro B.9: cálculo del ALST para valor de “a”

ALS T	
N° TRAT	9
GLE	80
AES T	4.55
ALS T	AEST*SD
SD	0.609
ALST	2.770

Cuadro B.10: PRUEBA DE Tukey Para “a”

Factor A	Factor B	PROMEDIOS	Tukey al 0.05 %			
POTENCIA	TIEMPO	de los valores	de a			
A1 (140)	B1 (2.5 min)	34.77	a			
	B2 (5 min)	39.57		b		
	B3 (7.5 min)	39.18			c	
A2 (210)	B1 (2.5 min)	34.86	a	b		d
	B2 (5 min)	39.97		b	c	
	B3 (7.5 min)	40.72		b	c	
A3 (280)	B1 (2.5 min)	36.65	a		c	d
	B2 (5 min)	39.43		b	c	
	B3 (7.5 min)	37.07	a	b	c	d

Cuadro B.11: Cálculo estadístico de los valores obtenidos de “b”

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W			TOTAL
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	
		b	b	b	b	b	b	b	b	b	
MUESTRA CASERA	1	49.9	53.4	57.6	50.8	55.1	56.3	55	57.5	52.8	489.4
	2	50.7	52.2	57.4	51.8	54.6	54.7	54.6	57.3	53.5	488.8
	3	53.6	53.4	57.9	50.2	54.3	56.8	49	57.1	55.6	490.9
	4	50.4	52	57.1	53.1	53.4	55.5	51.6	58.1	51.6	486.8
	5	50.6	51.3	57.7	52.6	54.3	52.2	50.2	58.6	55.8	488.3
			255.2	262.3	287.7	258.5	271.7	275.5	260.4	288.6	269.3
MUESTRA COMERCIAL	1	48.2	41.6	48	43.8	37.5	43.3	40	46.2	41.4	391
	2	46.6	42.4	45.8	44.2	42	43.9	39.7	37.6	37.3	381.5
	3	45	40.6	47.1	41.8	41	47.3	39.4	38.7	43.3	387.2
	4	46.6	40.6	47.4	40.7	38.7	44.5	43.5	37.7	46.4	390.1
	5	44.4	41.5	47.9	47.1	39.4	41	37.3	40.2	42.8	386.6
			230.8	206.7	236.2	217.6	198.6	220	199.9	200.4	211.2
TOTAL		486	469	523.9	476.1	470.3	495.5	460.3	489	480.5	4350.6

Cuadro B.12: Cálculo de las suma de cuadrados para los valores de “b”

VALOR DE INTERÉS	RESULTADO
FC	210308.000
SC TOTAL	3667.836
SC TRAT	279.906
SC BLOQUE	2865.120
SC BLO* TRAT	3404.980
SC ERROR MUEST	262.856
SC ERROR EXPERM	259.954
SC A	210395.300
SC B	210556.200
SC A*B	8674.329

Cuadro B.13: Cuadro ANVA para los valores calculados DE "b"

FUENTE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	279.906	34.988	10.768	3.18/5.35	**
BLOQUE	1	2865.120	2865.120	881.733	5.12/10.56	**
A	2	210395.300	105197.600	32374.280	4.26/8.02	**
B	2	210556.200	105278.100	32399.040	4.26/8.02	**
AB	4	8674.329	2168.582	667.375	3.63/6.42	**
ERROR DE MUESTRA	17	262.856	15.462	4.758	2.77/3.44	**
ERROR EXPERIMENTAL	80	259.954	3.249			
TOTAL	89	3667.836				

CÁLCULO DEL ALST

$$ALST = AEST * SD$$

$$SD = \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

$$ALST = AEST * \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

Cuadro B.14: ALST para "b"

ALS T	
N° TRAT	9
GLE	80
AES T	4.55
ALS T	AEST*SD
SD	0.570
ALST	2.594

Cuadro B.15: Prueba de Tukey Para "b"

Factor A POTENCIA	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS	
		de los valores de b	Tukey al 0.05 %
A1 (140)	B1 (2.5 min)	48.60	a
	B2 (5 min)	46.90	a
	B3 (7.5 min)	52.30	b
A2 (210)	B1 (2.5 min)	47.61	a
	B2 (5 min)	47.03	a
	B3 (7.5 min)	49.55	a c
A3 (280)	B1 (2.5 min)	46.03	a d
	B2 (5 min)	48.90	a
	B3 (7.5 min)	48.05	a

