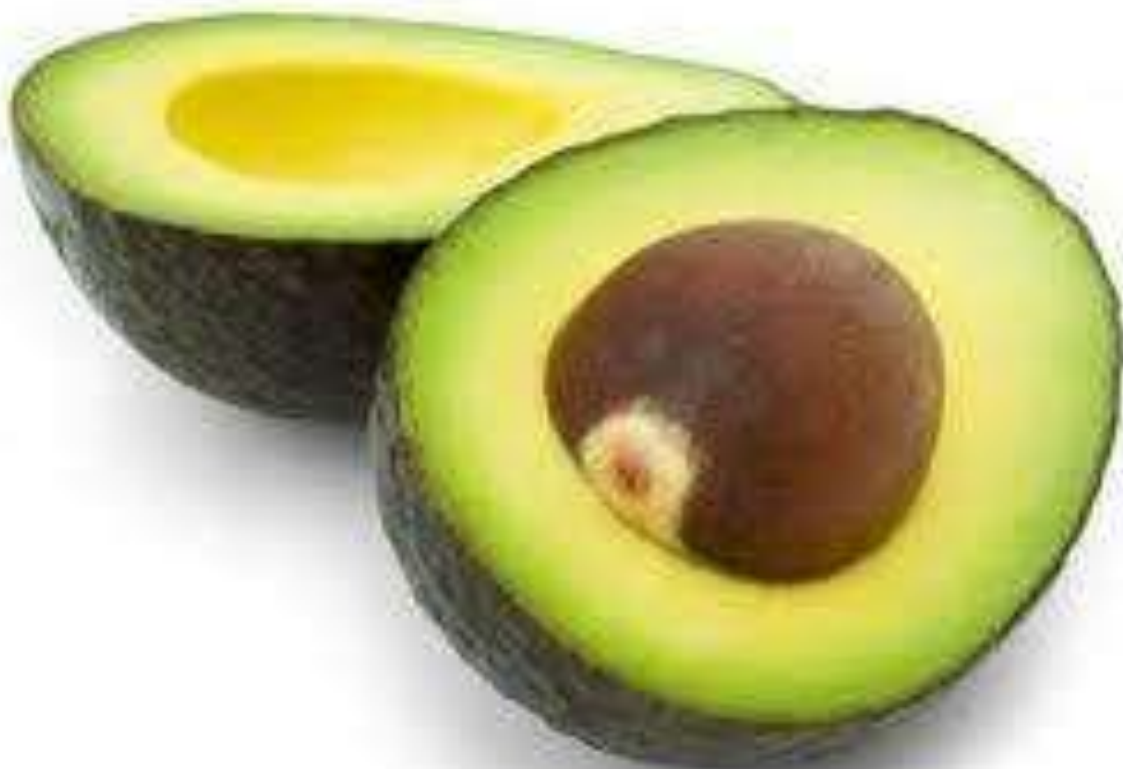




UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA
QUIMICA



OBTENCION DE AGUACATE DESHIDRATADO UTILIZANDO CALENTAMIENTO SOLAR (Tesis)



PRESENTA: PERLA YANET PIEDRA NAJERA

Para obtener el título de:
LICENCIADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

DIRECTOR DE TESIS: M.C DOMINGO ACUÑA PARDO Maestro en Ciencias

Morelia.Michoacan, diciembre del 2015

Presentada por:

PERLA YANET PIEDRA NAJERA

Para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA QUÍMICA



**OBTENCION DE AGUACATE DESHIDRATADO UTILIZANDO
CALENTAMIENTO SOLAR**

Presentada por:

PERLA YANET PIEDRA NAJERA

Para obtener el título de:
LICENCIADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

MORELIA. MICHOACÁN.



**OBTENCION DE AGUACATE DESHIDRATADO UTILIZANDO
CALENTAMIENTO SOLAR**

Presentada por:

PERLA YANET PIEDRA NAJERA

Para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

Tesis dirigida por: **M.C.DOMINGO ACUÑA PARDO**

Miembros del tribunal:

Presidente: **M.C.DOMINGO ACUÑA PARDO**

Vocal: **M.C.GABRIEL MARTINEZ HERRERA**

Vocal: **DR.MARCO ANTONIO MARTINEZ CINCO**

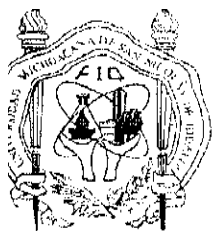
Suplente: **DR.JOSE APOLINAR CORTES**

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

MORELIA. MICHOACÁN





FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROGRAMA ACREDITADO

Número de oficio. 132/2012/2013.

P.I.Q. PERLA YANET PIEDRA NAJERA
PRESENTE

En contestación a su atenta solicitud de fecha de 28 de septiembre de 2012 me permito comunicarle a Usted, que se aprueba el tema de Tesis propuesto para presentar Examen Recepcional en la Carrera de Ingeniero Químico.

El tema aprobado: "Obtención de Aguacate Deshidratado Utilizando Energía Solar" el cual se desarrollará bajo el siguiente índice:

- RESUMEN
- I.- INTRODUCCIÓN (JUSTIFICACIÓN, OBJETIVO (S) E HIPÓTESIS)
 - II.- GENERALIDADES O MARCO TEÓRICO
 - III.- DESARROLLO DEL TRABAJO (METODOLOGÍA)
 - IV.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS.

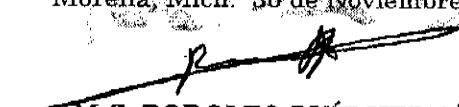
Para tales efectos fungirá como asesor de su Tesis el Profesor M.C. José Domingo Acuña Pardo de la Facultad de Ingeniería Química. La mesa de jurado para revisión y realización de este trabajo estará integrada por:

M.C. JOSÉ DOMINGO ACUÑA PARDO
M.C. MARTÍNEZ HERRERA GABRIEL
DR. MARTÍNEZ CINCO MARCO ANTONIO
DR. CORTES JOSÉ APOLINAR

PRESIDENTE	88001709
VOCAL	83030689
VOCAL	02001403
SUPLENTE	82033374

ATENTAMENTE

Morelia, Mich. 30 de Noviembre de 2012.


M.C. RODOLFO RUÍZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA QUÍMICA

U.M.S.N.H.



FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis no es solo un requisito para la obtención de un grado, si no es el esfuerzo y la dedicación de muchas personas que me apoyaron en el transcurso de mi vida y que me enseñaron a ser la persona que ahora soy, que sin su ayuda, apoyo, ya sea económico, moral y personal; no podría realizar lo que dentro de este trabajo estoy plasmando. Personas que dejan y dejaron huellas en mi persona y en mi vida, no tan solo en el ámbito académico sino también en lo personal...

Primero que nada esta tesis, la dedico a mis padres, hermano y familia en general. Pero principalmente a mi Madre que con su apoyo, aliento y consejos me hace querer ser mejor persona cada día, por haber creído en mí siempre. Agradezco cada gota de sudor que derramo para darnos lo mejor a mí y a mi hermano. Gracias por darme la vida y por conocer aún ser tan hermoso te estaré agradecida eternamente, madre te amo.

Fernando te agradezco por estar cada día a mi lado, por tu apoyo incondicional económico y moral, por inspirarme y llenarme de ánimo cada día para alcanzar mis metas y objetivos. A mi padre por hacerme una persona más fuerte cada día por su apoyo incondicional

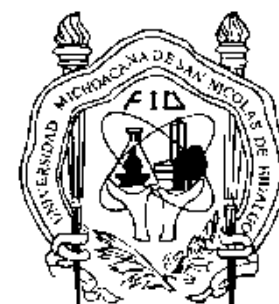
A mi asesor, el M.C. José Domingo Acuña Pardo por haberme recibido y me haya dado la oportunidad de trabajar con él en este proyecto, el cual ha sido un privilegio y le estaré siempre agradecida, por motivarme y exigirme cada día para dar más de mí. Gracias por cada aprendizaje que me dio durante el transcurso de la carrera, dejará huella en mí, como ser humano. Por compartir sus conocimientos y vivencias, pero sobre todo por permitirme conocerlo no tan solo como profesor y asesor si no como ser humano y amigo.

A julio Vargas Medina y a la empresa BIORenaces, por su valioso apoyo, ya que con sin él este proyecto no se hubiera llevado a cabo.

Agradezco especialmente a la M.C. Laura García Salinas y a la Dra. Maricela Villicaña Méndez por su apoyo incondicional por haberme impulsado cada día y por haberme apoyado tanto, gracias por su confianza y su amistad.

Por último, a mis sinodales el M.C. Gabriel Martínez Herrera, Dr. Marco Antonio Martínez Cinco y al Dr. José Apolinar Cortés. Por brindarme sus conocimientos a lo largo de la carrera y por la oportunidad de conocerlos como profesores y amigos.

Gracias.



Esta tesis forma parte de la división del proyecto:

Transferencia de Tecnología para la obtención de aceite de aguacate y sus derivados, proyecto aprobado por la COFUPRO y con apoyos adicionales de la FESE y de la Secretaría de Economía Federal, donde los beneficiarios directos, son La Junta Local de Sanidad Vegetal de Nuevo Parangaricutiro, la empresa BIORenaces S.C, así mismo esta tesis ha sido apoyada por La Coordinación de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la misma la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Secretaría de Economía Federal.



INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
RESUMEN	XVII
ABSTRAC.....	XIX
I.-INTRODUCCION	1
I.I.-JUSTIFICACION.....	27
I.II.-HIPOTESIS	28
I.III.-OBJETIVOS.....	28
II.-GENERALIDADES	29
II.I.-PRODUCCION DE AGUACATE EN MEXICO	36
II.II.-REGULACION DE AGUACATE EN MEXICO	39
II.III.-DESCRIPCION DEL PROCESO PROPUESTO.....	43
III.-DESARROLLO DEL TRABAJO(METODOLOGIA)	45
III.I.-ANALISIS DE ANTIOXIDANTES	61
III.II.-ANALISIS Y SELECCIÓN DE VARIABLES.....	72
III.III.-ANALISIS DE VARIABLES.....	74
III.IV.-ASIGNACION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	79
III.VI.-REALIZACION DE LAS CORRIDAS EXPERIMENTALES	79
IV.-ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	100
IV.I.-ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA DETERMINAR QUÉ FACTORES AFECTAN A LA VARIABILIDAD Y QUE FACTORES AFECTAN A LA MEDIA.....	104
IV.II.-CORRIDAS DE COMPROBACIÓN.....	124
IV.III.-OPTIMIZACIÓN UTILIZANDO SUPERFICIE DE RESPUESTA.....	140
IV.IV.-ANÁLISIS ECONÓMICO	147
V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	149
V.I.-NOMENCLATURA.	151
V.II.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
V.III.-ANEXOS.....	158

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.-COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL AGUACATE POR CADA 100 GR DE PULPA (VARIEDAD HASS	23
TABLA 2.- PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO. (FUENTE: ELABORADO POR LA DGIB DE LA SECRETARIA DE ECONOMÍA CON DATOS DE LA FAOSTAT)	34
TABLA 3.-PRINCIPALES PRODUCTORES	37
TABLA 4.-DISTRIBUCION MUNICIPAL DE LA SUPERFICIE CON AGUACATES EN MICHOACÁN (FUENTE: SAGARPA, 2005	38
TABLA 5.- GRADOS DE BARRERA PARA MATERIAL DE EMPAQUE	58
TABLA 6.-TABLA DE ANTIOXIDANTES- FUENTE: MUNDO ALIMENTARIO PAG:25,INFO@MUNDOALIMENTARIO.COM MAYO/JUNIO 2009	65
TABLA 7 .- PRINCIPALES SECTORES Y USOS DEL ÁCIDO CÍTRICO.....	68
TABLA 8 -. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁCIDO CÍTRICO	69
TABLA 9.-TABLA DE INTERACCIÓN PARA ARREGLO L8 (2**7).....	79
TABLA10.- MATRIZ DE EXPERIMENTOS PARA EL ARREGLO ORTOGONAL	80
TABLA11.- FACTORES DE CONTROL Y LÍMITES PARA LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE.....	80
TABLA 12 .- INTERACCIÓN PARA ARREGLO L8 (2**7)	82
TABLA 13.- ASIGNACIÓN DE LA MATRIZ DE EXPERIMENTOS.....	83
TABLA 14 .-FACTORES PARA EL CONTROL Y LIMITES DE LA DESHIDRATACION	83
TABLA 15 .- RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA PRIMERA CORRIDA EXPERIMENTAL	91
TABLA 16 .-RESULTADOS DEL ARREGLO ORTOGONAL DE LA PRIMERA FASE EXPERIMENTOS	91
TABLA 17.- RESULTADOS DE LA TABLA ANOVA PARA LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE.....	92
TABLA 18.- FACTORES Y LÍMITES DE LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE SEGUNDA ETAPA A 50°C	99
TABLA 19.-FACTORES Y LÍMITES DE LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE SEGUNDA ETAPA A 60 ° C.....	99

TABLA 20.-RESULTADOS DE LA SEGUNDA CORRIDA EXPERIMENTAL UTILIZANDO TEMPERATURAS DE 50-60°C.....	100
TABLA 21.-TABLA DE RESULTADOS DE LAS INTERACCIONES DEL % DE HUMEDAD RETIRADA (Y) DE DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE	100
TABLA 22.-RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL % DE HUMEDAD RETIRADA POR EL DESHIDRATADOR SOLAR Y PORCENTAJES (Ω).	101
TABLA 23.- ASIGNACIÓN DE VALORES PARA LAS INTERACCIONES DE LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE.....	101
TABLA 24.- RESULTADOS DE LA DESCOMPOSICIÓN POLINOMIAL A DOS NIVELES	101
TABLA 25.- RESULTADOS PARA LA TABLA ANOVA	103
TABLA 26.- VALORES CORRESPONDIENTES AL PROMEDIO DE NIVEL EN EL QUE SE TRABAJA (TIEMPO 4 HORAS Y ESPESOR DE REBANADA 1MM	103
TABLA 27.- VALORES FINALES CORRESPONDIENTES AL PROMEDIO DE NIVEL EN EL QUE SE TRABAJA (TEMPERATURA: 60°C ,TIEMPO: 4 HORAS Y ESPESOR DE REBANADA: 1MM).	104
TABLA 28.-VALORES Y PUNTUACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL	106
TABLA 29.-FORMATO DE RELLENO PARA ANÁLISIS SENSITIVO	106
TABLA 30.-GRADO DE ACEPTACIÓN Y PUNTUACIÓN DE LA PRUEBA SENSITIVA	107
TABLA 31.-VALORES CORRESPONDIENTES A LA MUESTRA PROCESADA EXOCARPIO (PULPA).	121
TABLA 32.-VALORES CORRESPONDIENTES A LA MUESTRA PROCESADA MESOCARPIO (PULPA)	121
TABLA 33.-RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL	123
TABLA 34.-RESULTADOS DE LA TERCERA CORRIDA EXPERIMENTAL UTILIZANDO TEMPERATURAS DE 60-70°C.....	126
TABLA 35.-TABLA DE RESULTADOS DE LAS INTERACCIONES DEL % DE HUMEDAD RETIRADA (Y) DE DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE 60-70 °C	127
TABLA 36.-RESULTADOS DEL ARREGLO ORTOGONAL DE LA TERCERA FASE EXPERIMENTAL.....	127
TABLA 37.- ASIGNACIÓN DE VALORES PARA LAS INTERACCIONES DE LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE 60-70°C.....	128

TABLA 38.- RESULTADOS DE LA DESCOMPOSICIÓN POLINOMIAL A DOS NIVELES 60-70°C.....	128
TABLA 39.- RESULTADOS PARA LA TABLA ANOVA	128
TABLA 40.- VALORES CORRESPONDIENTES AL PROMEDIO DE NIVEL EN EL QUE SE TRABAJA (TIEMPO 5 HORAS Y ESPESOR DE REBANADA 2MM. ...	129
TABLA 41.- RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA 1.	131
TABLA 42.- RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA 3.	133
TABLA 43.- RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA 5.	135
TABLA 44.- RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA 6.	137
TABLA 45.- RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.	139
TABLA 46 .ARREGLO DE LOS DATOS EXPERIMENTALES UTILIZANDO MAXIMIZACIÓN.....	140
TABLA 47.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN DE LAS REBANADAS DE AGUACATE.	6

INDICE FIGURAS

FIGURA 1.-FRUTO DE AGUACATE (FLOR, FRUTA Y SEMILLA).....	2
FIGURA 2.-PLANTACION DE AGUACATES.	3
FIGURA 3.- FLOR DE AGUACATE.	3
FIGURA 4.-FRUTO DE AGUACATE MODIFICADO DE CUMMINGS Y SCHROEDER (1942).	4
FIGURA 5.- PISTILO DE AGUACATE MODIFICADO DE TOMER ET AL. (1976).....	5
FIGURA 6.- SECCIÓN A TRAVÉS DE UNA CÁSCARA DE AGUACATE MOSTRANDO EL ORIGEN Y EXTENSIÓN DE LA FORMACIÓN CORCHOSA QUE ESTÁ POR ABAJO DE LA EPIDERMIS. EP = EPIDERMIS; CO = CORCHO; CC = FELÓGENO; PP = PARÉNQUIMA DEL PERICARPIO; ES = ESCLEREIDAS (SCHROEDER, 1950).....	6
FIGURA 7.- CORTE TRANSVERSAL DE AGUACATE MOSTRANDO EN SU INTERIOR SU SEMILLA Y AGUACATE DE FORMA ENTERA.	7
FIGURA 8.- PLANTACIÓN DE ÁRBOLES AGUACATEROS.....	8
FIGURA 9.-SUPERFICIE TERRITORIAL DE PLANTACIONES DE AGUACATE EN EL ESTADO DE MICHOACÁN. ¹ (CARTOGRAFÍA AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DEL AGUACATE EN MICHOACÁN).....	9
FIGURA 10.-INJERTO Y RECORTE DE RAMAS DE ÁRBOL DE AGUACATE.	11
FIGURA 11.- MADURACIÓN DEL FRUTO DE AGUACATE.	11
FIGURA 12.-CORTE DE AGUACATES EN RAMAS POR DEBAJO DEL TALLO.....	12
FIGURA 13.-VERIFICACION DEL CRECIMIENTO DE AGUACATES EN PLANTACIÓN.....	12
FIGURA 14.-SELECCIÓN DE AGUACATES PARA CANALES DE DISTRIBUCIÓN MUNDIAL.	13
FIGURA 15.-ALMACENAMIENTO DE AGUACATES EN CAJAS, PARA POSTERIOR TRANSPORTACIÓN.	14
FIGURA 16.-ATAQUE DEL HONGO SPHACELOMA PERSEAE A FRUTO DE AGUACATE	16
FIGURA 17.-GUACAMOLE MEXICANO PRESENTADO EN UNA PIEDRA DE MOLCAJETE ARTESANAL.	17
FIGURA 18.- HELADO DE AGUACATE ARTESANAL.	18

FIGURA 19.-DIVERSIFICACION DE LOS DERIVADOS DE AGUACATE, CREMAS, BATIDOS, ACEITÉ LOCIONES, ETC.....	19
FIGURA 20.-SEGUIMIENTO DE MAPA DE RUTA DEL AGUACATE (FUENTE: ELABORADO POR LA DGIB DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA)	20
FIGURA 21.- PRINCIPALES EMPRESAS EN LA RAMA DE COSMÉTICOS EN EL MUNDO. FUENTE: CANIPEC.....	21
FIGURA 22.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ACEITE DE AGUACATE.....	22
FIGURA 23.-COMPOSICIÓN PORCENTUAL PROMEDIO DEL AGUACATE.	23
FIGURA 24.-FRUTO Y SEMILLA DE AGUACATE	24
FIGURA 25.-FLUJO DE COMERCIO MUNDIAL DEL AGUACATE 2010 (FUENTE: ELABORADO POR LA DGIB DE LA SECRETARIA DE ECONOMÍA CON DATOS DE UN COMTRADE	30
FIGURA 26.-MAPA DE PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO	34
FIGURA 27.-MAPA DEL ESTADO DE MICHOACAN.....	35
FIGURA 28.-DESHIDRATADOR SOLAR MIXTO	38
FIGURA 29.-DIAGRAMA DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL AGUACATE	43
FIGURA 30.- DIAGRAMA DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE PARA ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
FIGURA 31.-CORTE DE AGUACATE PARA PROCESO DE MUESTRA	45
FIGURA 32.- TOMA DE MUESTRA DEL PH DE LA SOLUCIÓN DE LAVADO.....	46
FIGURA33.-LAVADO DE LAS MUESTRAS	47
FIGURA 34.- DESINFECCIÓN DE LAS MUESTRAS UTILIZANDO HIPOCLORITO DE SODIO	48
FIGURA 35.-SECADO DE LAS MUESTRAS	48
FIGURA 36.-LAVADO Y DESINFECCIÓN DE CHAROLAS CONTENEDORAS	48
FIGURA 37.- CORTADO DE AGUACATE Y PELADO	49
FIGURA 38.- PESADO DE LA MUESTRA ANTES DE DESHIDRATAR EN HORNO	50
FIGURA 39.-PESADO DE LAS REBANADAS DE AGUACATE UNA VEZ SALIDAS DEL HORNO DE MICROONDAS	51
FIGURA 40.-TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DE HUESO	51

FIGURA 41.-TÉCNICA DE PELADO DE AGUACATE	52
FIGURA 42.-REBANADORES TIPOS PLANO CON AJUSTE DE REBANADO.....	52
FIGURA 43.-BALANZA DE CANASTA CON PLATO.....	53
FIGURA 44.-BALANZA ANALÍTICA CON RANGO HASTA 0.1 GRS.....	53
FIGURA 45.-PARTE LATERAL DE DESHIDRATADOR DE 15 KG	53
FIGURA 46.-CONTROL Y SENSOR DE TEMPERATURA, EL CUAL REGULA Y MUESTRA LA TEMPERATURA EN EL INTERIOR DEL DESHIDRATADOR	54
FIGURA 47.-COLOCACIÓN DE LAS CHAROLAS CONTENEDORAS EN EL INTERIOR DEL DESHIDRATADOR.....	55
FIGURA 48.-EMPAQUETADO DE LAS REBANADAS DE AGUACATE DESHIDRATADAS	57
FIGURA 49 .-REPRESENTACIÓN DEL GRUPO FENOL.....	57
FIGURA 50 .-ETAPAS DEL PROCESO DE PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO.....	72
FIGURA 51 .-DIAGRAMA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	73
FIGURA 52.-DIAGRAMA CAUSAS DE VARIABILIDAD DEL PRODUCTO: REBANADAS DE AGUACATE DESHIDRATADO	74
FIGURA 53 .- VISTA LATERAL Y FRONTAL DEL DESHIDRATADOR DE 3KG	84
FIGURA 54 .- PARTE INTERIOR TRASERA DEL DESHIDRATADOR DE 3KG	85
FIGURA 55.- PARTE EXTERIOR TRASERA DEL DESHIDRATADOR DE 3KG	86
FIGURA 56 .- DIMENSIONES DEL DESHIDRATADOR DE 3KG PARTE LATERAL.....	86
FIGURA 57 .- DIMENSIONES DEL DESHIDRATADOR DE 3KG PARTE FRONTAL DELANTERA	87
FIGURA 58.-DIMENSIONES DEL DESHIDRATADOR DE 3KG PARTE FRONTAL TRASERA	87
FIGURA 59 .- DIMENSIONES DEL DESHIDRATADOR DE 3KG AL INTERIOR.....	89
FIGURA 60 .- DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA DESHIDRATACIÓN DE AGUACATE TIPO HASS.....	90
FIGURA 61.-PROCESO DE DESHIDRATACION PARA LA PRIMERA FASE EXPERIMENTAL-87	93
FIGURA 62.- INTERIOR DEL DESHIDRATADOR SOLAR MIXTO DE 15 KG.....	95

FIGURA 63.-PARTE FRONTAL DEL DESHIDRATADOR SIN COLECTOR SOLAR. (TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS DE LA EMPRESA BIORENACES)	96
FIGURA 64 .-PARTE LATERAL DEL DESHIDRATADOR 15 KG CON COLECTOR SOLAR.....	97
FIGURA 65 .- INTERIOR DEL DESHIDRATADOR DE 15 KG.....	124
FIGURA 67.- DISEÑO ESTADÍSTICO EN MINITAP PARA LOS VALORES DE t , T y Y	142

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1.- DISTRIBUCIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN EL MUNDO (FUENTE: DGIB CON DATOS DE FAOSTAT	32
GRAFICA 2.- GRAFICA DE IMPORTADORES DE AGUACATE EN EL MUNDO (FUENTE: DGIB CON DATOS DE COMTRADE)	33
GRAFICA 3.- PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO 2010 (FUENTE: SAGARPA,SIAP).....	36
GRAFICA 4.-MICOACAN COMO LÍDER EN PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO. (FUENTE: DGIB CON DATOS DE LA SIAP).....	37
GRAFICAS 5 .EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #1 A CUATRO SEMANAS.....	108
GRAFICA 6.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #5 A CUATRO SEMANAS.....	109
GRAFICAS 7.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #8 A CUATRO SEMANAS (SABOR).....	110
GRAFICAS 8.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #1 A CUATRO SEMANAS (OLOR)	111
GRAFICAS 9.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #5 A CUATRO SEMANAS (OLOR).	112
GRAFICAS 10.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #8 A CUATRO SEMANAS (OLOR)	113
GRAFICAS 11.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #1 A CUATRO SEMANAS (COLOR).....	114
GRAFICAS 12 .- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #5 A CUATRO SEMANAS (COLOR).....	115
GRAFICAS 13.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #8 A CUATRO SEMANAS (COLOR).....	116
GRAFICAS 14. - EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #1 A CUATRO SEMANAS (TEXTURA).....	117
GRAFICAS 15.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #5 A CUATRO SEMANAS (TEXTURA).....	118
GRAFICAS 16.- EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DE LA MUESTRA #8 A CUATRO SEMANAS (TEXTURA).....	119

GRAFICA 17 .- PESO DE REBANADAS DE AGUACATE CON RESPECTO AL TIEMPO DE DESHIDRATACIÓN	126
GRAFICA18 .- Y (% DE HUMEDAD) CON RESPECTO AL TIEMPO Y TEMPERATURA.....	145
GRAFICA 19 .- OPTIMIZACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RESPUESTA A UNA TEMPERATURA DE 50°C.....	146
GRAFICA 20 .- OPTIMIZACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RESPUESTA A UNA TEMPERATURA DE 70°C.....	146



RESUMEN

La palabra aguacate viene del náhuatl *ahuacátl*, lo que también es un eufemismo de los testículos. Los españoles hicieron el préstamo léxico de *ahuacátl*, creando los nahuatlismos aguacata y avocado, esta última una palabra ya conocida, que designaba antiguamente a los abogados. En portugués se conoce como abacate, en alemán se conoció como "fruta de mantequilla". La palabra guacamole proviene del náhuatl *ahuacamolli*, que traducido significa salsa de aguacate. También es conocida como aguaco , ahuaca , palta o avocado.

El proceso de deshidratación es una alternativa para el aprovechamiento de tecnologías sustentables, económicas, considerando fuentes renovables de energía siendo esta una alternativa muy rentable.

El objetivo del presente trabajo es obtener un deshidratado de aguacate como fuente de alimento. Para ello primeramente se procedió a la selección de las muestras que sean aptas para consumo humano, verificando que las muestras estén libres de bacterias y hongos para que no afecten los resultados posteriores a la investigación. Los aguacates contienen una enzima llamada polifenol oxidasa. Cuando la pulpa del aguacate se expone al aire, la enzima se oxida. Esta enzima genera pardeamiento en muchas frutas y verduras. La enzima transforma las cadenas químicas formadas con un anillo de benceno con un sustituyente hidroxilo, llamado monofenoles, en anillos de benceno con dos sustituyentes hidroxilo, llamado o-difenoles. Cuando se añade oxígeno, se produce otra cadena química llamado o-quinonas, y en este proceso se generan pigmentos negros, marrones o de color rojo aparecen sobre la superficie de las muestras. Son estos pigmentos que crean el pardeamiento.

Para reducir la actividad enzimática del aguacate, se procedió a deshidratar rebanadas de aguacate dentro de un deshidratador mixto con control de temperatura, así mismos se procedió a la adición de un inhibidor de pardeamiento enzimático y se determinó que el ácido cítrico es el más útil, viable y económico para reducir el oscurecimiento en las muestras de aguacate. Ya que este reduce en un 85% la actividad enzimática.

Además de que las Pruebas llevadas por el proyecto de Transferencia de Tecnología para la obtención de aceite de aguacate y sus derivados a cargo del M.C. José Domingo Acuña Pardo y colaboradores, demostró que se puede trabajar en un rango de temperatura que van desde los 10°C-100°C, para obtener el aceite, han dado como resultado que los aceites que se encuentran en el interior del aguacate, no se degradan en un rango de 10 – 80°C y conservan sus propiedades.

Palabras clave: Palta, Aguacate, deshidratación, pardeamiento enzimático, polifenol oxidasa.



ABSTRAC

The word avocado comes from the náhuatl ahucátl, which also is an euphemism of the testicles. The Spanish did the lexical lending of ahucátl, creating the nahuatlismos aguacata and avocado, the latter already known word, which was designating former the attorneys. In Portuguese it is known like abacate, in German it was known as "fruit of butter ". The word guacamole comes from the nahuatl ahucamolli, which translated means sauce of avocado. Also it is known like aguaco , ahucaca, avocado or avocado.

The process of dehydration is an alternative for the utilization of sustainable, economic technologies, considering renewable sources of energy being this very profitable alternative.

The aim of the present work is to obtain the dehydrated one of avocado as food source. For it primeramente one proceeded to the selection of the samples that are suitable for human consumption, checking that the samples are free bacteria and fungi in order that they do not affect the results later to the investigation. The avocados contain one enzyme called Polyphenol oxidase. When the flesh of the avocado is exposed to the air, the enzyme it oxidizes. This enzyme generates enzymatic browning. In many fruits and vegetables. The enzyme transforms the chemical chains formed with a ring of benzene with a hydroxyl substituen called monophenols, in rings of benzene with two hydroxyl substituen, called or - diphenols. When oxygen is added, another chemical chain takes place called or - quinones, and in the process black, brown or red pigments appear on the surface of the samples are generated . It is these pigments that create the browning.

To reduce the enzymatical activity of the avocado, one proceeded to dehydrate slices of avocado inside a mixed deshidratador with control of temperature, this way same one proceeded to the addition of an inhibitor enzymatic browning and found that citric acid is the most useful , viable and economical to reduce darkening in avocado samples . Since this reduces by 85% the enzyme activity.

Besides that the Tests taken by the project of Transfer of Technology for the obtaining of oil of avocado and his derivatives at the expense of the M.C. Jose Domingo Acuña Pardo and collaborators, it demonstrated that it is possible to be employed at a range of temperature that they go from them 10° C-100°C, to obtain the oil, they have given as result that the oils that they find inside the avocado do not degenerate in a range of 10 - 80°C and his properties preserve.

Key words: Avocado, Avocado, dehydration, pardeamiento enzymatical, Polyphenol oxidas



I.-INTRODUCCIÓN

El Aguacate

Esta especie procede del centro sur de México y norte de Guatemala, se data en algún momento entre el año 7.000 y 5.000 a.C., varios milenios antes de que esta variedad silvestre fuera cultivada. Los arqueólogos encontraron semillas de *persea* en Perú que fueron enterradas con momias incas que datan hasta del año 750 a.C. y hay evidencias de que se cultivó en México tan temprano como en el 1.500 a.C. Después de la llegada de los españoles y de la conquista de América, la especie se diseminó a otros lugares del mundo (Téliz Ortiz, Mora Aguilera y Morales García en su libro "El Aguacate y su manejo integrado").¹

Antes de la llegada de los europeos se cultivaba desde el río Bravo (norte de México) hasta Guatemala.

Se divide en tres "razas": mexicana, guatemalteca y antillana.

Los ejemplares de *P. americana* originados en las zonas altas del centro y este de México generan la Raza Mexicana. Los de las zonas altas de Guatemala generan la Raza Guatemalteca, y la Raza Antillana proviene de las primeras plantas encontradas en Las Antillas. Con respecto al origen de la Raza Antillana, existen discrepancias puesto que cabe la posibilidad de que los primeros ejemplares de esta especie, existentes en Las Antillas, hayan sido introducidos desde México por los españoles o los ingleses durante la colonización.

Estas tres razas de *P. americana*, desde la antigüedad se fueron mezclando naturalmente entre ellas por medio de su propio sistema de reproducción. El resultado de estas fusiones, producidas por medio de la polinización cruzada, dio origen a incontables variedades, híbridas naturales indefinidas. A partir de principios del siglo pasado (1900) se comenzaron a seleccionar ejemplares de *Persea* de excelentes atributos para ganar mercados consumidores, dando origen a los distintos cultivares que durante décadas lideraron los mercados mundiales. Todas estas nuevas variedades funcionaron bien hasta que en el año 1935 se patentó en Estados Unidos una nueva variedad llamada 'Hass', de progenitores desconocidos, originado en La Habrá, un lugar de California, donde el Sr. Rudolph Gay Hass la detectó entre los árboles de su huerto.

Su nombre se deriva del apócope ahuacátl que en nahuatl significa testículo. El aguacate, conocido en el pasado por los angloparlantes como "alligator pear" o "butter pear" se conoce actualmente en inglés como avocado, mientras que por los hispano-parlantes como aguacate, cura, cupandra, o palta; en portugués, Abacate; en francés, avocatier. Es el único representante de importancia entre las frutas comestibles de la familia del laurel, Lauraceae. Son botánicamente clasificados en tres grupos:

¹-Téliz Ortiz, Mora Aguilera y Morales García en su libro "El Aguacate y su manejo integrado 2ª Ed 2007 ISBN 10: 968-7462-43-4 ISBN 13: 978-968-7462-43-1



- A) *Persea americana* Mill.. var. *americana* (*P. gratissima* Gaertn.); Aguacate caribeño.
B) *p. americana* Mill. *americana* Mill.. var. *drymifolia* Blake (*P. drymifolia* Schlecht. & Cham.); Aguacate mexicano.
C) *P. nubigena* var. *guatemalensis* L. var. *drymifolia* Blake (*p. drymifolia* Schlecht. & Cham.) Aguacate guatemalteco.

Etimología de los nombres comunes

La palabra aguacate viene del náhuatl *ahuácatl*, lo que también es un eufemismo de los testículos. Los españoles hicieron el préstamo léxico de *ahuacatl*, creando los nahuatlismos *aguacata* y *avocado*, esta última una palabra ya conocida, que designaba antiguamente a los abogados. En portugués se conoce como *abacate*, en alemán se conoció como "fruta de mantequilla". La palabra *guacamole* proviene del náhuatl *ahuacamolli*, que traducido significa salsa de aguacate. También es conocida como *aguaco* o *ahuaca*. Con este nombre y sus derivados se conoce al fruto de la *Persea* en México, Estados Unidos, Centroamérica, el Caribe, España y los países anglosajones y lusófonos.²

A su vez, la palabra *palta* proviene del quechua, y es el nombre con el que se conoce a una etnia amerindia, los *Paltas*, que habitó en la provincia de Loja (Ecuador) y al norte de Perú. Probablemente sea esta región el lugar descrito como la "Provincia de *Palta*" por Garcilaso de la Vega en sus "Comentarios Reales de los Incas" de 1605, conquistada por Tupac Inca Yupanqui durante su marcha a la conquista de la provincia de *Cari*. Aparentemente este es el origen del nombre con que los Incas bautizaron al fruto de la *persea* traído de la zona norte de su imperio y también el tiempo aproximado en que el árbol llegó de Ecuador a Perú, ya que se sabe que la conquista de las provincias norteñas por Tupac Yupanqui ocurrió entre 1450 y 1475.



Figura 1.-Fruto de aguacate (flor, fruta y semilla).

².Cartografía agroecológica del cultivo del aguacate en Michoacán , Héctor Guillén Andrade, Ma.Blanca Nieves Lara Chávez, M. Gutiérrez Contreras, M. Ortiz Cantón y Ma.Ercel ia Ángel Palomares,Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez Uruapan, Universidad Michoacana, la Universidad Autónoma de Nayarit, el Comité Nacional del Sistema 2 Producto Aguacate y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal Michoacán



Con este nombre se conoce al vegetal de la Persea principalmente en Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Uruguay.²

Los escritos españoles mencionaron esta fruta por primera vez en 1519.

Descripción

Árbol

El árbol de aguacate puede ser erecto, por lo general de 30 pies (9 m), pero puede llegar 60 pies (18 m) o más, con un tronco de 12 a 24 pulgadas (30-60 cm) de diámetro, (aún mayor en los árboles muy antiguos) o puede ser corto y con la difusión de las ramas al comienzo cerca de la tierra.

Casi de follaje perenne, aunque puede perder brevemente las hojas al momento de la floración, las hojas son alternas, verde oscuro y brillantes en la superficie superior, de color blanquecino en la parte inferior, en forma variable (lanceolada, elíptica, ovalada, o aovado-obovado), 3 a 16 pulgadas (7.5-40 cm) de largo. Las de la raza mexicana son fuertemente perfumadas a anís.



Figura 2.-Plantacion de aguacates

Flores

Las flores son pequeñas y de color verde pálido o verde-amarillas, nacen en racimos cerca de las puntas de las ramas. Carecen de pétalos, pero tienen 2 verticilos, más o menos pubescentes, y 9 estambres con 2 glándulas basales de néctar anaranjadas.



Figura 3.- Flor de aguacate

Fruto

El fruto del aguacate ha sido considerado por algunos autores como una drupa, entre estos están Ruiz (1912)³ y Cañizares (1973)⁴. De acuerdo con Roth (1977)⁵ el fruto del aguacatero algunas veces es incorrectamente llamado drupa. Esto es debido a que en la envoltura de la semilla se encuentra un estrato de esclerénquima que se confunde frecuentemente con el endocarpio y que corresponde a la testa, por lo que el aguacate es una baya monosperma. Por otra parte, Schroeder (1985) indicó que algunos investigadores han interpretado

²-Cartografía agroecológica del cultivo del aguacate en Michoacán, Héctor Guillén Andrade, Ma.Blanca Nieves Lara Chávez, M. Gutiérrez Contreras, M. Ortiz Cantón y Ma.Ercel ia Ángel Palomares, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez Uruapan, Universidad Michoacana, la Universidad Autónoma de Nayarit, el Comité Nacional del Sistema Producto Aguacate y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal Michoacán



la morfología del fruto de aguacate como una drupa; sin embargo, la naturaleza frágil del endocarpio y el hecho de que el fruto sigue una curva de crecimiento simple sigmoide (Schroeder, 1953 y 1958; Blumenfeld y Gazit, 1974) y no la doble sigmoide común de las drupas, sugieren que el aguacate debe ser considerado como una baya.

El fruto de aguacate, que es uno de los frutales de mayor importancia económica en nuestro país y que presenta algunas características exclusivas e interesantes, esto con el fin de que se aclaren las dudas acerca del tipo de fruto de que se trata. Este tema ha sido poco explorado y sólo existen prácticamente dos autores que realizaron estudios a profundidad, Dr.C. A.Schroeder de la Universidad de California en Los Ángeles, U.S.A y Dra. I. Roth de la Universidad Central de Venezuela en Caracas, Venezuela.

Componentes del fruto

El fruto del aguacate es una baya que deriva de un gineceo un carpelar y que contiene una sola semilla. El pericarpio consiste de tres capas: el exocarpio que comprende la cáscara, el mesocarpio pulposo que es la porción comestible de la fruta, y una capa interna delgada junto a la cubierta de la semilla que corresponde al endocarpio (Cummings y Schroeder, 1942). En la Figura 4 y 5 se representan las diferentes partes del fruto, así como un esquema de un pistilo para poder entender más sobre el origen de las diferentes partes del fruto.

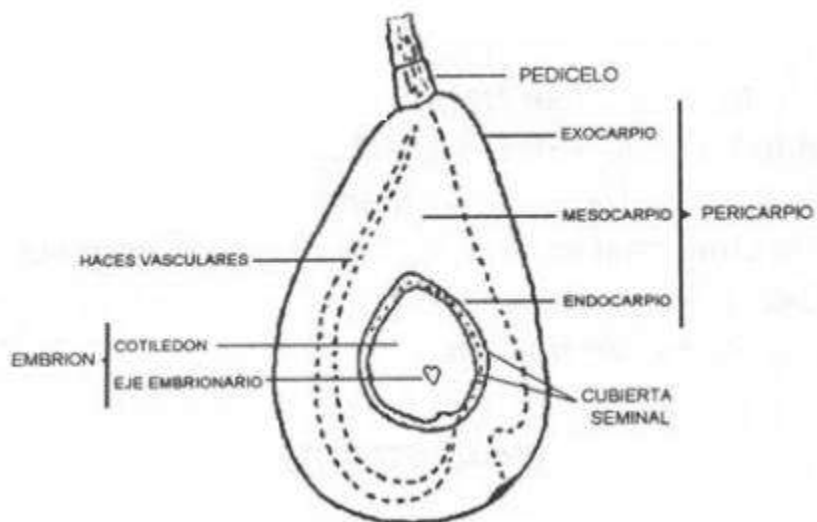


Figura 4.-Fruto de aguacate modificado de Cummings y Schroeder (1942).

³-RUIZ VALENCIA, G. 1912. Cultivo y explotación del aguacate. Secretaría de Fomento, Dirección General de Agricultura, Estación Agrícola Central. San Jacinto, D.F. México. Boletín Núm. 71.

