



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

---

---

---



**INNOVACIÓN Y PRODUCCIÓN DE MOLE POBLANO A PARTIR DE MATERIA  
PRIMA BENÉFICA, PARA CONSUMO DE PERSONAS CON DIABETES O  
HIPERTENSIÓN.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO  
PRESENTA**

**PAOLA ELENA GONZÁLEZ MARTÍNEZ  
GABRIEL CALVILLO ORTIZ**

**DIRECTOR  
MTRO. VÍCTOR ALBERTO CORVERA PILLADO**

**ASESOR  
Q.F.B. ERIK ABEL DE LOS SANTOS MATA**

**CIUDAD DE MÉXICO, 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

ABREVIATURAS .....	4
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	2
1. DIABETES.....	2
1.1. ¿QUÉ ES?.....	2
1.2. DIABETES TIPO 1 .....	2
1.3. DIABETES TIPO 2 .....	3
1.4. DIABETES GESTACIONAL.....	4
1.5. COMPLICACIONES DE LA DIABETES .....	4
1.6. EPIDEMIOLOGÍA.....	5
1.7. DIAGNÓSTICO .....	7
1.8. PREVENCIÓN, TRATAMIENTO Y CONTROL .....	8
2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL .....	8
2.1. CLASIFICACIÓN .....	9
2.2. FACTORES DE RIESGO.....	10
2.3. COMPLICACIONES.....	11
2.4. EPIDEMIOLOGÍA.....	12
2.5. TRATAMIENTO, PREVENCIÓN Y CONTROL .....	15
3. OBESIDAD .....	16
3.1. FACTORES DE RIESGO.....	16
3.2. EPIDEMIOLOGÍA .....	17
3.3. PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO.....	20
4. CINÉTICA DE SECADO.....	21
4.1. SECADO .....	21
4.2. MÉTODOS DE SECADO .....	22
4.3. SECADORES SOLARES.....	22
4.4. TIPOS DE SECADORES .....	24
4.5. CALIDAD DEL SECADO.....	25
4.6. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	26
4.7. EJEMPLOS DE SECADO DE ALIMENTOS .....	27
4.8. CINÉTICA DE SECADO.....	28

4.9.	CURVA DE SECADO .....	28
5.	MOLE .....	31
5.1.	¿QUÉ SON LOS MOLES? <sup>26</sup> .....	32
6.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS .....	34
6.1.	HUMEDAD.....	34
6.2.	DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES.....	35
6.3.	PROTEÍNAS TOTALES .....	36
6.4.	GRASA BRUTA.....	37
6.5.	FIBRA CRUDA.....	37
7.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	39
8.	OBJETIVOS .....	40
9.	HIPÓTESIS .....	40
10.	METODOLOGÍA.....	41
10.1.	METODOLOGÍA GENERAL.....	41
10.2.	METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.....	43
11.	RESULTADOS.....	49
11.1.	DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO DEL PLÁTANO .....	49
11.2.	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MOLE .....	52
11.3.	RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.....	54
	PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS TOTALES.....	55
	DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES.....	55
	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN ESTUFA DE SECADO .....	56
	DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA CRUDA.....	56
	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS TOTALES (MÉTODO MICRO-KJELDAHL) .....	57
	CÁLCULOS DE CARBOHIDRATOS ASIMILABLES.....	57
	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	58
11.4.	PRUEBAS SENSORIALES DEL MOLE INNOVADOR.....	59
12.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
13.	CONCLUSIONES.....	66
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68

## **ABREVIATURAS**

ENSAUT 2012: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012

DM 1: Diabetes tipo I

DM 1 A: Diabetes tipo 1 A

DM 1 B: Diabetes tipo 1 B

DM2: Diabetes tipo 2

HLA: Antígenos leucocitarios humanos

CDC: Center for Disease Control and Prevention

HTA: Hipertensión arterial

OMS: Organización Mundial de la Salud

IMC: Índice de masa corporal

CHD: Cardiopatía coronaria (por sus singlas en inglés)