Cuadro B.16: Cálculo estadístico de los valores obtenidos de °Brix

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W			TOTAL
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	
		Brix									
MUESTRA CASERA	1	31.1	29.2	37.7	32.1	33.2	43.4	37.6	36.7	57.8	338.8
	2	31.3	31.7	43.5	35.3	30.4	52.7	31.4	39.1	47.1	342.5
	3	31.3	36.3	34.9	31.3	40.9	46.3	30.5	40.7	41.9	334.1
	4	31.3	32.6	39.5	31.3	37.7	37.7	35.3	45.1	45.2	335.7
	5	32.3	31.3	36.7	35	33.1	50.4	33.3	36.3	45.9	334.3
		157.3	161.1	192.3	165	175.3	230.5	168.1	197.9	237.9	1685.4
MUESTRA COMERCIAL	1	27	27.9	30.2	29.1	30.2	32.5	32.5	33.6	39.8	282.8
	2	28.1	28	30.7	28.6	30.4	30.3	31.2	33.4	41.2	281.9
	3	28.2	26.5	26.6	29.4	30.4	34.6	30.6	32.1	40.2	278.6
	4	27.1	30.3	26.9	29.7	30.4	35.7	30.4	34.7	43.3	288.5
	5	27.6	28.9	30.4	29.4	27.9	34.7	31.6	35.1	41.2	286.8
		138	141.6	144.8	146.2	149.3	167.8	156.3	168.9	205.7	1418.6
TOTAL		295.3	302.7	337.1	311.2	324.6	398.3	324.4	366.8	430.4	3090.8

Cuadro B.17: Cálculo de las suma de cuadrados para los valores de °Brix

VALOR DE INTERES	RESULTADO
FC	107053.500
SC TOTAL	3525.029
SC TRAT	1934.273
SC BLOQUE	790.914
SC BLO* TRAT	2932.953
SC ERROR MUEST	592.076
SC ERROR EXPERM	207.766
SC A	108382.900
SC B	109269.900
SC A*B	881.626

Cuadro B.18: Cuadro ANVA para °Brix

FUENT VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	1934.273	241.784	93.099	3.18/5.35	**
BLOQUE	1	790.914	790.914	304.540	5.12/10.56	**
A	2	108382.900	54191.440	20866.310	4.26/8.02	**
B	2	109269.900	54634.930	21037.080	4.26/8.02	**
AB	4	881.626	220.406	84.867	3.63/6.42	**
ERRO DE MUESTRA	17	592.076	34.828	13.410	2.77/3.44	**
ERROR EXPERIMENTAL	80	207.766	2.597			
TOTAL	89	3525.029				

CALCULO DEL ALST

$$ALST = AEST * SD$$

$$SD = \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

$$ALST = AEST * \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

Cuadro B.19: Cálculo Del ALST para °Brix

ALS T	
N° TRAT	9
GLE	80
AES T	4.55
ALS T	AEST*SD
SD	0.510
ALST	2.319

Cuadro B.20: Prueba de Tukey para °Brix

Factor A POTENCIA	Factor B TIEMPO	PROMEDIOS				
		de los valores	Tukey al 0.05 %			
		de °Brix				
A1 (140)	B1 (2.5 min)	29.53	a			
	B2 (5 min)	30.27	a	b		
	B3 (7.5 min)	33.71		c		
A2 (210)	B1 (2.5 min)	31.12	a	b	d	
	B2 (5 min)	32.46		b	c	d
	B3 (7.5 min)	39.83				e
A3 (280)	B1 (2.5 min)	32.44		b		d
	B2 (5 min)	36.68			c	
	B3 (7.5 min)	43.04				f

Cuadro B.21: Cálculo estadístico de los valores obtenidos de % Acidez.