⁴-CAÑIZALES ZAYAS, J. 1973. Los Aguacateros. Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba

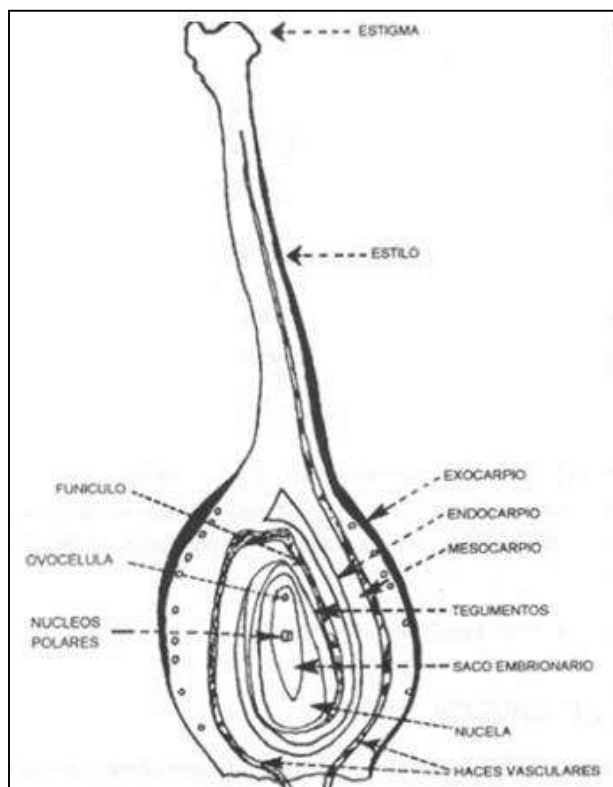


Figura 5.- Pistilo de aguacate modificado de Tomer et al. (1976).⁷

El fruto, en forma de pera, a menudo provisto de un cuello más o menos largo, es oval, o casi redondo, puede ser 3 a 13 pulgadas (7.5-33 cm) de largo y hasta 6 pulgadas (15 cm) de ancho. La piel puede ser de color amarillo-verdoso, verde profundo o verde muy oscuro, de color rojizo-morado, o un morado tan oscuro que parece casi negro, y a veces es moteado con pequeños puntos amarillos, puede ser lisa o arrugada, brillante u opaca, con espesor que puede oscilar desde muy fina hasta de 1 / 4 (6 mm), flexible o granulada y quebradiza.

Exocarpio

Cummings y Schroeder (1942)⁸ mencionaron que el exocarpio está formado de tejidos epidérmicos, parenquemas anatómicos. Lo que sí se sabe es que está influida fuertemente por el ambiente: bajo condiciones de clima más fresco se pierde a cierto nivel esta rugosidad y en climas más cálidos es más rugoso el exocarpio. El grosor del exocarpio en las tres razas de aguacate es de la siguiente manera: raza Guatemalteca >raza Antillana>raza Mexicana, en la raza Guatemalteca se ha registrado hasta un grosor de 0.5 cm y en donde el estado de madurez de consumo de tales frutos es difícil de determinar al tacto y la única manera de saberlo es presionando en la base de la unión del fruto al pedicelo que es la parte más blanda del fruto.

⁶-ROTH, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany

⁷-TOMER, E.; M. GOTTFREICH; S. GAZIT. 1976. Defective ovules in avocado cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 101(5): 620-623.

⁸-CUMMINGS, K.; C. A. SCHROEDER. 1942. Anatomy of the avocado fruit. California Avocado Society Yearbook 26: 56-64.



Epidermis

La capa epidérmica, del grosor de un estrato celular, se extiende completamente sobre la superficie del fruto y es interrumpido solamente por las lenticelas que eventualmente se pueden desarrollar en áreas corchosas algo extensivas (Figura 6) (Schroeder, 1950)⁸. Roth (1977)⁵, mencionó que las capas que se localizan más hacia la periferia son ricas en cloroplastos y dan un color verde a la cáscara. Al menos en la mayoría de los frutos en desarrollo la coloración verde predomina, aunque debemos indicar, que existen coloraciones amarillentas y rojizas de frutos en desarrollo. Como se mencionó anteriormente la epidermis está fuertemente cutinizada.

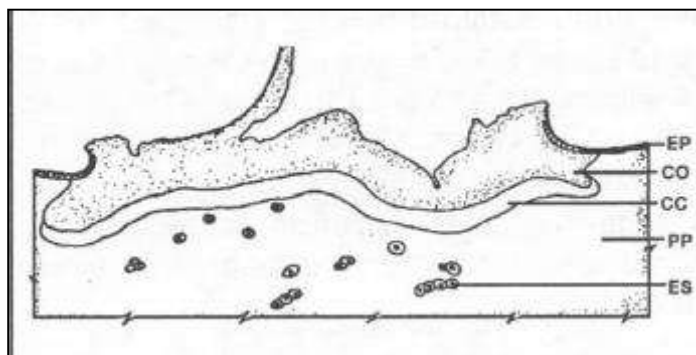


Figura 6.- Sección a través de una cáscara de aguacate mostrando el origen y extensión de la formación corchosa que está por abajo de la epidermis. EP = epidermis; CO = corcho; CC = felógeno; PP = parénquima del pericarpio; ES = esclereidas (Schroeder, 1950).⁸

En algunos frutos, inmediatamente debajo de la piel hay una capa de masa fina, suave, brillante y verde, pero en general la masa es completamente pálida o con un pronunciado color amarillo y muy grasosa.

La semilla es única, redonda, ovoide o cónica, 2 a 2 1 \ 2 pulgadas (5-6.4 cm) de largo, dura y pesada, de color marfil, pero encerrada en dos capas como papel de color marrón que en ocasiones se adhieren a la masa de la cavidad, mientras que la semilla se desliza fácilmente. Algunos frutos son sin semillas debido a la falta de polinización u otros factores.

⁵-ROTH, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany

⁸-SCHROEDER, C. A. 1950. The structure of the skin or rind of the avocado. California Avocado Society Yearbook 34: 169- 176.

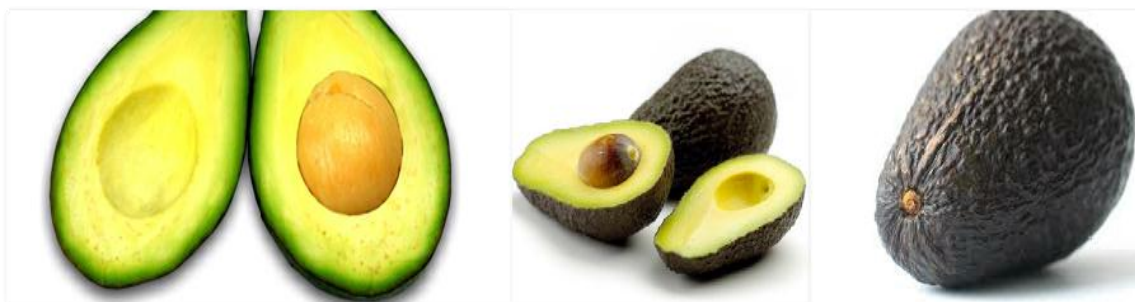


Figura 7.- Corte transversal de aguacate mostrando en su interior su semilla y aguacate de forma entera.

Clima para su cultivo

El aguacate puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2.500 m, para evitar problemas con enfermedades, principalmente de las raíces, ramas y hueso.

La temperatura y la precipitación pluvial son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del aguacate, ya que solo en Michoacán se observa que existen zonas con precipitaciones desde los 600 mm hasta 1500 mm anuales. Sin embargo, el cultivo del aguacate no se encuentra establecido en áreas en donde las precipitaciones son menores a 800 mm; por el contrario, la mayor superficie (49%) se ubica, en áreas en donde las precipitaciones son de 1200mm anuales.¹

En lo que respecta a la temperatura, las variedades tienen un comportamiento diferente de acuerdo a la raza. La raza antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la raza guatemalteca son más resistentes y las mexicanas que presentan una mayor resistencia al frío.

El cultivo de aguacate se encuentra distribuido en zonas en donde se presentan temperaturas medias anuales que oscilan desde los 16°C hasta los 24°C.

La mayor parte de su pericia (81 908.94 ha) con aguacate se encuentra establecida en temperaturas que oscilan entre los 18 y 20° C. Por el contrario en temperaturas medias anuales alrededor de 24°C, solamente están establecidas 82.27 ha de aguacate.²

En cuanto a la precipitación, se considera que 1.200 mm anuales bien distribuidos son suficientes. Sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce el rendimiento; el exceso de precipitación durante la floración y la fructificación, reduce la producción y provoca la caída del fruto.

².Cartografía agroecológica del cultivo del aguacate en Michoacán , Héctor Guillén Andrade, Ma.Blanca Nieves Lara Chávez, M. Gutiérrez Contreras, M. Ortiz Cantón y Ma.Ercel ia Ángel Palomares, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez Uruapan, Universidad Michoacana, la Universidad Autónoma de Nayarit, el Comité Nacional del Sistema Producto Aguacate y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal Michoacán



La raza mexicana es la más resistente y la fuente de la mayoría de los aguacates de California. No es adecuado para el sur de la Florida, Puerto Rico y otras áreas de clima similar. Las temperaturas tan bajas como 25 ° F (-4 ° C), le hacen poco daño. En zonas de vientos fuertes, son necesarias cortinas rompe-vientos. El viento reduce la humedad, las flores se deshidratan e interfiere con la polinización, y también causa que muchos frutos caigan prematuramente.

El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la formación de menor número de frutos.

Suelo de cultivo

El árbol de aguacate es muy versátil en cuanto a la adaptabilidad del suelo, funcionando bien en diversos tipos, tales como: arcilla roja, arena, greda volcánica, suelos lateríticos, o de piedra caliza.

En Puerto Rico, se ha encontrado más saludable en terreno casi neutro o ligeramente alcalino. El nivel de pH deseable se considera en general entre el 6 y 7, pero, en el sur de la Florida, los aguacates son cultivados en suelos de piedra caliza que van del 7,2 al 8,3.



Figura 8.- Plantación de árboles aguacateros.



Los cultivos Mexicanos y Guatemaltecos han mostrado clorosis en suelos calcáreos en Israel. La exigencia principal del árbol es un buen drenaje. No soporta excesiva humedad del suelo ni el anegamiento temporal. Sitios con manto hídrico subyacente deben ser evitados. El nivel del agua debe ser de al menos 3 pies (0.9 m) por debajo de la superficie. Por ejemplo en el estado de Michoacán, México en 22 municipios se presentan ocho tipos de suelo: andosol, acrisol, litosol, feozem, luvisol, cambisol, vertisol y regosol. El cultivo del aguacate se encuentra establecido en su mayor parte (84501.06 ha) en suelos de tipo andosol, representando ésta área un 89.81 % de la superficie total de aguacate sembrada en los 22 municipios. En contraste, no se observan plantaciones de aguacate en el tipo de suelo regosol. En la figura 9, se muestra la superficie territorial total y superficie ocupada con el cultivo de aguacate en el estado de Michoacán.

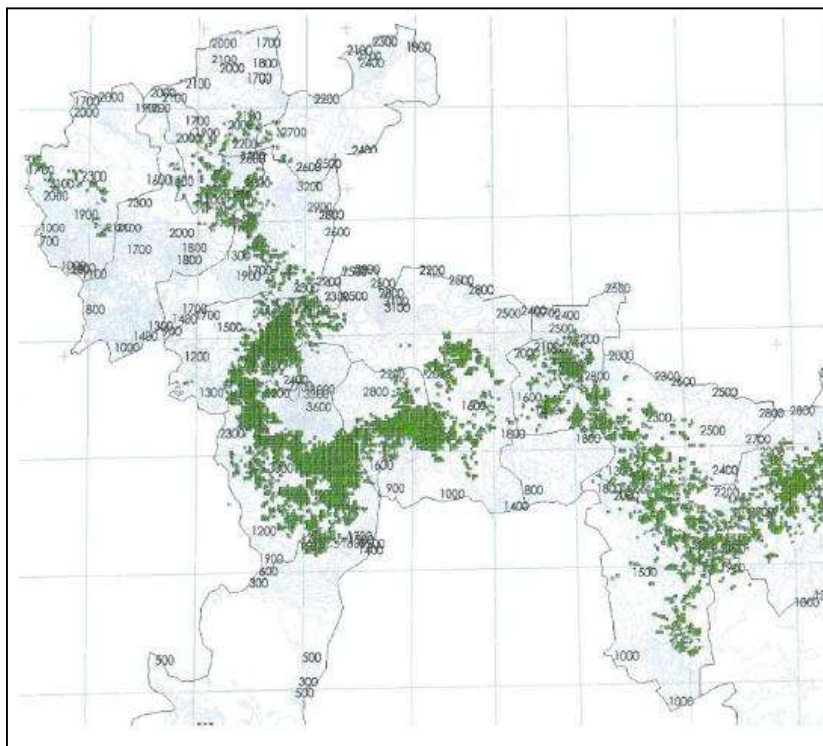


Figura 9.-Superficie territorial de plantaciones de aguacate en el estado de Michoacán. (Cartografía agroecológica del cultivo del aguacate en Michoacán).¹

¹.-Cartografía agroecológica del cultivo del aguacate en Michoacán , Héctor Guillén Andrade, Ma.Blanca Nieves Lara Chávez, M. Gutiérrez Contreras, M. Ortiz Cantón y Ma.Ercel ia Ángel Palomares,Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez Uruapan, Universidad Michoacana, la Universidad Autónoma de Nayarit, el Comité Nacional del Sistema Producto Aguacate y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal Michoacán



Normalmente, las semillas de aguacate pierden la viabilidad en un mes. Las de "Lula" se pueden almacenar hasta 5 meses, si se colocan en bolsas perforadas de polietileno y se mantienen a 40 ° F (4.4 ° C). Frescas las semillas germinan en 4 a 6 semanas. En los viveros, las semillas que han estado en contacto con el suelo se desinfectan con agua caliente. Los experimentos con ácido giberélico y el corte de los dos extremos de la semilla con el fin de lograr mayor uniformidad de germinación no han producido resultados alentadores.

Las plantas de semillero comenzará a producir en 4 o 5 años y el árbol de aguacate producirá durante 50 años o más. Algunos árboles han producido más de 100 años. Las plantas de semillero deben mantenerse en la sombra parcial y no sobre-regadas.

Durante muchos años, el injerto de escudete se practica comúnmente en la Florida, pero este método requiere considerable habilidad y experiencia y no tiene éxito con todos los cultivares. Por lo tanto, se ha ido sustituyendo por el de cuña, que hace una unión más fuerte.

En el pasado las plántulas se injertaban de 18 a 36 pulgadas (45-90 cm) de alto. Actualmente, se considera mucho mejor hacerlo cuando tienen 6 a 9 pulgadas (15-23 cm) de alto, con lo que el injerto queda de 1 a 3 pulgadas (2.5-7.5 cm) por encima del nivel del suelo. Los porta injertos caribeños se usan en Israel para superar la clorosis.

Las estacas de aguacate son generalmente difíciles de enraizar, las estacas de los caribeños enraízan solo, si se cortan y anillan los brotes laterales de las ramas terminales de un árbol de semilla joven. Pero estacas leñosas y semi leñosas de "Pollock" tratadas con giberelina, así como de "Lula" se han enraizado con el 50-60% de éxito.⁹

En Trinidad se ha logrado el 66-83% de éxito cuando son tratadas con IBA bajo neblina. Estacas de "Fuchs-20" han echado raíces con 40 a 50 o incluso 70% de éxito en Israel.

A veces las plantaciones de árboles maduros de aguacate, de un cultivar insatisfactorio o de pérdida de popularidad, se cortan completamente para injertarles otra variedad más rentable, o para suplir el mercado con más surtido.

Teniendo en cuenta que los aguacates son sensibles al trasplante, ahora se considera conveniente aumentar el uso de bolsas de plástico que se pueden cortar y poner en el terreno sin alterar el sistema de raíces.

⁹- <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/aguacateampliado.html>



Figura 10.-Injerto y recorte de ramas de árbol de aguacate.

Maduración y cosecha.

Los aguacates no maduran mientras estén en el árbol, aparentemente a causa de un inhibidor en el tallo de la fruta. Los más grandes, por supuesto, deben ser elegidos primero, pero el problema es determinar cuándo se completa el máximo crecimiento (perfectamente listo para su posterior maduración ideal). Si se recogen cuando están completamente desarrollados y firmes, los aguacates se maduran en 1 a 2 semanas a temperatura ambiente. Si se permite que permanezcan demasiado tiempo en el árbol, los frutos pueden caer debido al viento y se moretean o rajan por la caída.



Figura 11.- Maduración del fruto de aguacate

Anteriormente, los aguacates eran recogidos por medio de un palo ahorquillado y dejándolos caer, pero este método causa mucho daño y pérdidas de frutos. Hoy en día los cosechadores suelen utilizar tijeras para cortar las frutas bajas, y para



las más altas, el uso de una vara larga con cuchillas terminales en forma de "V" rodeada por un aro metálico donde se coloca una bolsa para recibir el fruto cortado. Se usan guantes para evitar arañazos en los dedos de la mano por la fruta.

En California, se han realizado estudios de los efectos del corte (dejando el tallo), arrancando a mano (que elimina el tallo), agitando los árboles, y agitando las extremidades (que elimina el tallo de algunos de los frutos). Todos los métodos son aceptables si la cicatriz del tallo se encera para evitar la pérdida de peso antes de la maduración. Los aguacates deben manejarse con cuidado y se empaquetan de forma acolchada en capas simples o dobles en cajas de cartón para su transporte. Existen también bandejas especiales diseñadas con "cunas" para los tipos de aguacates grandes.



Figura 12.-Corte de aguacates en ramas por debajo del tallo

Productividad

Se sabe que el rendimiento varía mucho con el cultivar, la edad del árbol, la localización, el clima y otras condiciones. El pequeño árbol, 'Ganter', ha dado 44 libras (20 kg) por año; 'Nabal', 68 libras (31 kg); "Benik ", 116 libras (53 kg), 'Duque', 168 libras (76 kg) , y "Anaheim", 220 libras (100kg).



Figura 13.-Verificación del crecimiento de aguacates en plantación.



Mercadeo

En la medida en que el aguacate, fuera de América Latina, ha sido ampliamente considerado como un lujo en el sector de las frutas, la comercialización a gran escala ha sido dependiente del aprendizaje y valoración por los consumidores, y la publicidad.

Israel hace grandes inversiones en el desarrollo de los mercados europeos para los aguacates y ha alcanzado la posición de principal exportador a Europa. Francia y el Reino Unido son los principales consumidores.



Figura 14.-Selección de aguacates para canales de distribución mundial.

Almacenamiento

La maduración de los aguacates puede ser acelerada por la exposición a un ambiente de al menos 10 ppm de etileno de 25 a 49 horas después de la cosecha. El aguacate no responde al tratamiento si no se ha recolectado.

Inmersión en látex ha retrasado los defectos externos en los aguacates almacenados a temperatura ambiente.

Los Aguacates pueden ser embarcados y se envían a los mercados de ultramar refrigerados. Algunos frutos pueden sufrir daños por el frío (volverse marrón oscuro o gris o la decoloración del mesocarpio) en almacenamiento refrigerado y el grado de sensibilidad varía con el cultivar y la fase de la cosecha así como del tiempo en almacenamiento. La mayoría de cultivares comerciales se conservan de manera segura a temperaturas entre 40 °F y 55 °F (4.5 °-12.8 ° C) durante al



menos dos semanas. La mejor temperatura de maduración después de la salida del almacenamiento es 60 °F (15.5 °C).

La eliminación del etileno en una atmósfera controlada de almacenamiento (2% de oxígeno, 10% de dióxido de carbono) prolonga la vida comercial de los aguacates. La reducción de la presión atmosférica a 60 mm Hg en la unidad de almacenamiento refrigerado a 42.8 °F (6 °C) retarda la maduración de los aguacates por la reducción de la respiración y de producción de etileno. Sacados después de 70 días, los frutos maduran normalmente a la presión atmosférica a 57.2 °F (14 °C). Tratamientos experimentales con calcio han retrasado la maduración y los daños por el frío en el interior de la fruta almacenada, pero hace la fruta exteriormente menos atractiva lo que se considera comercialmente indeseable.



**Figura 15.-Almacenamiento de aguacates en cajas, para posterior
transportación**

Los "Hass" sumergidos en un fungicida 24 horas después de la cosecha y sellados en bolsas de polietileno que contiene un absorbente de etileno (permanganato de potasio en vermiculita o en silicato de aluminio), se han almacenado durante 40 o 50 días a 50 °F (10 °C).

Aguacates 'Fuerte' encerados almacenados durante 2 semanas a 41 ° F (5 °C) y colocado luego a 68 °F(20°C) maduran sólo 1 día más tarde que los no encerados, sin embargo encerados se reduce la pérdida de peso.⁹

Plagas y enfermedades

Los aguacates no tienen grandes insectos enemigos en la Florida, pero los frutos son atacados por ardillas, ratas y ratones. El ácaro rojo de aguacate, *Oligonychus*; es el más común depredador de las hojas en algunas plantaciones y no en otras.

⁹- <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/aguacateampliado.html>



Los *Heliothrips haemorrhoidalis*, y la araña roja, *Tetranychus mytilaspidis*, pueden alimentarse de las hojas de aguacate y manchan los frutos de vez en cuando. Existen otros tipos de plagas que pueden producir daños menores.

En California, 2 plagas de lepidópteros, la *Amorbia cuneana* y, *Sabulodes aegrotata*, cuando están presentes en grandes cantidades, causan defoliación severa y cicatrices en las frutas. Un control biológico puede lograrse por la liberación de los huevos del parásito, *Trichogramma platneri*.

Desde 1949, el *Argyrotaenia citrana*, ha ido en aumento como una amenaza para el aguacate en California, las larvas se alimentan de ramitas, hojas y brotes terminales, flores y frutos. Como la plaga requiere de zonas sombreadas, lo mejor es controlado por un aclareo de las plantaciones susceptibles.

Los manchadores de frutos, *Amblypelta nitida* y *A. lutescens*, son importantes plagas que requieren control en Queensland.

La mosca mediterránea de la fruta es un riesgo importante en Israel, pero de los piel muy gruesa, las frutas "Anaheim" no son atacados.

La mosca de la fruta de Queensland, *Dacus tryoni* sólo perjudica seriamente los cultivares Mexicano o los híbridos Guatemalteco X Mexicano en Australia.

En 1971, una revisión de nematodos en Bahía, Brasil, reveló 9 géneros conocidos o sospechosos asociados a la pobreza de árboles de aguacate.

Los productores de aguacate de Israel están buscando los medios y las pruebas de control biológico de la más grave de las 3 docenas de insectos y ácaros que se alimentan del aguacate en ese país.

En México, el gorgojo del aguacate, *Heilipus lauri* fabrica túneles en las semillas.

Las principales enfermedades de los aguacates en el Sur y Centroamérica y algunas islas del Caribe, en California, Hawai, y otras áreas, es la pudrición de la raíz causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*, que está siendo combatida por el uso de procedimientos sanitarios estrictos y porta injertos resistentes, especialmente 'Duque'.⁹

⁹- <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/aguacateampliado.html>



Figura 16.-Ataque del hongo *Sphaceloma perseae* a fruto de aguacate

Ataque de *Frankliniella* y *Scirtothrips* a hojas y frutos.

El hongo de la pudrición de la raíz *Clitocybe tabescens* puede ocurrir ocasionalmente. El hongo, *Cercospora purpurea*, puede causar grietas en las zonas afectadas de la piel y, por tanto, permiten la entrada del hongo de antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides*, que invade la masa.

Glomerella cingulata es una fuente importante de antracnosis en Queensland.

Más de otros 30 agentes patógenos son responsables de diversos modos de la pudrición de partes del árbol sus frutos.

Usos como alimento

Los indios en la América tropical rompen los aguacates a la mitad, añaden sal y los comen con tortillas y una taza de café como una comida completa.

En América del Norte, los aguacates son principalmente servidos como ensalada junto a otras hortalizas, simplemente cortada a la mitad y aderezada con condimentos, jugo de limón, vinagre, mayonesa y otros aderezos. Con frecuencia, las mitades se rellenan con camarones, cangrejos y otros mariscos. La masa del aguacate puede ser cortada en lonjas o en trozos y combinada con tomate y otros vegetales como pepinos y lechuga y servida como una ensalada. La masa sazónada a veces se utiliza como relleno de sándwiches.



También el aguacate se mezcla con queso crema y jugo de piña para forma un aderezo cremoso utilizado en ensaladas de frutas.

El famoso Guacamole mexicano es una mezcla de la masa con jugo de limón, jugo o polvo de cebolla, ajo picado, chile (picante) en polvo o en salsa de tabasco, sal y pimienta y se ha convertido en una popular crema para acompañar galletas, papas fritas u otros aperitivos. Los ingredientes del guacamole pueden variar y algunas personas agregan mayonesa.



Figura 17.-Guacamole mexicano presentado en una piedra de molcajete artesanal.

Debido a su contenido en tanino, la masa se pone amarga si se cocinan. Cubitos de aguacate se pueden agregar a la gelatina de limón antes de que endurezca y luego enfriar.

Trozos de aguacate pueden añadirse a los alimentos calientes, tales como sopas, guisados o tortillas justo antes de servir. En restaurantes de Guatemala, un aguacate maduro se pone sobre la mesa cuando se va a servir un plato caliente de manera que pueda agregarse con la cuchara antes de comer.

Para un desayuno "gourmet", mitades de aguacate se calientan en el horno a fuego lento, y luego se cubren con anchoas y huevos revueltos.

En Brasil, el aguacate es considerado más como una fruta que como un vegetal y se utiliza sobre todo en puré para sorbetes, helados, o batidos.



Figura 18.- Helado de aguacate artesanal.

En Japón, el uso del aguacate cubre gran parte de la demanda al ser utilizado como dulce, comida o postre, ya que se le considera una fruta, además de que los nipones consideran a este como una gran fuente de vitamina D, Potasio, Fosforo y Magnesio. Que son de gran aporte a su dieta e ingesta diaria.

Una receta de Nueva Zelanda para el helado de aguacate se hace batiendo hasta la textura de crema, el aguacate con una mezcla congelada de jugo de limón, zumo de naranja, cáscara de naranja rallada, leche, nata, azúcar y sal y luego volverla congelar.

Algunas personas en Hawai Oriental también prefieren el aguacate edulcorado con azúcar y combinado con frutas como la piña, naranja, pomelo, dátiles, o plátano.

En Java, la masa del aguacate se mezcla con café negro endulzado y se cómo como postre.

Rebanadas de aguacate en vinagre se han comercializado en recipientes de vidrio. California comenzó a comercializar el guacamole congelado en 1951.

Otra alternativa es el consumo del aguacate en polvo. Ya hace un par de años que investigadores mexicanos lograron producir **aguacate en polvo**, un nuevo producto que podía mantenerse durante un año conservando todas sus cualidades y proporcionando el sabor de un aguacate que se acaba de recolectar. A través de un proceso calorífico, lograron deshidratar el aguacate convirtiéndolo en polvo, el nuevo producto augura grandes posibilidades económicas para los productores mexicanos.¹⁰

Ahora conocemos la noticia de que este producto podrá ser exportado a nivel mundial, aunque antes se deberán finalizar las negociaciones que mantienen los

¹⁰. Fuente. -<http://www.gastronomiaycia.com/2008/02/10/aguacate-en-polvo-en-breve-en-el-mercado-mundial/>



productores de la región de Michoacán (México) y los gobiernos de los estados mexicanos. Estas negociaciones se encuentran encaminadas a crear una planta industrial en la región que hemos mencionado. Las perspectivas de negocio son buenas, y hablando del tema gastronómico son muy amplias, según indican los investigadores responsables del desarrollo del **aguacate en polvo**, basta con añadir agua para que el preparado adquiera la textura y el sabor adecuado.

En la agroindustria se lleva a cabo el *procesamiento y transformación* del aguacate en otros productos como son:

- Guacamole
- Pasta
- Mitades congeladas
- Aceite
- Cremas
- Licuados y batidos
- Etc.



Figura 19.-Diversificación de los derivados de aguacate, cremas, batidos, aceite, lociones, etc.

Mapa de ruta

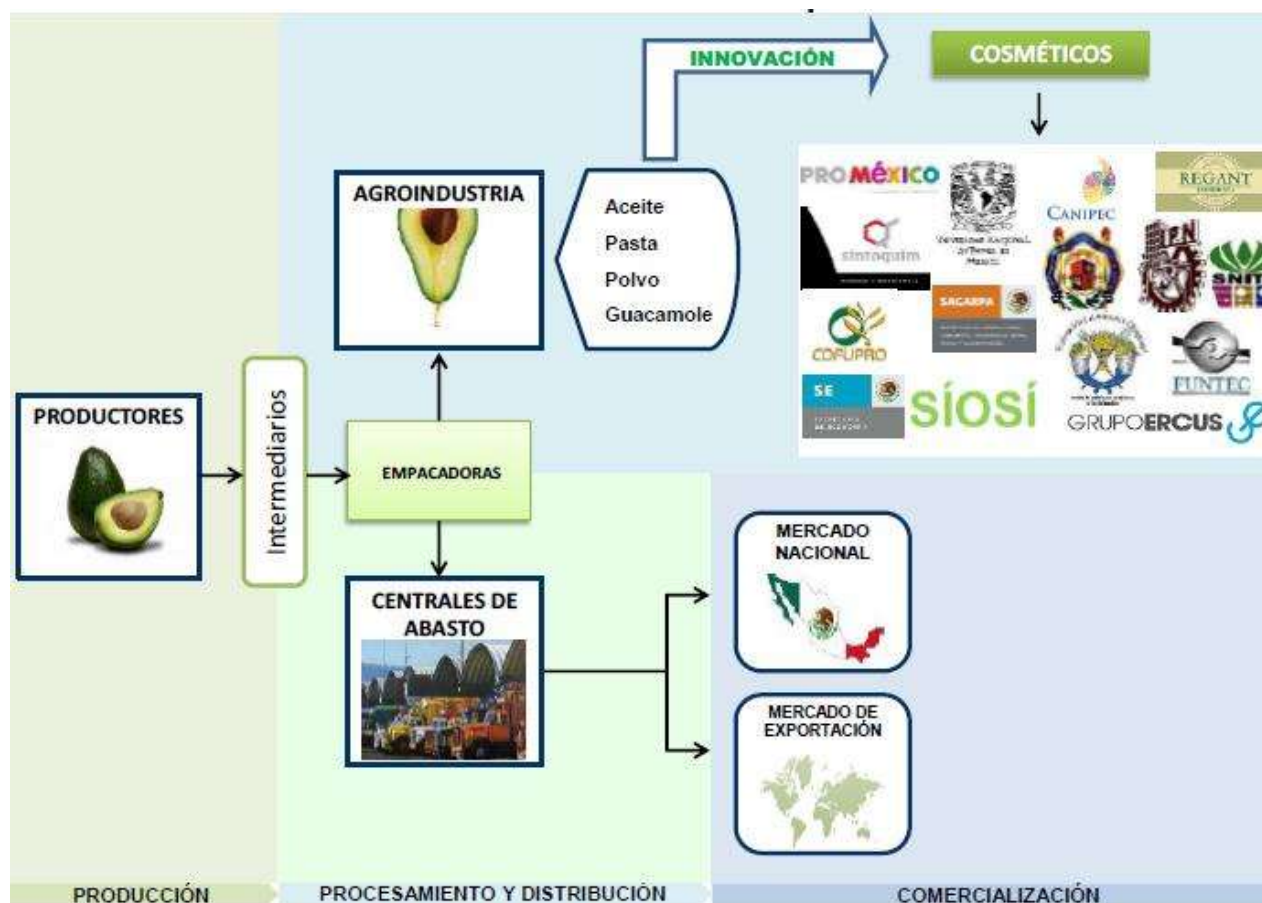
El aguacate nacional se comercializa en el mercado de tres formas distintas: el 56% como fruto fresco, alrededor del 12% se aprovecha por la industria y el 32% se destina a la exportación.

En esta fase, la venta de aguacate en fresco se realiza tanto en el mercado nacional como en el de exportación. A nivel nacional, la comercialización de aguacate se da en las Centrales de Abasto o por venta directa a los mercados establecidos, tianguis y supermercados, principalmente. Para su comercialización en el mercado de exportación, el aguacate mexicano debe cumplir con estándares



de calidad, debe proceder de huertas certificadas localizadas en las zonas aprobadas por el USDA y empacado por empresas certificadas.

Cadena de Valor en el Mapa de Ruta



FUENTE: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía

Figura 20.-Seguimiento de mapa de ruta del aguacate (Fuente: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía)



Los cosméticos juegan un papel esencial en la vida de todos. A diario millones de personas alrededor del mundo utilizan un sinnúmero de estos productos, contribuyendo positivamente en la salud y bienestar de la población. El aguacate es un fruto preciado a nivel mundial debido a sus propiedades nutrientes y a su composición química, es un producto que ha venido ganando lugar en la dieta diaria de la población pero también dentro del sector industrial. De esta forma, la industrialización del aguacate se presenta como una alternativa cada vez más importante para aquellos países líderes en producción y el aceite que se extrae de este fruto se posiciona como uno de los insumos más atractivos de la Industria Cosmética.

En México, la Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos (CANIPEC) es la organización empresarial no lucrativa de representación del sector, se conforma de 62 empresas que comprenden el 85% del mercado formal de productos cosméticos, enfocados a los distintos modelos de negocios y canales de venta. Al interior del país se localizan 35 plantas de producción y 22 centros de distribución del ramo de cosméticos.



FUENTE: CANIPEC

Figura 21.- Principales empresas en la rama de cosméticos en el mundo.

Fuente: CANIPEC



Aceite de aguacate

El aceite extraído por presión de la masa es rico en vitaminas A, B, G y E. Tiene un coeficiente de digestibilidad de 93,8%, pero aún es demasiado costoso para ser utilizado ampliamente como aceite de ensalada.

El aceite tiene un excelente mantenimiento de la calidad. Muestras mantenidas en un laboratorio en Los Ángeles (EUA) a 40 ° F (4.4 ° C) mostraron ligera rancidez sólo después de 12 años.⁹

El aceite se utiliza para el pelo y en la fabricación de cremas faciales, lociones para las manos y jabón. Se dice que es buen filtro de bronceado para los rayos del sol, no es alergénico y es similar a la lanolina, en su acción suavizante y penetrante en la piel. En Brasil, el 30% de la cosecha de aguacate se procesa para extraer el aceite, 2/3 partes del cual se utiliza en jabón, 1/3 de las cosechas en productos cosméticos.



Figura 22.- Representación gráfica de aceite de aguacate.

Los datos anteriores fueron hechos a los aguacates Antillanos, Guatemaltecos y Mexicanos comercializados en América Central.

⁹.-Fuente. -<http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/aguacateampliado.html>



Figura 23.- Composición porcentual promedio del aguacate.

Composición del aguacate crudo por cada 100 g de pulpa.			
Agua	74,27 g	Hierro	0,40 mg
Energía	161 kcal	Zinc	1mg
Grasa	15,32 g	Vitamina C	7,8 mg
Proteína	1,98 g	Vitamina B1	0,108 mg
Hidratos de carbono	7,39 g	Vitamina B2	0,122 mg
Fibra	5 g	Vitamina B6	0,280 mg
Potasio	600 mg	Vitamina A	61UI
Sodio	10 mg	Vitamina E	1,340 mg
Fósforo	41 mg	Folacina	62 mcg
Calcio	11 mg	Niacina	1, 921 mg
Magnesio	39 mg	Glutathion	27.7 mg
Cobre	0,26 mg	Luteína	284 µg

Tabla 1.-Composición nutricional del aguacate por cada 100 gr de pulpa (Variedad Hass).

El aguacate tiene un alto contenido en lípidos del 5 al 25% dependiendo del cultivar. Entre los ácidos grasos saturados el mirístico puede ser el 0,1%, palmítico, 7.2, 14.1 o 22.1%, esteárico, 0,2, 0,6 o 1,7%. De los ácidos grasos insaturados, palmitoleico puede variar de 5,5 a 11,0%; oleico puede 51.9, 70.7 o 80.97%, linoleico, 9.3, 11.2 o 14.3%. Aceites no saponificables representan 1,6 a 2,4%. El Número de yodo es 94,4.



En experimentos de alimentación que excluye las grasas animales, 16 pacientes recibieron 1 / 2 a 1 1 / 2 aguacate por día. El total de colesterol sérico y los valores de fosfolípidos en la sangre comenzaron a caer en una semana. El peso corporal no aumentó.¹¹

Toxicidad

Los aguacates verdes se dice que son tóxicos.

Dos resinas derivadas de la piel de la fruta son tóxicas para los animales de laboratorio por inyección subcutánea y peritoneal.

La dopamina se ha encontrado en las hojas.

El aceite de las hojas contiene metil chavicol.

No todas las variedades son igualmente tóxicas.

Julia F. Morton señala en su libro "Fruits of Warm Climates" y otras fuentes. "Que conejos alimentados con hojas de 'Fuerte' y 'Nabal' murieron en 24 horas. Aquellos alimentados con hojas de 'Mexicola' no mostraron reacciones adversas".¹²

La ingestión de las hojas de aguacate y / o la corteza ha causado la mastitis en bovinos, caballos, conejos y cabras. Grandes dosis han sido mortales para las cabras. Hojas de aguacate en una pecera han causado la muerte de los peces.

Las semillas molidas y mezcladas con queso o harina de maíz se han utilizado para envenenar a roedores, sin embargo, las pruebas realizadas en Hawai no mostraron ningún efecto negativo en roedores incluso a dosis altas.



Figura 24.-Fruto y semilla de aguacate

¹¹.-Fuente.- http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetical/guia/enfermedades/cardiovasculares/alim_gras_interaccion.htm

¹².- **Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton.** Published by. **Julia F. Morton** 20534 SW 92 Ct. Miami, FL. 33189. ISBN: 0-9610184-1-0. Distributed by. Distributed by Creative Resource Systems. Inc. Box 890 Winterville, N.C. 28590Creative



Extractos de semilla de aguacate inyectada en conejillos de indias han causado solo unos pocos días de hiper excitabilidad y anorexia.

En Davis, se dio a ratones mitad y mitad de ración de comida normal mezclada con masa de aguacate fresca o seca y murieron en 2 o 3 días; sin embargo un ratón alimentado con 4 veces la dosis sobrevivió 2 semanas.

La semilla contiene 13.6 de tanino y 13,25% de almidón.

La semilla seca contiene 1,33% una cera de color amarillo que contiene esteroides y ácidos orgánicos.

Las semillas y las raíces contienen un antibiótico que impide la descomposición bacteriana de los alimentos. Es objeto de dos patentes de Estados Unidos.

La corteza contiene 3,5% de un aceite esencial que tiene olor a anís se compone en gran parte de metil chavicol con un poco de anetol.

Otros usos

Gran parte de madera de aguacate está disponible cuando las plantaciones se aclaran o se recortan los árboles altos.

De la semilla se obtiene un líquido lechoso con el olor y el sabor de la almendra. Debido a su contenido en tanino se vuelve de color rojo en exposición a la luz proporcionando un tinte indeleble de color rojo-marrón o negro que se utilizó para escribir muchos documentos en los días de la Conquista española.

En la cocina mexicana las hojas se utilizan como hierbas de olor para diversos platillos.

En Guatemala, la corteza se hierva con los tintes para fijar el color.

Usos medicinales: La piel del fruto es antibiótica; se emplea como vermífugo y un remedio para la disentería.

Las hojas se mastican como un recurso para la diarrea.

Las hojas calientes se aplican en la frente para aliviar la neuralgia.

El jugo de la hoja tiene actividad antibiótica.

El extracto acuoso de las hojas tiene un efecto hipertensivo prolongado.



La decocción de hojas se toma como un remedio para la diarrea, dolor de garganta y la hemorragia y al parecer estimula y regula la menstruación.

En Cuba, una decocción de los brotes nuevos se usa como un recurso para la tos. Si se hierven las hojas o brotes del tipo de piel púrpura, la decocción sirve como un abortivo. A veces, un pedazo de la semilla se hierva con las hojas para hacer la decocción.

La semilla se corta en trozos, se tuesta y pulveriza y es de ayuda para superar la diarrea y la disentería.

El polvo de semillas se cree que cura la caspa.

Un pedazo de la semilla, o un poco de la decocción, se pone en la cavidad de un diente y puede aliviar el dolor.

Una pomada de la semilla pulverizada se frota en la cara como un rubefaciente (enrojece las mejillas).

El aceite extraído de la semilla se ha aplicado en las erupciones de piel.

Actualmente investigadores de la universidad de San Nicolás de Hidalgo, encontraron un uso en la Semilla del aguacate podría ayudar a combatir la mastitis bovina.¹³

¹³,Joel Edmundo López Meza,(2013) 16 de mayo del 2013, Universidad de San Nicolás de Hidalgo, Morelia ,Mich,México , <http://www.prensa.umich.mx/?p=5054>



I.I.-JUSTIFICACION.

Debido a que se busca encontrar un producto deshidratado lo más cercano al producto original, sin que pierda la mayoría de sus propiedades. Es por ello por lo que se optó por la utilización de deshidratación solar, ya que es un proceso limpio, sencillo de usar, no contamina al medio ambiente, barato, y que además se obtienen resultados favorables, así mismo se optó por un antioxidante que no afectara las propiedades físicas y químicas de las muestras tratadas (ácido cítrico).

Consideraciones del proceso

Existen varios estudios sobre el deshidratado de alimentos cuyo objetivo es comprender las etapas de este proceso para aplicaciones prácticas. Algunos de estos estudios consideran que deshidratación es un fenómeno complejo puesto, como ya mencionamos, involucra procesos combinados de transferencia de calor y masa difíciles de modelar.

Siete ventajas al usar equipo para la deshidratación solar:

1.- Los alimentos se conservan por mucho más tiempo.

2.- El proceso es una realidad, sencillo, seguro y eficiente.

Nota: Aunque es sencillo, varía según el producto y las características que exijamos (finalidad y manejo).