INSP: Instituto Nacional de Salud Pública

FID: Federación Internacional de Diabetes

IMSS: Instituto Nacional del Seguro Social

PA: Presión arterial

HAS: Hipertensión Arterial Sistémica

SNC: Sistema nervioso central

## INTRODUCCIÓN

En México a partir del año 2004 en la colección “*Cuadernos de Patrimonio Cultural y Turismo del consejo Nacional para la Cultura y las Artes*” se enlista al mole como patrimonio cultural de la humanidad.<sup>1</sup> Por lo que es uno de los platillos más emblemáticos de nuestro país, sin embargo, es un platillo con un alto contenido de carbohidratos y grasas por lo que no se encuentra dentro de los planes alimenticios de personas que padecen enfermedades tales como: diabetes e hipertensión arterial.

En nuestro país cada día se incrementan las cifras de personas que padecen alguna enfermedad crónica degenerativa, tales como: la diabetes e hipertensión arterial. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSAUT 2012), la población masculina de 20 años, y más presenta más personas con sobre peso que obesidad, afecciones que pueden ser detonantes de diabetes.<sup>2</sup> La Federación Internacional de Diabetes afirma que hasta el 2013 existen 382 millones de personas con diabetes en el mundo, tienen entre 40 y 59 años.<sup>3</sup> La ENSAUT 2012 revelo que en México se identificaron a 6.4 millones de adultos con diabetes, es decir, 9.2% de los adultos en México ya han recibido un diagnóstico de diabetes.

Por otro lado en el caso de la hipertensión arterial la ENSAUT 2012 reveló que en México la prevalencia hasta ese año era de 31.5% de adultos que padecen hipertensión y es más alta en adultos con obesidad ya que alcanza un porcentaje de 42.3%, en los adultos que padecen diabetes la prevalencia fue de 65.5%.<sup>4</sup>

Se inició la fabricación del “Mole poblano innovador” eligiendo los ingredientes y sustituyendo algunos de ellos, aquellos que proporcionan un alto contenido en carbohidratos y grasas. Los ingredientes que se eligieron fueron los siguientes: chile pasilla, chile mulato, chile ancho, ajonjolí, cacahuete, arándano, anís, clavo, canela, amaranto, pimienta, cebolla, ajo, pan tostado, plátano y sucralosa. Posteriormente se eligió someter a una deshidratación osmótica y secado al plátano dado su alto contenido en carbohidratos (117g), para lograr reducir dicho contenido. Se continuó con el tostado, mezclado y empastado del mole, una vez que se obtuvo el mole se procedió con los análisis bromatológicos, obteniendo como resultado un bajo contenido de carbohidratos 31.050% y un bajo contenido de lípidos 22.009%. Además el “Mole poblano innovador” se sometió a degustación por aproximadamente 150 personas, obteniendo una muy buena aceptación del producto, cumpliendo al mismo tiempo con las especificaciones de la norma NMX-F-422-1988.<sup>5</sup>

Por lo anterior se logró elaborar un “Mole poblano innovador”, reduciendo el contenido de grasas y carbohidratos e incrementando el contenido de fibra y proteína contenida en el producto. Por sus características este producto puede ser consumido por personas que padecen diabetes, hipertensión arterial y obesidad,

sin que interfiera con sus dietas restrictivas, proporcionando así una opción saludable de un platillo emblemático.

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. DIABETES**

#### **1.1. ¿QUÉ ES?**

La diabetes es una enfermedad que aparece cuando el cuerpo no puede producir suficiente insulina o no puede usar la insulina eficazmente<sup>1</sup>. Es una enfermedad sistémica crónico-degenerativa y de carácter heterogéneo; con grados variables de predisposición hereditaria y con participación de diversos factores ambientales<sup>2</sup>.

La insulina es una hormona producida en el páncreas que permite que la glucosa de los alimentos entre en las células del cuerpo, donde se convierte en energía necesaria para que funcionen los músculos y los tejidos<sup>1</sup>. Una persona con diabetes no absorbe adecuadamente la glucosa, por lo que se ve afectado el metabolismo intermedio de los hidratos de carbono, proteínas y grasas; dando lugar a la característica principal de la enfermedad: la hiperglucemia crónica<sup>2</sup>.