BLOQUES	Sub muestra	P1 140 w			P2 210 W			P3 280 W			TOTAL
		T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	T1 (2.5)	T2 (5)	T3 (7.5)	
		Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	Acidez	
MUESTRA CASERA	1	0.368	0.386	0.349	0.349	0.382	0.450	0.372	0.393	0.457	3.507
	2	0.333	0.365	0.379	0.362	0.386	0.467	0.327	0.423	0.419	3.461
	3	0.340	0.350	0.393	0.359	0.378	0.486	0.312	0.397	0.500	3.515
	4	0.337	0.368	0.395	0.333	0.379	0.525	0.346	0.368	0.513	3.565
	5	0.390	0.350	0.379	0.382	0.379	0.360	0.393	0.425	0.496	3.554
		1.768	1.819	1.895	1.785	1.903	2.288	1.751	2.008	2.386	17.601
MUESTRA COMERCIAL	1	0.620	0.618	0.557	0.532	0.482	0.673	0.572	0.589	0.808	5.452
	2	0.579	0.527	0.573	0.474	0.643	0.717	0.589	0.656	0.892	5.650
	3	0.557	0.633	0.545	0.545	0.522	0.662	0.567	0.680	0.900	5.611
	4	0.585	0.563	0.542	0.637	0.510	0.702	0.578	0.637	0.724	5.478
	5	0.584	0.543	0.598	0.558	0.587	0.709	0.577	0.696	0.808	5.659
		2.925	2.884	2.814	2.745	2.744	3.463	2.884	3.257	4.132	27.851
TOTAL		4.693045	4.693	4.703	4.709	4.531	4.647	5.751	4.635	5.265	6.518

Cuadro B.22: Cálculo de las suma de cuadrados para los valores de %Acidez

VALOR DE INTERÉS	RESULTADO
FC	22.954
SC TOTAL	1.696
SC TRAT	0.366
SC BLOQUE	1.167
SC BLO* TRAT	1.589
SC ERROR MUEST	0.107
SC ERROR EXPERM	0.056
SC A	23.137
SC B	23.307
SC A*B	3.318

Cuadro B.23: Cuadro ANVA para los valores de % Acidez

FUENTE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	0.366	0.046	65.683	3.18/5.35	**
BLOQUE	1	1.167	1.167	1676.309	5.12/10.56	**
A	2	23.137	11.569	16614.880	4.26/8.02	**
B	2	23.307	11.654	16736.780	4.26/8.02	**
AB	4	3.318	0.829	1191.287	3.63/6.42	**
ERROR DE MUESTRA	17	0.107	0.006	9.071	2.77/3.44	**
ERROR EXPERIMENTAL	80	0.056	0.001			
TOTAL	89	1.696				

CALCULO DEL ALST

$$ALST = AEST * SD$$

$$SD = \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

$$ALST = AEST * \sqrt{\frac{CME}{a.m}}$$

Cuadro B.24: Cálculo del ALST para % Acidez

ALS T	
N° TRAT	9
GLE	80
AES T	4.55
ALS T	AEST*SD
SD	0.008
ALST	0.038

Cuadro B.25: Prueba de Tukey para % Acidez

Factor A	Factor B	PROMEDIOS	Tukey al 0.05 %
POTENCIA	TIEMPO	de los valores	
		de Acidez	
A1 (140)	B1 (2.5 min)	0.469304	a
	B2 (5 min)	0.470297	a
	B3 (7.5 min)	0.470942	a
A2 (210)	B1 (2.5 min)	0.453075	a
	B2 (5 min)	0.464743	a
	B3 (7.5 min)	0.575075	b
A3 (280)	B1 (2.5 min)	0.463508	a
	B2 (5 min)	0.526505	c
	B3 (7.5 min)	0.651756	d

ANEXO C

FORMULAS ESTADÍSTICAS APLICADAS PARA EL CÁLCULO DE LOS VALORES
OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOMETIDOS A LA PASTA
DE TOMATE

$$\text{FACTOR DE CORRECCION} = FC = \frac{(Y \dots)^2}{b.t.m}$$

SUMA DE CUADRADOS (SC):

$$SC.TOTAL = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FC$$

$$SC.TRAT. = \frac{\sum Y_{ijk}^2}{b.m} - FC$$

$$SC.BLOQUE = \frac{\sum Y_{.k}^2}{t.m} - FC$$

$$SC.BLOQUE * TRAT. = \frac{\sum_i \sum_j Y_{.jk}^2}{m} - FC$$

$$SC.A = \frac{\sum Y_{i.}^2}{b.m} - FC$$

$$SC.B = \frac{\sum Y_{.j}^2}{a.m} - FC$$

$$SC.A * B = \frac{\sum Y_{ij.}^2}{m} - FC$$

$$SC.ERROR DEL MUESTREO = SC.TOTAL - SC.BLOQUE * TRAT.$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - FC - \left(\frac{\sum_i \sum_j Y_{.jk}^2}{m} - FC \right)$$

$$SC.ERROR EXPERIMENTAL = SC.BLOQUE * TRAT. - SC.TRAT. - SC.BLOQUE$$

$$\frac{\sum_i \sum_j Y_{.jk}^2}{m} - FC - \left(\frac{\sum Y_{ijk}^2}{b.m} - FC \right) - \left(\frac{\sum Y_{.k}^2}{t.m} - FC \right)$$