3.- Los productos adecuadamente deshidratados no pierden sus propiedades organolépticas, según el producto y las características que exijamos (finalidad y manejo).

4.- Los productos adecuadamente deshidratados no pierden sus propiedades nutritivas.

5.- Los factores anteriores acarrearán una nueva facultad de poder vender precios mayores (¡Valor Agregado!).

6.- La facilidad de manejo de productos apropiadamente deshidratado y empaquetado hace factible el emprendimiento con vista en mercados más lejanos.

7.- La energía del sol es gratuita (Rentabilidad y no combustión).



I.II.-HIPOTESIS

El uso del proceso de deshidratación utilizando calentamiento solar para la obtención de rebanadas de aguacate deshidratadas, es útil para elongar la vida de anaquel de las rebanadas de aguacate, así mismo darle un valor agregado al producto final

I.III.-OBJETIVOS

El objetivo general del proceso es:

- A. Elaborar un deshidratado de aguacate en donde el producto final contenga esencialmente las mismas propiedades que el producto en estado natural.
- B. Obtener aguacate deshidratado de consumo directo a precios razonables en el mercado mundial.
- C. Que el producto final presente el mismo sabor que el producto inicial.
- D. Que la presentación elaborada del producto deshidratado sea aceptado por los consumidores.
- E. Reducir el mayor grado posible de pardeamiento u oxidación enzimática en el producto de aguacate.
- F. Maximizar la eliminación de agua sin eliminar nutrientes



II.- GENERALIDADES

Hace unas décadas los deshidratadores térmicos utilizaban mayoritariamente los combustibles fósiles como fuente de energía para calentar el aire con el que llevar a cabo desecado. Sin embargo desde la subida de precios de los combustibles convencionales allá por los años 70 del siglo XX, la energía solar empezó a ser considerada como una fuente energética de gran valor para la deshidratación de productos y su uso se ha ido en aumento para este fin.

¿Qué es y para que sirve la deshidratación?

La deshidratación consiste en retirar el agua que se encuentra en los tejidos de un producto para con ello conseguir que este tenga unas determinadas características que lo hagan más fácil de manejar, conservar o utilizar

La deshidratación en el caso de los alimentos es un proceso que ayuda a la conservación de los mismos. Esto se debe a que muchas bacterias no pueden desarrollarse en ausencia de agua, y por lo tanto muchos de los alimentos deshidratados no pueden pudrirse. Es posible deshidratar una gran variedad de frutas, de verduras, de carnes, de pescados etc. y así lograr que puedan conservarse de manera natural por muchos meses.

Existen muchas otros productos, también de origen biológico, que pueden deshidratarse para poder ser usados más fácilmente, como por ejemplo la madera.

La madera ya sea sea usada en la industria de la construcción, de los muebles o como biocombustible requiere un proceso de secado adecuado. De no secarse adecuadamente el exceso de humedad en la madera puede producir deformaciones y grietas o exudaciones en los muebles ya contruidos o dificultad para quemarse y “explosiones” indeseadas y peligrosas cuando se emplea como combustible.

¿Cómo se deshidratan los productos?

Existen diversos procesos para retirar la humedad de los productos. En este artículo solo hablaremos de los procesos que emplean el calor solar.

En realidad es posible emplear cualquier fuente energética para producir el calor necesario para la deshidratación. Entre estas fuentes se encuentra la energía solar, la cual es ideal para este cometido, ya que es gratuita y se puede trabajar con ella en un rango de temperaturas muy adecuado para la deshidratación con un muy buen rendimiento.



La deshidratación por calor consiste básicamente en envolver el producto a deshidratar de un ambiente que favorezca la evaporación del agua que contiene en su interior. Esto se debe a que los productos tienden a establecer una relación de equilibrio entre su humedad interna y la del ambiente que les rodea. Si el ambiente es lo suficientemente cálido y seco el producto tiende a perder su humedad interna hasta un punto en el que ya no lo pueda recuperar totalmente aunque se encuentre en un ambiente húmedo

Por tanto las condiciones ideales para lograr la deshidratación son una masa de aire que envuelva al producto con una alta temperatura y una humedad relativa baja. Favorecen y aceleran mucho el proceso una corriente de aire que vaya renovando el ambiente alrededor del producto a deshidratar sustituyendo al ya humedecido con el agua ya retirada, por otro seco y cálido que siga con el proceso de secado.

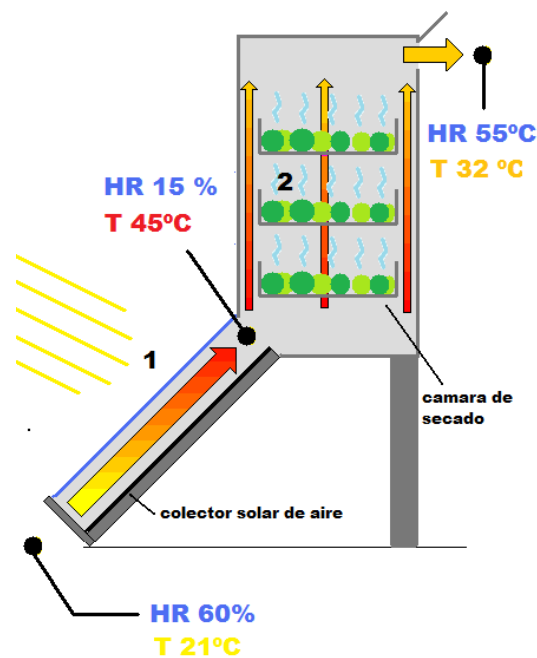


Figura 25.-Funcionamiento de un deshidratador solar.



1-El aire entra fresco y con una humedad relativa media en el colector. El calor proporcionado por el sol hace que la temperatura del aire suba y que este adquiera la capacidad de contener más humedad. Como no hay aporte externo de humedad, su humedad relativa baja. 2- El aire caliente y con baja humedad relativa proveniente del colector solar eleva la temperatura de los productos y hace que en estos se evapore el agua que contienen. El aire cálido y seco absorbe con facilidad la humedad que ha soltado el producto y en el proceso aumenta su humedad relativa bajando su temperatura. Por último el aire aún cálido y más húmedo sale del deshidratador a la atmósfera.

Partes de un deshidratador solar

Los deshidratadores solares cuentan todos con unas áreas esenciales para que el proceso de desecado de los productos sea eficaz. La forma y ubicación de cada una de estas áreas es distinta en función del modelo de que se trate. En algunos modelos varias de las áreas pueden estar ubicadas en un mismo sitio, ser la misma o no existir delimitaciones claras entre ellas. Las áreas fundamentales son:

Área de captación– Es el área que recibe la radiación solar y la transforma en el calor con el cual se van a deshidratar los productos

Área de desecado. Donde se encuentra el producto a desecar

Área de evacuación de la humedad– Lugar donde el aire cargado de humedad se pierde en la atmósfera

Área de entrada de aire fresco– Punto por el que entra el aire en sustitución del que se ha evacuado.

Sistema de circulación del aire-La circulación de aire en torno al producto a deshidratar es muy importante, ya que evacua la humedad ya extraída manteniendo un ambiente seco lo que acelera la deshidratación. Atendiendo a la técnica que se emplee para mover el aire existen dos sistemas:

-Circulación natural por convección- Se trata del movimiento natural de ascensión del aire caliente. El aire al calentarse, disminuye su densidad y tiende a ascender sobre el medio más denso. Este fenómeno es llamado convección. En los deshidratadores solares se utilizan este movimiento natural del aire para hacerlo pasar por donde se encuentra el producto a desecar y posteriormente sacarlo del sistema. La salida del aire crea una depresión que provoca que el aire fresco del exterior entre en el sistema y sea de nuevo calentado reciclando el proceso. Mientras exista aporte de calor solar la circulación por convección se mantiene.



Esta técnica es adecuada para pequeños sistemas de deshidratación natural. La ventaja es que no tiene ningún costo y la desventaja que en deshidratadores de estructuras complejas la fuerza del movimiento del aire puede resultar insuficiente para alcanzar un nivel de renovación del ambiente adecuado.

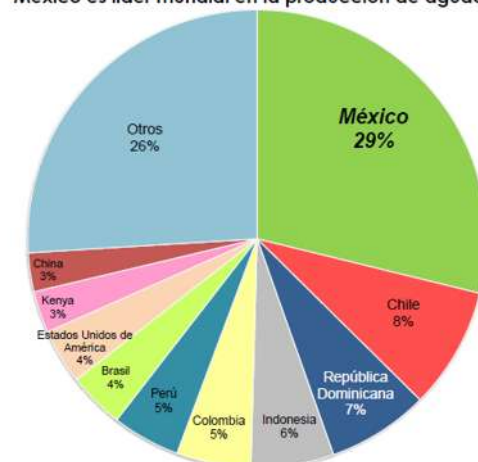
-Circulación forzada. Empleando medios eléctricos como un extractor o un ventilador se puede forzar el movimiento del aire. Este sistema es adecuado para sistemas más grandes y complejos. Tiene el inconveniente de que requiere un aporte externo de energía, aunque si se emplean paneles fotovoltaicos, toda la energía del sistema podría provenir del sol.

El aguacate

Hoy en día el aguacate es un fruto que forma parte de la dieta diaria de la población, su presencia mundial cobra mayor importancia debido a las tendencias en consumo de productos naturales con gran aporte de beneficios a la salud. El aguacate o palta se produce en 67 países del mundo, se destinan alrededor de 459 mil hectáreas para su cultivo y se obtienen un poco más de ocho toneladas por hectárea cosechada. América es el continente en donde más se produce este fruto (71%), África ocupa el segundo lugar en importancia (13%) seguida de Asia (11%), por último se encuentra Europa (3%) y Oceanía (2%).

De acuerdo con datos de la FAO, en el 2010 la producción mundial de aguacate casi alcanzó los 4 millones de toneladas y el principal productor es México con el 29% del mercado mundial, seguido de Chile con el 8%, República Dominicana con el 7%, Indonesia con el 6% y Colombia con el 5%. Actualmente, estos cinco países concentran poco menos del 60% de la producción de aguacate en el mundo.

México es líder mundial en la producción de aguacate



FUENTE: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía con datos de FAOSTAT.

Grafica 1.- Distribución de producción de aguacate en el mundo (Fuente: DGIB con datos de FAOSTAT)



En el periodo 2000-2010, la producción mundial creció de forma continua a excepción de 2008, registró una tasa de crecimiento medio anual de 3.6% y alcanzó un máximo de 3.9 millones de toneladas para 2009. Cada año los países productores destinan una mayor superficie para el cultivo del aguacate, el crecimiento del área cosechada en el mundo reportó una tasa de 3.1% al año para el periodo considerado.

Estados Unidos primer importador de aguacate en el mundo



FUENTE: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía con datos de UN COMTRADE.

Grafica 2.- Grafica de importadores de aguacate en el mundo (Fuente: DGIB con datos de COMTRADE)

En el comercio internacional del aguacate se identifican algunos flujos de mayor importancia como son: 1) México concentra más del 70% de sus exportaciones con Estados Unidos y secundariamente hacia Japón, alrededor del 18% se dirige hacia el resto de América y algunos países de Europa; 2) Chile destina más del 50% de sus exportaciones hacia Estados Unidos y el resto se dirigen a países de Europa como España, Reino Unido y Países Bajos; 3) Perú concentra sus exportaciones hacia Europa; 4) España, Países Bajos e Israel dirigen sus exportaciones principalmente a países de la Unión Europea.

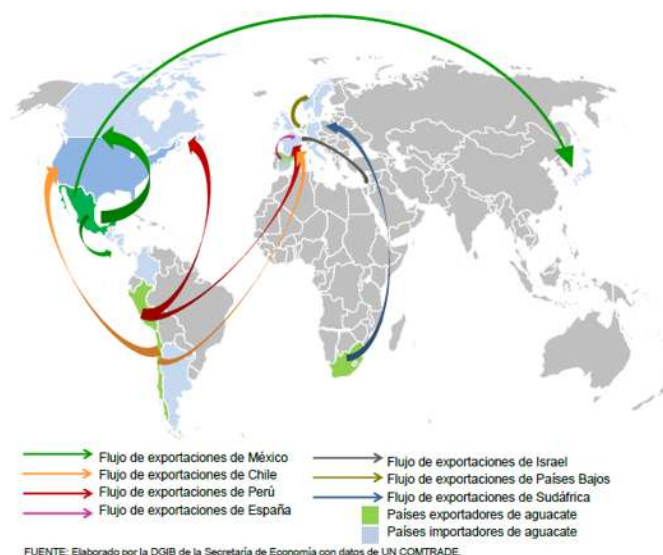


Figura 26.- Flujo de Comercio Mundial del Aguacate 2010 (Fuente: Elaborado por la DGIB de la secretaria de economía con datos de UN COMTRADE).

Los países con mayor producción de aguacate crecieron por encima del crecimiento promedio mundial, excepto México y Estados Unidos que, para este último su crecimiento medio fue negativo registrando una tasa de -3.7% en el mismo periodo.

Chile y República Dominicana lograron una tasa de crecimiento de doble dígito en su producción, dado el mayor rendimiento agrícola obtenido en la última década; Perú y Kenia también registraron un crecimiento dinámico, con una tasa anual del 8% en las dos naciones.

Tabla 2.- Producción de aguacate en México.(Fuente: Elaborado por la DGIB de la Secretaria de Economía con datos de la FAOSTAT).

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE AGUACATE EN 2010								
País	Producción (toneladas)	Participación (%)	TCM (%) 2000-2010	Superficie cosechada (ha)	Participación (%)	TCM (%) 2000-2010	Rendimiento (ton/ha)	TCM (%) 2000-2010
México	1,107,140	28.8	2.0	123,403	26.9	2.7	8.97	-0.7
Chile	330,000	8.6	12.9	34,057	7.4	4.9	9.69	7.7
República Dominicana	275,569	7.2	12.9	10,600	2.3	5.7	26.00	6.9
Indonesia	224,278	5.8	4.4	17,400	3.8	2.7	12.89	1.6
Colombia	201,869	5.3	4.4	30,511	6.6	8.7	6.62	-4.0
Perú	184,370	4.8	8.2	17,750	3.9	7.3	10.39	0.8
Brasil	152,181	4.0	5.9	11,637	2.5	-0.9	13.08	6.8
Estados Unidos de América	149,300	3.9	-3.7	24,252	5.3	-0.8	6.16	-2.9
Kenya	113,206	2.9	8.1	6,125	1.3	4.0	18.48	3.9
China	105,400	2.7	4.2	15,000	3.3	6.5	7.03	-2.2
Total Mundial	3,840,905	100	3.6	459,252	100	3.1	8.36	0.5

Fuente: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía con datos de FAOSTAT.



En el 2010 la producción total de aguacate en la República Mexicana reportó un poco más de 1 millón 77 mil toneladas. La mayor producción se focaliza en el Estado de Michoacán, lugar donde se concentran 920 mil toneladas de la fruta. Michoacán es el Estado que reporta 85% del total de la producción, siendo el líder productor.

Ofertando en promedio 76 mil toneladas mensuales que se destinan al mercado internacional y al mercado doméstico. Jalisco produce 29 mil toneladas, las cuales representan el 3% de la producción nacional. Morelos, Nayarit, México, Guerrero y Yucatán en conjunto producen 97 mil toneladas, las cuales representan el 8% de la producción total.

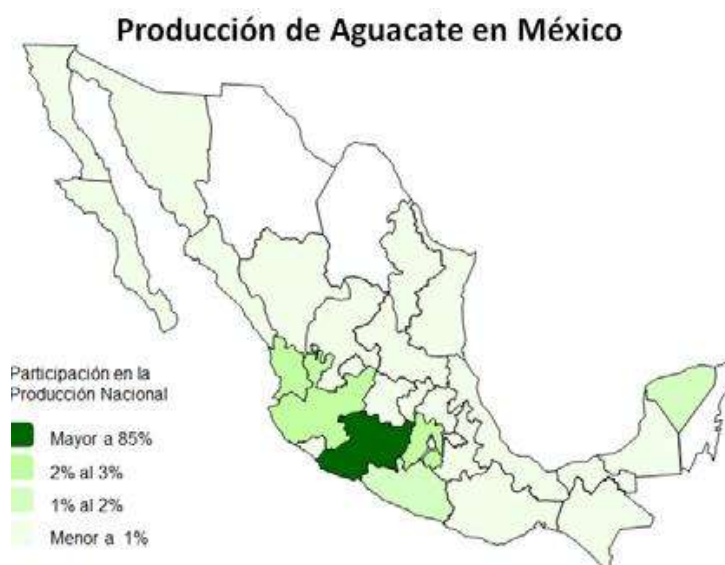


Figura 27.-Mapa de producción de aguacate en México

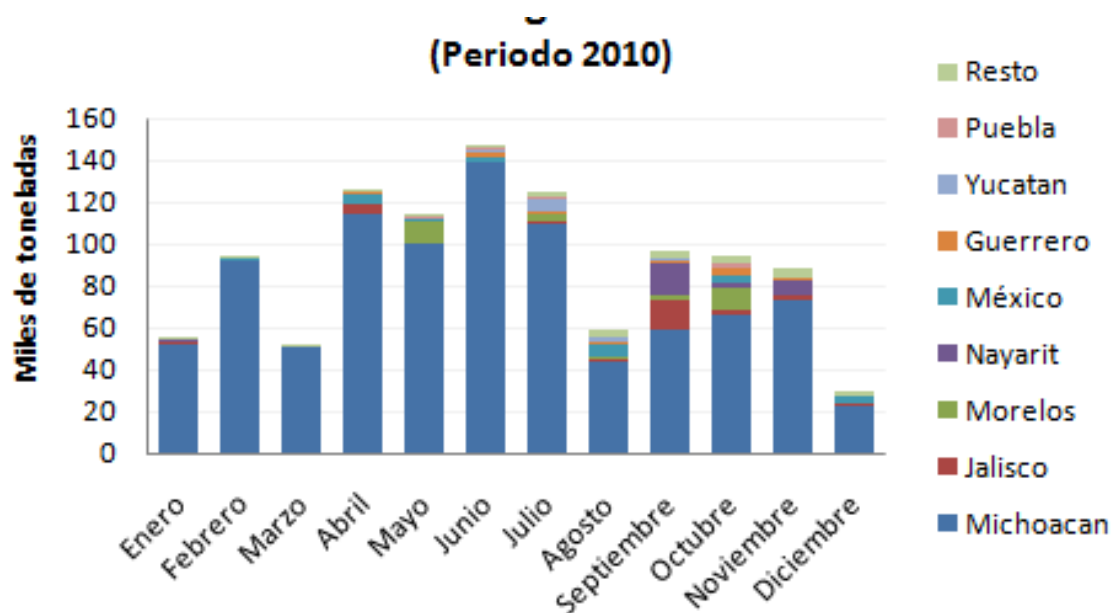
Fuente: SAGARPA, SIAP.

La producción de aguacate en la República Mexicana es realizada casi en su totalidad por el estado de Michoacán. En el año 2010, los meses en los que se obtuvo el máximo de producción fueron: abril, en el que se cosechó el 12% de la producción total, mayo el 11%, junio el 14% siendo este mes en que se alcanza el máximo de producción en el año, y julio con el 12%. En los meses posteriores el rendimiento en la producción va disminuyendo gradualmente, hasta llegar a 29 mil toneladas en el mes de diciembre.



Siendo el mes que reportó el mínimo de producción. Los meses restantes representan el 51% de producción. En menor escala, destaca la producción de Jalisco y Nayarit en el mes de septiembre y de Morelos los meses de mayo y octubre.

II.I.-PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MÉXICO



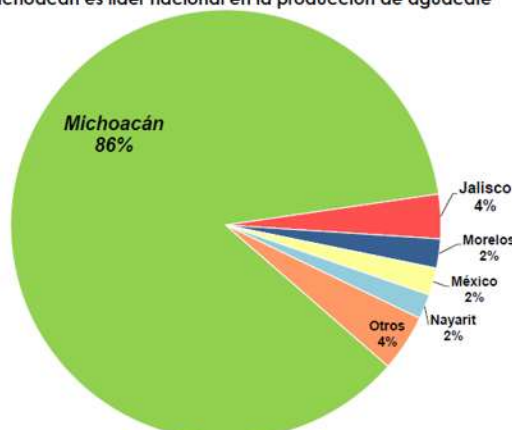
Grafica 3.- Producción de aguacate en México 2010 (Fuente: SAGARPA, SIAP)

De acuerdo con los datos del SIAP, en el 2010 la producción nacional de aguacate se estimó en más de 1 millón de toneladas con un valor de 14,166 millones de pesos, y el principal estado productor a nivel nacional es Michoacán que aporta el 86% del total nacional.

Dada la concentración en la producción nacional de aguacate en un solo estado, las demás entidades participan con un porcentaje poco representativo en el volumen total; sin embargo, han mostrado un mayor crecimiento en términos de producción y superficie cosechada, con el interés de posicionarse en el mercado nacional, como es el caso de Jalisco, Morelos, Estado de México y Nayarit, que en conjunto producen más de 161 mil toneladas.



Michoacán es líder nacional en la producción de aguacate



FUENTE: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía con datos de SIAP.

**Grafica 4.-Michoacan como líder en producción de aguacate en México.
(Fuente: DGIB con datos de la SIAP)**

La producción nacional de aguacate en los últimos doce años ha tenido un comportamiento positivo, ya que la suma total de la producción supera los 12 millones de toneladas, con un crecimiento medio anual de 3.1%, alcanzando su máximo en 2011 de 1.3 millones de toneladas de este fruto.

A nivel estatal, la producción promedio de aguacate en el estado de Michoacán oscila alrededor del millón de tonelada con un crecimiento medio anual de 2.9% durante 2000-2011, su volumen de producción es tres veces mayor al de Chile, uno de los principales países productores después de México, por ello se le considera la capital mundial del aguacate. Jalisco es el segundo lugar a nivel nacional en producción de aguacate, entidad que ha mostrado avances significativos al mantener una tasa media de crecimiento de 21% al año y un récord de producción para 2011 con 42 mil toneladas, aunque el incremento sigue siendo reducido ante la gran oferta de Michoacán.

Tabla 3.-Principales productores de aguacate durante el 2011 (Fuente: DGIB con datos de la SIAP)

PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE AGUACATE EN 2011								
Estado	Producción (toneladas)	Participación (%)	TCM (%) 2000-2011	Superficie cosechada (ha)	Participación (%)	TCM (%) 2000-2011	Rendimiento (ton/ha)	TCM (%) 2000-2011
Michoacán	1,092,322	86.3	2.9	104,802	82.1	2.7	10.4	0.3
Jalisco	42,210	3.3	20.9	6,474	5.1	23.8	6.5	-2.3
Morelos	27,716	2.2	3.4	3,034	2.4	2.3	9.1	1.1
México	25,955	2.1	4.9	2,362	1.9	1.3	11.0	3.6
Nayarit	23,587	1.9	2.4	2,920	2.3	2.1	8.1	0.2
Guerrero	13,410	1.1	7.1	1,943	1.5	7.9	6.9	-0.7
Yucatán	11,508	0.9	4.6	540	0.4	0.0	21.3	4.6
Puebla	7,933	0.6	-3.6	1,672	1.3	-3.3	4.7	-0.3
Chiapas	5,851	0.5	8.9	712	0.6	6.2	8.2	2.5
Oaxaca	3,464	0.3	-2.5	693	0.5	-1.5	5.0	-1.1
Nacional	1,265,669	100	3.1	127,668	100	2.8	9.9	0.3

Fuente: Elaborado por la DGIB de la Secretaría de Economía con datos de SIAP.



El estado de Michoacán es el estado con mayor producción y venta de aguacate a nivel nacional e internacional. Sin embargo, no se ha desarrollado una diversificación de los posibles productos que se pueden extraer del mismo dadas sus propiedades nutrimentales. La producción de aguacate en el estado de Michoacán durante el periodo 2009-2010 alcanzó niveles cercanos a las 344,000 toneladas que en su mayoría se destinan al mercado exterior y al consumo interno. La superficie destinada al cultivo aumenta año tras año, sin embargo no se incrementa de la misma manera la demanda para el consumo por lo que cabe esperar a corto plazo un excedente importante.

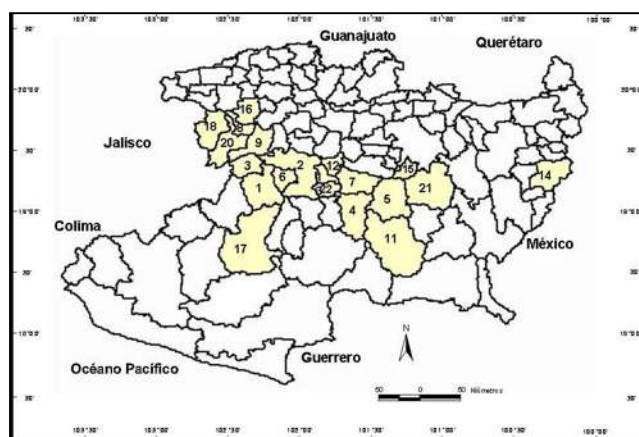


Figura 28.-Mapa del estado de Michoacán.

Localización de los 20 municipios productores de aguacate del estado de Michoacán. El significado de cada número se encuentra en la siguiente tabla 4.

Tabla 4.-Distribucion municipal de la superficie con aguacates en Michoacán (Fuente: SAGARPA, 2005)

Distribución municipal de la superficie con aguacate en Michoacán (SAGARPA, 2005).

Número en la Fig. 1	Municipio	Superficie (ha)	% del total
1	Tancitaro	15,177.00	17.7
2	Uruapan	14,878.00	17.4
3	Peribán de Ramos	12,839.00	15.0
4	Ario de Rosales	8,000.00	9.3
5	Tacámbaro	7,401.50	8.6
6	Nuevo Parangaricutiro	5,688.00	6.6
7	Salvador Escalante	5,291.00	6.2
8	Tingüindín	3,684.00	4.3
9	Los Reyes	2,849.00	3.3
10	Nuevo Zirosto (pertenece a Uruapan)	1,720.00	2.0
11	Turicato	1,455.00	1.7
12	Tingambato	1,415.00	1.7
13	Ziracuaretiro	1,120.00	1.3
14	Zitácuaro	995.00	1.2
15	Acuitzio	690.00	0.8
16	Tangamandapio	575.00	0.7
17	Apatzingán	448.82	0.5
18	Cotija	410.00	0.5
19	San Andrés Corú (pertenece a Ziracuaretiro)	318.00	0.4
20	Tocumbo	285.00	0.3
21	Villa Madero	262.00	0.3
22	Taretan de Michoacán	208.00	0.2
Total		85,709.32	100



Si a este excedente se le une la fruta rechazada en los canales de exportación así como la fruta caída del árbol, la fruta golpeada, o simplemente demasiado madura, estas pueden resultar cantidades sumamente apreciables a la que es necesario buscarle una aplicación óptima.

II.II.-REGULACIÓN DEL AGUACATE

Al igual que otras frutas y hortalizas, el aguacate y sus productos derivados son mercancías susceptibles a riesgos fitosanitarios, por ello la importancia de regular la importación, exportación y movilidad nacional del aguacate para evitar la introducción, diseminación y establecimiento de plagas cuarentenarias al territorio nacional y, de esta forma garantizar la participación eficiente del sector en los mercados nacional e internacional.

Las siguientes Normas Oficiales Mexicanas contienen los requisitos y especificaciones en materia de sanidad vegetal que debe cumplir el aguacate, tanto de exportación como de importación:

- **NOM-128-SCFI-1998.** Establece la información comercial que debe contener el etiquetado del envase en el que se contiene el aguacate, para consumo humano, de origen nacional o extranjero.
- **NOM-076-FITO-1999.** Establece el sistema preventivo y dispositivo nacional de emergencia contra las moscas exóticas de la fruta.
- **NOM-066-FITO-2002.** Establece los requisitos y especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate.
- **NMX-FF-016-SCFI-2006.** Establece las especificaciones de calidad que debe cumplir el aguacate en su variedad Hass, para ser consumido en fresco, después de su acondicionamiento y envasado, excluyendo el aguacate para el procesamiento industrial.

La importancia del aguacate para nuestro país además de económica, es cultural y ambiental, ya que puede desarrollarse en diversos microclimas en donde es posible encontrar material vegetal de excelente calidad organoléptica y con características agronómicas interesantes. Sin embargo posterior a la caracterización y selección del material se requiere generar dinámicas de propagación con el fin de crear viveros con árboles certificados y de calidad predeterminada.

El aguacate (*Persea americana* Mill), es una fruta muy apreciada en el mercado mundial por su consistencia suave similar a la de la mantequilla, su exquisito



sabor, su alto valor nutritivo y por sus amplias posibilidades de uso no solo en la culinaria, también en procesos industriales. Se estima que contiene un fuerte componente vitamínico (A, C y E), además de extraordinarias propiedades para eliminar el colesterol, por contener lipoproteínas de baja densidad.

A su vez, su consumo evita el riesgo de desarrollar arteriosclerosis, siendo beneficioso para controlar el asma y la artritis reumatoide.

Existe la opinión de que la industria aguacatera es muy pequeña sin embargo presenta grandes oportunidades de desarrollo sobre todo con la diversificación de mercados y presentación final del producto, es decir no limitarse únicamente a la venta de producto en fresco, si no también enfocar esfuerzos a la comercialización de productos procesados. Con amplias oportunidades de participación en los mercados internacionales, tanto en fresco como procesado; ya sea en polvo deshidratado, en mitades deshidratadas, base para guacamole tanto húmedo o seco, puré, aceite para uso comestible o cosmético, etc.

El aguacate contiene alto poder nutritivo, constantemente se han estudiado algunos métodos de conservación, sin embargo en el país no se comercializa en su mayoría de manera procesada, por presentar un rápido oscurecimiento enzimático. Las dificultades que se presentan al tratar de elaborar productos de aguacate son las siguientes: **oscurecimiento enzimático de fenoles, oxidación de lípidos, crecimiento microbiano, desarrollo de sabor y aroma desagradable durante los tratamientos térmicos.**

Los aguacates destinados para la conservación en forma de mitades deben ser muy bajos en el contenido de fibra, debido a que este material da una presentación poco atractiva al consumidor, la fruta debe ser de tamaño medio, para lograr mejor distribución en el envase, el estado de madurez es fundamental, requiriéndose una buena firmeza, que facilite la operación de almacenaje y empaque.

De acuerdo con bibliografía el principal problema con el que se encuentran al deshidratar el aguacate o al elaborar el guacamole es el oscurecimiento enzimático o pardeamiento, además de que se encuentra muy poca bibliografía sobre la deshidratación solar de aguacate a gran escala, solo se encuentran referencias a escala laboratorio, generalmente la deshidratación se hace bajo métodos de presión pero son pocas las referencias a otros procedimientos de extracción que se hayan llevado a escala industrial.

Por ejemplo:



“Deshidratación de rebanadas de aguacate variedad Hass por el método OSMO-VAC (Osmotico-vacio) y evaluación de la calidad del producto”

Tesis realizada por el instituto Politécnico Nacional (México .DF)

Tesis en la cual describe un proceso de sumersión del producto. Las rebanadas se sumergieron en la solución de maltodextrina a diversas temperaturas , una vez puestas en la solución las rebanadas a diversas etapas de vacio , así como secado osmotivo.

Desventajas:

- Durante el proceso de OSMO-VAC se pierden más sólidos durante el manejo de las muestras (lavado y secado), que la que gana durante el proceso de secado.
- Es un proceso relativamente caro.

Otro caso:

ESTABILIDAD DEL AGUACATE OSMODESHIDRATADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Tesis realizada por:

M. Schwartz¹, M. Sepúlveda¹, J. A. Olaeta² y P. Undurraga²

1 Depto. Agroindustria. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Casilla 1004. Santiago. Chile. mschwartz@uchile.cl

2Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4-D Quillota. Valparaíso. Chile.

En el cual menciona en su proceso lo siguiente:

A trozos de aguacate Fuerte se les eliminó el 40% del agua por deshidratación osmótica, sumergiéndolos en una solución de maltodextrina 18-22 DE (al 50%) y NaCl al 10% durante seis horas, tiempo después del cual, se trituraron para transformarlos en pulpa. Para comprobar el efecto de la temperatura del almacenamiento sobre esta pulpa se la almacenó durante 80 días, bajo tres condiciones: temperatura ambiente (T3), refrigeración (4°C) (T2) y congelación (-20°C)(T1). Se controló, cada 20 días, la calidad de la pulpa midiendo humedad, actividad del agua, sólidos solubles, sal, índice de peróxido, pH y color instrumental.

Desventajas:



- La eliminación de agua en las muestra es menor a la esperada.
- Los valores del contenido de sólidos solubles (base húmeda) se mantienen con el tiempo, como era de esperar. El contenido inicial de sólidos solubles del aguacate fresco es alrededor de 5° Brix, el que aumenta hasta casi 20° Brix después de la DO. Este aumento se debe por una parte, a la composición de la solución osmótica utilizada y por otra, a la disminución en el contenido.
- Solo menciona pruebas de materia húmeda.

De acuerdo con métodos utilizados para preservar el aguacate deshidratado, muchos de los productos que presentan estas características, suelen tener una vida útil muy corta, con lo que se ve limitada la comercialización de estos. Esto ha llevado a encaminar a la investigación, el desarrollo y la innovación de nuevas tecnologías que proporcionen alimentos que cumplan con las exigencias de la demanda, uno de estos métodos es la deshidratación solar. Cabe destacar que existen muchas modalidades para la deshidratación del aguacate, sin embargo una variante que es poco usual para el proceso de deshidratación del aguacate, es el uso de la energía solar.

Actualmente se busca innovar el proceso general e incluso derivados de aguacate distintos al aceite, se propuso en el protocolo del proyecto la caracterización de la deshidratación solar de aguacate para fines de consumo humano. Así como para la exportación de dicho producto deshidratado.

Es por ello que de acuerdo a los datos investigados, se considera que la opción de utilizar una energía alterna como la deshidratación solar, una alternativa limpia y económica, a diferencia de otros procesos que se guían en la obtención de aguacate deshidratado, podemos comprobar que el desarrollo de la misma dará resultados claros y satisfactorios. Hay varias razones por las cuales se considera utilizar la deshidratación utilizando energía solar:

- 1.- Conservar los alimentos durante largos periodos y consumirlos durante periodos de escasez, lugares donde no se cosechen o simplemente que se encuentren fuera de temporada.
- 2.- El proceso es en realidad, sencillo, seguro y eficiente. Nota: Aunque es sencillo, varía según el producto y las características que exijamos (finalidad y manejo).
- 3.- Los productos adecuadamente deshidratados, no pierden sus propiedades organolépticas, según el producto y las características que exijamos (finalidad y manejo).



4.- Los productos adecuadamente deshidratados no pierden sus propiedades nutritivas.

5.- Los factores anteriores encaminan a una nueva facultad de poder comercializar a precios mayores (¡Valor agregado!).

6.- La facilidad de manejo de productos apropiadamente deshidratados y empaquetados, hace factible el emprendimiento con vista en mercados más lejanos.

7.- La energía del sol es gratuita. (Rentabilidad y no combustión).

8.-Proceso limpio.

9. Económico y rentable.

El deshidratado ha sido usado por siglos para preservar diferentes alimentos y es sin duda de las más utilizadas en muchas industrias alimenticias. Entre los usos que se le atribuyen a este método de preservación está la conservación de carnes, hierbas, frutas y vegetales. Esta forma de preservar alimentos consiste en reducir el grado de humedad de los productos.

Es necesario diferenciar entre secado, el cual es un método tradicional próximo a la desecación natural, como frutos secados al sol, y la deshidratación propiamente dicha, que es una técnica artificial basada en la exposición a una corriente de aire caliente bajo condiciones controladas. El mecanismo de deshidratación busca remover agua de un producto y disminuir la actividad de agua (que es la que utilizan los microorganismos para crecer y reproducirse) hasta un nivel que permita extender su vida útil o de anaquel.

II.III.-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROPUESTO

Mecanismo de Deshidratación

El uso exhaustivo de la deshidratación consiste en que, además de proporcionar estabilidad microbiológica, debido a la reducción de la actividad del agua y fisicoquímica, aporta otras ventajas derivadas de la reducción del peso del producto, en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento; para conseguir esto, “La transferencia de calor debe ser tal, que se alcance el calor latente de evaporación y que se logre que el agua o el vapor de agua atraviese el alimento y lo abandone”.

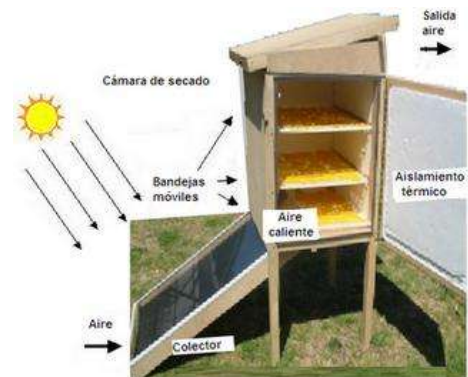


Figura 29.-Deshidratador solar mixto.



La deshidratación es una técnica de conservación de alimentos utilizada desde tiempos remotos que, además de proporcionar un ambiente difícil para el crecimiento microbiano, reduce los costos de transporte y almacenamiento por la disminución del peso y volumen de los productos.

Aunque en la actualidad se practican diferentes técnicas de deshidratación como son la deshidratación con aire; la deshidratación al sol, utilizado desde la antigüedad, sigue siendo una opción viable, económica y sencilla, tanto a escala familiar como en grandes producciones agrícolas. Éste es uno de las utilidades más importantes del calor solar ya que permite tratar una gran variedad de alimentos, como: hortalizas, frutas, plantas aromáticas y hasta carnes.

Consideraciones del proceso

Existen varios estudios sobre de deshidratación de alimentos cuyo objetivo es comprender las etapas de este proceso para aplicaciones prácticas. Algunos de estos estudios consideran que deshidratación es un fenómeno complejo pues, como ya mencionamos, involucra procesos combinados de transferencia de calor y masa difíciles de modelar.

Diagrama de proceso

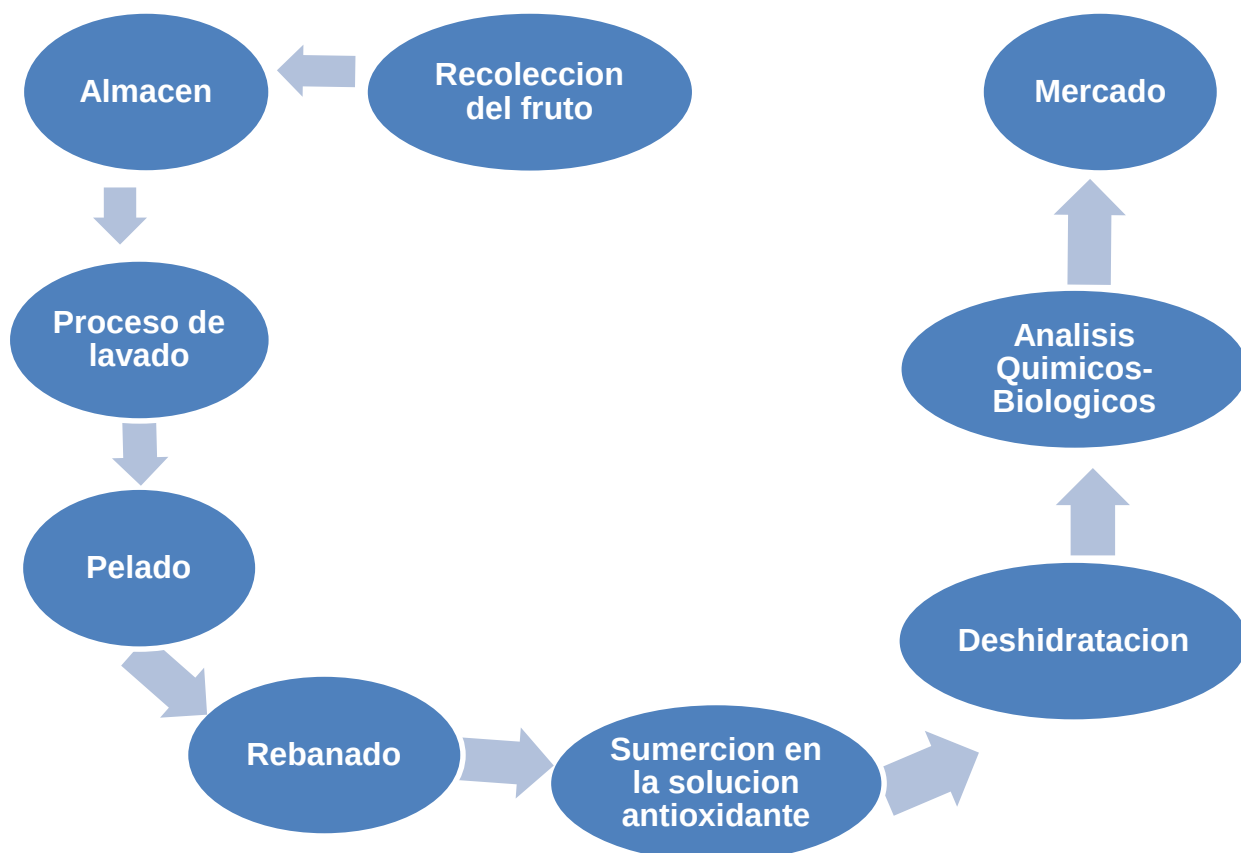


Figura.- 30.- Diagrama de proceso de deshidratación del aguacate.



Figura 31.- Diagrama de proceso de deshidratación de aguacate para análisis de resultados.