ANEXO D

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA PASTA DE TOMATE TRATADOS EN HORNOS MICROONDAS

1. DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES - MÉTODO DEL REFRACTÓMETRO:

1.1. PROPÓSITO

El sólido soluble representa el contenido de azúcar, ácidos y sales, expresados en grados Brix, un grado Brix es la densidad que tiene a 20°C, una solución de sacarosa al 1% y a esta concentración corresponde también un índice de refracción. Así pues el contenido de grados Brix es una de las mejores estimaciones de la concentración de azúcares en zumos y mostos, ya que esta representa más del 90% de la materia soluble en la mayoría de las frutas.

1.2. EQUIPOS Y MATERIALES.

- Refractómetro de 0-90%, marca LINK, modelo RHBO-90
- Espátula.

1.3. PROCEDIMIENTO

- Encendemos el equipo
- Calibrar el refractómetro con agua destilada.
- Colocamos una gota de muestra de pasta de tomate tratando de que quede esparcida en toda la superficie de lectura de medida del equipo.
- Proceder a la determinación automática de la lectura de grados Brix, hasta que el resultado de refleje en la pantalla del refractómetro.
- Tomar nota de la lectura final de los grados Brix, mostrada en la pantalla del equipo.

2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ (%)

2.1. PROPÓSITO

Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos, influyen en el sabor, color y estabilidad de los mismos, en alimentos el grado de acidez indica el contenido de ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumétrica), con un reactivo básico. El resultado se expresa como el porcentaje del ácido predominante de la muestra.

2.2. EQUIPOS Y MATERIALES.

- Matraz de Erlen Meyer de 100 ml
- Bureta graduada de 20 ml
- Soporte universal
- Pinza para soporte universal
- Balanza de precisión

2.3. REACTIVOS.

- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio 0.1N

2.4. PROCEDIMIENTO

- Armamos el equipo de titulación, el cual consiste una bureta, el matraz soporte universal y una pinza para sujetar la bureta.
- Colocamos el matraz en la balanza de precisión, dejamos que se estabilice el peso y tramamos.
- Pesamos 1 gramo de muestra de pasta de tomate, adicionamos 10 ml de agua destilada.
- Se adiciona tres gotas de fenolftaleína.
- Se titula (dejar caer gota a gota el agente titulante sobre el titulado hasta obtener un ligero vire a rosa)
- Se mide la cantidad de agente titulante gastado (volumen gastado de bureta) y se utiliza la normalidad de la sustancia.
- Se emplea entonces la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de acidez.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V.G.* N * P - eq}{W_m}$$

Donde:

- V. G.: Volumen gastado del agente titulante.
 - N: normalidad de la base.
 - P-eq: peso equivalente del acido predominante del tomate.
 - Wm: peso de la muestra a titular (pasta de tomate)
-
- Reemplazar los valores en la fórmula, el peso equivalente utilizado es del acido predomínate del tomate (ácido oxálico).
 - Registrar el resultado obtenido.

ANEXO E
IMÁGENES ADJUNTAS

ELABORACIÓN DE LA PASTA DE TOMATE



IMAGEN E.1



IMAGEN E.2

ENVASADO AL VACÍO DE LA PASTA DE TOMATE



IMAGEN E.3



IMAGEN E.4

PESADO DE LAS MUESTRAS PARA EL TRATAMIENTO

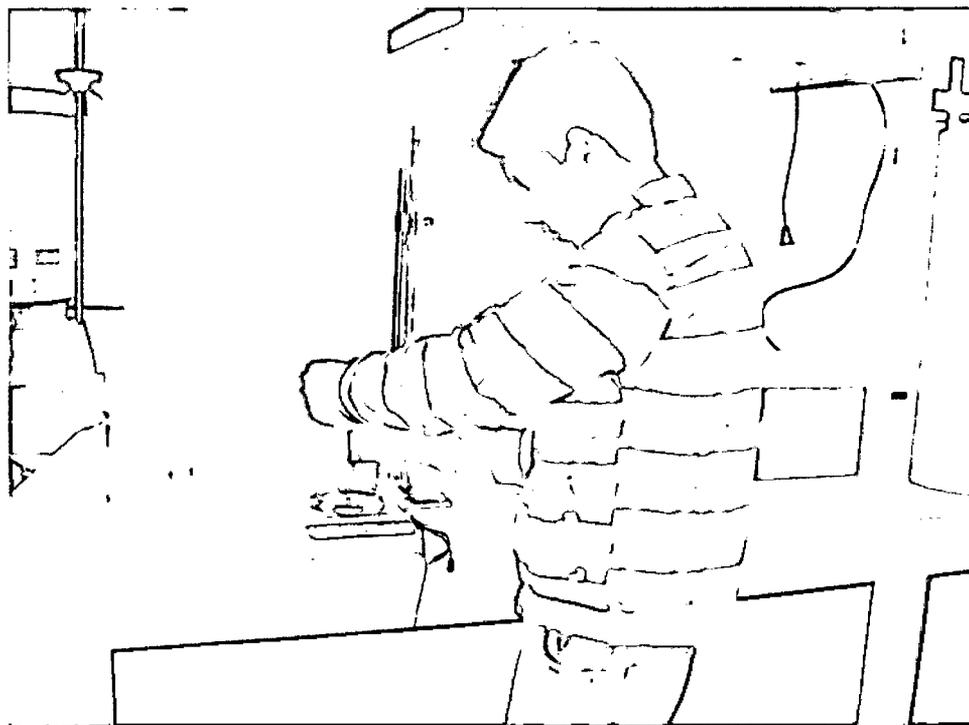