III.-DESARROLLO DEL TRABAJO (METODOLOGIA)

1. **Recolección del fruto:** La autorización para cortar, se realiza después de tomar cinco muestras (aguacates) al azar y que las cinco cumplan con el mínimo de materia seca, si cumple; entonces se autoriza el corte y este se hace por inspección ocular con personal (cuadrillas de corte) certificado y verificado por el personal de USDA, SAGARPA y la APEAM.

Para poder identificar qué tipo de condiciones son necesarias para eliminar totalmente la presencia de los coliformes totales, es necesario saber cuál es el grado de contaminación con la que cuenta nuestra muestra (fruto), claramente esto dependerá de dos variables muy importantes las cuales son:

- A) Lugar de donde proviene la fruto.
- B) El tiempo de maduración del fruto.

Las muestras de aguacates analizadas provienen de un lote de frutos provenientes del Huerto: "RANCHO VIEJO", superficie 12.00 Ha., con una Ubicación en Zacándaro y con una posición geográfica de 19°21'27" Latitud Norte y una longitud de 102° 11'15" Oeste y una altitud de 1690 m.s.n.m.



Figura 32.-Corte de aguacate para proceso de muestra.

2. Almacén: Si en caso de que el producto no este apto para consumo inmediato se lleva cámaras de maduración para su posterior consumo.

3. Proceso de lavado:
Lavado de fruto:

En el caso de que el fruto sea lavado deberá utilizarse agua apta para su uso en poscosecha, en donde se aplique un desinfectante al agua el cual puede ser cloro, yodo (en sus sales correspondientes) u ozono, o cualquier producto que de muestre ser efectivo, el cual debe ser monitoreado de manera frecuente y se registre en bitácora. Para el caso de cloro libre se especifica una concentración entre las 100 y 200 p.p.m. con un pH final de 6.5 a 7.5. ¹⁴

¹⁴.-Fuente: **Desinfección con cloro: Cálculo de soluciones a base de hipoclorito de sodio** Publicado por María Bolaños Aguilar en marzo 17, 2012 a las 5:04pm en Categoría sin título.



Figura 33.- Toma de muestra del pH de la solución de lavado.



Figura 34.-Lavado de las muestras.

Desinfección: La desinfección de las superficies en contacto con los frutos, se recomienda la utilización de sales cuaternarias de amonio ó bien el uso de hipoclorito de sodio en concentraciones en el orden de los 150 a 200 p.p.m.



(Primer lavado, previo al contacto con los frutos y al agua a utilizar para su lavado, solo las superficies de contacto).



Figura 35.- Desinfección de las muestras utilizando hipoclorito de sodio.



Figura 36.-Secado de las muestras



El aguacate es sumergido en la solución preparada con hipoclorito de sodio durante 5 minutos, después de lo cual se deja que la muestras se sequen durante otros 5 minutos y posteriormente se recurre al proceso de pelado descrito más adelante.

Esta técnica de lavado ya fue estudiada con anterioridad y se demostró que con esta concentración de hipoclorito de sodio en la solución se asegura que el aguacate y el equipo estarán libres de cualquier bacteria o microorganismo peligroso para la salud.¹⁵

Cabe mencionar que el mismo procedimiento se debe de hacer para el lavado y desinfección de utensilios, material, materia prima y así mismo del deshidratador. Para ello se lavaron y desinfectaron paredes, aberturas, captador de sol, charolas del deshidratador, toda pared de contacto y superficies de contacto.



Figura 37.-Lavado y desinfección de charolas contenedoras.

¹⁵.-Técnica de lavado estudiada y aplica en el proyecto transferencia de tecnología para la obtención de aceite de aguacate y derivados .Dirigida por el M.C. Acuña Pardo José Domingo, Dr. Ortiz Alvarado Rafael y equipo de trabajo. 49 UMSNH.



4. Determinación de materia seca:

Para este paso se tuvo que determinar el porcentaje de materia seca de los aguacates a utilizar, ya que estos deben de obedecer la norma **NMX-FF-016SCFI-2006**, la cual establece:

- a) Requisitos mínimos generales: Los frutos deben haber alcanzado al menos 21.5% de materia seca en la pulpa, ser cortados con gancho con red, pedúnculo cortado al ras y evitar contacto con el suelo
- b) Que se transporten del huerto a la empacadora en cajas limpias y en camiones cubiertos con lona; y para el caso de consumo humano al menos del 31-33% de materia seca.

Para este procedimiento se llevó a cabo en un microondas casero para provocar una rápida deshidratación de la muestra de pulpa de aguacate. Con esta tecnología, no se debe esperar a que el aguacate se ablande, en este procedimiento se esperan diferencias significativas respecto de un deshidratado desecado lento en horno eléctrico por espacio de varios días. Se utilizan muestras pequeñas de 10 gramos cortadas en dados o ralladas; y se pesan cada períodos de tiempo constantes (normalmente 3 minutos) hasta obtener peso constante. En este punto lo que se tiene es materia seca en gramos. Si multiplicamos x 10, llevamos a % ese mismo resultado.



Figura 38.- Cortado de aguacate y pelado.



Figura 39.- Pesado de la muestra antes de deshidratar en horno.

Posteriormente, una vez que se pesan las muestras se procede a introducirlas al interior del microondas; colocando las rebanadas sobre las hojas de papel, se debe de reportar el peso del papel para evitar error en las pesadas de las muestras. Se da un tiempo aproximado de entre 2 a 4 min hasta la eliminación de agua de la muestra, una vez pasado el tiempo, se extrae la muestra y se vuelve a pesar hasta que no exista variabilidad y se mantenga a peso constante.



Figura 40.- Pesado de las rebanadas de aguacate una vez salidas del horno de microondas.



Ecuación para determinar la materia seca:

$$\%Materia\ seca = \frac{Peso\ muestra\ seca}{Peso\ muestra\ fresca} \times 100$$

5. Pelado del aguacate:

Para el pelado de las muestras de aguacate deben de ser previamente seleccionados y lavado todo el material de apoyo para este procedimiento, ya que es un producto alimenticio y el cual debe de ser tratado ante todo con sanidad e inocuidad, será obligatorio el uso de guantes de látex de uso médico, cofia, botas, todo material que sea utilizado para rebanar, cortar o extraer, será desinfectado y esterilizado con anterioridad. Para el proceso de pelado existen dos etapas una en la que es extraer el hueso del centro del aguacate y la siguiente en el cual la cascara le es retirada al fruto. Para esto es necesario cortar el aguacate por la mitad y con la ayuda de un cuchillo, navaja o cualquier objeto con filo, una vez que se extraer el hueso se procede a retirar la cascara con la ayuda de guantes de látex estériles.



Figura 41.- Técnica de extracción de hueso



Figura 42.- Técnica de pelado de aguacate

6. Proceso de rebanado o corte:



Para este proceso se utilizaron dos rebanadores tipo plano con ajuste de espesor de corte el cual nos permitirá calibrar el espesor deseado. Para llevar a cabo el rebanado de las muestras es importante desinfectar y lavar dichos rebanadores. Los espesores que se utilizaron fueron de 1-4 mm de espesor aproximadamente, ya que estos son los más óptimos para las muestras.



Figura 43.- Rebanadores tipos plano con ajuste de rebanado.

7. Pesado:

Se utilizaron dos balanzas una analítica para determinar el peso de las rebanadas y otra de plato debido a que se pesaron las charolas contenedoras de las rebanadas para evitar la des calibración de la analítica.



Figura 44.- Balanza de canasta con plato



Figura 45.-Balanza analítica con rango hasta 0.1 grs.



Se pesaron las charolas, rebanadas de aguacate antes de introducirlas al deshidratador y después del deshidratado.

8. Proceso de deshidratación:

En este proceso se utilizó un deshidratador con control de temperatura el cual está constituido por las siguientes partes:

- Parrilla eléctrica.
- Ventilador.
- 4 charolas de 45cm x 45cm cada una.
- 1 Ventanillas de ventilación (con malla antiáfidos).
- Puerta.
- Imán.
- 20 niveles en su interior.
- Cámara de secado.
- Soporte de charolas.
- Colector solar.
- Display de temperatura.
- Control de temperatura y tiempo.
- Sensor de temperatura, etc.



Figura 46.-Parte lateral de deshidratador de 15 Kg.



Para este procedimiento:

Una vez que se pesaron las muestras, se pasan a cortar con ayuda de rebanadoras en cortes de 1-4 mm de espesor, evitar manipulación del producto con las manos directamente para eliminar agentes contaminantes o en dado caso utilizar guantes de látex estériles. Antes de colocar las charolas, se recomienda esperar hasta que el deshidratador llegue a la temperatura óptima de trabajo. Se colocan las charolas, con las muestras de rebanadas de aguacates y se procede a la colocación en el interior del deshidratador. La manera correcta es hacerlo es de manera ascendente, de abajo hacia arriba; verificando que la temperatura haya alcanzado el punto óptimo deseado.



Figura 47.- Control y sensor de temperatura, el cual regula y muestra la temperatura en el interior del deshidratador.

El equipo debe colocarse en un espacio abierto y con suficiente captación de luz solar, el lugar debe de estar sobre una superficie plana y debe estar orientado de norte a sur.

Este tipo de deshidratador contiene en la parte inferior un sistema eléctrico de resistencia, el cual por medio del sistema de sensor de temperatura en el interior nos permite regular la temperatura y el tiempo de deshidratado (esto si en dado caso el equipo no llegase a la temperatura optima en días nublados). Después de hacer la primera corrida experimental y así para cada una de ellas, para su posterior uso se necesita dejar enfriar durante 15 minutos en un lugar seco y a la sombra.



Figura 48.-Colocación de las charolas contenedoras en el interior del deshidratador.

Para el uso del deshidratador: Este equipo cuenta con una fuente de energía (resistencia), el cual se conecta a la corriente eléctrica, ya que este contiene en su parte inferior una resistencia y un ventilador; que proporcionan y ayudan a que la temperatura y calor sean constantes.

Una vez introducidas las charolas, se procede a fijar el tiempo y la temperatura deseada, se cierra la puerta para evitar la pérdida de temperatura en el interior.

9. Pesado

El pesado final de las muestras se debe de hacer antes y después del proceso de deshidratación, ya que se debe de registrar la pérdida de agua en las rebanadas de aguacate. Para esto se necesita que las rebanadas no sean retiradas de las charolas para determinar el peso final de cada una de las corridas de deshidratación



10. Adición de antioxidante

El antioxidante, será aplicado después de haber deshidratado las rebanadas de aguacate; el antioxidante a utilizar será el ácido cítrico debido a que tiene bajo costo y es fácil de conseguir la cantidad a utilizar será de 1%, por medio de un aspersor.

11. Envasado o empaquetado

Después del deshidratado, los productos terminados; tienen que ser envasados o empaquetados rápidamente, para que no adquieran humedad del ambiente. Para este efecto, se pueden utilizar recipientes de plástico, latas herméticas de metal o bolsas de polipropileno (no polietileno), que se puedan sellar fácilmente con ayuda de una maquina selladora. Se debe de etiquetar cada muestra colocando: fecha, numero de muestra, peso, contenido, contenido de materia seca, etc. Es muy importante dejar unos paquetes o frascos en cantidad de “testigos” para conocer su duración y en los próximos secados correspondientes, coloca este dato como una importante información nutricional que los consumidores agradecerán mucho para su posterior revisión de fechas de caducidad.



Figura 49.- Empaquetado de las rebanadas de aguacate deshidratadas.

12. Empaques

El empaque tiene que constituir una protección contra el aire, luz (responsable de oscurecimiento), la humedad, insectos o plagas, etc.

Por ejemplo:

- Películas de celulosa. La celulosa natural no tiene olor ni sabor y es biodegradable a los cien días aproximadamente. Es altamente Resistente a



los pinchazos, pero se rompe fácilmente. Proporciona una mayor protección al aire y la humedad que el polietileno. No es sellable al calor, Se usa para confeccionar bolsas de sellado a presión.

- El celofán es una película de celulosa cubierta con laca.
- Empaques al vacío: El empaque al vacío como su nombre lo dice es el sistema por medio del cual se procura generar un campo de vacío alrededor de un producto y mantenerlo dentro de un empaque.

Uno de los sistemas más exitosos para la conservación de alimentos, ha sido el empaque al vacío porque al retirar el aire del contenedor, se obtiene una vida útil más larga al poder conservar las características organolépticas ya que al eliminar el oxígeno no existe crecimiento de gérmenes aeróbicos, psicrófilos, y mesófilos que son los que originan la rancidez, la decoloración, y la descomposición de los alimentos.

El material de empaquetado en vacío.

Obviamente el material de empaque utilizado en un sistema de vacío debe lograr el mantener el vacío generado, durante la mayor cantidad de tiempo. Debemos tener en cuenta que los materiales de empaque tienen diferentes grados de barrera al aire o a los gases como puede verse en la tabla a continuación:

Tabla 5.- Grados de barrera para material de empaque.

Barrera a los gases	Material
Alta	Hojalata
Alta	Vidrio
Media	Polímeros
Baja	Cartón y Papel

Se debe destacar que los productos empacados en hojalata y vidrio no requieren refrigeración hasta su apertura.

Los polímeros entre los que se cuentan una extensa variedad también poseen diferentes grados de permeabilidad o barrera a los gases, por lo que es conveniente verificar el grado de protección antes de decidirse por un material. Durante las últimas dos décadas se han logrado desarrollos de materiales espectaculares, lográndose mayores barreras y características de maquinado.



Los polímeros más usados hoy para el empaquetado al vacío, son coextrusiones y laminaciones de diferentes materiales para lograr mejores propiedades como sellabilidad, barrera, brillantez, resistencia, flexibilidad, transparencia, y costo. Se encuentran disponibles para el empaquetador coextrusiones de 3, 5, 7, 9 capas con las mejores características de cada polímero coextruido.

El cloruro de polivinilideno o pvdc comercialmente Saran de DOW es uno de los polímeros más usados por su excelente barrera al oxígeno. Existen otras variaciones del Saran que son el Saran Látex 112, y el Saran F-278.

Otros compuestos son el EVOH o resina de Etileno Vinil Alcohol, el EVA o Acetato de Etileno vinilo, y el Nylon 6 biorientado o Nylon 66.

Condiciones para un buen sistema de empaçado al vacío.

Todo sistema de empaçado al vacío debe verificar cuatro factores durante el proceso:

- 1-Condiciones altamente higiénicas durante el proceso del producto y durante su empaque.
- 2-Aplicar materiales de alta barrera a gases y a oxígeno, que en condiciones normales de temperatura y presión puedan garantizar por cada 24 horas.
- 3-Equipos apropiados que puedan generar un alto vacío equivalente a 10 milibares dentro del empaque; y que además proporcionen un sellado sin degradamiento del material ni marcas fuertes de la mordaza.
- 4- Frio adecuado y condiciones entre 0°C y 4°C.

Hoy los sistemas de empaçado al vacío solucionan en gran parte muchos problemas de la conservación de alimentos de diverso tipo como animal o vegetal, y puede aplicarse a carnes rojas, embutidos o carnes procesadas, quesos, pescados, aves, vegetales, mariscos, y comidas preparadas.

Con el empaçado al vacío es posible hoy obtener una mayor vida de anaquel, lo que da la posibilidad al fabricante de salirse de un mercado local, y al consumidor de obtener un producto más saludable, y con menos preservativos o conservantes.

Algunos países recomiendan la utilización de sistemas HACCP para garantizar la calidad y cero contaminación, además se han establecido cero-tolerancias a bacterias como la *Listeria Monocytogenes* e incluso ya están disponibles en el mercado sistemas como *Toxin-Alert* que evidencian la contaminación con esta



bacteria en el empaque. Algunos procesadores utilizan algunas técnicas adicionales para eliminar la contaminación por *Listeria* y utilizan algunos procesos térmicos como vapor de agua, o agua caliente (70°C a 95°C entre 30 segundos hasta 10 minutos) y luz ultravioleta. Existen otros postprocesos no térmicos como Campo de pulsos eléctricos (PEF), Campos magnéticos oscilantes (OHF), y procesos de alta de presión.

En el caso de utilizar sistemas postproceso se debe proveer la utilización de un material que soporte estas condiciones sin degradación de sus características de barrera.

13. Almacenar

Para una buena preservación de productos deshidratados, debe almacenarse en las condiciones más óptimas:

- Guardar los productos en un lugar seco, con circulación de aire, si es posible fresco y protegido de la luz.
- Este lugar debe ser limpio y protegido de insectos y demás plagas que puedan dañar la integridad de nuestro producto final.
- Verificar cada cierto tiempo el estado de los productos.
- No almacenar los productos en el suelo, ni contra las paredes para evitar el riesgo de absorción de humedad.
- Si el producto deshidratado es de buena calidad y están en óptimas condiciones de almacenado, pueden preservarse durante muchos meses sin problema alguno.



III.I.-ANÁLISIS DE ANTIOXIDANTES

Efectos no deseados o deterioros producidos en alimentos por acción enzimática: entre estos efectos deben mencionarse los fenómenos de pardeamiento de los alimentos, los cuales se manifiestan por la aparición de manchas oscuras en el tejido animal o vegetal y pueden tener dos causas bien diferentes, distinguiéndose entre el pardeamiento químico o no enzimático y el enzimático.

Pardeamiento químico o no enzimático

Alimentos ricos en proteínas' y azúcares experimentan la llamada "Reacción de Maillard", quien encontró, ya en 1912, que aminoácidos simples reaccionan en caliente con ciertos azúcares para formar compuestos oscuros semejantes a la melanina. Se ha definido esta reacción como "la reacción de los grupos aminoácidos, péptidos o proteínas con los grupos hidroxil-glucosídicos de los azúcares". La reacción es favorecida por la humedad, la temperatura, algunos metales, como hierro y cobre, y el pH.

Entre las diversas reacciones intermedias tenemos la formación de glicosilamina que es incolora, luego una isomerización conocida como reordenamiento de Amadori y posteriormente la llamada degradación de Strecker, con pérdida de una molécula de CO_2 y formación de hidroximetil-furfural.

Este fenómeno es deseable en algunos productos, como cerveza, corteza del pan, café, pero en otros alimentos no es conveniente, ya que involucra aparte del cambio de color, cambios en el sabor, olor y en la disminución del valor nutritivo, ya que están comprometidos algunos aminoácidos esenciales como la lisina (32). Este pardeamiento se puede evitar mediante bajas temperaturas, bajo pH, descomponiendo la mitad de glucosa que puede estar presente, y el método más usado, que es bloquear el grupo $-\text{CO}$ mediante el sulfito de sodio.

Pardeamiento enzimático

Aunque el resultado final de este fenómeno de pardeamiento conduce también a polímeros oscuros del tipo de la melanina, semejantes a los que se forman en el pardeamiento no enzimático, el mecanismo de la formación es diferente.

El cambio de color en frutas, verduras y tubérculos se observa cuando ellos sufren daño mecánico o fisiológico: cuando se cortan o golpean. Se debe a la presencia en los tejidos vegetales de enzimas del tipo polifenoloxidasas, cuya proteína contiene cobre, que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas. Estas prosiguen su oxidación por el O_2 del aire sobre el tejido en corte reciente, para formar pigmentos oscuros, melanoídes, por polimerización.

Los substratos responsables son de tipo orto-fenólico y entre ellos se mencionan:



Ácido clorogénico-tirosina-catecol-ácido cafeico-ácido gálico-hidroquinonas-
antociano-flavonoides.

Las enzimas responsables son: la tirosinasa, la catecolasa, la ascórbico-oxidasa y las polifenol-oxidasas.

Los compuestos de la reacción no son tóxicos, pero la preocupación de los tecnólogos es el aspecto, color y presentación de frutas y verduras, que indudablemente tienen gran importancia comercial y culinaria.

Para que se produzca este pardeamiento es necesario, por lo tanto, la presencia de los tres componentes: enzima, sustrato más el oxígeno. Como nada se puede hacer o muy poco con el sustrato oxidable, los métodos hoy en uso tienden a inhibir la enzima o a eliminar el oxígeno y algunas veces se combinan ambos métodos.

a) Inactivación de la enzima mediante calor. Tiene la ventaja de que no se aplica aditivo alguno, pero presenta el inconveniente de que la aplicación de calor en frutas frescas produce cambios en la textura, dando sabor y aspecto a cocido.

Para evitar estos inconvenientes se regula el tiempo de calentamiento, acortándolo justo al mínimo capaz de inactivar la enzima por un escaldado inmediato. Se puede controlar la inhibición enzimática por la prueba del catecol. La inhibición es lenta a 75 °C, pero se hace rápida a 85°C.

b) Inactivación de la enzima mediante inhibidores químicos:

Anhídrido sulfuroso: Es uno de los más efectivos y económicos inhibidores químicos hoy usados en la industria alimentaria, aunque su olor y sabor desagradables pueden comunicarse al alimento cuando se emplea en grandes cantidades. Su uso no es aconsejable en alimentos ricos en tiamina y vitamina C, pues las destruye. En el caso de la tiamina, el SO₂ es capaz de romper el anillo tiazólico de la vitamina, separando el anillo de pirimidina, con lo que pierde su carácter vitamínico.

La polifenoloxidasa es muy sensible al SO₂, pero la reacción debe realizarse antes que se formen las quinonas por oxidación del sustrato, pues éstas oxidan al SO₂, por lo que pierde entonces su propiedad de inhibir la enzima.

Ácidos: Bajo un pH 2,5 cesa la actividad enzimática, que es óptima entre 5 y 7. Aunque luego se vuelva al pH original de la fruta, la enzima no se recupera, impidiéndose así el pardeamiento. Entre los ácidos más usados está el málico, que se agrega al prensar la fruta: caso de la manzana, de la cual es uno de sus componentes naturales; también se usa, pero en menor proporción, el ácido cítrico.



Los aditivos alimenticios son sustancias que añadidas a los alimentos ayudan a su conservación y a mejorar su aspecto. Son utilizados desde tiempos remotos, donde por ejemplo, el azafrán y el pimentón eran utilizados para colorear, y la sal y el vinagre para la conservación de los alimentos. En la actualidad existe una gran diversidad de aditivos naturales y sintéticos, cuyo fin es realzar o modificar ciertos caracteres del alimento.

Estas nuevas sustancias hacen posible la existencia de productos “larga vida” o de comidas y platos que se encuentran listos para calentar y servir, de esta forma haciendo la vida diaria más cómoda y práctica. Actualmente, gracias a los diversos organismos encargados de su control, los aditivos alimenticios están rigurosamente vigilados, ya que primero son estudiados y analizados sus posibles efectos adversos para la salud. En caso de que aparezca algún efecto adverso, estos son inmediata y absolutamente prohibidos de aplicar para consumo humano.

Las normas básicas que se deben cumplir para poder ser aplicados son:

- Utilizar la dosis mínima posible.
- No generar efectos perjudiciales para la salud y
- Ser técnicamente indispensables.

Tipos de aditivos que se aplican en la actualidad:

- Aromatizantes: Potencian los olores y aromas de los alimentos. Son generalmente utilizados en los zumos de frutas.
- Conservantes: Evitan el deterioro de los alimentos donde la principal causa es el ataque al alimento por parte de microorganismos como bacterias (toxinas) y levaduras entre otros.
- Colorantes: Hacen al aspecto visual del producto. Dentro de los colorantes naturales se puede nombrar a especias como la curcumina, el azafrán y algunos pimientos molidos, también se utilizan vitaminas como la riboflavina (amarillos) y los carotenoides (naranjas) y clorofilas (verdes). Los colorantes sintéticos o artificiales suelen ser de poca aceptación del público debido a su eventual dudosa seguridad de aplicación para consumo humano, donde la utilización además varía según el país que los regule.
- Antioxidantes: La oxidación de las grasas en los alimentos es el problema más frecuente luego del efecto producido por las bacterias y levaduras. Para disminuir la oxidación (ranciedad, alteración de la textura y color) utilizando técnicas de packaging y antioxidantes generalmente naturales como las grasas vegetales o especias como el romero.
- Gelificantes y espesantes: Suelen ser fibras naturales como el almidón y sus derivados. En otros casos se utilizan gelatinas provenientes de subproductos animales, aunque estas suelen perder su consistencia al cambiar de temperatura.



- Emulsionantes: Estos cumplen la función de conservar en un estado visiblemente unido alimentos compuestos por dos fases como ser una acuosa y otra grasa. Debido a que con el paso del tiempo las sustancias se separan, se utilizan emulsionantes que evitan este efecto natural. Dentro de las sustancias emulsionantes se pueden nombrar las lecitinas y aceites de soja entre otras.
- Saborizantes, (sustancias para acentuar o potenciar sabores): Estas suelen potenciar el sabor de algunos de los componentes presentes en el alimento. Suelen influir en la forma como el paladar siente los sabores generalmente aplicados a sopas y salsas. Dentro de este grupo se pueden mencionar glutamatos de sodio, potasio y calcio.
- Edulcorantes: Son aplicados para incrementar la sensación de dulzura. Son aplicados mayormente a las bebidas de bajas calorías o para ser disueltos en infusiones reemplazando al azúcar. Generan gran polémica debido al dudoso efecto que puede causar al largo plazo. Los edulcorantes más conocidos son los ciclamatos, las sacarinas y el aspartame.

Tal como ocurre con cualquier exceso o restricción alimenticia uno debe cuidar su salud. Pero entonces, sabiendo que y cuáles son los aditivos alimenticios, siempre que respeten las normas sanitarias y no se opongan a un diagnóstico de salud que nos afecte, queda claro de que cumplen el propósito de hacer nuestra vida un poco más fácil y nuestra alimentación con sabor más agradable.

Entre los diversos productos disponibles en el mercado para evitar el pardeamiento se encuentran enlistados en la siguiente tabla (tabla 6).

Tabla 6.-Tabla de antioxidantes- Fuente: Mundo alimentario pag:25,info@mundoalimentario.com mayo/junio 2009

Inhibidor de Oscurecimiento	Efecto / Acción	Defectos	Comentarios	Ejemplos de Concentraciones Analizadas
Acidulantes				
Ácido cítrico	Posible doble efecto: Baja el pH y quelación al Cu del lugar activo del PPO		Frecuentemente se usa en combinación con otros agentes. Teóricamente, se logra la inhibición del oscurecimiento bajando el pH 2 o más unidades bajo el pH óptimo del PPO	0.5-2%(w/w) ⁽²⁾
Otros ácidos orgánicos: Ácido tartárico, ácido málico, ácido láctico	pH más bajo	Disponibilidad, costo		
Ácidos inorgánicos: ácido fosfórico, ácido clorhídrico	pH más bajo	Efectos sensoriales: sabor		
Reductores (Agentes Reductores/Antioxidantes)				
Ácido Ascórbico (AA)	Reducción de o-quinonas a di-fenoles decolorados	Efecto temporal: el ácido ascórbico también se consume No específico: puede causar formación de colores y/o sabores no deseados Penetración insuficiente dentro del tejido del alimento		0.5%-1% (AA,EA) ⁽²⁾
Ácido Eritróico	Igual que el ácido ascórbico	Algunos autores reportan que el ácido eritróico se destruye más rápidamente que el ácido ascórbico		0.8%-1.6% (AA,EA) ⁽⁹⁾
Ésteres de Ascorbilo-fosfato AA-2 fosfato (AAP) AA-trifosfato (AATP)	Libera ácido ascórbico a través de la hidrólisis de la fosfatasa ácida de origen vegetal	Menos efectivos que el ácido ascórbico en algunas aplicaciones y mas efectivos en otras (depende de la actividad de la fosfatasa en cada tejido.	Más estable a la oxidación que el ácido ascórbico.	45.4mM (0.8%AA) ⁽⁶⁾
Compuestos sulfhidrilo L-cisteína	Reacciona con o-quinonas produciendo aductos estables (sin color)	Caro Formación de sabores discordantes a la concentración requerida	Más efectivos que el ácido ascórbico	230mM ⁽⁹⁾
Agentes Complejantes				
Ciclodextrinas (oligosacáridos cíclicos)	Formación de complejos con sustratos PPO Atrapamiento de sustratos de PPO o productos	La formación de complejos no es específica. Eliminación potencial de compuestos de color y/o sabor Costo: aún no autorizado	Se sugiere su uso incluso en combinación con otros agentes (acidulantes, quelantes, reductantes) ⁽⁹⁾	
β-ciclodextrina (β-CD)		Se sugiere utilizarlos en jugos	Soluble en agua Se requieren niveles menores cuando se combinan con fosfatos ⁽¹⁰⁾ Más soluble que (β-CD)	1-4% ⁽²⁾
Maltosil-(β-CD)				4% ⁽¹⁰⁾
Hidroxiethyl-(β-CD)				10% ⁽¹⁰⁾
Agentes Quelantes				
EDTA	Quelante de metal: enlaza al cobre al lado activo del PPO y el cobre disponible en el tejido.		Se usa comúnmente en combinación con otros químicos antipardecimiento Se permite niveles de hasta 500ppm para disodio EDTA y calcio y disodio EDTA	
Polfosfato	Quelantes	Baja solubilidad en agua fría	Se usa en combinación con otros agentes	0.5-2% ⁽²⁾
Sporix™ Polfosfato ácido	Quelante o acidulante	No aprobado en EUA para su uso en alimentos	A pesar de no ser efectivo cuando se probó sólo en trozos de manzana, en combinación con ácido ascórbico fue muy efectivo (sinergismo aparente)	Spprox 0.24% + 1% de ácido ascórbico ⁽⁹⁾
Pirofosfato ácido de sodio, Hexametáfosfato de sodio				
Inhibidores de Enzimas				
4-hexil resorcinol	Inhibidor de PPO	No ha sido aprobado para usarse en frutas y vegetales	Acción específica en PPO Soluble en agua Químicamente estable Es seguro para usarse en la prevención de pigmentos en camarones (GRAS) Otros usos potenciales en alimentos	
Aniones:Cloruro (NaCl, CaCl ₂) (ZnCl ₂)	Interacción con el cobre en el lado activo del PPO	Inhibición débil a concentraciones bajas a moderadas	La inhibición aumenta a pHs bajos	2-4% ⁽²⁾
Tratamiento enzimático con proteasas	Proteólisis	Las preparaciones del higo revelaron compuestos además de la ficina, derivados de resorcinol, los cuales son inhibidores de PPO Costo		
Ficina (de higo), Bromelina (de piña) Papalina (de papaya)				Solución 0.5% p/v ⁽¹¹⁾
Miel	Contiene un péptido pequeño que inhibe el PPO			Solución al 20% ⁽¹²⁾

Vota: Referencias (1) Whitaker and Lee, 1995; (2) McEvily et al., 1992; (3) Santerre et al., 1988; (4) Sapers and Ziolkowski, 1987; (5) Sapers et al., 1989; (6) Kahn, 1985; (7) Montgomery; 1983; (8) Gardner et al., 1991; (9) Hicks et al., 1996; Labuza et al., 1992; (12) Oszmianski and Lee,, 1990.



Selección del antioxidante para disminuir el pardeamiento en el deshidratado de aguacate

De acuerdo a la bibliografía consultada ¹⁶, en la mayoría de procesos de deshidratación hacen mención al uso de los siguientes antioxidantes:

- Ácido ascórbico
- Ácido cítrico
- Sal
- Maltodextrina
- Caseinato sódico
- EDTA
- Miel

Se consideraron los anteriores antioxidantes, ya que en su gran mayoría se encuentran de libre venta en el mercado. Los datos proporcionan y cantidades adicionadas a la mataría prima, caso que se explica en cada texto. Datos en los cuales mencionan pruebas de pH, solubilidad, acidez, color y evaluación sensorial.

Los resultados obtenidos de acuerdo a bibliografía^{17,18}, indican que la modalidad de pulpa procesada en mitades no presento efectos de conservación con ninguno de los tratamientos utilizados, indiferente a la forma de congelación empleada, observándose fuertes síntomas de pardeamiento enzimático sobre las mitades. Por el contrario, todos los tratamientos en pulpa de aguacate en ambas formas de congelación mostraron un efecto positivo en la conservación, manteniéndose los índices de calidad (color, pH, acidez, evaluación sensorial).

Por qué utilizan los anteriores antioxidantes:

- Se consideran los anteriores antioxidantes ya que su reacción ante el pardeamiento enzimático del aguacate es mayor, a diferencia de otros antioxidantes que se encuentran disponibles en el mercado.
- Son relativamente baratos.
- Son de fácil manipulación.
- Se han encontrado resultados efectivos en la disminución del pardeamiento enzimático, con mayores efectos sobre el aguacate.

¹⁶-Recubrimientos comestibles a base de caseinato sódico con capacidad antioxidante Sánchez-villanueva, r.; fabra, m.j.; talens, p*,¹⁷- Deshidratación de rebanadas de aguacate variedad Hass por el método OSMO- VAC(osmótico vacío) y evaluación de calidad del producto,Ing.Verónica Cornejo Mendoza.



Ácido ascórbico (Vitamina C)

El ácido ascórbico interviene en numerosas reacciones enzimáticas y, concretamente, en la oxidación de ciertos aminoácidos y en el transporte del hierro desde la transferencia plasmática a la ferritina del interior de los órganos. Favorece la absorción intestinal del hierro ingerido. Igualmente, resulta indispensable en la síntesis del colágeno.

El ácido ascórbico puede ser sintetizado a partir de glucosa y galactosa por las plantas y muchos mamíferos, pero no por el hombre. Su deficiencia determina la aparición de hemorragias, especialmente en los vasos de pequeño calibre y en las encías.

La vitamina C ayuda al desarrollo de dientes y encías sanos, al mantenimiento del tejido conectivo normal, así como también a la cicatrización de heridas. Igualmente, ayuda al sistema inmunológico del cuerpo.

La vitamina C se debe consumir todos los días, ya que no es una vitamina liposoluble y no se puede almacenar para uso posterior.

La vitamina C es un antioxidante, lo que significa que suprime los radicales libres que pueden causar daño a órganos, tejidos y células. Se cree que los radicales libres son una de las causas de los cambios degenerativos que se observan con el envejecimiento, pero aún no se sabe si el consumo de antioxidantes adicionales como la vitamina C puede ayudar.

Ácido cítrico

El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materias primas, especialmente la melaza de caña de azúcar. El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja.

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas.

En bioquímica aparece como una molécula intermediaria en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, proceso realizado por la mayoría de los seres vivos.

En el organismo humano el ácido cítrico ingerido se incorpora al metabolismo normal, degradándose totalmente y produciendo energía en una proporción comparable a los azúcares. Es perfectamente inocuo a cualquier dosis concebiblemente presente en un alimento.

18.-,Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*carica papaya* L.) en cuatro agentes edulcorantesosmotic dehydration of hawaiian papaya fruits (*carica papaya* L.) using four sweetener agents http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472005000200013&script=sci_arttext



El ácido cítrico y sus sales se pueden emplear en prácticamente cualquier tipo de producto alimentario elaborado. El ácido cítrico es un componente esencial de la mayoría de las bebidas refrescantes, (excepto las de cola, que contienen ácido fosfórico) a las que confiere su acidez, del mismo modo que el que se encuentra presente en muchas frutas produce la acidez de sus zumos, potenciando también el sabor a fruta. Con el mismo fin se utiliza en los caramelos, en pastelería, helados, etc. Es también un aditivo especialmente eficaz para evitar el oscurecimiento que se produce rápidamente en las superficies cortadas de algunas frutas y otros vegetales.

También se utiliza en la elaboración de encurtidos, pan, conservas de pescado y crustáceos frescos y congelados entre otros alimentos. Los citratos sódico o potásico se utilizan como estabilizantes de la leche esterilizada o UHT.

Tabla 7 .- Principales sectores y usos del ácido cítrico

Sector	Uso
Bebidas	Saborizante y regulador del pH; incrementa la efectividad de los conservantes antimicrobianos.
Dulces y Conservas	Acidulante y regulador del pH para lograr una óptima gelificación.
Caramelos	Acidulante y regulador del pH con el objetivo de alcanzar la máxima dureza de los geles.
Verduras Procesadas	En combinación con ácido ascórbico, previene la oxidación.
Alimentos Congelados	Ayuda a la acción de los antioxidantes; inactiva enzimas previniendo pardeamiento indeseables; inhibe el deterioro del sabor y el color.
Frutas y Hortalizas Enlatadas	Disminuye el pH; al actuar como quelante; previene la oxidación enzimática y la degradación del color, resalta el sabor.
Aceites y Grasas	Previene la oxidación
Confitería y Repostería	Se utiliza como acidulante, resaltador de sabores y para optimizar las características de los geles.
Quesos Pasteurizados y Procesados	En forma de sal, como emulsificante y texturizante.
Lácteos	Estabilizante en cremas batidas.
Productos de la Pesca	Para bajar el pH en presencia de otros conservantes o antioxidantes.
Carnes	Se utiliza como auxiliar del procesado y modificador de textura.



Características generales:

Tabla 8 -. Características generales del ácido cítrico.

Formula	C ₆ H ₈ O ₇
Peso molecular	192.13
Apariencia	cristales blancos
Sabor	sabor ácido
Olor	prácticamente sin olor
Solubilidad (gr./100 ml a 25°C)	en agua : 162 en etanol: 59 en éter : 0.75
Punto de fusión:	153°C

Efectos del ácido ascórbico en el organismo

La vitamina C y los oxalatos del riñón

Los oxalatos son los principales metabolitos del ácido ascórbico. En consecuencia se postula que podría llevar a la formación de cálculos de **oxalatos en el riñón**. Algunos estudios recientes han demostrado que la conversión de ácido ascórbico en oxalato es limitada, y que no alcanza niveles críticos, incluso después de dosis de ácido ascórbico tan altas como 10 g diarios. En otro estudio reciente (Chalmers, A. M., y cols.: A posible etiological role for ascorbate in calculi formation. Clin. Chem. 32:333-336, 1986.),¹⁹ los porcentajes que llegaron a formar cálculos de oxalatos presentaban índices de excreción de oxalatos más elevados que los normales después de una ingesta de 2 g de ácido ascórbico. Existen peligros potenciales para los pacientes con insuficiencias renales, quienes deberían restringir su ingesta de todas las fuentes de oxalatos, al igual que los sometidos a diálisis, y por ende deberán ser cautos con la ingesta diaria de vitamina C.

Efectos del ácido cítrico en el organismo

-Inhalación: Irritación del tracto respiratorio, tos, estornudos y dificultad respiratoria

¹⁹-Chalmers, A. M., y cols.: A possible etiological role for ascorbate in calculi formation. Clin. Chem. 32:333-336, 1986.) 59



-Ingestión: Irritación de la boca y tracto digestivo. Más de 10 gramos pueden causar dolor de estómago y vómito

-Piel: Irritación

-Ojos: Irritación y destrucción de los tejidos. Se puede producir daño severo de la córnea resultando en pérdida de la visión

Efectos Crónicos:

El contacto continuo y prolongado puede producir dermatitis. Por ingestión crónica o de grandes dosis produce erosión dental e irritación del sistema digestivo. El ácido cítrico no se acumula en el cuerpo

Efectos secundarios de la sal

Dificulta la función de los riñones: el sistema renal es igualmente básico para la salud, pues lleva a cabo una labor de filtrado y depuración de la sangre imprescindible para la vida. Esta función de filtrado se ve perjudicada por el exceso de sal, potenciando asimismo la hipertensión arterial en un círculo vicioso. Además, la ingesta excesiva de sal es un importante factor que predispone la formación de cálculos renales.

Favorece algunos tipos de tumores: Como el cáncer de estómago, que pueden verse favorecidos por el consumo excesivo de sal, ya que en grandes cantidades puede ser un irritante que erosiona el recubrimiento del estómago, provocando lesiones ulcerosas, infecciones y predisponiendo para la presentación de tumores gástricos.

Efectos secundarios de la maltodextrina

La maltodextrina es un carbohidrato complejo producido del almidón que es de uso general como aditivo alimenticio. Puede también ser tomado como suplemento del carbohidrato para realzar funcionamiento del entrenamiento. Los efectos Ejercicio-relacionados de la maltodextrina incluyen energía creciente y dolor disminuido de la proteólisis después de ejercitar. La gente que sufre de enfermedad celiaca o de alergias al trigo, al maíz o a las patatas puede encontrar que la consumición de la maltodextrina como aditivo alimenticio lleva a los efectos secundarios indeseados. Otros efectos secundarios de la consumición de la maltodextrina pueden incluir aumento de peso indeseado, y problemas digestivos tales como hinchazón y flatulencia.



Efectos secundarios de la EDTA

Dolores de cabeza, los cuales se relacionan a menudo con bajos niveles de azúcar en la sangre. Comer antes del tratamiento o durante el, usualmente prevendrá esta posibilidad. Se reporta que una recomendación común que impedirá generalmente esta condición del “dolor de cabeza por EDTA” es que se coma un banano no muy maduro durante la primera hora de la infusión.

- Irritación local en la piel, puede resultar y se asocia generalmente con una reducción en zinc y en vitamina B6 (piridoxina). Por esta razón generalmente se sugiere la suplementación con estos nutrientes durante la terapia de quelación.
- Náusea o malestar estomacal, puede estar también relacionado con una deficiencia de vitamina B6 en menos del 1% de pacientes que están recibiendo la terapia de quelación. Se trata con suplementación de vitamina B6 aunque se puede obtener alivio a corto plazo aplicando acupresión en un punto el doble del ancho de un dedo pulgar por encima del pliegue de la muñeca sobre cualquier antebrazo (punto de acupuntura P6) por un minuto o siempre que el síntoma se sienta.

Para la decisión de que antioxidante utilizar se tomó en cuenta el costo, riesgos a la salud, manipulación y diversos factores que pudieran presentarse al usarlos. De cada uno de los antioxidantes anteriormente mencionados se tomó la decisión de utilizar solo el ácido cítrico.

Se utilizó en ácido cítrico, debido a que si se modera la proporción de ácido cítrico en los productos no causa daño alguno en el organismo siempre y cuando este haya sido disuelto ya sea en agua destilada o agua potable, ya que más de 10 gramos en estado puro, pueden causar dolor de estómago y vómito, una de las ventajas de usar este es que además de que es relativamente barato y de fácil obtención. Su manipulación es sencilla, cuenta con una gran versatilidad en el uso alimenticio y farmacéutico.