IMAGEN E.5

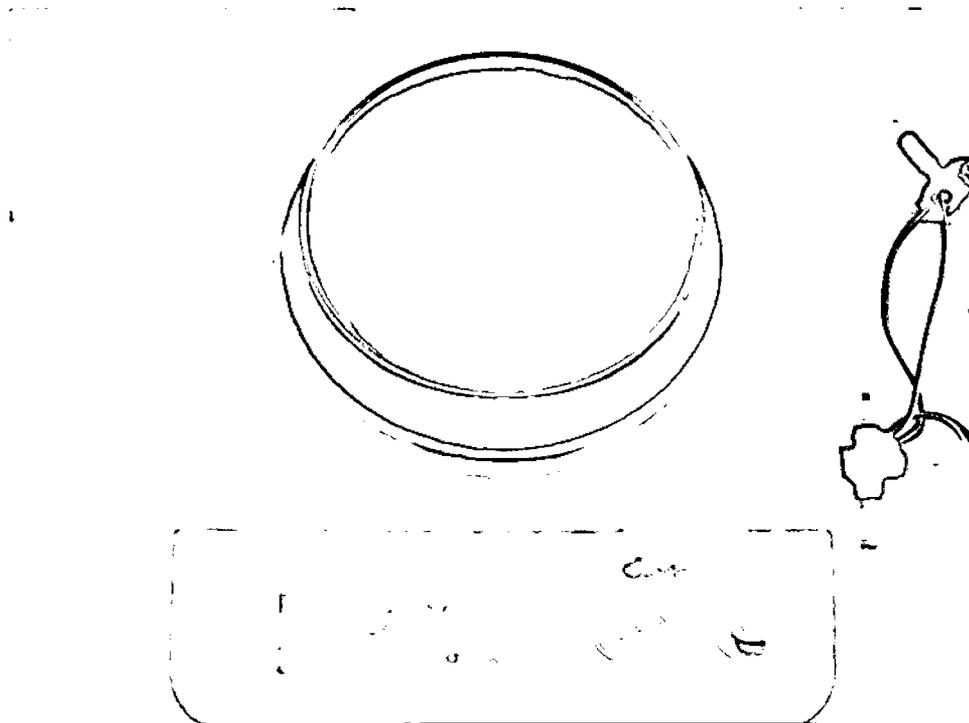


IMAGEN E.6

TRATAMIENTO EN MICROONDA

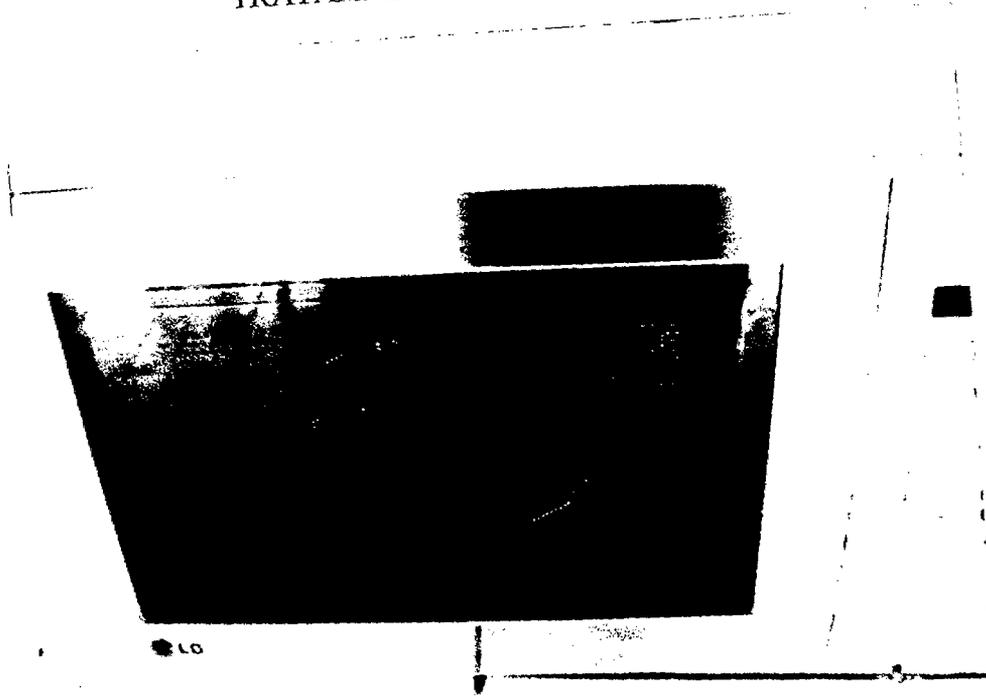


IMAGEN E.7

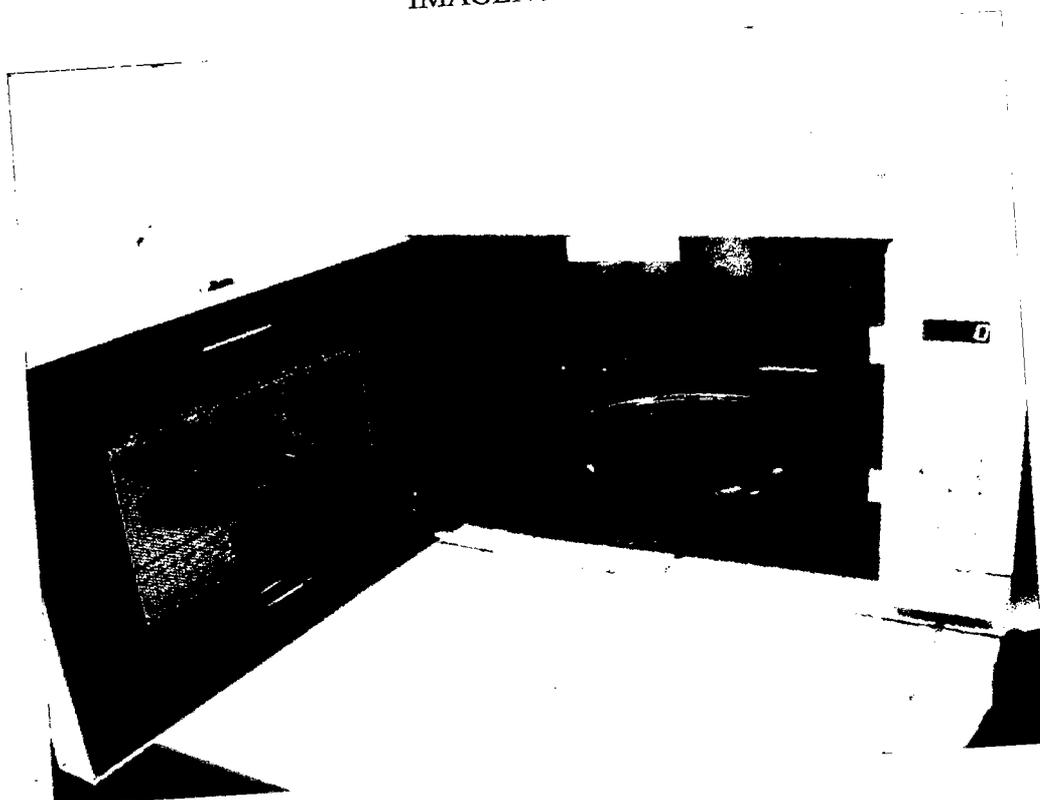


IMAGEN E.8

TOMA FOTOGRÁFICA DE LAS MUESTRAS