Este ácido cítrico es el más recomendado para evitar o minimizar el pardeamiento enzimático, por su carácter vitamínico inofensivo. El ácido cítrico por sí mismo no es un inhibidor de la enzima: actúa sobre el sustrato, de modo que puede adicionarse después de haberse formado las quinonas; Tiene la propiedad de oxidarse a ácido dehidroascórbico, reduciendo la quinona a fenol.²⁰

Para este paso se preparó una solución al 1% colocando en un matraz aforado 1000 ml de agua destilada por 10 gr de ácido cítrico previamente pesados en una balanza analítica. Se prepara la solución y se almacena en un frasco aspersor para su uso posterior en la colocación del antioxidante en las muestras

²⁰.-Referencia tomada de <http://www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html>



III.II.-DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

El problema que acontece actualmente a los productos derivados de aguacate, llámese aceite, harinas, rebanadas, etc. Es que en su manipulación ocurren diversos efectos, ocasionados por diversos factores destacando así uno de los principales factores que afectan las características fisicoquímicas del aguacate llamado pardeamiento enzimático, tales efectos se ven reflejados en el aguacate, ya sea en colores extraños, que van desde pequeñas manchas u oscurecimiento total o parcial de la superficie, sabores desagradables, olores extraños, etc. Otro problema es que la vida de anaquel de los productos de aguacate es muy corta debido a que diversos factores tales como la humedad, calor, etc; afectan considerablemente la mayoría de los productos derivados de aguacate.

Pardeamiento enzimático:

Es una alteración consistente en la aparición de compuestos pardos como consecuencia de una serie de reacciones enzimáticas en sus primeras etapas y no enzimáticas en fases posteriores. El resultado de las mismas es la conversión de los **compuestos fenólicos** (compuestos orgánicos que contienen, al menos, un grupo fenol, un anillo aromático unido a un grupo orgánico) de los alimentos en polímeros coloreados.

Un grupo fenol tiene la siguiente estructura química:

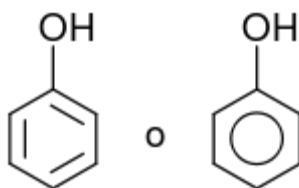


Figura 50 .- Representación del grupo fenol



El pardeamiento enzimático se observa en vegetales ricos en compuestos fenólicos y **no ocurre en los alimentos de origen animal**, ya que no contienen compuestos fenólicos. Por el contrario, plantea importantes problemas de coloraciones con algunas frutas y legumbres (peras, manzanas), en particular cuando se alteran los tejidos de estos vegetales o se dañan por golpes durante los procesos: pelado, corte, triturado para la preparación de jugos, congelación, deshidratación. La aparición de este color oscuro **no es siempre un inconveniente**, ya que se busca un ligero pardeamiento en la maduración de los dátiles, en la preparación de la sidra, en la fermentación del té, en el secado de los granos fermentados claros de cacao, así como durante el secado de tabaco.

Las **etapas** del proceso de pardeamiento enzimático son las siguientes:

1. Hidroxilación enzimática
2. Oxidación enzimática
3. Polimerización no enzimática

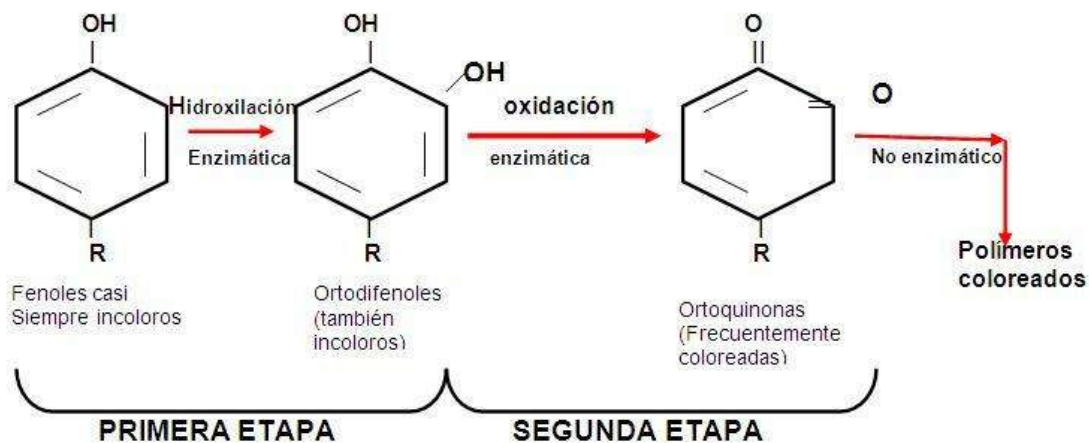


Figura 51.- Etapas del proceso de pardeamiento enzimático.

Los enzimas responsables de esta alteración son los fenol-oxidasas, que se encuentran de forma natural en el alimento o que han llegado al mismo a través de microorganismos. Este tipo de enzimas tiene poca especificidad de sustrato, por lo que oxidan cualquier sustrato fenólico.

Para prevenir este tipo de pardeamiento se usan varios métodos:

- Selección de variedades pobres en sustratos fenólicos.



- Inactivación de las oxidasas mediante tratamientos térmicos como la pasteurización o la esterilización. Estos tratamientos tienen el inconveniente de que alteran las propiedades organolépticas de ciertos alimentos.
- Adicción de compuestos reductores, como el ácido ascórbico.
- Inmersión en agua de frutas y hortalizas que hayan sido peladas o troceadas. Así evitamos que el oxígeno penetre en los tejidos.
- Reducción del pH de los alimentos utilizando, por ejemplo, ácido cítrico.
- Eliminación del oxígeno de los alimentos envasando al vacío.
- Adicción de sulfitos o bisulfitos que actúan eliminando el oxígeno de los alimentos.

III.III.-ANALISIS Y SELECCIÓN DE VARIABLES

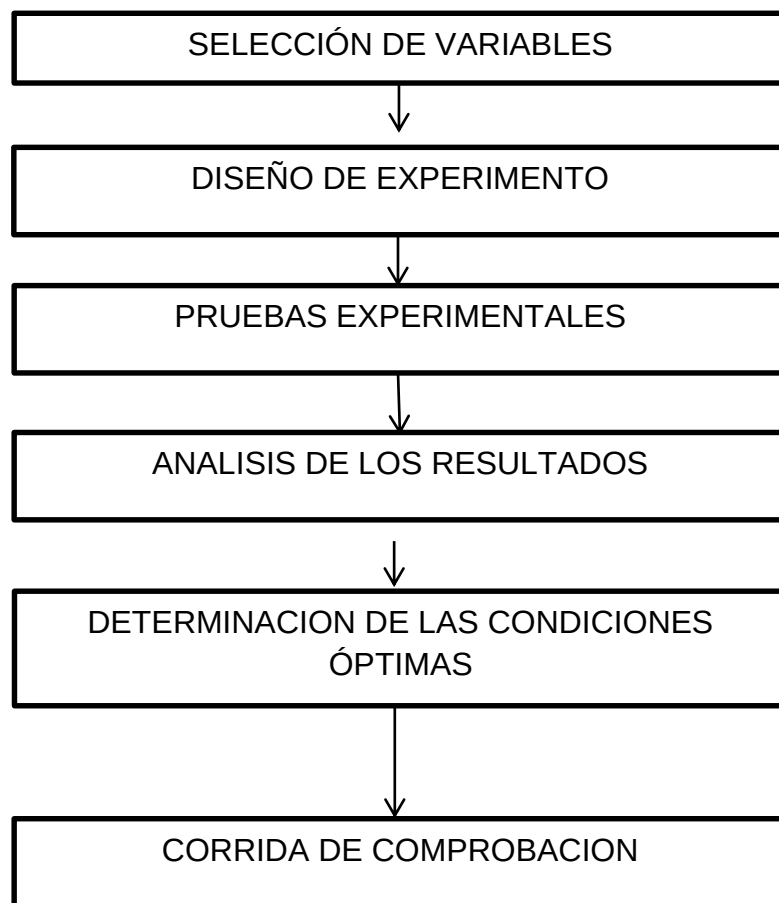


Figura 52.- Diagrama para la solución del problema



ANALISIS DE VARIABLES

Tormenta o lluvia de ideas: Determinación de las variables que se consideran, pueden afectar a los resultados.

Espina de pescado: Evaluación de las variables, dividiéndolas por áreas de impacto.

Ponderación: Evaluación del impacto que tienen las variables en los resultados, bajo los aspectos de frecuencia y cantidad.

Variables seleccionadas: Determinación de las variables que la experiencia indica o afectan a los resultados.

Variables

Materia prima

1. Propiedades del aguacate
2. Grado de maduración
3. Contenido de materia seca
4. Contenido de microorganismos patógenos.
5. Humedad del producto
6. Espesor de corte
7. Humedad retirada
8. **VARIABLE DE RESPUESTA**

VARIABLES FIJAS Y VARIABLES BLOQUEADAS

Variables fijas

- TEMPERATURA: T1-T2°C
- ESPESOR: 1 -2 mm
- TIEMPO: t1-t2 Horas
- ANTIOXIDANTE: Ácido cítrico



Variables bloqueadas

- PRESION
- TEMPERATURA AMBIENTAL
- HUMEDAD AMBIENTAL
- INSOLACION
- CONDICIONES SANITARIAS
- RAYOS UV

- PRESIÓN .

Para que pueda llevarse a cabo de forma directa, es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea al producto a deshidratar, sea significativamente inferior que su presión parcial saturada a la temperatura de trabajo.

- TEMPERATURA AMBIENTAL

La temperatura alta del ambiente ayuda a ahorrar la posible energía que se tendría que adicionar en el caso de tener un clima frio; es decir la cantidad de calor requerido es menor.

- HUMEDAD RELATIVA

Para que exista transferencia de masa se necesita un gradiente de concentración, ahora bien si la concentración de la humedad en el aire es mayor que la concentración de humedad en el aguacate esto no permitirá el flujo de agua, por lo que se necesitan humedades relativas lo más bajas posibles.

- INSOLACIÓN

La insolación es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto. Como sabemos una mayor radiación solar propicia una mayor cantidad de energía radiante por lo que si tenemos suficiente insolación en un día determinado esto propiciara una mayor temperatura que finalmente repercute en la deshidratación.



- **CONDICIONES SANITARIAS**

Ya que el propósito del aguacate deshidratado es el consumo humano las condiciones sanitarias del aguacate a utilizar así como el manejo del mismo son de gran relevancia; según **la NOM-120-SSA1-1994** el personal que este en contacto con los alimentos son: presentarse aseado al lugar de trabajo, usar ropa limpia incluyendo calzado, lavarse y desinfectarse las manos antes de iniciar la actividad y después de cada momento en el que se puedan contaminar, utilizar cubre bocas, uñas cortas y sin barniz de uñas, usar protección que cubra el pelo, barba y bigote, se prohíbe fumar, comer, masticar y escupir en las aéreas de trabajo; estas y otras disposiciones son citadas en esta norma. Esta norma también cita las condiciones del equipo e instalaciones donde se lleve a cabo la actividad.

Aumentar más la temperatura sería útil para evitar el producto sufra cambios en la apariencia de la superficie de la rebanada.



CAUSAS DE VARIABILIDAD DEL PRODUCTO: REBANADAS DE AGUACATE DESHIDRATADO

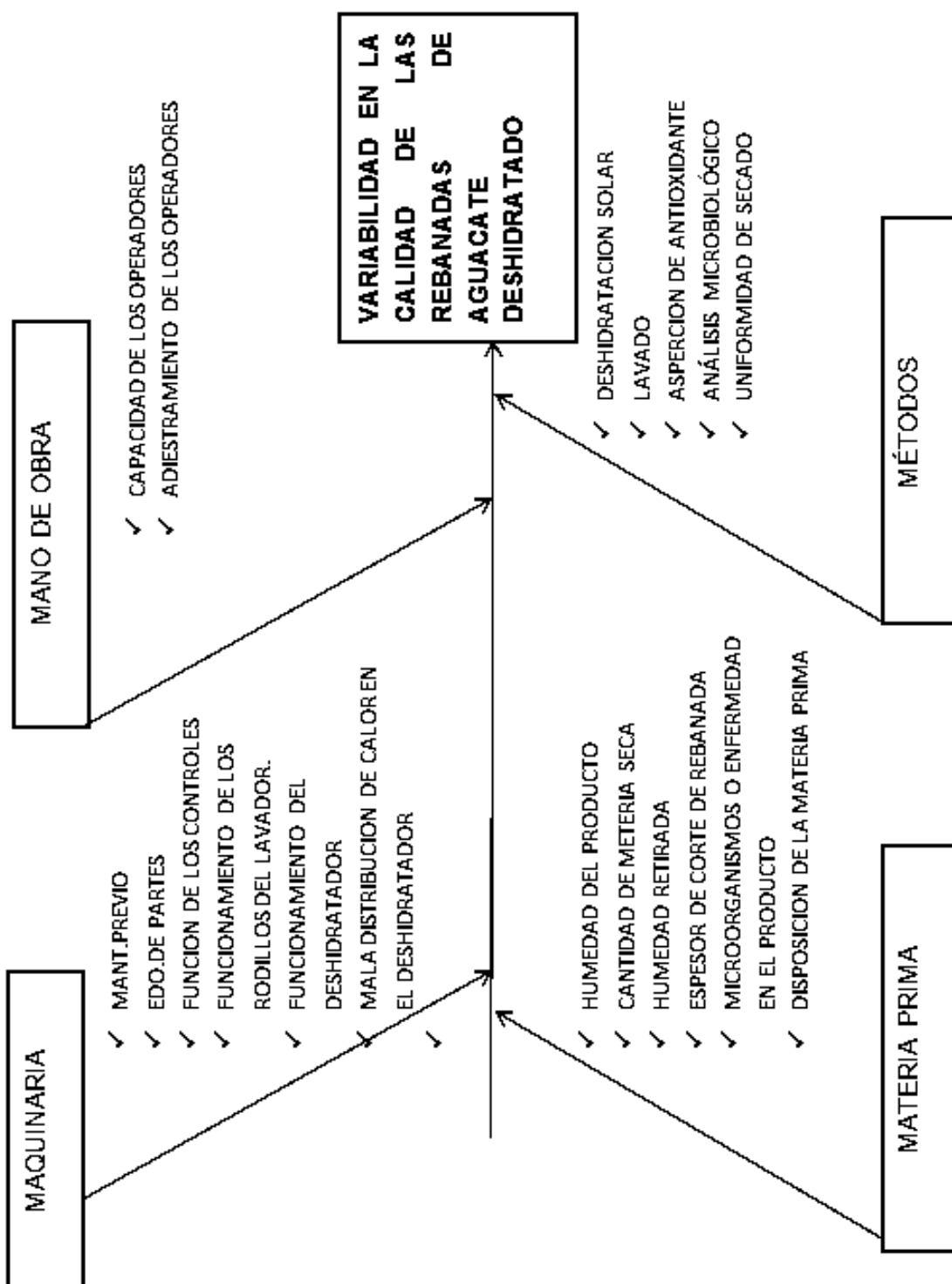


Figura 52.- Diagrama Causas de variabilidad del producto: Rebanadas de aguacate Deshidratado.



III.V.-ASIGNACION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Dentro de este apartado la finalidad de la investigación es obtener resultados confiables que nos puedan arrojar resultados precisos para su análisis para la solución apropiada del problema.

El diseño de experimento se divide en los siguientes pasos:

1. ARREGLO ORTOGONAL
2. MATRIZ DE EXPERIMENTOS
3. NIVELES EN LAS VARIABLES
4. VARIABLES DEPENDIENTES, INDEPENDIENTES Y BLOQUEADAS

ARREGLO ORTOGONAL CON INTERACCIONES

De acuerdo con las variables temperatura, espesor de corte, tiempo de deshidratación, uso de antioxidante y las dos interacciones temperatura-espesor de corte, temperatura-tiempo de deshidratación se eligió un arreglo ortogonal L8.

1- ARREGLO ORTOGONAL L8

De acuerdo al arreglo ortogonal L8 :

Tabla. 9 -Tabla de interacción para arreglo L8 (27)**

	A	B	AB	C	AC	D	e
	1	2	3	4	5	6	7
1	-	3	2	5	4	7	6
2	-	-	1	6	7	4	5
3	-	-	-	7	6	5	4
4	-	-	-	-	1	2	3
5	-	-	-	-	-	3	2
6	-	-	-	-	-	-	1

A=TEMPERATURA
B=ESPESOR DE CORTE
C=TIEMPO
D=ANTIOXIDANTE

Factores A, B, C, D ,E, F con dos niveles con 2 interacciones AXB y AXD.
Cada factor de dos niveles tiene $2-1=1$ G.L.
Cada interacción tiene $1 \times 1=1$ G.L.
Total de G.L.=(6 factores X 1g.l.) + (2 interacciones X 1 G.L.) = 8 G.L



2.-MATRIZ DE EXPERIMENTOS

Tabla 10.- Matriz de experimentos para el arreglo ortogonal

Número	A	B	AB	C	AC	D	e
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

3.-NIVELES EN LAS VARIABLES

➤ FACTORES DE CONTROL Y LIMITES

Tabla 11.- Factores de control y límites para la deshidratación de aguacate.

<u>Factor</u>	<u>Descripción</u>	<u>Nivel 1 (BAJO)</u>	<u>Nivel 2(ALTO)</u>
A	Temperatura	T1 °C	T2°C
B	Espesor de corte	e1 mm	e2mm
C	Tiempo	t1 (horas)	t2 (horas)
D	Antioxidante	Sin	Con



VARIABLE DE RESPUESTA (Primera fase experimental)

VARIABLES FIJAS Y VARIABLES BLOQUEADAS

Variables fijas

- TEMPERATURA 40-50°C
- ESPESOR 2-4 mm
- TIEMPO 8-10HORAS
- ANTIOXIDANTE:ACIDO CITRICO

Variables bloqueadas

- PRESION
- TEMPERATURA AMBIENTAL
- HUMEDAD AMBIENTAL
- INSOLACION
- CONDICIONES SANITARIAS
- RAYOS UV

Función objetivo:

- Maximizar la eliminación de agua sin eliminar nutrientes.

VARIABLES E INTERACCIONES SELECCIONADAS

A. TEMPERATURA

B. ESPESOR DE LAS REBANADAS DE AGUACATE

C. TIEMPO DE DESHIDRATADO

D. ANTIOXIDANTE



INTERACCIONES: AB,AC,

ARREGLO ORTOGONAL L8

De acuerdo al arreglo ortogonal L8 :

Tabla 12.- Interacción para arreglo L8 (27)**

	A	B	AB	C	AC	D	e
	1	2	3	4	5	6	7
1	-	3	2	5	4	7	6
2	-	-	1	6	7	4	5
3	-	-	-	7	6	5	4
4	-	-	-	-	1	2	3
5	-	-	-	-	-	3	2
6	-	-	-	-	-	-	1

A=TEMPERATURA
B=ESPESOR DE CORTE
C=TIEMPO
D=ANTIOXIDANTE

Factores A, B, C, D ,E, F con dos niveles con 2 interacciones AXB y AXD.

Cada factor de dos niveles tiene $2-1=1$ G.L.

Cada interacción tiene $1 \times 1=1$ G.L.

Total de G.L.=(6 factores X 1g.l.) + (2 interacciones X 1 G.L.) = 8 G.L



MATRIZ DE EXPERIMENTOS

Tabla 13.- Asignación de la Matriz de experimentos.

NUMERO	A	B	AB	C	AC	D	e
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

➤ FACTORES DE CONTROL Y LIMITES

Tabla 14 .-Factores para el control y limites de la deshidratación.(Fuente:Elaboracion propia)

<u>Factor</u>	<u>Descripción</u>	<u>Nivel 1 (BAJO)</u>	<u>Nivel 2(ALTO)</u>
A	Temperatura	40 °C	50°C
B	Espesor de corte	2mm	4 mm
C	Tiempo	8 horas	10 horas
D	Antioxidante	Sin	Con



III.VI -REALIZACION DE LAS CORRIDAS EXPERIMENTALES

- **Pruebas en campo**

Primera fase

Para la primera fase experimental se utilizó un deshidratador solar de 3kg con un control de temperatura. Posteriormente en la fase dos se sustituyó el deshidratador por uno de mayor capacidad debido a la cantidad de producto a deshidratar era mayor a la de la primera fase, además de que la temperatura manejada en el de 3kg no alcanzaba la temperatura óptima para obtener resultados viables.

El deshidratador utilizado para la primera fase experimental fue proporcionado por la empresa BioRenaces SA de CV. (Deshidratador de 3kg) hecho de acrílico con protección de rayos UV y marcos de aluminio, así como un sistema electrónico de control de temperatura.

El deshidratador utilizado en la primera fase experimental es el siguiente:



Figura 53.- Vista lateral y frontal del deshidratador de 3kg.



Dentro del deshidratador, se localizan tres charolas que cuenta con una malla de Polietileno de alta densidad, así como un medidor de temperatura, el cual está conectado a un controlador de temperatura que, tanto arroja lecturas de temperatura como controla la misma durante un lapso de tiempo que también es ajustado.

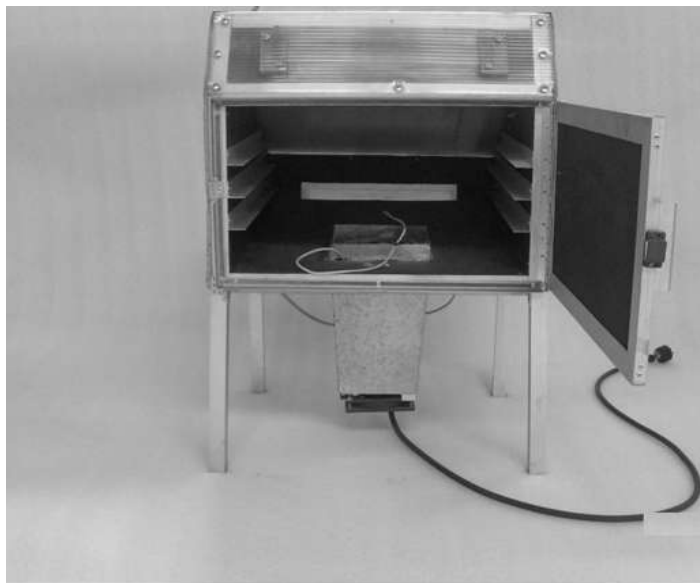


Figura 54 .- Parte interior trasera del deshidratador de 3Kg.

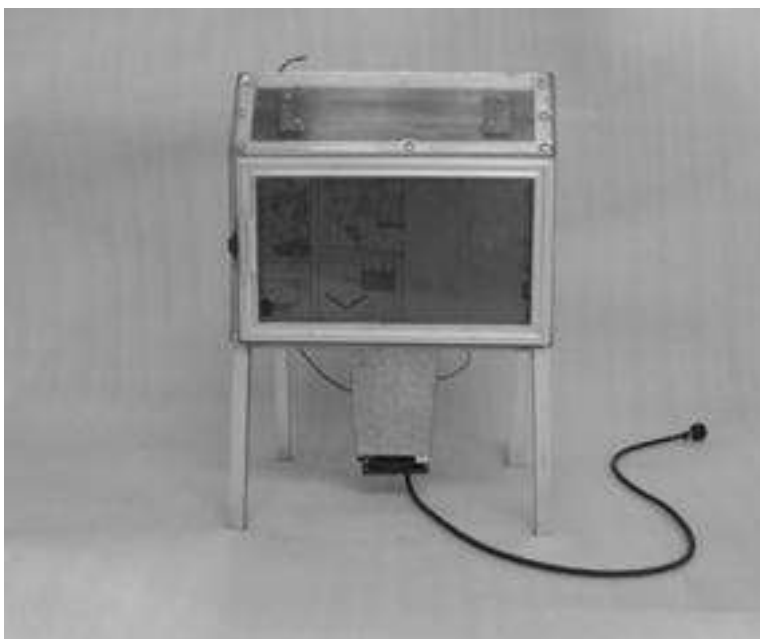


Figura 55.- Parte exterior trasera del deshidratador de 3Kg.



Dimensiones del deshidratador

Parte lateral del deshidratador

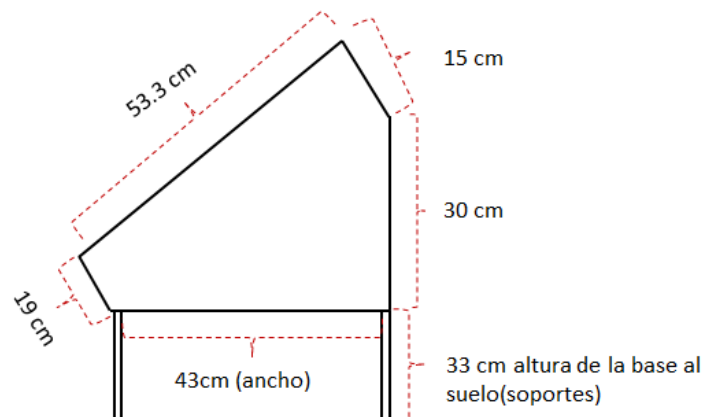


Figura 56.- Dimensiones del deshidratador de 3kg parte lateral.

Parte frontal del deshidratador

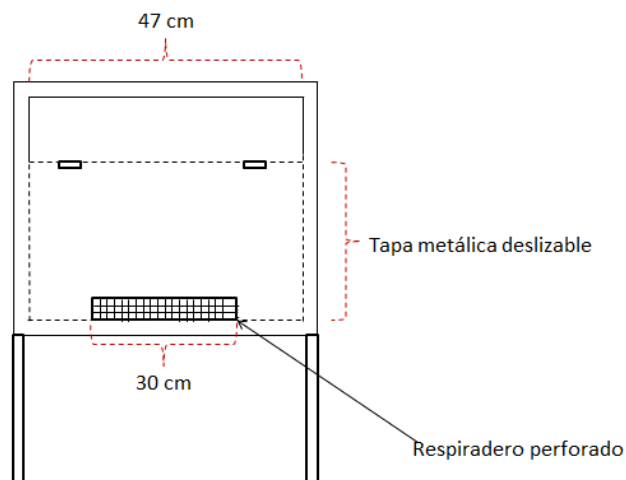


Figura 57 .- Dimensiones del deshidratador de 3kg parte frontal delantera.



Parte trasera del deshidratador

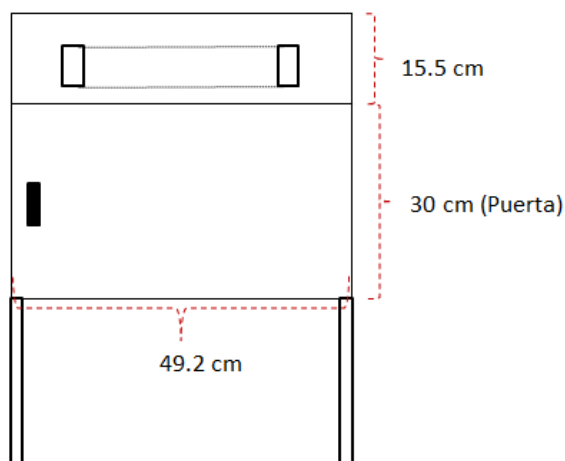


Figura 58.- Dimensiones del deshidratador de 3kg parte frontal trasera.

Interior del deshidratador

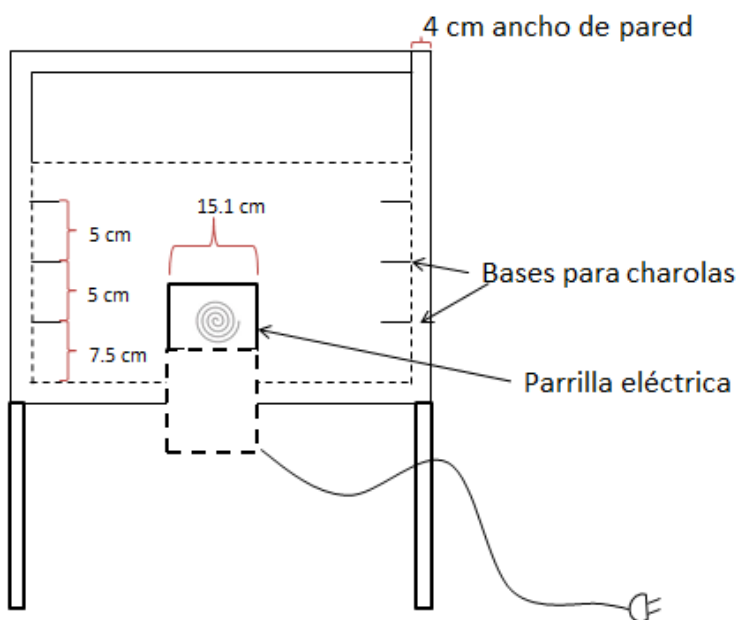


Figura 59 .- Dimensiones del deshidratador de 3kg al interior.



VENTAJAS DEL DESHIDRATADOR SOLAR MIXTO DE 3 kg

1. Diseño compacto y eficiente.
2. Ideal para preparar productos gourmet desde la casa.
3. Mejor homogeneidad en la distribución de temperatura.
4. Funciona sólo con energía solar, ahorras otro tipo de combustible
5. Estructura ligera y estética de aluminio anodizado.
6. Óptimo aprovechamiento de la luz solar: cubierta de policarbonato cristal
7. Protección UV que evita el decoloramiento de los alimentos.
8. Protección UV que evita la pérdida de biodisponibilidad de los minerales en los alimentos.
9. Ideal para conservar frutas y hortalizas a nivel casero sin perder propiedades esenciales.
10. Óptima capacidad por carga: hasta 3kg de producto fresco.
11. Óptimo rango de temperatura de operación: 50--75 grados centígrados.
12. Tiene una vida útil de hasta 10 años (estructura).

La distribución del calor es relativamente uniforme ya que en el centro de las charolas es donde se concentra más la temperatura que a sus alrededores.



Primera fase experimental

Problema a resolver:

- Eliminar el pardeamiento enzimático de las rebanadas de aguacate.
- Comercializar aguacate deshidratado a precios razonables.

Solución deseable:

- Obtener aguacate deshidratado de consumo directo a precios razonables en el mercado mundial.

Diagrama de proceso

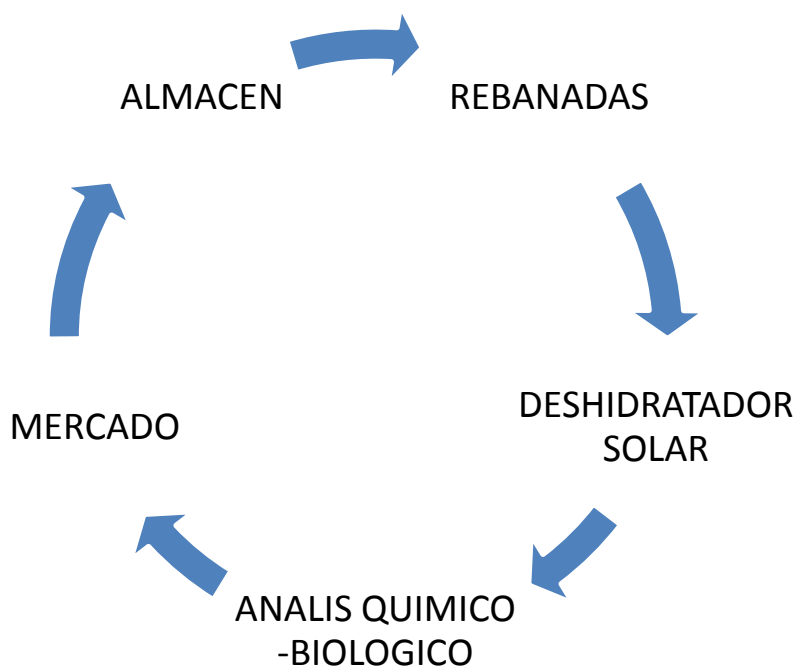


Figura 60.- Diagrama de proceso para la deshidratación de aguacate tipo Hass.



Figura 61.- Proceso de deshidratacion para la primera fase experimental





corrieron las pruebas y los resultados se en listan en la siguiente tabla:

Tabla 15 .- Resultados de las pruebas experimentales de la primera corrida experimental (Elaboración: Propia).

PRUEBAS EXPERIMENTALES PARA EL SECADOR SOLAR DE ACUERDO AL ARREGLO ORTOGONAL				Peso inicial pulpa (g)	Peso final pulpa (g)	Peso final pulpa (%)
PRUEBA 1	T (40 °C)	t (8 h)	e (2mm)	132	65	49.24%
PRUEBA 2	T (40 °C)	t (8 h)	e (4mm)	96	69	71.88%
PRUEBA 3	T (40 °C)	t (10 h)	e (2mm)	115	66	57.39%
PRUEBA 4	T (40 °C)	t (10 h)	e (4mm)	110	84	76.36%
PRUEBA 5	T (50 °C)	t (8 h)	e (2mm)	79	27	34.18%
PRUEBA 6	T (50 °C)	t (8 h)	e (4mm)	119	50	42.02%
PRUEBA 7	T (50 °C)	t (10 h)	e (2mm)	125	37	29.60%
PRUEBA 8	T (50 °C)	t (10 h)	e (4mm)	158	64	40.51%

Como se puede observar, el mejor resultado de deshidratación de la pulpa, fue el que arrojó la prueba número 7, dado que se alcanza el mayor nivel de pérdida de humedad **70.40%**.

Resultados del arreglo ortogonal L8

Tabla 16.-Resultados del arreglo ortogonal de la primera fase experimental.

Corrida experimental	T (°C)	t (hrs)	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% de agua eliminada	Ω
1	40	2	132	65	50.78	0.1355
2	40	2	96	69	28.12	-4.0757
3	40	4	115	66	42.61	-1.2932
4	40	4	110	84	23.63	-5.0946
5	50	2	79	27	65.82	2.8459
6	50	2	119	50	57.98	1.3982
7	50	4	125	37	70.4	3.7628
8	50	4	158	64	59.49	1.6688



Tabla ANOVA para la deshidratación

Tabla 17 .- Resultados de la tabla ANOVA para la deshidratación de aguacate

Efecto	SS	GL	MS	F0	FT	%
T	50.0185	1	50.0185	189.3923	2	70.13
t	0.1984	1	0.1984	0.7512		0.28
Tt	1.6516	1	1.6516	6.2537		1.89
E	16.6883	1	16.6883	25.3249		23.73
TE	2.4988	1	2.4988	9.4616		3.50
tE	0.007	1	0.007	0.0295		0.10
e	0.2641	1	0.2641			0.37
Total	71.3267	1				100

Resultados:

Efectos efectivos:

T	→	T- 2
E		E-
TE		
Tt		

Corridas de comprobación

Yest = 71.58 % de agua eliminada
Yexp= 71.0 % de agua eliminada

Resultados de la primera corrida experimental

- Se obtienen rebanadas de aguacate deshidratado mediante un deshidratador solar.
- Se obtienen rebanadas de 2 mm trabajando el deshidratador a 50°C durante 8 horas.
- Se obtiene un producto apetecible de consumo humano.
- Se obtiene un producto con una vida de anaquel poco menos de un mes.



SEGUNDA CORRIDA EXPERIMENTAL

Para esta corrida se utilizó un deshidratador solar mixto (dsm15kg3d) debido a que la superficie de deshidratación es mayor así como la cantidad de materia prima a deshidratar es mayor.

Características técnicas:

Tipo de dispositivo: Deshidratador solar tipo caseta con un colector solar plano mejorado (mejor aislamiento inferior) con estructura de aluminio y policarbonato.

Área de secado: 5m² en veinte niveles

Área de colector solar plano: 1.8m²

Capacidad máxima por carga: 10-15 kg de producto fresco (depende del producto)

Capacidad máxima mensual: 80-120 kg de producto fresco

Producción máxima mensual de producto deshidratado: 8-12 kg de producto deshidratado (320 a 480 bolsitas de 25 g)

Tiempo estimado de deshidratación: 1 - 3 días. Depende del tipo de producto, de la carga y de las condiciones meteorológicas.

Rango de temperaturas: 45°C – 65°C aprox.

Estimación de Reducción anual de CO²: 1.22 toneladas.



Figura 62.-Interior del deshidratador solar mixto de 15 kg.



VENTAJAS DEL DESHIDRATADOR SOLAR DIRECTO DE 15 kg

1. Es un deshidratador ideal para producción comercial a pequeña escala.
2. Diseño compacto y eficiente.
3. Tiene 20 pequeñas charolas que se pueden acomodar en el mismo número de niveles.
4. Funciona con energía solar y opcionalmente con electricidad.
5. Estructura ligera y estética de aluminio anodizado.
6. Óptimo aprovechamiento de la luz solar: cubierta total de policarbonato cristal.
7. Protección UV que evita el descoloramiento de los alimentos.
8. Protección UV que evita la pérdida de biodisponibilidad de los minerales en los alimentos.
9. Ideal para conservar frutas y hortalizas a pequeña escala sin perder propiedades esenciales.
10. Óptima capacidad por carga: hasta 15kg de producto fresco.
11. Óptimo tiempo de secado: de 8 a 24 horas de exposición al sol.
12. Óptimo rango de temperatura de operación: 50—70°C.
13. Tiene una vida útil de hasta 10 años (estructura).
14. La fuente alterna de calor, permite seleccionar el tiempo y la temperatura de secado.



Dimensiones del deshidratador 15 kg

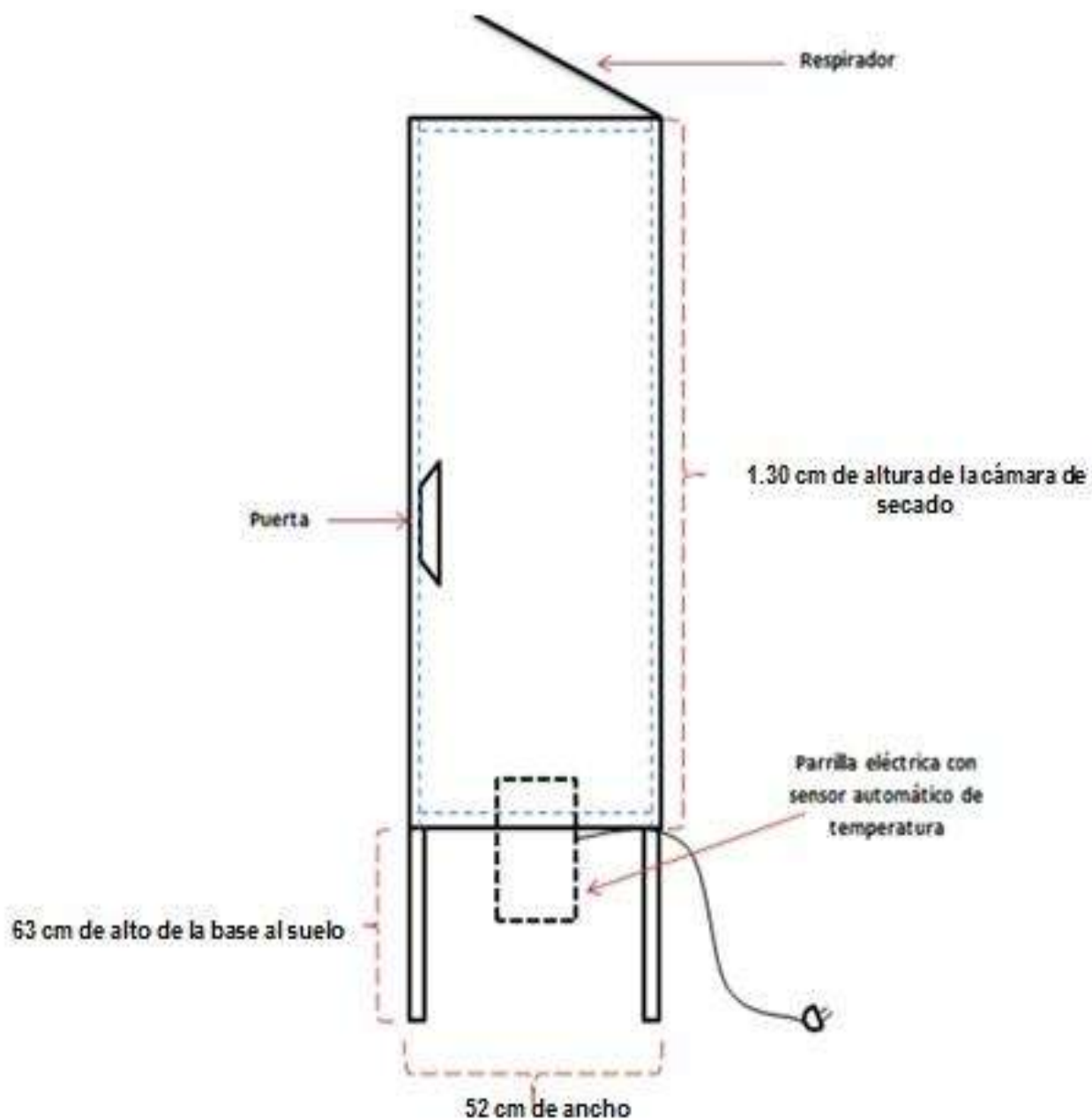


Figura 63.-Parte frontal del deshidratador sin colector solar. (Todos los derechos reservados de la empresa BioRenaces)

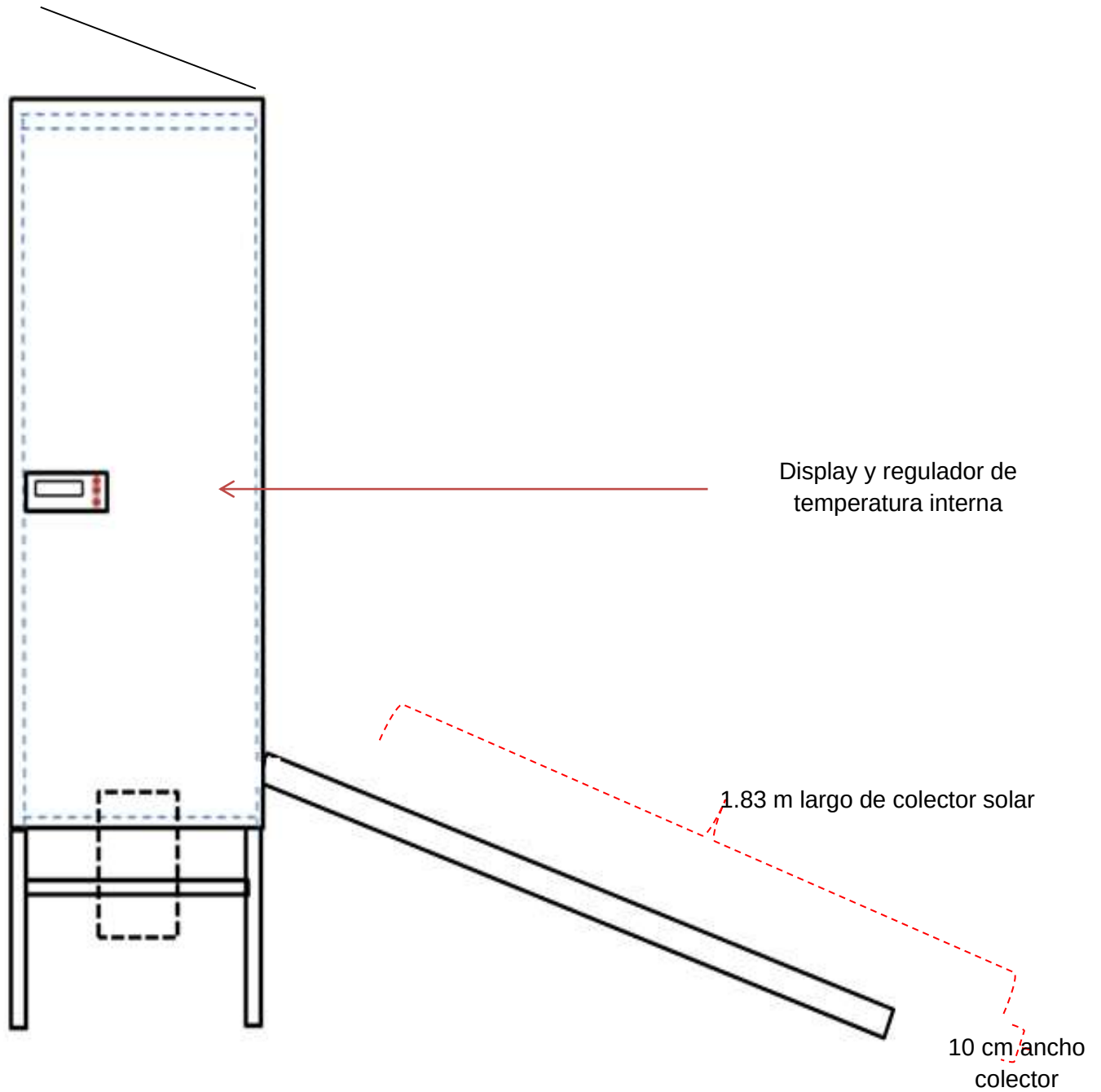


Figura 64.-Parte lateral del deshidratador 15 kg con colector solar

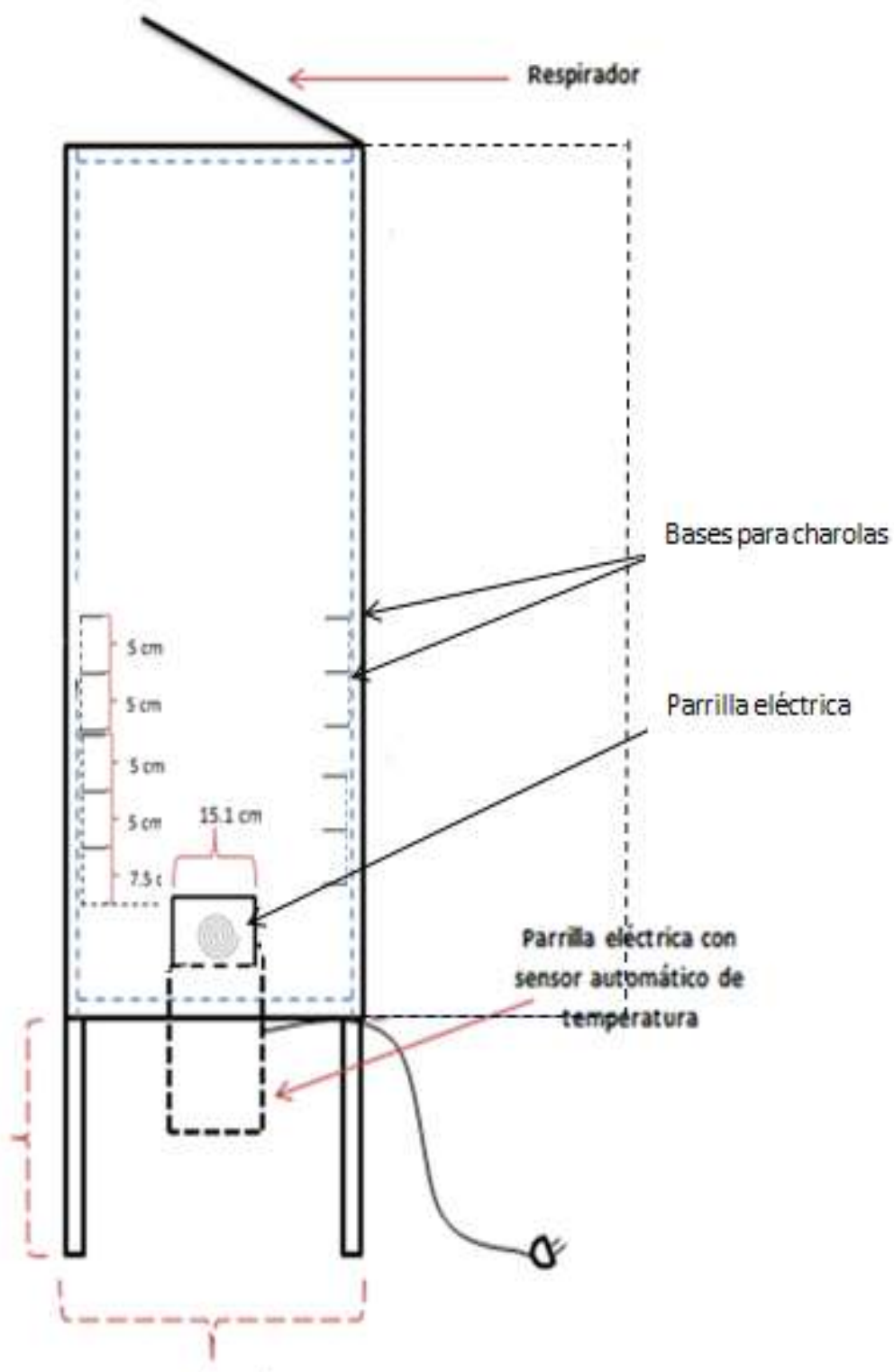


Figura 65 .- Interior del deshidratador de 15 kg.



VARIABLE DE RESPUESTA (segunda fase experimental)

VARIABLES FIJAS Y VARIABLES BLOQUEADAS

Variables fijas

- TEMPERATURA 50-60°C
- ESPESOR 1 -2 mm
- TIEMPO 4-5 HORAS
- ANTIOXIDANTE:ACIDO CITRICO
-

Variables bloqueadas

- PRESION
- TEMPERATURA AMBIENTAL
- HUMEDAD AMBIENTAL
- INSOLACION
- CONDICIONES SANITARIAS
- RAYOS UV

VARIABLES E INTERACCIONES SELECCIONADAS

A.-TEMPERATURA

B.-ESPESOR DE LAS REBANADAS DE AGUACATE

C.-TIEMPO DE DESHIDRATADO

D.-ANTIOXIDANTE

INTERACCIONES: AB,AC,



Tiempo aproximado de prueba: 4 -5 horas

Temperatura: 50°C – 60°C

Espesor de rebanada: 1-2mm

Tabla 18.- Factores y límites de la deshidratación de aguacate segunda etapa a 50°C.

	CORRIDA 1	CORRIDA 2	CORRIDA 3	CORRIDA 4
TEMPERATURA (°C)	50 °C	50 °C	50 °C	50°C
ESPESOR DE CORTE (mm)	1 mm	1 mm	2 mm	2 mm
TIEMPO DE DESHIDRATACION (HR)	5 hr	4 hr	4hr	5 hr
ANTIOXIDANTE	no	si	si	no

Tabla 19.- Factores y límites de la deshidratación de aguacate segunda etapa a 60 ° C

	CORRIDA 5	CORRIDA 6	CORRIDA 7	CORRIDA 8
TEMPERATURA (°C)	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C
ESPESOR DE CORTE (mm)	1 mm	1 mm	2 mm	2mm
TIEMPO DE DESHIDRATACION (HR)	4 hr	5 hr	4 hr	5 hr
ANTIOXIDANTE	no	Si	si	No



IV.-ANALISIS Y DISCOSION DE LOS RESULTADOS

RESULTADOS DE LAS CORRIDAS EXPERIMENTALES

Tabla 20.- Resultados de la segunda corrida experimental utilizando temperaturas de 50-60°C

Corrida	w Charola (gr)	w Charola c/n aguacate	Tiempo entrada (hr)	Salida (hr)	w final	W Final rebanadas neta	Tiempo horas
1	248.1	305.4	02:02	06:02	<u>274.3</u>	31.1	4
2	247.8	309.7	02:09	06:09	268.2	41.5	4
3	258.5	399.7	01:49	05:49	307.4	92.3	4
4	260.5	384.5	02:20	06:20	302.8	81.7	4
5	259.4	335.8	02:29	07:29	281.1	54.7	5
6	248.5	327.3	02:39	07:36	274.8	52.5	5
7	249.9	380.9	02:46	07:46	296.3	84.6	5
8	252.1	369.3	02:54	07:54	297.3	72	5

Tabla 21.- Tabla de resultados de las interacciones del % de humedad retirada (Y) de deshidratación de aguacate.

Número	A	B	AB	C	AC	D	e	Y
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	1	1	1	66.7%
2	1	1	1	2	2	2	2	50%
3	1	2	2	1	1	2	2	62.8%
4	1	2	2	2	2	1	1	62.5%
5	2	1	2	1	2	1	2	66.7%
6	2	1	2	2	1	2	1	66.7%
7	2	2	1	1	2	2	1	60.6%
8	2	2	1	2	1	1	2	66%



ANALISIS DE RESULTADOS

Tabla 22.- Resultados correspondientes al % de humedad retirada por el deshidratador solar y porcentajes (Ω).

Número	A	B	AB	C	AC	D	e	Y	Ω
	1	2	3	4	5	6	7		
1	1	1	1	1	1	1	1	66.7%	3.02
2	1	1	1	2	2	2	2	50%	0
3	1	2	2	1	1	2	2	62.8%	2.27
4	1	2	2	2	2	1	1	62.5%	2.22
5	2	1	2	1	2	1	2	66.7%	3.02
6	2	1	2	2	1	2	1	66.7%	3.02
7	2	2	1	1	2	2	1	60.6%	1.87
8	2	2	1	2	1	1	2	66%	2.88

$$\Omega = -10 \log \left(\frac{1}{p} - 1 \right)$$

Y= % humedad retirada

Ω = porcentaje

Tabla 23 .- Asignación de valores para las interacciones de la deshidratación de aguacate.

	A	B	AB	C	AC	D	e
1	7.51	9.06	7.77	10.18	11.19	11.14	10.13
2	10.79	9.24	10.53	8.12	7.11	7.16	8.17
total	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3

De la descomposición polinomial:

Tabla 24.- Resultados de la descomposición polinomial a dos niveles

Coeficiente	
K=2	
	L
W1	-1
W2	1
WT	2



Dónde:

K= niveles

W= coeficientes

R= número de replicaciones

L= lineal

Cálculos para determinar la tabla ANOVA.

$$SS_A = \frac{(W_1A_1 + W_2A_2)^2}{W_T * R}$$

$$SS_A = \frac{((-1) * (7.51) + (1) * (10.79))^2}{(2) * (4)} = 1.34$$

$$SS_B = \frac{((-1) * (9.06) + (1) * (9.24))^2}{(2) * (4)} = 4.05 \times 10^{-3}$$

$$SS_{AB} = \frac{((-1) * (7.77) + (1) * (10.53))^2}{(2) * (4)} = 0.9522$$

$$SS_C = \frac{((-1) * (10.18) + (1) * (8.12))^2}{(2) * (4)} = 0.53$$

$$SS_{AC} = \frac{((-1) * (11.19) + (1) * (7.11))^2}{(2) * (4)} = 2.08$$

$$SS_D = \frac{(11.14)^2}{4} + \frac{(7.16)^2}{4} + \frac{(18.3)^2}{8} = 1.98$$

$$SS_e = \frac{(10.13)^2}{4} + \frac{(8.17)^2}{4} + \frac{(18.3)^2}{8} = 0.48$$



TABLA ANOVA

Tabla 25.- Resultados para la tabla ANOVA

FACTOR	SS	GL	M	Fo	FT
A	1.34	1	1.34	2.79	2.0
B	4.05×10^{-3}	1	4.05×10^{-3}	8.44×10^{-3}	
AB	0.9522	1	0.9522	1.98	
C	0.53	1	0.53	1.10	
AC	2.08	1	2.08	4.33	
D	1.98	1	1.98	4.125	
e	0.48	1	0.48		
TOTAL		7			

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS

Para la elección del nivel de operación, como se desea maximizar el porcentaje de humedad retirado, de la tabla de promedios se toma el valor que sea mayor de los factores que afectan; los factores tiempo y espesor, por cuestiones de ahorro se tomó 4 horas y 1mm respectivamente.

Tabla 26.- Valores correspondientes al promedio de nivel en el que se trabaja (tiempo 4 horas y espesor de rebanada 1mm).

	A	B	C	D
1		9.06	10.18	11.14
2	10.79			

- Temperatura: 60°C
- Espesor de corte: 1mm
- Tiempo de deshidratación: 4 horas
- Uso de antioxidante: No

Estos resultados corresponden a la corrida 5.



IV.I ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA DETERMINAR QUÉ FACTORES AFECTAN A LA VARIABILIDAD Y QUE FACTORES AFECTAN A LA MEDIA.

Las pruebas se realizaron a una presión atmosférica de 751 mmHg, una temperatura ambiental de 19°C, humedad relativa de 59%; bajo estas condiciones las pruebas arrojaron los siguientes resultados.

- El factor temperatura afecta al porcentaje de humedad retirado.
- El espesor de corte no afecta al porcentaje de humedad retirado.
- La interacción entre la temperatura y el espesor de corte no afecta al porcentaje de humedad retirado.
- El tiempo de deshidratación no afecta al porcentaje de humedad retirado.
- La interacción entre la temperatura y el tiempo de deshidratación es la afecta en mayor medida al porcentaje de humedad retirado.
- El uso de antioxidante si afecta al porcentaje de humedad retirado.

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS

Para la elección del nivel de operación, como se desea maximizar el porcentaje de humedad retirado, de la tabla de promedios se toma el valor que sea mayor de los factores que afectan; los factores tiempo y espesor, por cuestiones de ahorro se tomó 4 horas y 1mm respectivamente.

Tabla 27.- Valores finales correspondientes al promedio de nivel en el que se trabaja (temperatura :60°C ,tiempo: 4 horas y espesor de rebanada: 1mm).

	A	B	C	D
1		9.06	10.18	11.14
2	10.79			

- Temperatura: 60°C
- Espesor de corte: 1mm
- Tiempo de deshidratación: 4 horas
- Uso de antioxidante: No

Estos resultados corresponden a la corrida 5.



TEST SENSITIVO

El análisis sensorial consiste en evaluar las características de un producto. Las características evaluadas fueron: olor, color, textura y sabor. Para medir estadísticamente se aplicó el método de Freedman.

El test sensitivo se hará a diferentes personas para que den su opinión acerca del nuevo producto esto con el fin de conocer la aceptación del producto a los consumidores, además de que este servirá para así evaluar el tiempo de vida de anaquel de manera indirecta. En seguida se muestra un formato del test.

PROTOCOLO DE EVALUACION SENSORIAL.

La Evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar "normalizado" con el objeto de disminuir la subjetividad que puede dar la evaluación mediante los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc.

En la evaluación sensorial participan personas especializadas (evaluadores jueces) a las que se les somete a diversas pruebas para que hagan la evaluación de forma objetiva.

El tipo de análisis que se debe hacer para este producto es un análisis del consumidor o test hedónico ya que en este caso se trata de evaluar si el producto agrada o no, entonces los evaluadores no necesitan ser entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles, se toma a personas que preferentemente no hayan consumido tabaco, alcohol, chicle para tener un resultado más confiable.

Nota: Se tomaron como muestra a 40 personas entre 24-50 años, haciendo las pruebas cada semana con 10 personas al azar. Las sensaciones que motivan al rechazo o a la aceptación varían con el tiempo y el momento y el momento en que se perciben: depende tanto de la persona como del entorno en el que se encuentra. De ahí viene la dificultad, ya que con determinaciones tan subjetivas, de que se puedan obtener datos objetivos y fiables para evaluar la aceptación o rechazo de un producto alimentario.

Entre cada prueba el evaluador debe enjuagarse la boca con un poco de agua y cada una tendrá que responder a un test que se les facilitara con el siguiente formato y donde los puntajes para cada nivel de evaluación son:



EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

Tabla 28.-Valores y puntuación del análisis sensorial.

	Puntuación
Muy agradable	10
agradable	8
Regular	6
desagradable	4
Muy desagradable	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

Tabla 29.- Formato de relleno para análisis sensitivo

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor								
Sabor								
Color								
Textura								

Comentarios:

GRACIAS.



CALCULO DEL PORCIENTO DE ACEPTACION

Primeramente se dan valores numéricos a cada uno de los niveles de agrado o desagrado en el test sensitivo:

Tabla 30.- Grado de aceptación y puntuación de la prueba sensitiva

	Puntuación
Muy agradable	10
agradable	8
Regular	6
desagradable	4
Muy desagradable	2

El test se hace a diferentes personas por lo que el grado de aceptación dependerá del sentido de la vista, gusto, olfato y tacto de cada participante.

En el caso de las evaluaciones hechas para este experimento no siempre fue la misma cantidad de personas evaluadoras por lo que se decidió hacer un cálculo del porcentaje de aceptación del producto siguiendo el procedimiento descrito párrafo abajo:

$$\%Aceptacion = \frac{Puntuacion\ real\ de\ todos\ los\ evaluadores}{Puntuacion\ maxima\ dada\ por\ todos\ los\ evaluadores} * 100$$

La puntuación máxima que puede tener un evaluador para una corrida es de 40 puntos y la puntuación máxima que pueden dar todos los evaluadores dependerá solo del número de evaluadores que harán el test; esto quiere decir que este valor se obtiene de la siguiente manera:

$$Puntuacion\ maxima\ dada\ por\ todos\ los\ evaluadores = \#Evaluadores * 40$$

Una vez que se tienen las calificaciones de cada corrida; para poder sacar la puntuación real dada por todos los evaluadores, se sumaran todas las calificaciones para cada una de las corrida y se sacara un por ciento de aceptación para cada una de ellas. Nota. La evaluación se realizó cada semana.

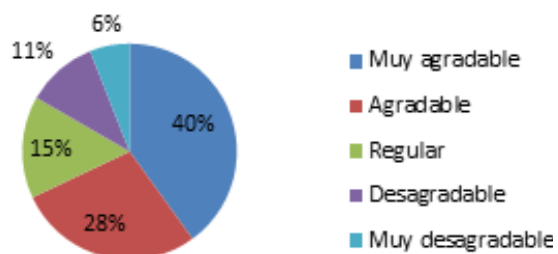
Ahora bien, como uno de los objetivos es saber el máximo de días que el aguacate deshidratado puede conservarse el porcentaje de aceptación es la manera indirecta de medirlo por lo que se hacen test sensitivos cada determinado tiempo, los resultados de estos test se muestran en las siguientes graficas:



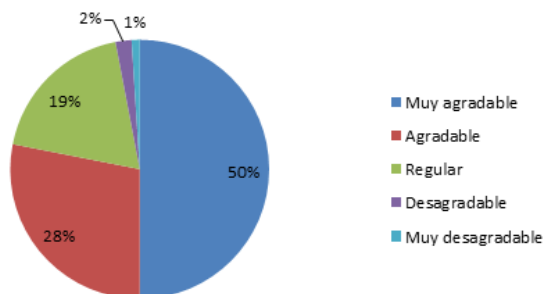
Análisis de sensibilidad: SABOR

Muestra #1

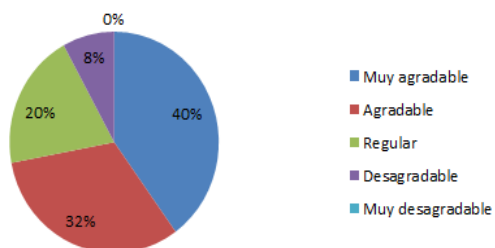
Muestra #1 Primera semana (Sabor)



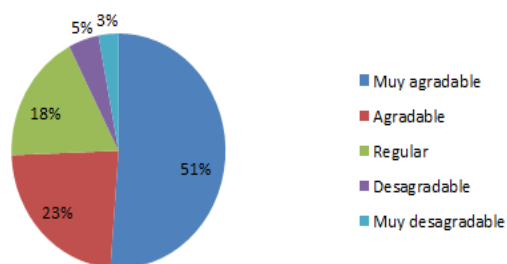
Muestra #1 semana dos (sabor)



Muestra #1 semana tres (sabor)



Muestra #1 semana cuatro (sabor)



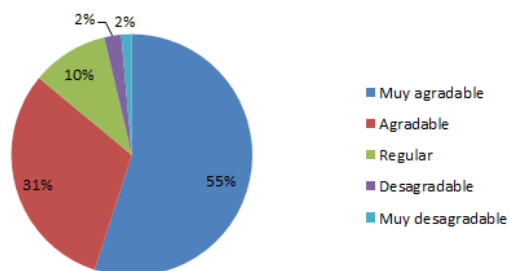
Graficas 5 .- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra # 1 a cuatro semanas.



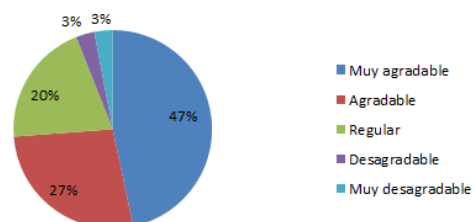
Análisis de sensibilidad: SABOR

Muestra #5

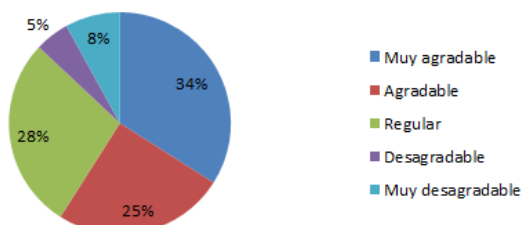
Muestra #5 semana uno (Sabor)



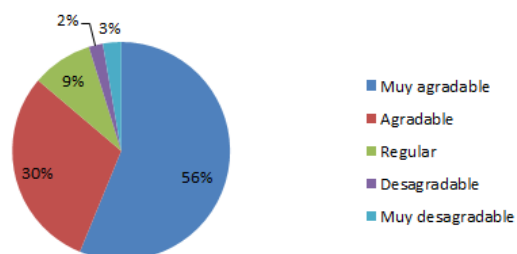
Muestra #5 semana dos (sabor)



Muestra #5 semana tres (sabor)



Muestra # 5 semana cuatro (sabor)



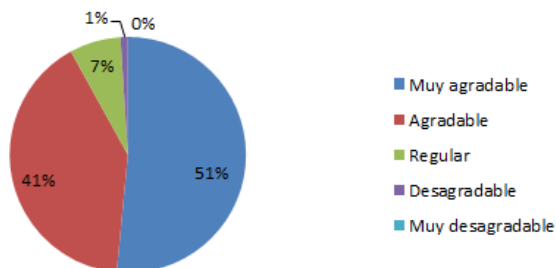
Grafica 6.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra # 5 a cuatro semanas



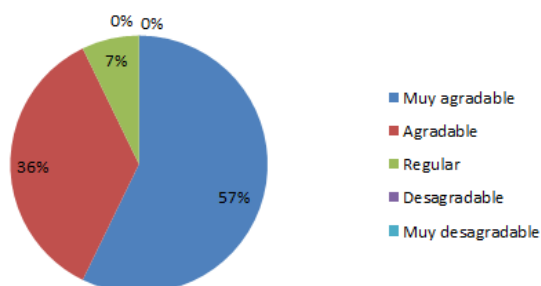
Análisis de sensibilidad: SABOR

Muestra #8

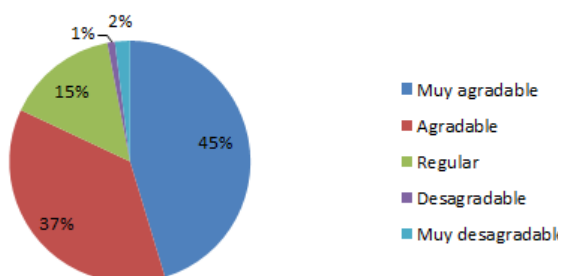
**Muestra #8
semana uno (Sabor)**



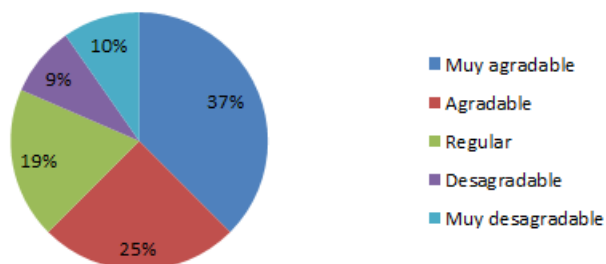
Muestra #8 semana dos (sabor)



Muestra #8 semana tres (sabor)



Muestra # 8 semana cuatro (sabor)

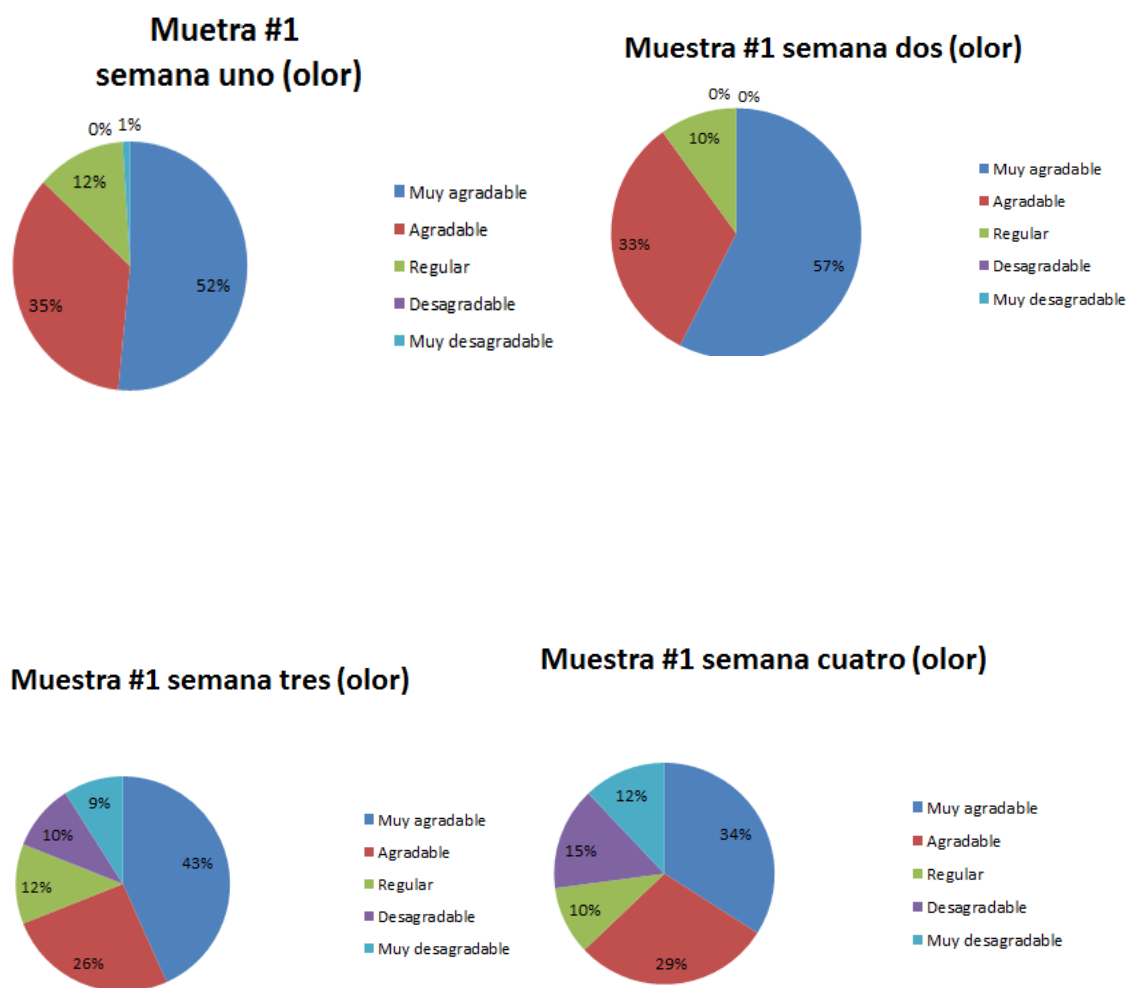


Graficas 7.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #8 a cuatro semanas (sabor)



Análisis de sensibilidad: OLOR

Muestra #1



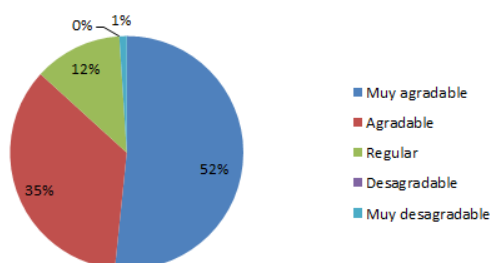
Graficas 8.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #1 a cuatro semanas (olor)



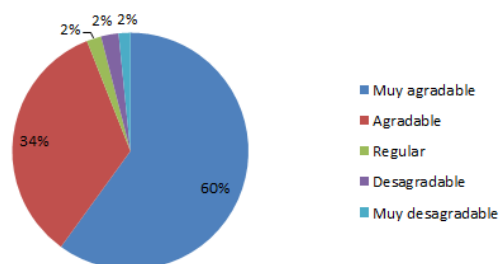
Análisis de sensibilidad: OLOR

Muestra #5

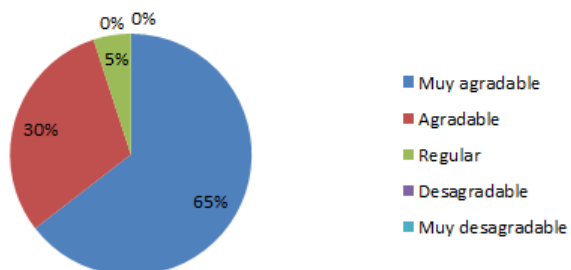
Muestra #5 semana uno (olor)



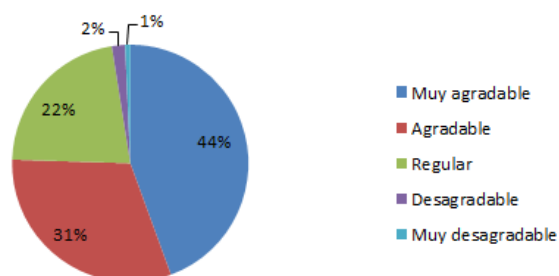
Muestra #5 semana dos (olor)



Muestra #5 semana tres (olor)



Muestra #5 semana cuatro (olor)



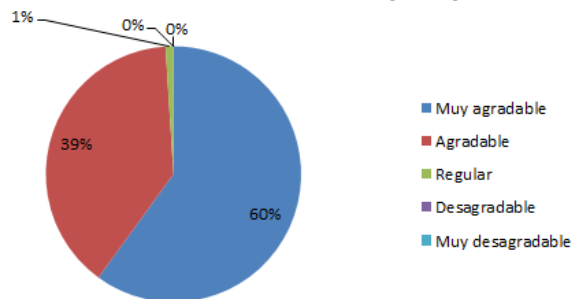
Graficas 9.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #5 a cuatro semanas (olor)



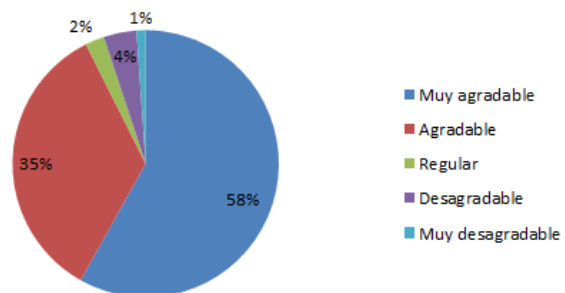
Análisis de sensibilidad: OLOR

Muestra #8

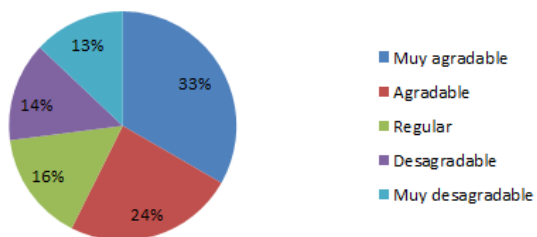
Muestra #8 semana uno (olor)



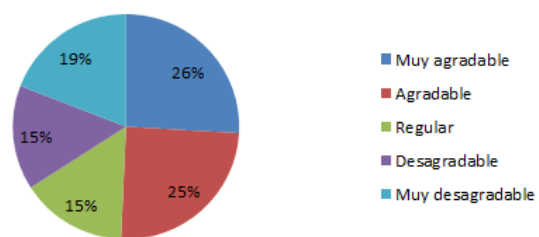
Muestra #8 semana dos (olor)



Muestra #8 semana tres (olor)



Muestra #8 semana cuatro (olor)



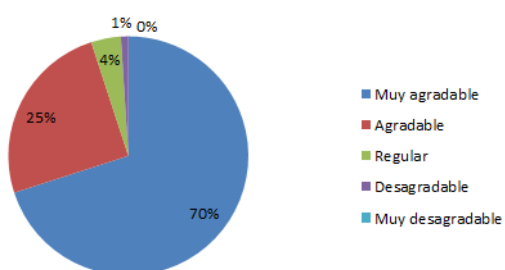
Graficas 10.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #8 a cuatro semanas (olor)



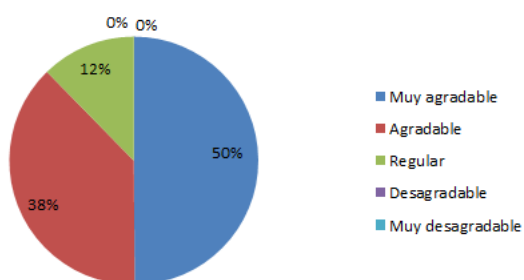
Análisis de sensibilidad: COLOR

Muestra #1

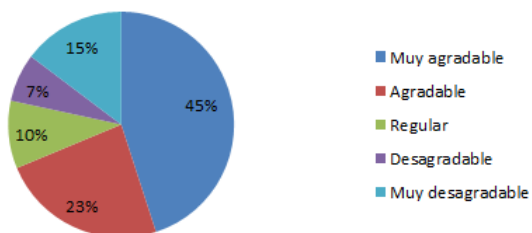
Muestra #1 semana uno (color)



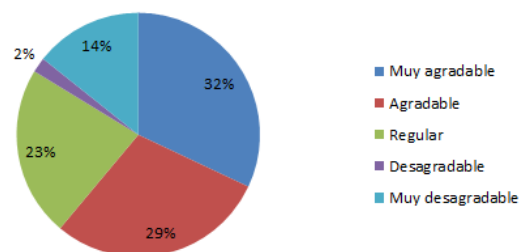
Muestra #1 semana dos (color)



Muestra #1 semana tres (color)



Muestra #1 semana cuatro (color)



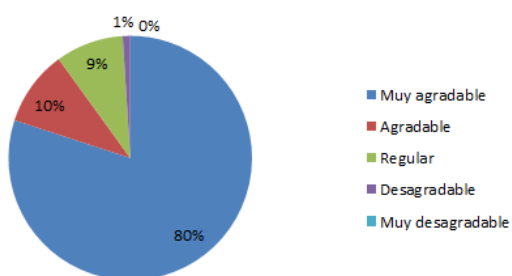
Graficas 11.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #1 a cuatro semanas (color)



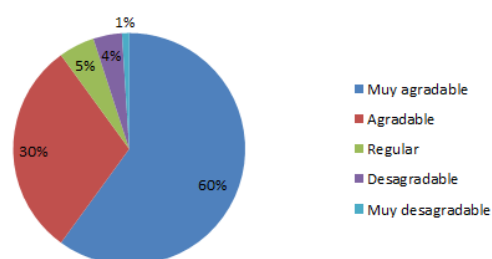
Análisis de sensibilidad: COLOR

Muestra #5

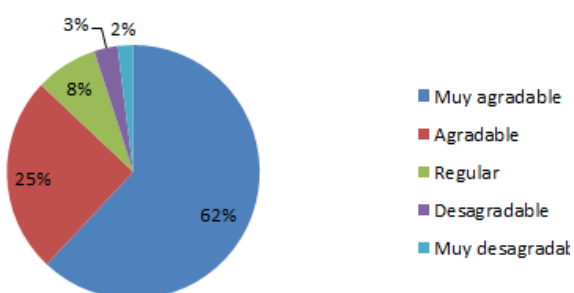
Muestra #5 semana uno (color)



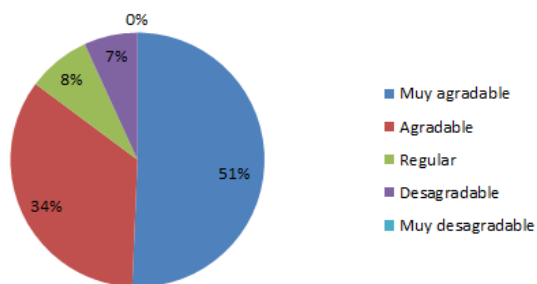
Muestra #5 semana dos (color)



Muestra #5 semana tres (color)



Muestra #5 semana cuatro (color)



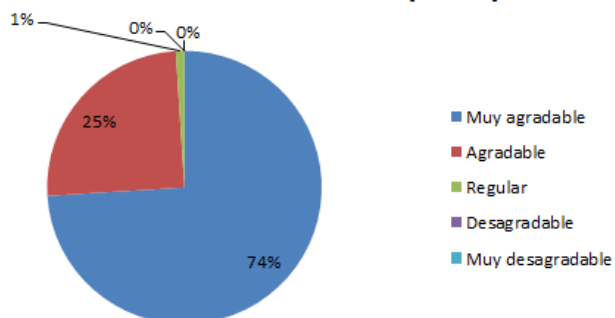
Graficas 12 .- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #5 a cuatro semanas (color)



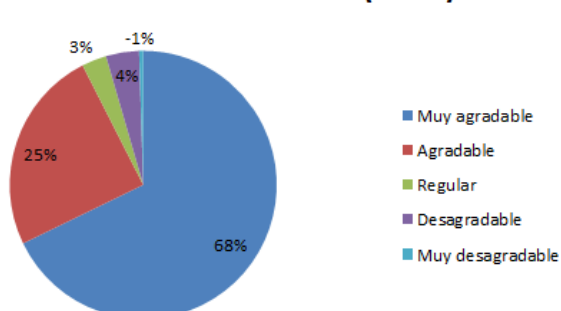
Análisis de sensibilidad: COLOR

Muestra #8

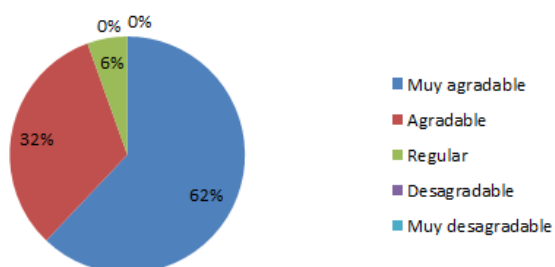
Muestra #8 semana uno (color)



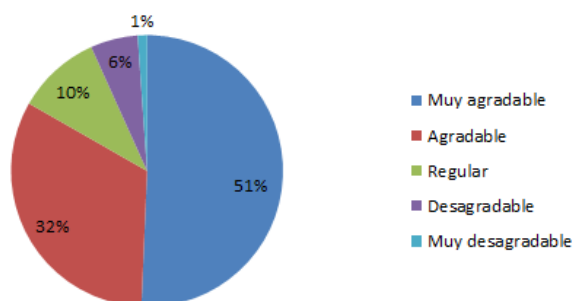
Muestra #8 semana dos (color)



Muestra #8 semana tres (color)



Muestra #8 semana cuatro (color)



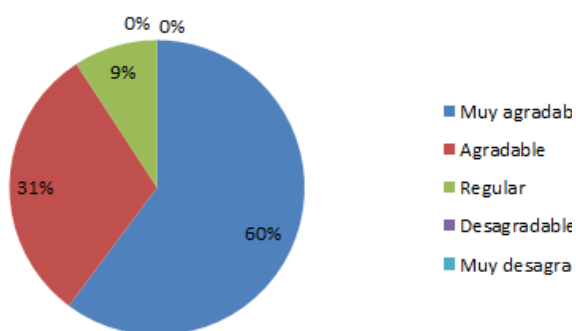
Graficas 13.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #8 a cuatro semanas (color)