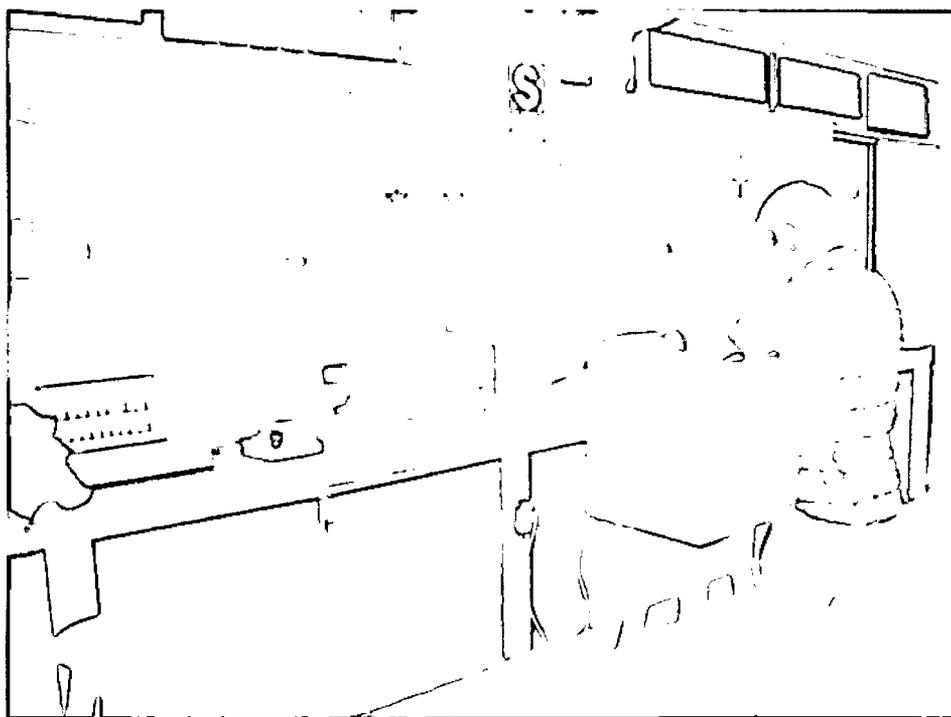


IMAGEN E.9



IMAGEN E.10

OBTENCIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES DE LOS TRATAMIENTOS



IMAGEN E.11



IMAGEN E.12

OBTENCIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE DE LOS TRATAMIENTOS