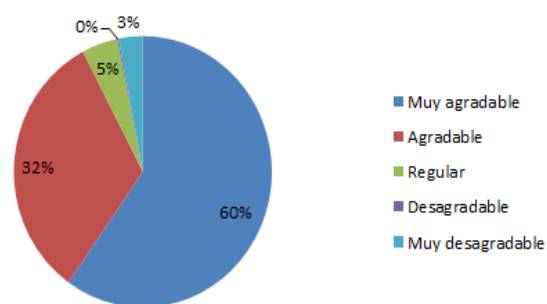
Análisis de sensibilidad: TEXTURA

Muestra #1

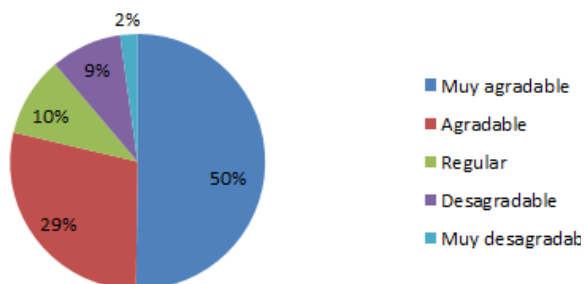
Muestra #1 semana uno (textura)



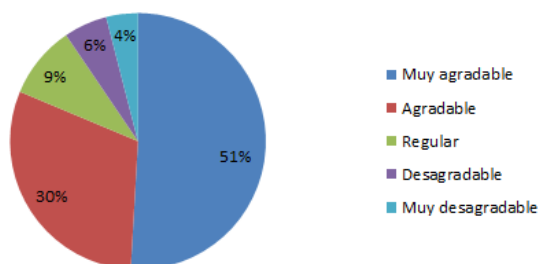
Muestra #1 semana dos (textura)



Muestra #1 semana tres (textura)



Muestra #1 semana cuatro (textura)



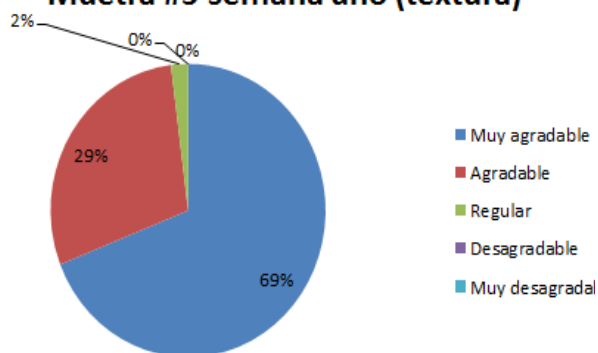
Graficas 14. - Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #1 a cuatro semanas (textura)



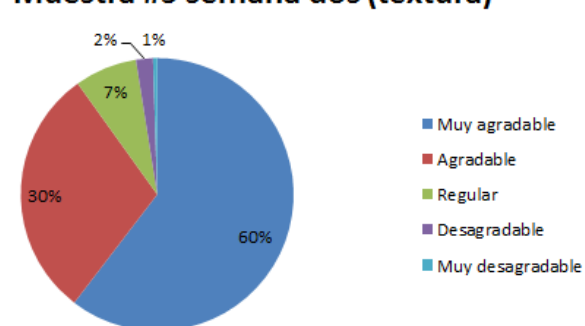
Análisis de sensibilidad: TEXTURA

Muestra #5

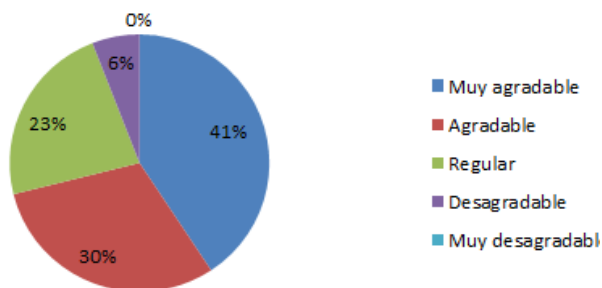
Muestra #5 semana uno (textura)



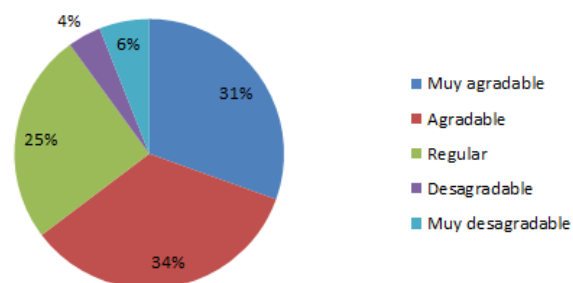
Muestra #5 semana dos (textura)



Muestra #5 semana tres (textura)



Muestra #5 semana cuatro (textura)



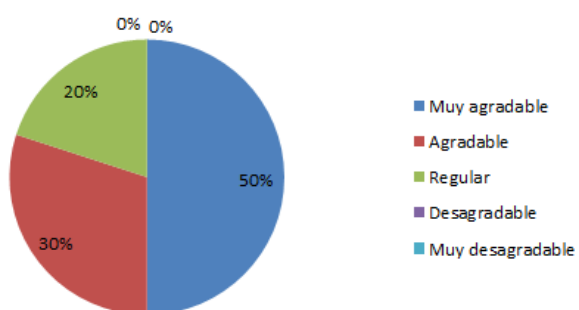
Graficas 15.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #5 a cuatro semanas (textura)



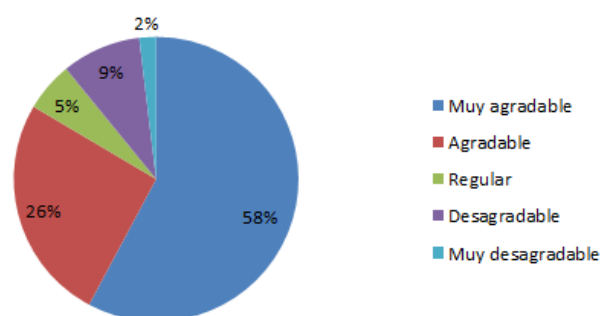
Análisis de sensibilidad: TEXTURA

Muestra #8

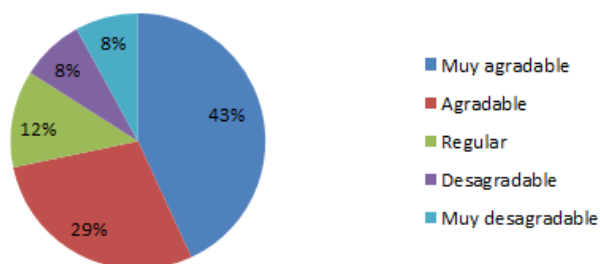
Muestra #8 semana uno (textura)



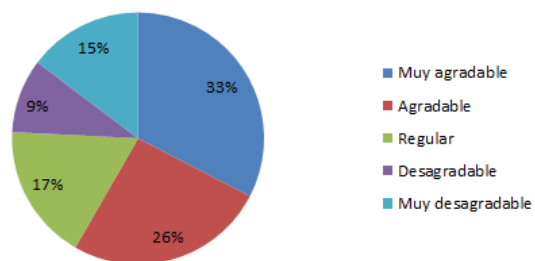
Muestra #8 semana dos (textura)



Muestra #8 semana tres (textura)



Muestra #8 semana cuatro (textura)



Graficas 66.- Evolución del porcentaje de aceptación de la Muestra #8 a cuatro semanas (textura)



ANALISIS MICROBIOLOGICO

Se debe hacer un análisis microbiológico a las personas que estarán trabajando con el producto ya que si bien ya se aseguró que el aguacate y utensilios han sido desinfectados una persona enferma o portadora de algún microorganismo como: bacterias, hongos filamentosos y levaduras puede contaminar la pulpa.

Una vez deshidratado el producto y almacenado durante algún tiempo se procederá a hacer un análisis microbiológico, para verificar que este aun no contenga microorganismos patógenos que puedan afectar la salud del consumidor.

RELACIÓN ENTRE LA HUMEDAD EN LOS ALIMENTOS Y EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS.

El agua es el solvente en donde ocurren las reacciones químicas y enzimáticas de la célula y es indispensable para el desarrollo de los microorganismos. Esto lo convierte en el factor individual que más influye en la alterabilidad de los alimentos, los productos farmacéuticos y cosméticos. El agua influye en el color, apariencia, olor, sabor, textura, gusto y vida útil de un alimento, ingrediente o aditivo; y se ha demostrado que productos con el mismo contenido de humedad se alteran de forma distinta, por lo que se deduce que la cantidad de agua no es por sí sola una herramienta indicativa del deterioro.

De este hecho surge el concepto de actividad de agua " a_w ", que indica la fracción del contenido de humedad total de un producto que está libre (no ligada químicamente), y en consecuencia, disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diversas reacciones químicas que afectan a su estabilidad.

Variaciones en la actividad de agua pueden afectar la tasa de crecimiento, la composición celular y la actividad metabólica de la bacteria, debido a que si no disponen de suficiente cantidad de agua libre (no asociada a solutos, etc) en el medio necesitarán realizar más trabajo para obtenerla y disminuirá el rendimiento del crecimiento.

Resultados de la primera fase experimental (pulpa).



El presente análisis reporta de manera específica microorganismos de tipo en los frutos referidos tanto en el exocarpio como en mesocarpio.

- A) Mesófilos aerobios,
- B) Coliformes totales,
- C) Hongos y levaduras,
- D) Identificación y cuantificación del género *salmonella* y la especie *e. Coli*. La cuantificación e identificación se realizó en los medios de cultivos selectivos para el aislamiento de los microorganismos antes mencionados.

Tabla 31 .- Valores correspondientes a la muestra procesada exocarpio (pulpa).

MUESTRA PROCESADA EXOCARPIO	
Microorganismo	Unidades Formadoras de Colonias/gr (UFC)
Mesófilos Aerobios	350 UFC
Coliformes Totales(NMP)	100 UFC
Hongos y Levaduras ¹	263 UFC
<i>Salmonella sp.</i>	No detectable
<i>Escherichia coli</i> ²	12 UFC

¹.- Se refiere a hongos filamentosos de tipo fitopatógeno y a levaduras de tipo oportunista.

En donde se aislaron colonias de hongos filamentosos, a través de Agar Papa Dextrosa y YPG suplementado con Tritón X-100, de pertenecientes al género *Colletotrichum sp.* (Responsables de la antracnosis)

².- No se refiere al serotipo 0157:H7 (entero-hemorrágica).

Tabla 32.- Valores correspondientes a la muestra procesada Mesocarpio (pulpa).

MUESTRA PROCESADA MESOCARPIO PULPA.	
Microorganismo	Unidades Formadoras de Colonias/gr (UFC)
Mesófilos Aerobios	No detectable
Coliformes Totales(NMP)	No detectable
Hongos y Levaduras ¹	18 UFC
<i>Salmonella sp.</i>	No detectable
<i>Escherichia coli</i> ²	No detectable



^{1.-} Se refiere a hongos filamentosos de tipo fitopatógeno y a levaduras de tipo oportunista. En donde se aislaron colonias de hongos filamentosos, a través de Agar Papa Dextrosa y YPG suplementado con Tritón X-100, de pertenecientes al género *Colletotrichum sp.* (Responsables de la antracnosis)

^{2.-} No se refiere al serotipo 0157:H7 (entero-hemorrágica).

Consideraciones

Las muestras procesadas (exocarpio y mesocarpio) resultaron libres de patógenos peligrosos, para la salud humana como son los casos de *Salmonella* y *E. coli*, para el caso de coliformes totales, mesófilos aerobios, hongos y levaduras representan otras consideraciones. Desde el punto de vista de **Fitopatógenos** como el caso de Hongos y Levaduras en donde se aislaron colonias del Fitopatógeno *Colletotrichum sp.* Agente etiológico de la antracnosis. Respecto a mesófilos aerobios son un indicador de la vida de anaquel de productos frescos y en el caso de Coliformes Totales se han reportado aún en parcelas con certificación orgánica, en donde se reportan géneros pertenecientes a la Familia *Enterobacteraceae*, lo cual ha sido reportado en otras ocasiones (Mukherjee, et al., 2006).

Para *E. coli* alguna contaminación se explica como un microorganismos natural en suelo en donde la cepas entero-hemorrágicas son las de particular atención siendo no detectables para los presentes casos.

De acuerdo al Protocolo voluntario para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo en los procesos de producción, cosecha y empacado de Aguacate *var. Hass* y experiencias previas de nuestro equipo de trabajo en campo, se considera el agua para su uso en poscosecha en la que se asegure sea apta de acuerdo a las características microbiológicas y químicas referidas en la Modificación de la Norma de Carácter Obligatorio (**NOM-127-SSA-1994**), en donde la determinación de la carga microbiana es fundamental utilizando el número más probable (NMP) como herramienta.

La desinfección de las superficies en contacto con los frutos se recomienda la utilización de sales cuaternarias de amonio concentraciones en el orden de los 150 a 200 p.p.m. (Primer equipo de lavado, previo al contacto con los frutos y al agua a utilizar para su lavado, solo las superficies de contacto).

Tabla 33.-Resultados microbiológicos segunda fase experimental

MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli	MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli
1	10	0	0	0	5	10	0	0	0
1	20	0	0	0	5	20	0	0	0
1	30	0	0	0	5	30	0	0	0
1	40	0	0	0	5	40	0	0	0
1	45	0	0	0	5	45	0	0	0

MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli	MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli
2	10	0	0	0	6	10	0	0	0
2	20	0	0	0	6	20	0	0	0
2	30	0	0	0	6	30	0	0	0
2	40	0	0	0	6	40	0	0	0
2	45	0	0	0	6	45	0	0	0

MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli	MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli
3	10	0	0	0	7	10	0	0	0
3	20	0	0	0	7	20	0	0	0
3	30	0	0	0	7	30	0	0	0
3	40	0	0	0	7	40	0	0	0
3	45	0	0	0	7	45	0	0	0

MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli	MUESTRA	EVALUCION	Salmonela	Hy L	E.Coli
4	10	0	0	0	8	10	0	0	0
4	20	0	0	0	8	20	0	0	0
4	30	0	0	0	8	30	0	0	0
4	40	0	0	0	8	40	0	0	0
4	45	0	0	0	8	45	0	0	0





IV.II.- CORRIDA DE COMPROBACION

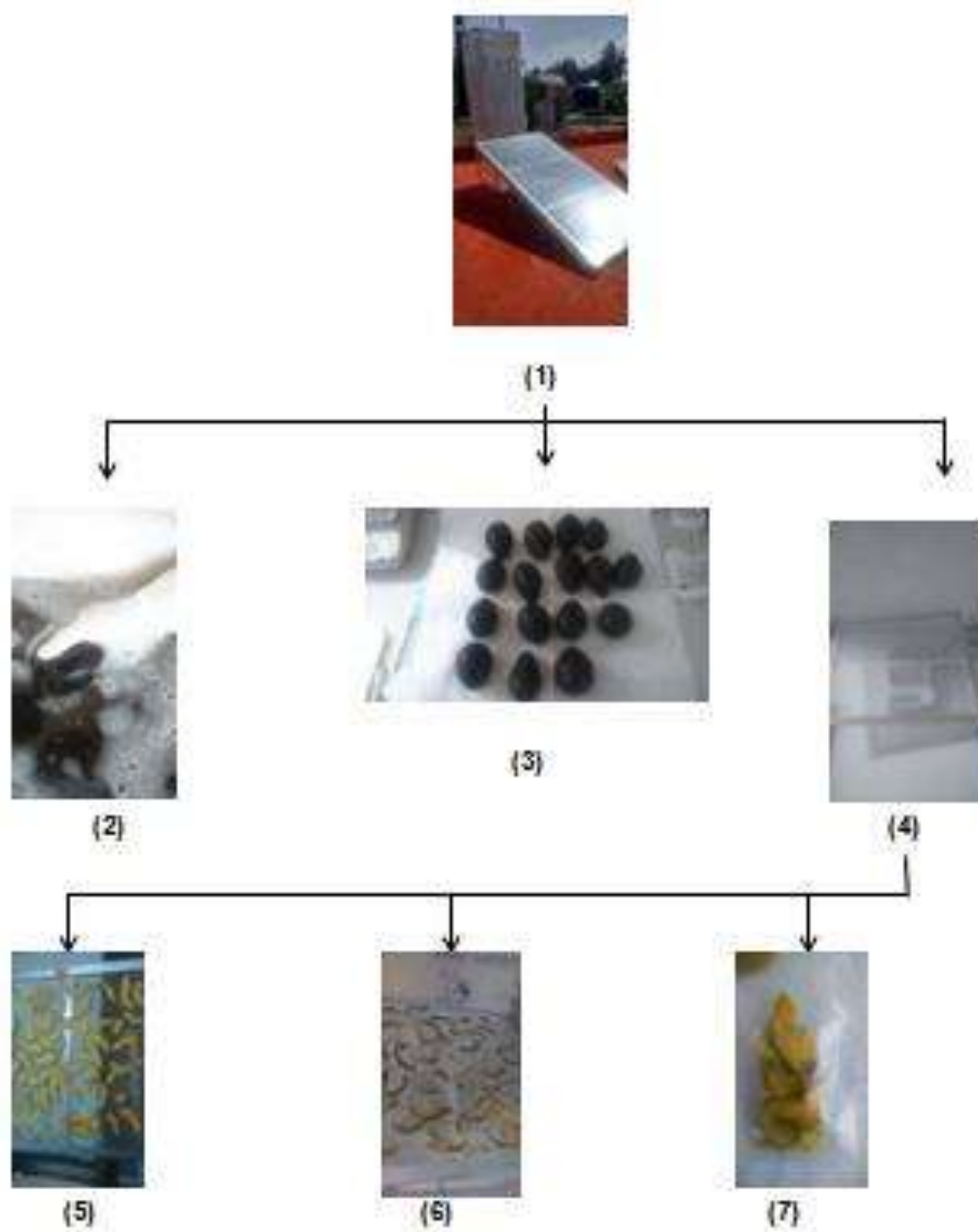


Figura 66.- Tercera fase experimental



Descripción de los pasos del diagrama anterior.

- 1. Limpieza del deshidratador de 15 kg y montado.**
- 2. Lavado y desinfectado de las muestras (aguacate).**
- 3. Secado de las muestras.**
- 4. Pesado de las charolas.**
- 5. Rebanado de las muestras y distribución en las charolas contenedoras.**
- 6. Deshidratación de las rebanadas de aguacate.**
- 7. Empaquetado de las rebanadas deshidratadas.**

VARIABLE DE RESPUESTA (tercera fase experimental)

VARIABLES FIJAS Y VARIABLES BLOQUEADAS

Variables fijas

- TEMPERATURA 60-70°C
- ESPESOR 1 -2 mm
- TIEMPO 4-5 HORAS
- ANTIOXIDANTE:ACIDO CITRICO

Variables bloqueadas

- PRESION
- TEMPERATURA AMBIENTAL
- HUMEDAD AMBIENTAL
- INSOLACION
- CONDICIONES SANITARIAS
- RAYOS UV

VARIABLES E INTERACCIONES SELECCIONADAS

A.-TEMPERATURA

B.-ESPESOR DE LAS REBANADAS DE AGUACATE

C.-TIEMPO DE DESHIDRATADO

D.-ANTIOXIDANTE



INTERACCIONES: AB,AC

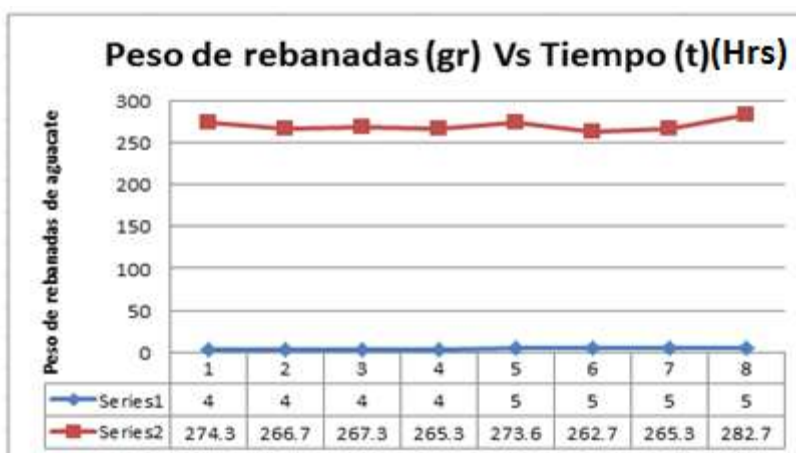
Tiempo aproximado de prueba: 4 -5 horas

Temperatura: 60°C – 70°C

Espesor de rebanada: 1-2mm

Tabla 34.- Resultados de la tercera corrida experimental utilizando temperaturas de 60-70°C

Corrida	w Charola (gr)	w Charola c/n aguacate	Tiempo entrada (hr)	Salida (hr)	w final	W Final rebanadas neta	Tiempo horas
1	250.1	308.9	10:34	02:34	274.3	34.6	4
2	250.3	320.2	10:45	02:45	266.7	53.5	4
3	250.8	317.9	10:55	02:55	267.3	50.6	4
4	244.2	316.4	11:04	03:04	265.3	51.1	4
5	224.6	341.11	11:26	04:26	273.6	67.51	5
6	249.7	306.8	11:56	04:56	262.7	44.1	5
7	247.9	306.7	11:35	04:35	265.3	41.4	5
8	263.7	326.6	12:06	05:06	282.7	43.9	5



Grafica 17 .- Peso de rebanadas de aguacate con respecto al tiempo de deshidratación.



Tabla 35- Tabla de resultados de las interacciones del % de humedad retirada (Y) de deshidratación de aguacate 60-70 °C

Número	A	B	AB	C	AC	D	e	Y
	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	1	1	1	69.91%
2	1	1	1	2	2	2	2	69.82%
3	1	2	2	1	1	2	2	66.2%
4	1	2	2	2	2	1	1	67.34%
5	2	1	2	1	2	1	2	66.32%
6	2	1	2	2	1	2	1	70.61%
7	2	2	1	1	2	2	1	68.82%
8	2	2	1	2	1	1	2	65.10%

Tabla 36.-Resultados del arreglo ortogonal de la tercera fase experimental.

Corrida	T (°C)	t (hrs)	E (mm)	w inicial (gr)	w final (gr)	% de agua eliminada	Ω
experimental							
1	60	4	1	115.5	34.6	69.91	3.6200
2	60	4	1	152.1	53.5	64.82	2.6541
3	60	4	1	150	50.6	66.2	2.9194
4	60	4	1	156.5	51.1	67.34	3.1426
5	70	5	2	200.5	67.51	66.34	2.9466
6	70	5	2	150	44.1	70.61	3.8067
7	70	5	2	132.8	41.4	68.82	3.4384
8	70	5	2	125.8	43.9	65.1	2.7076

$$\Omega = -10 \log \left(\frac{1}{P} - 1 \right)$$

Y= % humedad retirada

Ω= porcentaje



Tabla 37.- Asignación de valores para las interacciones de la deshidratación de aguacate 60-70°C.

	A	B	AB	C	AC	D	E
1	12.3361	13.0274	12.4200	12.9244	13.0536	12.4167	14.0076
2	12.8992	12.2079	12.8153	12.3109	12.1817	12.8186	11.2277
Total	25.2353	25.2353	25.2353	25.2353	25.2353	25.2353	25.2353

De la descomposición polinomial:

Tabla 38.- Resultados de la descomposición polinomial a dos niveles 60-70°C.

Coeficiente	
K=2	L
W1	-1
W2	1
WT	2

Dónde:

K= niveles

W= coeficientes

R= número de replicaciones

L= lineal

Tabla 39.- Resultados para la tabla anova.

TABLA ANOVA					
Efecto	SS	GL	MS	F0	FT
T	0.0396	1	0.0396	0.6089	2
t	0.0839	1	0.0839	1.2902	
Tt	0.0195	1	0.0195	0.2999	
E	0.047	1	0.047	0.7227	
TE	0.95	1	0.95	14.6086	
tE	0.0201	1	0.0201	0.3091	
e	0.06503	1	0.06503		
Total		7			



DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS

Para la elección del nivel de operación, como se desea maximizar el porcentaje de humedad retirado, de la tabla de promedios se toma el valor que sea mayor de los factores que afectan; los factores tiempo y espesor, por cuestiones de ahorro se tomó 5 horas y 2 mm respectivamente.

Tabla 40 .- Valores correspondientes al promedio de nivel en el que se trabaja (tiempo 5 horas y espesor de rebanada 2mm).

	A	B	C	D
1		13.0274	12.9244	12.4167
2	12.8992			

- Temperatura: 70°C
- Espesor de corte: 1mm
- Tiempo de deshidratación: 5 horas
- Uso de antioxidante: No
- Se logró eliminar más de un 70 % de humedad alcanzando un valor máximo del 70.61 % a una temperatura de 70 °C a un tiempo de deshidratación de 5 horas. En ese punto se logró una mayor eliminación de agua en el producto, sin embargo que a esa temperatura el apareamiento de la muestra apareció en mayor proporción.
- Los aceites del aguacate tienden a descomponerse a una temperatura de 80 °C, causando así un apareamiento rápido y una rancidez del producto mucho más rápida. Es por ende que se realizaron corridas desde 50-70°C.

Estos resultados corresponden a la corrida 5.



ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA DETERMINAR QUÉ FACTORES AFECTAN A LA VARIABILIDAD Y QUE FACTORES AFECTAN A LA MEDIA.

Las pruebas se realizaron a una presión atmosférica de 751 mmHg, una temperatura ambiental de 32 °C, humedad relativa de 21 %; bajo estas condiciones las pruebas arrojaron los siguientes resultados.

- El factor temperatura afecta al porcentaje de humedad retirado.
- El espesor de corte no afecta al porcentaje de humedad retirado.
- La interacción entre la temperatura y el espesor de corte no afecta al porcentaje de humedad retirado.
- El tiempo de deshidratación no afecta al porcentaje de humedad retirado.
- La interacción entre la temperatura y el tiempo de deshidratación es la que afecta en mayor medida al porcentaje de humedad retirado.
- El uso de antioxidante si afecta al porcentaje de humedad retirado.



**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS CORRESPONDIENTES A LA CORRIDA
1,3, 5 Y 6 A 60°C – 70 °C**

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (tercera etapa)

NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 23 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS
(Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Tabla 41.- Resultados microbiológicos muestra 1.

<u>Parámetro</u>	<u>Resultado</u>	<u>Limites máximos permisibles</u>
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	23 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,100UFC/cm ²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO A AL AGUACATE DESHIDRATADO HASS CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:



- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRACTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACION DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** METODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** *BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194.** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994.** INVESTIGACION DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*



NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 23 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS
(Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Tabla 42.- Resultados microbiológicos muestra 3.

<u>Parámetro</u>	<u>Resultado</u>	<u>Limites máximos permisibles</u>
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	28 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,250 UFC/cm ²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO A AL AGUACATE DESHIDRATADO HASS CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:



- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRACTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACION DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** METODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** *BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194.** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994.** INVESTIGACION DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*



NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 23 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS
(Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Tabla 43.- Resultados microbiológicos muestra 5.

<u>Parámetro</u>	<u>Resultado</u>	<u>Limites máximos permisibles</u>
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	25 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,200 UFC/cm²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO A AL AGUACATE DESHIDRATADO HASS CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:



- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRACTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACION DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** METODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** *BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194.** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994.** INVESTIGACION DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*



NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 23 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS
(Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Tabla 44.- Resultados microbiológicos muestra 6.

<u>Parámetro</u>	<u>Resultado</u>	<u>Limites máximos permisibles</u>
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	30 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,300 UFC/cm²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO A AL AGUACATE DESHIDRATADO HASS CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:



- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRACTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACION DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** METODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** *BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO*
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194.** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994.** INVESTIGACION DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*



ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Tabla 45.- Resultados de análisis bromatológico aplicado a la muestra 6.



INFORME DE ENSAYO

PERLA YANET PIEDRA NAJERA

Retajo No. 671

Col. Obiedo de Maza

Morelia, Mich.

I.E. No. 731V

MUESTRA No.731

Tipo de muestra:	Aguacate Deshidratado
Fecha de muestreo:	2015/07/23
Muestreado por:	Cliente
Fecha de recepción:	2015/07/23
Periodo de prueba:	2015/07/23 - 2015/08/03

ANÁLISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA
CENIZAS	%	15,01	NMX-F-066-S-1978
PROTEINA	%	9,30	NMX-F-066-S-1980
HUMEDAD	%	3,46	NMX-F-083-S-1986
GRASAS	%	18,94	NMX-F-089-S-1978
FIBRA CRUDA	%	20,5	NMX-F-090-S-1978
CARBOHIDRATOS	%	32,79	CÁLCULO
MATERIA SECA	%	96,54	CÁLCULO

AUTORIZA



Q.F.B. LUZ DE LA E. TORRES ROSAS
COORDINADOR DE LABORATORIO
CED. PROF. 1033929

Los resultados representan las características de la muestra analizada. Este informe no podrá ser reproducido sin la autorización previa de CEMA, S. C.

Hojas 1 de 1

Centro de Estudios en Medio Ambiente

W.A. MOZART #639, COL. LA LOMA, C.P. 58290, MORELIA, MICH. T. (443) 315 77 84 / 314 08 31 / 324 41 72
cemamexico.com



IV.III.-OPTIMIZACION UTILIZANDO SUPERFICIE DE RESPUESTA

NOTA.

(Esta técnica de optimización no va directamente al óptimo pero en un punto lo logra).

Factores:

X1 ,X2: Tiempo (4-5 horas)

T1, T2: Temperatura (50-70 °C)

Rendimiento: Por arriba del 60%

Por simplicidad se codifican las variables en el intervalo (-1, 1). Si las variables codificadas son X1 y X2 y las variables naturales son ξ_1 y ξ_2 se tiene:

Fórmula para Cohen de cálculo

De la formula de Cohen se define como la diferencia entre dos medios divididos por una desviación estándar de los datos. Se puede deducir de la fórmula (se sustituyó d por x's):

$$x1 = \frac{\xi_1 - 4}{5}$$

$$x2 = \frac{\xi_1 - 50}{5}$$

El arreglo y los datos experimentales (modelo lineal) son:

Tabla 45 .Arreglo de los datos experimentales utilizando maximización

Corrida	Variables del Proceso		Variables codificadas		Rendimiento
	Tiempo (Hras.)	Temp.(°C)	X1	X2	Y
1	4:30	60	-1	-1	65.25
2	4:30	70	-1	1	66.28
3	4	50	1	-1	66.7
4	4	50	1	1	50
5	5	55	0	0	66.32
6	5	55	0	0	65.55
7	5	55	0	0	62.25
8	5	55	0	0	64.35
total					506.07



Se desea maximizar el rendimiento para ello se utiliza la siguiente ecuación

$$Y=B_0+B_1X_1+B_2X_2 + E$$

Para simplificar se utilizan variables codificadas

$$Y=B_0+B_1X_{1c}+B_2X_{2c} + E$$

$$B_0=\bar{Y}=\frac{569.04}{9} = 63.22$$

$$B_1=-3.9175$$

$$B_2=-3.7075$$

La ecuación de regresión queda de la siguiente manera:

$$Y=64.35-3.9175x_{1c}-3.7075x_{2c}$$

Utilizando Minitab

Los resultados que nos arroja >

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)

The following terms cannot be estimated and were removed:
Temp.(°C)*Temp.(°C), minutos*Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	52.906	26.4529	0.71	0.544
minutos	1	26.473	26.4730	0.71	0.447
Temp. (°C)	1	0.530	0.5305	0.01	0.911
Square	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*minutos	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

El tiempo es significativo, pero no hay efecto lineal entre los factores.



S R-sq R-sq(adj) R-sq(pred)
6.10102 31.55% 0.00% *

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	5.75	2.88	3.41	0.84	0.447	1.72
Temp. (°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*minutos	-6.0	-3.0	11.9	-0.25	0.814	5.72

Regression Equation in Uncoded Units

$Y = -209 + 1.89 \text{ minutos} + 0.103 \text{ Temp. (°C)} - 0.0033 \text{ minutos*minutos}$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
1	65.25	65.25	0.00	* X
2	66.28	66.28	0.00	* X

X Unusual X

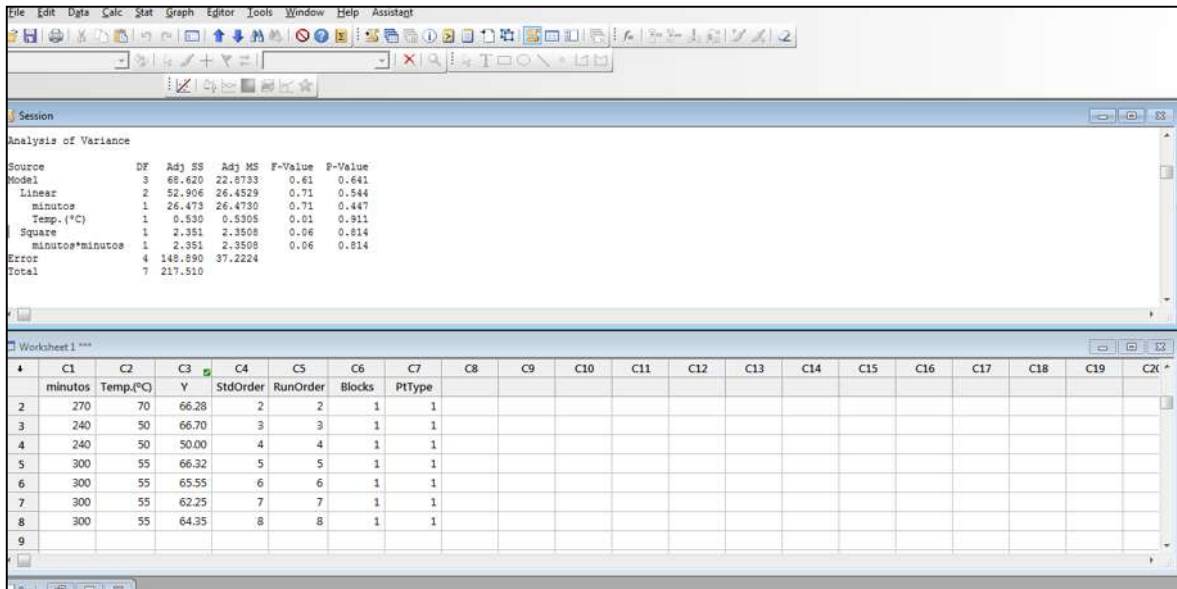


Figura 67.- Diseño estadístico en Minitap para los valores de t,T y Y

Segunda regresión lineal para el efecto t,T y Y

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)



The following terms cannot be estimated and were removed:
Temp.(°C)*Temp.(°C), minutos*Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	52.906	26.4529	0.71	0.544
minutos	1	26.473	26.4730	0.71	0.447
Temp.(°C)	1	0.530	0.5305	0.01	0.911
Square	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*minutos	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.10102	31.55%	0.00%	*

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	5.75	2.88	3.41	0.84	0.447	1.72
Temp.(°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*minutos	-6.0	-3.0	11.9	-0.25	0.814	5.72

Regression Equation in Uncoded Units

$Y = -209 + 1.89 \text{ minutos} + 0.103 \text{ Temp.}(\text{°C}) - 0.0033 \text{ minutos*minutos}$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
1	65.25	65.25	0.00	* X
2	66.28	66.28	0.00	* X

X Unusual X

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)

The following terms cannot be estimated and were removed:
Temp.(°C)*Temp.(°C), minutos*Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	52.906	26.4529	0.71	0.544
minutos	1	26.473	26.4730	0.71	0.447



Temp. (°C)	1	0.530	0.5305	0.01	0.911
Square	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*minutos	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.10102	31.55%	0.00%	*

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	5.75	2.88	3.41	0.84	0.447	1.72
Temp. (°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*minutos	-6.0	-3.0	11.9	-0.25	0.814	5.72

Regression Equation in Uncoded Units

Y = -209 + 1.89 minutos + 0.103 Temp.(°C) - 0.0033 minutos*minutos

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
1	65.25	65.25	0.00	* X
2	66.28	66.28	0.00	* X

X Unusual X

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	16.244	8.1222	0.22	0.813
minutos	1	1.222	1.2220	0.03	0.865
Temp. (°C)	1	0.530	0.5304	0.01	0.911
2-Way Interaction	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*Temp. (°C)	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.10102	31.55%	0.00%	*

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
------	--------	------	---------	---------	---------	-----

Interacción entre el tiempo(t min) y la Temperatura (T°C)



Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	-12.2	-6.1	33.7	-0.18	0.865	167.75
Temp. (°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*Temp. (°C)	-24.0	-12.0	47.7	-0.25	0.814	183.00

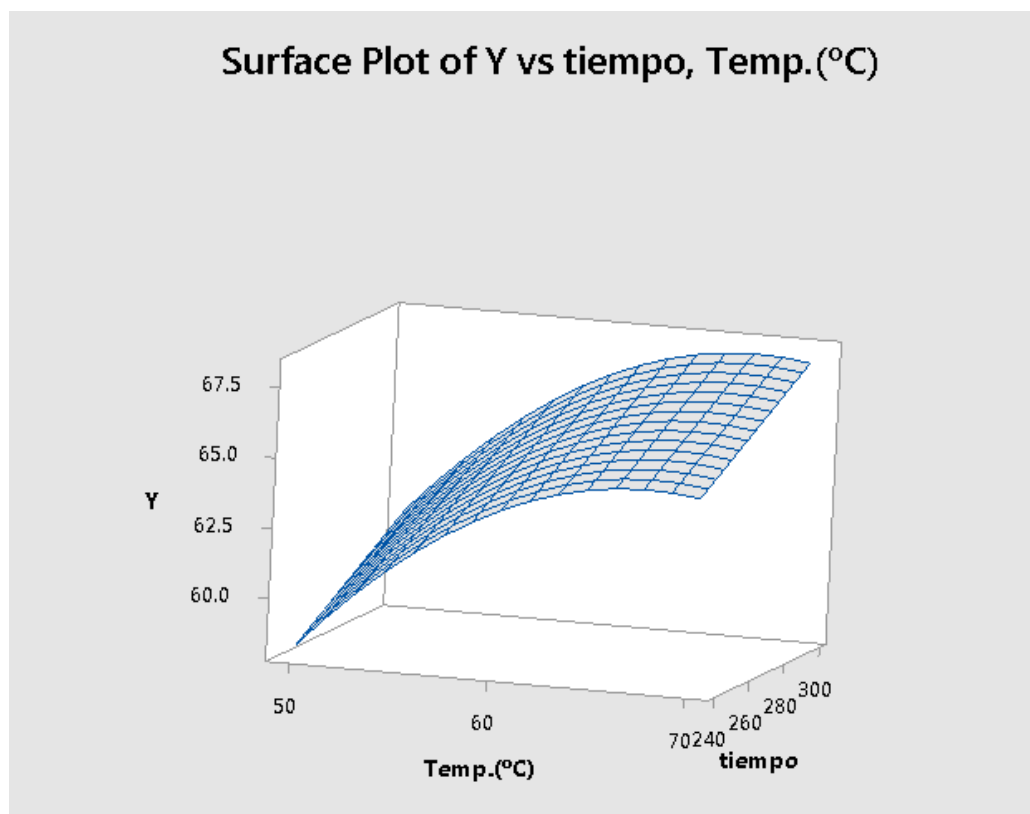
Regression Equation in Uncoded Units

$$Y = -533 + 2.19 \text{ minutos} + 10.9 \text{ Temp. (°C)} - 0.040 \text{ minutos*Temp. (°C)}$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid	
1	65.25	65.25	-0.00	*	X
2	66.28	66.28	0.00	*	X

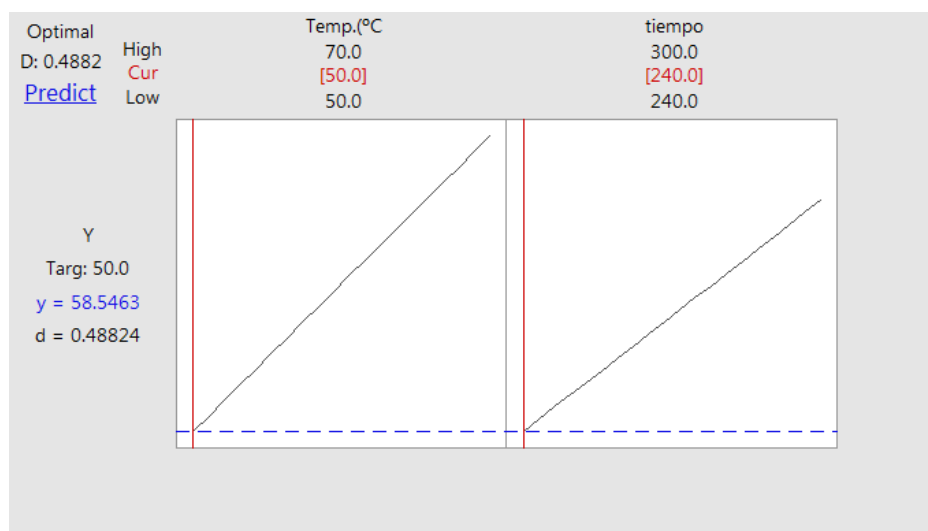
X Unusual X



Grafica 18.- Y (% de humedad) con respecto al tiempo y temperatura

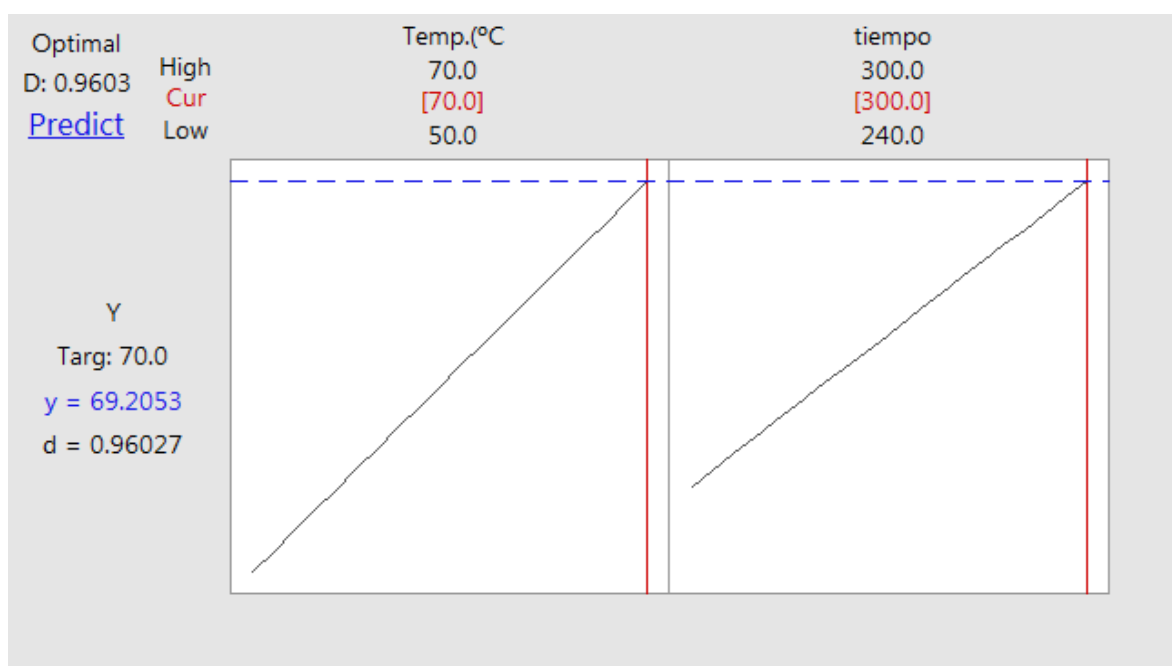


Optimización de la superficie de respuesta a 50 °C



Grafica 19.- Optimización de la superficie de respuesta a una temperatura de 50°C.