IMAGEN E. 13

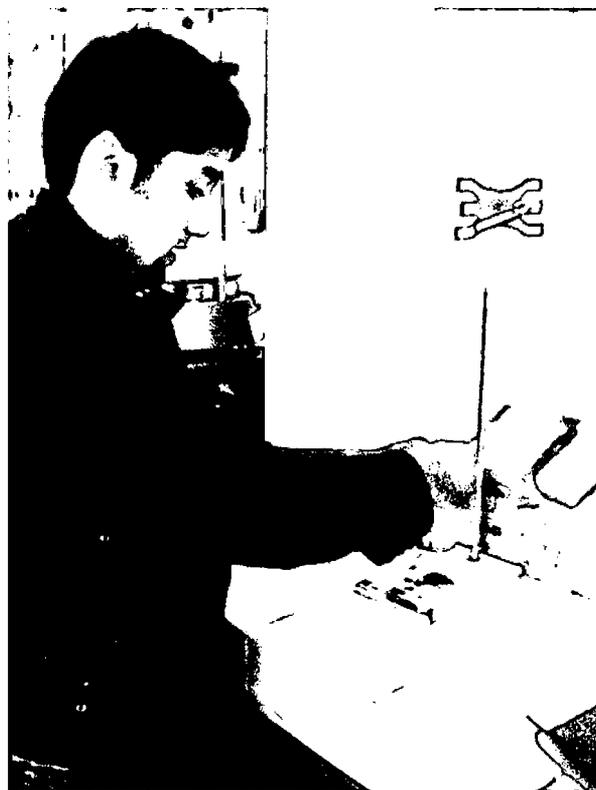


IMAGEN E.14

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

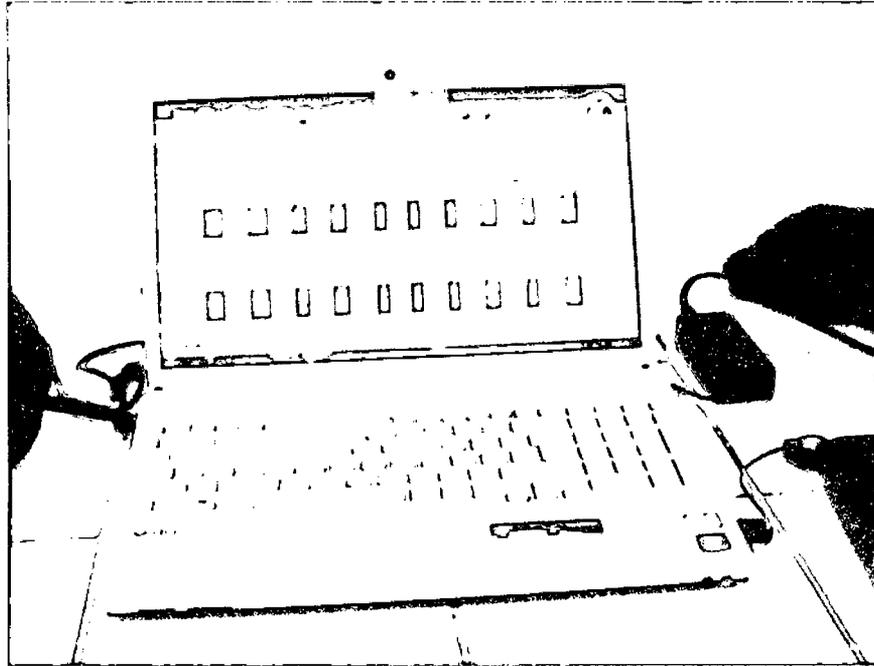


IMAGEN E.15

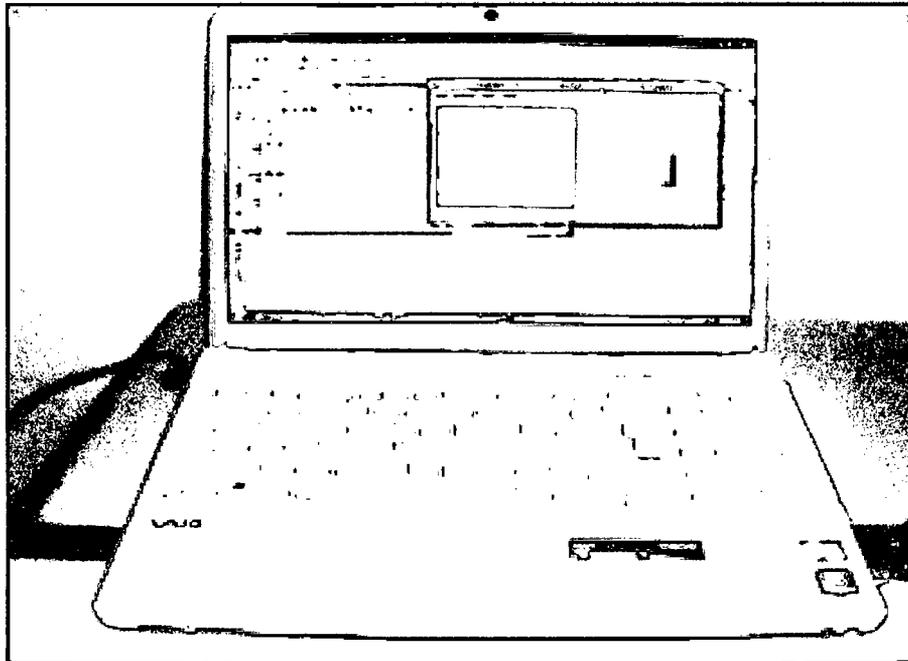


IMAGEN E.16