Optimización de la superficie de respuesta a 70 °C



Grafica 20.- Optimización de la superficie de respuesta a una temperatura de 70°C.



Como se observa en la gráfica anterior a una temperatura de 70°C se logra obtener una remoción de humedad del 69.2053 % un valor muy cercano al experimental, con una desviación estándar (d) del $d= 0.96027$.

IV.IV.-ANALISIS ECONOMICO

Características del Producto que se plantea ofrecer:

- Color verde, sin daños físicos, libre levaduras, hongos etc.
- Vida de anaquel de hasta dos meses.
- Con un sabor de notas suaves y agradables al paladar.

Tendencias de Mercado

Las frutas deshidratadas son percibidas como productos o snacks o chips saludables y de alto contenido nutrimental, los cuales tienen actualmente un gran mercado de venta tanto en México y el extranjero. Además de que los productos deshidratados se diferencian mucho de los productos no sometidos previamente a una deshidratación por sus características y vida de anaquel mayores a los productos frescos.

Dentro de los principales usos que se le pueden dar a las rebanadas de aguacate deshidratado se encuentran:

1. Chips.
2. Base para elaboración de harina de aguacate.
3. Base para la elaboración de un Humus de aguacate.
4. Elaboración de pastillas de aguacate deshidratado.
5. Base para helados a base de aguacate deshidratado.
6. Base para la elaboración de batidos y licuados, etc.



**Costos de operación para la deshidratación de aguacate deshidratado
(Datos propios).**

Tabla 46.- Análisis económico de gastos de producción de las rebanadas de aguacate.

Materia prima	Cantidad	Precio unitario	Total S/.	Total
Aguacate	10.5	40	\$ 420.00	
Ácido cítrico	1	10	\$ 350.00	
Detergente liquido	1	10	\$ 15.00	
Hipoclorito de sodio	2	22	\$ 44.00	
franela	6	5.00	\$ 30.00	
Serví toallas	2	12.00	\$ 24.00	
Empaques	24	1.50	\$ 36.00	
Guantes de látex	26	14.00	\$ 364.00	
Cubre bocas	20	2.00	\$40.00	
Cofias	10	0.50	\$ 5.00	
Otros	-	-	\$200	
			Sub total S/.	\$1,528.0
Insumos				
Deshidratador de 15 Kg	1		15780	
agua			250	
				\$16,030.
Mano de obra	0	0		
Costo de mantenimiento				\$500.
Costo de producción				2,278.0
Costo directo				2,528.00
Costo de conversión				750.00
Costo unitario				\$45.56



V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La presencia de ácido cítrico en las rebanadas de aguacate deshidratadas influye en la pérdida de agua de las rebanadas. Así mismo influye en menor proporción al sabor, ya que se utiliza una concentración del 1%.
- El uso de un conservador como el ácido cítrico ayuda a retardar el apareamiento de apareamiento enzimático así como alargar la vida de anaquel del producto.
- El uso de un conservador y una buena técnica de asepsia en el proceso, ayuda a equilibrar el producto final para eliminar el apareamiento de microorganismos patógenos que puedan afectar la salud del consumidor.
- La interacción entre la temperatura y el tiempo de deshidratación son las variables que afectan en mayor proporción al porcentaje de humedad retirado.
- El uso de deshidratación solar para la deshidratación de aguacate es muy útil, económica, limpia y con valores de humedad retirada del producto muy satisfactorios por arriba de lo esperado.
- La energía solar es gratuita. Los productos deshidratados no pierden esencialmente sus propiedades organolépticas (color, sabor, textura) ni nutritivas
- La deshidratación permite comercializar los productos a precios mayores en los mercados locales y globales.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda almacenar el producto final en bolsas o empaques de Polipropileno, alejado del sol y de otros factores que puedan afectar la inocuidad de las rebanadas de aguacate deshidratado y así mismo sellados al vacío para eliminar la reproducción de agentes microbiológicos patógenos.
- Se recomienda trabajar a una temperatura entre 50 y 60 °C para lograr una mejor deshidratación de nuestro producto sin que exista apardeamiento enzimático.
- Utilizar un antioxidante en el producto final para alargar tardar la vida de anaquel.
- Realizar un estudio de mercado más profundo para poder determinar la demanda de las rebanadas de aguacate deshidratadas tienen, en el mercado meta.
- Determinar por medio de encuestas de precio en lo que el consumidor podría adquirir dicho producto.
- Análisis de la demanda existe de nuestro producto en el mercado
- Desarrollar un prototipo de los productos.
- Determinar el canal de distribución que será utilizado.
- Implementar un estudio financiero de las rebanadas de aguacate en el proceso de deshidratación.
- Determinar el porcentaje de nutrientes que se pierden durante y después de la deshidratación de las rebanadas de aguacate.
- No exceder la temperatura de 80 °C dentro del deshidratador, ya que las rebanadas tienden a oscurecerse a un tiempo menor. Así mismo las características como olor, sabor, apariencia , textura son desagradables y más notorias.
- Utilizar otro conservador y realizar pruebas de vida de anaquel
-



V.I.-NOMENCLATURA

- **Ph:** Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa
- **Ha:** La hectárea o hectómetro cuadrado (el prefijo *hecto-*, del griego ἑκατόν [*hekatón*], significa «cien») es una medida de superficie equivalente a 100 áreas¹ o 10 000 metros cuadrados. Es la superficie que ocupa un cuadrado de 100 metros de lado.
- **Ppm:** Partes por millón (ppm) es una unidad de medida con la que se mide la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc) que hay por cada millón de unidades del conjunto. Por ejemplo, en un millón de granos de arroz, si se pintara uno de negro, este grano representaría una (1) parte por millón. Se abrevia como "ppm".
- **OSMO-VAC:** Osmotico-Vacio
- **Brix:** Los grados Brix sirven para determinar el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, es la concentración de sólidos- solubles Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de azúcar por 100 g de líquido
- **M.s.n.m:** Para expresar la altitud frecuentemente se utiliza el valor en metros seguido del símbolo **msnm** (**m**etros **s**obre el **n**ivel del **m**ar).
- **HACCP:** Son las siglas en inglés para "Análisis de Riesgos y de Puntos Críticos de Control" ("Hazard Analysis and Critical Control Points").
- **USDA:** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (en inglés, *United States Department of Agriculture, USDA*)
- **APAM:** *Asociación de Productores y Exportadores de Aguacate del estado de Michoacán.*
- **EDTA:** El ácido etildiaminotetraacético, también denominado *EDTA* o con menor frecuencia AEDT
- **mm:** Milímetros
- **GL :** Grados de libertad
- **SS:** Suma de los cuadrados de las interacciones



- **SSTr**: Suma de cuadrados de los tratamientos
- **MS**: SS/gl
- **F0**: Estadística de prueba
- **m**: Valor ideal
- **δ** : Varianza
- **W**: Coeficientes
- **E**: Espesor de corte
- **Y**: Valor experimental
- **e**: Estimación del error
- **Y**: Promedio de todos los datos
- **n**: Numero de tratamientos o niveles
- **a**: Numero de pruebas
- **w**: Peso muestra
- **R**:Replicaciones
- **$\bar{Y}$** : Valor estimado de la variable a las condiciones propuestas
- **L**:lineal
- **Q**:Cuadratica
- **UFC**: Unidades Formadoras de Colonias (abreviadamente, **UFC**) es un valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de un metro cúbico de agua.
- **Ω** :Factor omega
- **T1**: Temperatura uno °C



V.II.-REFERENCIAS.

1. Vargas Medina Julio y equipo Deshidratadores solares. Hacia un proceso de apropiación solar de la tecnología,. Gobierno del estado de Michoacán y centro de investigación y desarrollo del estado de Michoacán.2014.
2. Mapa de ruta cosméticos derivados de aguacate. Secretaría de economía dirección general de industrias básicas. Junio 2012 .pp.1-34.
3. Deshidratación osmótica: alternativa para conservación de frutas tropicales. Próspero Genina Soto, XXX Aniversario de Biotecnología y Bioingeniería Aniversario de Biotecnología y Bioingeniería Septiembre-octubre de 2002 pp. 1-4.
4. Vargas Medina Julio. Deshidratación solar, retos para (la generación y) el uso sostenido de la tecnología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Aguacate deshidratado © todos los derechos reservados BIORenaces. Pp. 1-13.2013
5. Gallardo Velásquez Dra. Tzayhi y del Orosio Dr. Guillermo Obtención de aguacate en polvo por aspersión y seguimiento de parámetros de calidad utilizando FTIR-HATR y análisis multivariable. Karina Uribe Hernández. Bajo la supervisión de :, Instituto Politécnico Nacional , Escuela Nacional de Ciencias Biologicas,CONACYT, México 2010.
6. Román Mares M.C. Edgar Alejandro - Kazuz Dr.Elhandi Yahia Manejo Postcosecha del aguacate. Postharvest Handling of avocado. VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica ISSN 0121-4004 Volumen 9 número 2, año 2002. Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia. págs. 5-16.
7. Villalobos Portillo br. Dalia Iris. “Evaluación física y química para evitar la oxidación en la pasta de aguacate mínimamente procesada” Universidad “Dr. José Matías Delgado”. Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola “Julia Hill de O’sullivan”. Ingeniería Agroindustrial.S.F
8. Actualización sobre la Industria del Aguacate en Michoacán, México. California Avocado Society 2004-05 Pp-1-11.
9. Salazar-García, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. Pp. 57 - 83. In: Téliz, D. (Ed.). El Aguacate y su Manejo Integrado. Ediciones Mundi-Prensa, México.



10. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile, Av. Brasil 2950 Valparaíso -Chile Correo electrónico: jolaeta@ucv.cl. Y Comisión Michoacana de Aguacate. 2003
11. Cornejo Mendoza Verónica. Deshidratación de rebanadas de aguacate variedad Hass por el método OSMO-VAC (osmótico-vacío) y evolución de la calidad del producto. Ing.. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.D.F 2010.
12. Documento de información sobre disposiciones para aditivos alimentarios en las normas para productos, programa conjunto de la FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del CODEX sobre aditivos 45ª reunión Beijing, China, 18 al 22 de marzo de 2013 PP.1-92.
13. Patricia Della Rocca .Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2010.
14. Salvador Leticia/ Miranda Susana P. /Aragón Nidia /Lara Virginia. Recubrimiento de Quitosán en aguacate .Journal of Mexican Chemical Society, enero-febrero, año/vol.43, numero 001. Sociedad Química de México . México, México 1999. Pp.18-23.
- 15.: Prof. Dr. Hermann Schmidt Hebbel. Prof. Irma Pennacchiotti Monti. Las enzimas en los alimentos. Su importancia en la química y la tecnología de los alimentos. Edición Digital reproducida con autorización de los autores Año 2001 Universidad de Chile.
16. Elías de Téllez Lucila, Ladron de Guevara Francisco Javier, MXClasificación: A23B-007/014 Procedimiento Para Preparar Una Composición Aditiva Para Conservar La Pulpa De Aguacate. 1982
17. J. A. Olaeta. Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras. Facultad de agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile, av. Brasil 2950 Valparaíso - Chile correo electrónico: jolaeta@ucv.cl. Proceedings v world avocado congress (actas v congreso mundial del aguacate) 2003. Pp. 749-754.
18. Sandoval Aldana Angélica, Forero Longas Freddy, García Lozano Jairo. Postcosecha y transformación de aguacate : agroindustria rural innovador Centro de Investigación Natima Espinal – Tolima 2010.
19. E. Arriola Guevara / T.García Herrera / G.M Guatemala Morales / J.Nungaray Arellano / O. González Reynoso / J.C. Ruiz Gómez. Comportamiento del Aguacate HASS liofilizado durante la operación de Rehidratación. Revista Mexicana de Ingeniería Química . Noviembre,



- año/vol.5, numero Su1. Universidad Autónoma Metropolitana –Iztapalapa Distrito federal, México .pp 51-56. 2006.
20. Monografía del Aguacate . Subsecretaría de Fomento a los Agro negocios (SFA) de la SAGARPA 31 de Octubre de 2011. Pp.1-12.
21. P .Reyes. Diseño de experimentos de Taguchi. 2008
22. NOM-128-SCFI-1998. Establece la información comercial que debe contener el etiquetado del envase en el que se contiene el aguacate, para consumo humano, de origen nacional o extranjero.
23. NOM-076-FITO-1999. Establece el sistema preventivo y dispositivo nacional de emergencia contra las moscas exóticas de la fruta.
24. NOM-066-FITO-2002. Establece los requisitos y especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate.
25. NMX-FF-016-SCFI-2006. Establece las especificaciones de calidad que debe cumplir el aguacate en su variedad Hass, para ser consumido en fresco, después de su acondicionamiento y envasado, excluyendo el aguacate para el procesamiento industrial.
26. Cartografía agroecológica del cultivo del aguacate en Michoacán , Héctor Guillén Andrade, Ma.Blanca Nieves Lara Chávez, M. Gutiérrez Contreras, M. Ortiz Cantón y Ma.Ercel ia Ángel Palomares, Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez Uruapan, Universidad Michoacana, la Universidad A autónoma de Nayarit, el Comité Nacional del Sistema Producto Aguacate y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal Michoacán.
27. Téliz Ortiz, Mora Aguilera y Morales García en su libro “El Aguacate y su manejo integrado 2ª Ed 2007 ISBN 10: 968-7462-43-4 ISBN 13: 978-968-7462-43-1
28. RUIZ VALENCIA, G. 1912. Cultivo y explotación del aguacate. Secretaría de Fomento, Dirección General de Agricultura, Estación Agrícola Central. San Jacinto, D.F. México. Boletín Núm. 71.
29. CAÑIZALES ZAYAS, J. 1973. Los Aguacateros. Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba.
30. ROTH, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany



31. CUMMINGS, K.; C. A. SCHROEDER. 1942. Anatomy of the avocado fruit. California Avocado Society Yearbook 26: 56-64.
32. TOMER, E.; M. GOTTFREICH; S. GAZIT. 1976. Defective ovules in avocado cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 101(5): 620-623.
33. SCHROEDER, C. A. 1950. The structure of the skin or rind of the avocado. California Avocado Society Yearbook 34: 169- 176.
34. Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton. Published by. Julia F. Morton 20534 SW 92 Ct. Miami, FL. 33189. ISBN: 0-9610184-1-0. Distributed by. Distributed by Creative Resource Systems, Inc.Box 890, Winterville, N.C. 28590Creative.
35. Joel Edmundo López Meza,(2013) 16 de mayo del 2013, Universidad de San Nicolás de Hidalgo, Morelia ,Mich,México .
36. Técnica de lavado estudiada y aplica en el proyecto transferencia de tecnología para la obtención de aceite de aguacate y derivados .Dirigida por el M.C. Acuña Pardo José Domingo, Dr. Ortiz Alvarado Rafael y equipo de trabajo. UMSNH. N.R
37. Recubrimientos comestibles a base de caseinato sódico con capacidad antioxidante Sánchez-villanueva, r.; fabra, m.j.; talens, p*.,
38. Deshidratación de rebanadas de aguacate variedad Hass por el método OSMO- VAC(osmótico vacío) y evaluación de calidad del producto,Ing,Veronica Cornejo Mendoza.
39. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (carica papaya l.) en cuatro agentes edulcorantesosmotic dehydration of hawaiian papaya fruits (carica papaya l.) using four sweetener agents.
40. Chalmers, A. M., y cols.: A possible etiological role for ascorbate in calculi formation. Clin. Chem. 32:333-336, 1986.)



Referencias internet

1. <http://www.cfaitc.org/lessonplans/pdf/409spanish.pdf>
2. departamento de la FAO
<http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s03.htm>
3. <http://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/7028/DESHIDRATACION.pdf?sequence=1>
4. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>
5. [http://www.academia.edu/6587947/INSTITUTO TECNOL%C3%93GICO DE MORELIA DISE%C3%91O DE UN PROCESO PARA LA Tabla de contenido](http://www.academia.edu/6587947/INSTITUTO_TECNOL%C3%93GICO_DE_MORELIA_DISE%C3%91O_DE_UN_PROCESO_PARA_LA_Tabla_de_contenido)
6. <http://www.biorenaces.mx/alimentos.html>
7. <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/aguacateampliado.html>
8. <http://www.gastronomiaycia.com/2008/02/10/aguacate-en-polvo-en-breve-en-el-mercado-mundial/>
9. http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/enfermedades/cardiovasculares/alim_gras_interaccion.htm
10. <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/aguacateampliado.html>
11. <http://www.gastronomiaycia.com/2008/02/10/aguacate-en-polvo-en-breve-en-el-mercado-mundial/>
12. http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetical/guia/enfermedades/cardiovasculares/alim_gras_interaccion.htm
13. <http://www.prensa.umich.mx/?p=5054>
14. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472005000200013&script=sci_arttext
15. <http://www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html>



V.III.-ANEXOS



ANEXO A FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

REGISTRO DE LAS EVALUACIONES SENSITIVAS:

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 1 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	2	2	2	2	2	2	2	2
Sabor	8	8	6	8	8	8	8	8
Color	10	8	6	8	10	6	6	10
Textura	6	8	6	8	6	8	6	8

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO B FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 2 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	6	8	8	6	4	4	4	4
Sabor	8	8	4	8	8	8	8	4
Color	10	4	2	8	10	4	4	8
Textura	8	10	8	8	8	8	4	6

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO C FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 3 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	6	6	6	2	2	2	2	2
Sabor	8	10	8	8	8	8	8	8
Color	8	6	4	8	10	6	6	10
Textura	8	10	10	10	10	8	8	6

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO D

FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 4 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	10	5	6	7	8
Olor	8	6	10	8	6	10	8	10
Sabor	8	8	8	8	6	8	6	8
Color	6	6	6	6	4	8	4	10
Textura	2	6	4	8	6	6	2	4

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO E FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 5 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	10	5	6	7	8
Olor	4	6	2	8	10	8	10	8
Sabor	6	6	8	4	6	8	8	4
Color	8	8	8	8	6	4	6	8
Textura	6	4	4	4	6	2	6	6

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO F FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 6

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	8	8	8	6	10	10	8	8
Sabor	8	6	8	6	10	8	8	8
Color	10	6	4	8	6	6	2	8
Textura	4	4	2	4	8	4	4	6

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO G FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 7 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	6	4	4	8	8	4	4	6
Sabor	6	4	6	8	8	4	6	6
Color	8	6	2	8	8	2	2	10
Textura	4	4	4	8	8	4	4	4

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO H FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 8

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	4	4	4	4	6	2	4	4
Sabor	4	4	4	4	6	4	4	6
Color	8	4	4	8	8	4	6	8
Textura	6	4	4	6	8	6	2	6

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO I FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 9 _____

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	6	6	8	6	8	6	8	6
Sabor	8	8	4	4	8	4	8	4
Color	2	4	4	8	8	4	4	8
Textura	8	4	4	8	10	2	4	8

Comentarios:

GRACIAS.



ANEXO J FORMATO DE ENCUESTAS PARA LAS EVALUACIONES SENSORIALES

EVALUACION SENSORIAL DE REBANADAS DE AGUACATE (HASS) DESHIDRATADAS

Nombre: _____ JUEZ No. 10

Fecha: _____

Observe y Pruebe las muestras de aguacate que se le presentan y evalúe color, textura, olor y sabor e indique en la escala su opinión sobre ellas.

	Puntuación
Me gusta mucho	10
Me gusta	8
Ni me gusta ni me disgusta	6
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	2

Marque en el renglón que corresponda la calificación que da para cada muestra.

	CORRIDAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Olor	8	8	4	8	8	6	8	8
Sabor	8	8	4	8	10	6	10	10
Color	8	6	4	8	8	6	8	8
Textura	8	4	6	6	10	4	6	10

Comentarios:

GRACIAS



ANEXO K

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS



LABORATORIO MENDEL

NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 24 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS
(Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Parámetro	Resultado	Limites máximos permisibles
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	23 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,100 UFC/cm ²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

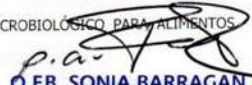
METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) BIOMERIEUX VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO AL AGUACATE DESHIDRATADO CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:

- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194.** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994.** INVESTIGACIÓN DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICA PARA ALIMENTOS DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*


Q.F.B. SONIA BARRAGAN BAHENA

Ced. Prof. 3387524
RESPONSABLE



ANEXO L

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS



LABORATORIO MENDEL

NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 24 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS
(Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Parámetro	Resultado	Limites máximos permisibles
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g, 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	25 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,200 UFC/cm ²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) BIOMERIEUX VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO AL AGUACATE DESHIDRATADO CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:

- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994:** INVESTIGACIÓN DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995:** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Q.F.B. SONIA BARRAGÁN BAHENA
Ced. Prof. 3387524
RESPONSABLE

Calle Lázaro Cárdenas Mz. 04 Lote 16,
Pantla, Gro. Tel y Fax. (755) 552 48 43

Nicolás Bravo 15, Col. Centro,
Zihuatanejo, Gro. Tel. (755) 554 78 10



ANEXO M

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS



LABORATORIO MENDEL

NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 24 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS (Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Parámetro	Resultado	Limites máximos permisibles
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	28 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALIS	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,250 UFC/cm ²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) BIOMERIEUX VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO AL AGUACATE DESHIDRATADO CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:

- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRACTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** METODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194,** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994,** INVESTIGACIÓN DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*


Q.F.B. SONIA BARRAGAN BAHENA

Ced. Prof. 3387524
RESPONSABLE

Ule Lazaro Cárdenas Mz. 04 Lote 16,
Intla. Gro. Tel y Fax. (755) 552 48 43

Nicolás Bravo 15, Col. Centro,
Zihuatanejo, Gro. Tel. (755) 554 78 10



ANEXO N

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS



LABORATORIO MENDEL

NOMBRE: PERLA YANET PIEDRA NÁJERA
CLAVE: 20150761
FECHA DE MUESTREO: 24 julio del 2015
FECHA DE REPORTE: 08 agosto del 2015
IDENTIFICACIÓN: AGUACATE DESHIDRATADO (125gr.)
HORA DE MUESTREO: 11:00 a.m.

ESTUDIO BACTERIOLÓGICO DE ALIMENTOS (Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas)

Parámetro	Resultado	Limites máximos permisibles
MOHOS & LEVADURAS	NO DETECTABLE	<100 UFC/g , 72 hr a 22°C
COLIFORMES TOTALES	30 UFC/g	<100 UFC/g
COLIFORMES FECALES	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS	2,300 UFC/cm ²	<150,000 UFC/cm ²
Salmonella sp.	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g
Listeria sp (*)	NO DETECTABLE	Ausencia en 25/g

METODO: Cultivo en Medios Selectivos y Diferenciales.

(*) Ensayo de Fluorescencia Ligado a Enzima (ELFA) BIOMERIEUX VIDAS LMX Listeria

OBSERVACIONES: EL ANÁLISIS PRACTICADO AL AGUACATE DESHIDRATADO CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE CALIDAD QUE RECOMIENDA LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

FUENTES:

- **NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)-093-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SANIDAD EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS QUE SE OFRECEN EN ESTABLECIMIENTOS FIJOS.
- **NOM-110-SSA1-1994:** BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-111-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS.
- **NOM-092-SSA1-1994:** MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.
- **NOM-109-SSA1-1994,** BIENES Y SERVICIOS. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, MANEJO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- **NOM-112-SSA1-1994:** DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.
- **NOM-113-SSA1-1194.** MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- **NOM-114-SSA1-1994.** INVESTIGACIÓN DE SALMONELLA SP.
- **NOM-143-SSA1-1995,** BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*


Q.F.B. SONIA BARRAGAN BAHENA
Ced. Prof. 3387524
RESPONSABLE



ANEXO O

ANÁLISIS BROMATOLOGICO



INFORME DE ENSAYO

PERLA YANET PIEDRA NAJERA
Retajo No. 671
Col. Obiedo de Maza
Morelia, Mich.

I.E. No. 731V
MUESTRA No.731

Tipo de muestra:	Aguacate Deshidratado
Fecha de muestreo:	2015/07/23
Muestreado por:	Cliente
Fecha de recepción:	2015/07/23
Periodo de prueba:	2015/07/23 - 2015/08/03

ANÁLISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA
CENIZAS	%	15,01	NMX-F-066-S-1978
PROTEINA	%	9,30	NMX-F-066-S-1980
HUMEDAD	%	3,46	NMX-F-083-S-1986
GRASAS	%	18,94	NMX-F-089-S-1978
FIBRA CRUDA	%	20,5	NMX-F-090-S-1978
CARBOHIDRATOS	%	32,79	CÁLCULO
MATERIA SECA	%	96,54	CÁLCULO

AUTORIZA




Q.F.B. LUZ DE LA E. TORRES ROSAS
COORDINADOR DE LABORATORIO
CED. PROF. 1033929

Los resultados representan las características de la muestra analizada. Este informe no podrá ser reproducido sin la autorización previa de CEMA, S. C.

Hojas 1 de 1

Centro de Estudios en Medio Ambiente

W.A. MOZART #630, COL. LA LOMA, C.P. 58290, MORELIA, MICH. T. (443) 315 77 84 / 314 08 31 / 324 41 72
cemamexico.com



ANEXO P

OPTIMIZACION UTILIZANDO SUPERFICIE DE RESPUESTA

NOTA.

(Esta técnica de optimización no va directamente al óptimo pero en un punto lo logra).

Factores:

X1 ,X2: Tiempo (4-5 horas)

T1, T2: Temperatura (50-70 °C)

Rendimiento: Por arriba del 60%

Por simplicidad se codifican las variables en el intervalo (-1, 1). Si las variables codificadas son X1 y X2 y las variables naturales son ξ_1 y ξ_2 se tiene:

Fórmula para Cohen de cálculo

De la formula de Cohen se define como la diferencia entre dos medios divididos por una desviación estándar de los datos. Se puede deducir de la fórmula (se sustituyó d por x's):

$$x1 = \frac{\xi1 - 4}{5}$$
$$x2 = \frac{\xi1 - 50}{5}$$

El arreglo y los datos experimentales (modelo lineal) son:

Tabla 45 .Arreglo de los datos experimentales utilizando maximización

Corrida	Variables del Proceso		Variables codificadas		Rendimiento
	Tiempo (Hras.)	Temp.(°C)	X1	X2	Y
1	4:30	60	-1	-1	65.25
2	4:30	70	-1	1	66.28
3	4	50	1	-1	66.7
4	4	50	1	1	50
5	5	55	0	0	66.32
6	5	55	0	0	65.55
7	5	55	0	0	62.25
8	5	55	0	0	64.35
total					506.07



Se desea maximizar el rendimiento para ello se utiliza la siguiente ecuación

$$Y=B_0'+B_1'X_1+B_2'X_2 + E$$

Para simplificar se utilizan variables codificadas

$$Y=B_0+B_1X_{1c}+B_2X_{2c} + E$$

$$B_0=\bar{Y}=\frac{569.04}{9} = 63.22$$

$$B_1=-3.9175$$

$$B_2=-3.7075$$

La ecuación de regresión queda de la siguiente manera:

$$Y=64.35-3.9175x_{1c}-3.7075x_{2c}$$

Utilizando Minitab

Los resultados que nos arroja >

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)

The following terms cannot be estimated and were removed:
Temp.(°C)*Temp.(°C), minutos*Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	52.906	26.4529	0.71	0.544
minutos	1	26.473	26.4730	0.71	0.447
Temp. (°C)	1	0.530	0.5305	0.01	0.911
Square	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*minutos	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

El tiempo es significativo, pero no hay efecto lineal entre los factores.



S R-sq R-sq(adj) R-sq(pred)
6.10102 31.55% 0.00% *

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	5.75	2.88	3.41	0.84	0.447	1.72
Temp. (°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*minutos	-6.0	-3.0	11.9	-0.25	0.814	5.72

Regression Equation in Uncoded Units

$Y = -209 + 1.89 \text{ minutos} + 0.103 \text{ Temp. (°C)} - 0.0033 \text{ minutos*minutos}$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
1	65.25	65.25	0.00	* X
2	66.28	66.28	0.00	* X

X Unusual X

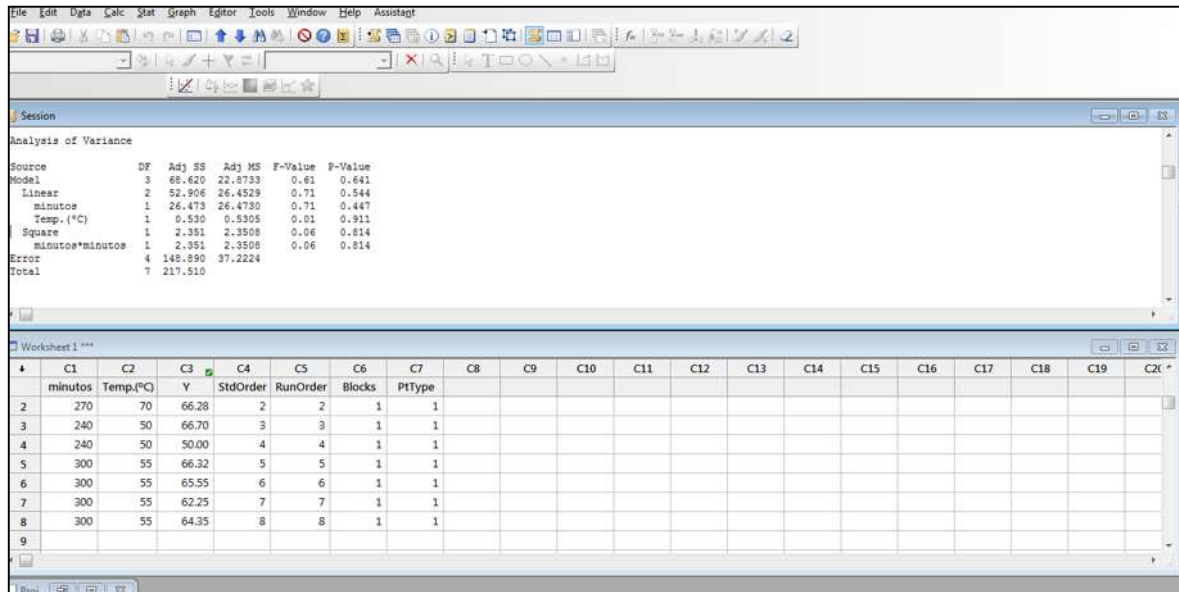


Figura 67.- Diseño estadístico en Minitap para los valores de t,T y Y

Segunda regresión lineal para el efecto t,T y Y

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)



The following terms cannot be estimated and were removed:
Temp.(°C)*Temp.(°C), minutos*Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	52.906	26.4529	0.71	0.544
minutos	1	26.473	26.4730	0.71	0.447
Temp.(°C)	1	0.530	0.5305	0.01	0.911
Square	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*minutos	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.10102	31.55%	0.00%	*

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	5.75	2.88	3.41	0.84	0.447	1.72
Temp.(°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*minutos	-6.0	-3.0	11.9	-0.25	0.814	5.72

Regression Equation in Uncoded Units

Y = -209 + 1.89 minutos + 0.103 Temp.(°C) - 0.0033 minutos*minutos

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
1	65.25	65.25	0.00	* X
2	66.28	66.28	0.00	* X

X Unusual X

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)

The following terms cannot be estimated and were removed:
Temp.(°C)*Temp.(°C), minutos*Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	52.906	26.4529	0.71	0.544
minutos	1	26.473	26.4730	0.71	0.447



Temp. (°C)	1	0.530	0.5305	0.01	0.911
Square	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*minutos	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.10102	31.55%	0.00%	*

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	5.75	2.88	3.41	0.84	0.447	1.72
Temp. (°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*minutos	-6.0	-3.0	11.9	-0.25	0.814	5.72

Regression Equation in Uncoded Units

Y = -209 + 1.89 minutos + 0.103 Temp.(°C) - 0.0033 minutos*minutos

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
1	65.25	65.25	0.00	* X
2	66.28	66.28	0.00	* X

X Unusual X

Response Surface Regression: Y versus minutos, Temp.(°C)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	68.620	22.8733	0.61	0.641
Linear	2	16.244	8.1222	0.22	0.813
minutos	1	1.222	1.2220	0.03	0.865
Temp. (°C)	1	0.530	0.5304	0.01	0.911
2-Way Interaction	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
minutos*Temp. (°C)	1	2.351	2.3508	0.06	0.814
Error	4	148.890	37.2224		
Total	7	217.510			

Interacción entre el tiempo(t min) y la Temperatura (T°C)

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.10102	31.55%	0.00%	*

Coded Coefficients

Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
------	--------	------	---------	---------	---------	-----



Constant		65.25	6.10	10.69	0.000	
minutos	-12.2	-6.1	33.7	-0.18	0.865	167.75
Temp. (°C)	2.06	1.03	8.63	0.12	0.911	5.75
minutos*Temp. (°C)	-24.0	-12.0	47.7	-0.25	0.814	183.00

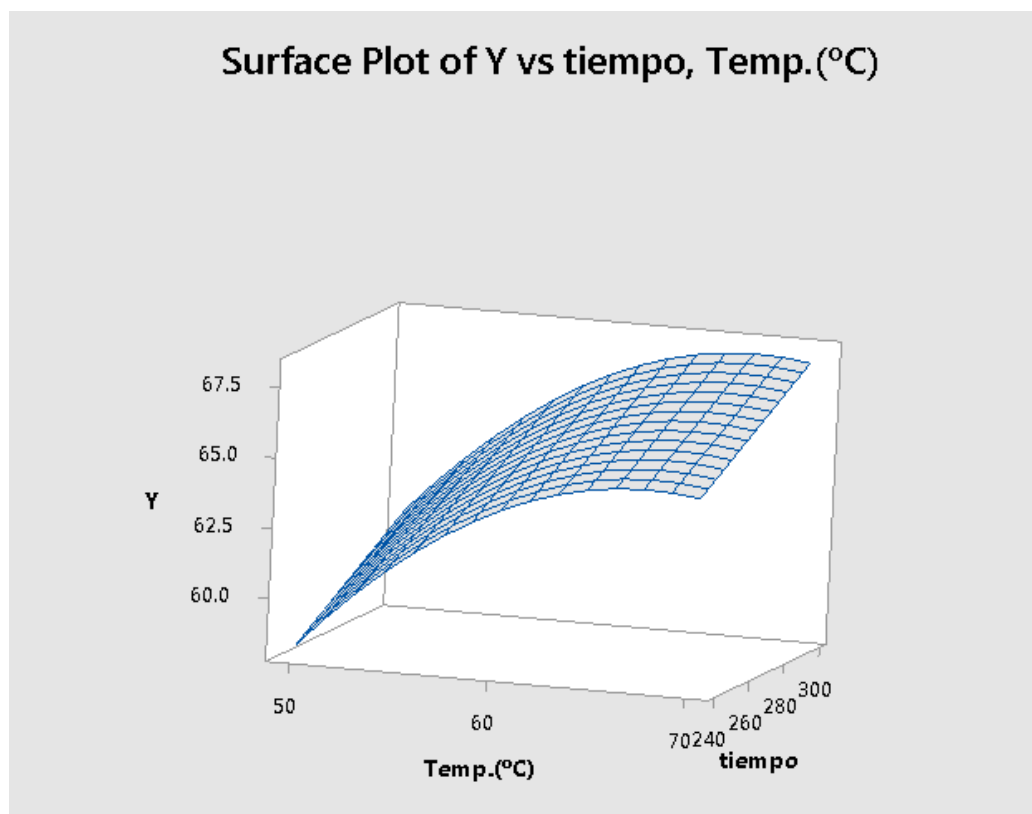
Regression Equation in Uncoded Units

$$Y = -533 + 2.19 \text{ minutos} + 10.9 \text{ Temp. (°C)} - 0.040 \text{ minutos*Temp. (°C)}$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid	
1	65.25	65.25	-0.00	*	X
2	66.28	66.28	0.00	*	X

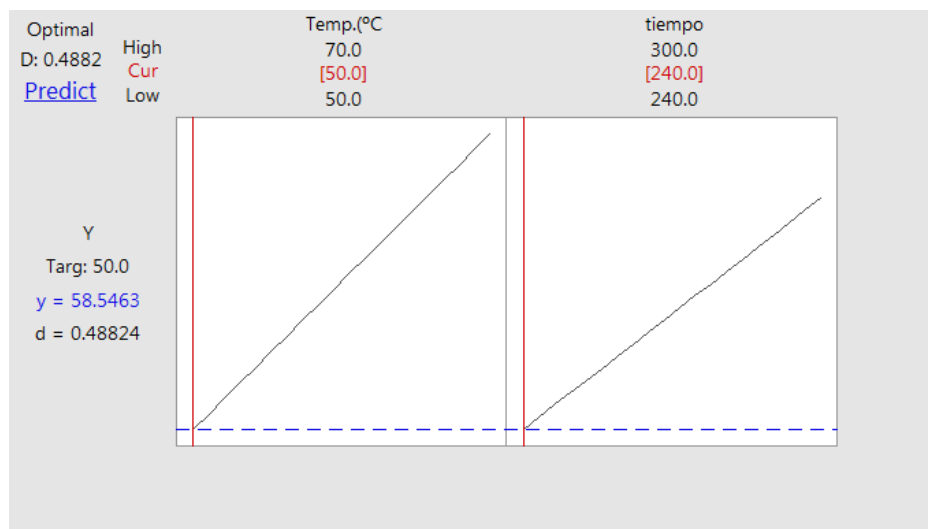
X Unusual X



Grafica 18.- Y (% de humedad) con respecto al tiempo y temperatura

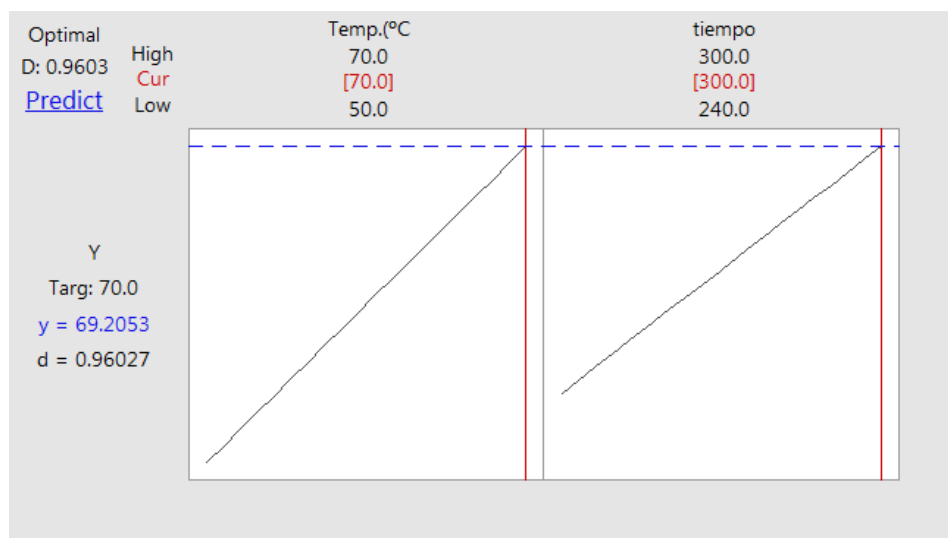


Optimización de la superficie de respuesta a 50 °C



Grafica 19.- Optimización de la superficie de respuesta a una temperatura de 50°C.

Optimización de la superficie de respuesta a 70 °C



Grafica 20.- Optimización de la superficie de respuesta a una temperatura de 70°C.

Como se observa en la gráfica anterior a una temperatura de 70°C se logra obtener una remoción de humedad del 69.2053 % un valor muy cercano al experimental, con una desviación estándar (d) del d= 0.96027.