La hiperglucemia daña con el tiempo los tejidos del cuerpo; este daño puede conducir a una discapacidad y a complicaciones de salud que pueden llegar a ser mortales.

Existen tres tipos de diabetes;

- Diabetes tipo 1
- Diabetes tipo 2
- Diabetes gestacional

#### **1.2. DIABETES TIPO 1**

La diabetes tipo 1 (DM1) corresponde a la antes denominada diabetes insulino-dependiente o juvenil, en la que la destrucción de las células beta del páncreas conduce a una deficiencia absoluta de insulina. En la clasificación actual, la DM1 se subdivide en dos tipos: DM1 A o autoinmune y DM1 B o idiopática<sup>3</sup>.

DM1 A o autoinmune: enfermedad en la que existe una destrucción selectiva de las células beta del páncreas mediada por linfocitos T activados en sujetos con halotipos HLA de predisposición. Después de un período preclínico de duración variable, durante el cual el paciente permanece asintomático, cuando la masa de

las células productoras de insulina llega a un valor crítico el paciente presenta la siguiente sintomatología:<sup>3</sup>

- Poliuria
- Polifagia
- Polidipsia
- Pérdida de peso
- Progresiva cetosis que puede acabar en cetoacidosis

DM1 B o idiopática: engloba a aquellos pacientes con mismas o iguales características, en los que no se encuentran datos de autoinmunidad ni halotipos HLA de predisposición. Este tipo se ha descrito recientemente por lo que se conoce poco de su etiología, evolución y pronóstico<sup>1</sup>.

La enfermedad puede afectar a personas de cualquier edad, pero generalmente se presenta en niños o adultos jóvenes<sup>1</sup>.

Las personas con diabetes tipo1 pueden llevar una vida normal y saludable a través de una combinación de terapia de insulina diaria, vigilancia estrecha, una dieta saludable y ejercicio físico regular. El número de personas que desarrollan diabetes tipo 1 está aumentando; las causas no están claras, pero pueden deberse a cambios en factores de riesgo medio ambientales, sucesos tempranos en el útero, la dieta en los primeros años de vida, o a infecciones virales.<sup>1</sup>

### 1.3. DIABETES TIPO 2

Es el tipo de diabetes más común, por lo general ocurre en adultos, pero cada vez más aparece en niños y adolescentes. En la diabetes tipo 2, el cuerpo puede producir insulina, pero, o bien no es suficiente, o bien el cuerpo no puede responder a sus efectos, dando lugar a una acumulación de glucosa en sangre<sup>1</sup>.

Muchas personas no son conscientes de su enfermedad durante mucho tiempo, ya que los síntomas pueden tardar años en aparecer o ser reconocidos, pero durante este tiempo el cuerpo está siendo dañado por el exceso de glucosa en sangre<sup>1</sup>.

Estas personas suelen ser diagnosticadas solo cuando las complicaciones de la diabetes ya se han desarrollado<sup>1</sup>.

Aunque todavía no se conocen las causas del desarrollo de la diabetes tipo 2, hay varios factores de riesgo importante; por ejemplo<sup>1</sup>:

- La obesidad
- La mala alimentación
- La inactividad física
- La edad avanzada

- Los antecedentes familiares de diabetes
- El grupo étnico
- La alta glucosa en sangre durante el embarazo.

#### 1.4. DIABETES GESTACIONAL

Es el tipo de diabetes que se presenta durante el embarazo, las mujeres desarrollan resistencia a la insulina y por lo tanto, una alta concentración de glucosa en sangre; por lo general tiende a ocurrir tarde en el embarazo, por lo general alrededor de la semana 24. La condición se produce debido a que la acción de la insulina es bloqueada, probablemente por las hormonas producidas por la placenta, provocando insensibilidad a la insulina<sup>1</sup>.

Dado que la diabetes se desarrolla tarde en el embarazo el feto ya está formado pero sigue creciendo; por lo tanto el riesgo inmediato para el bebé no es tan grave, caso contrario con las madres que tiene diabetes tipo 1 o diabetes tipo 2 antes del embarazo. Sin embargo, la diabetes gestacional no controlada puede tener graves consecuencias, tanto para la madre como para el bebé<sup>1</sup>.

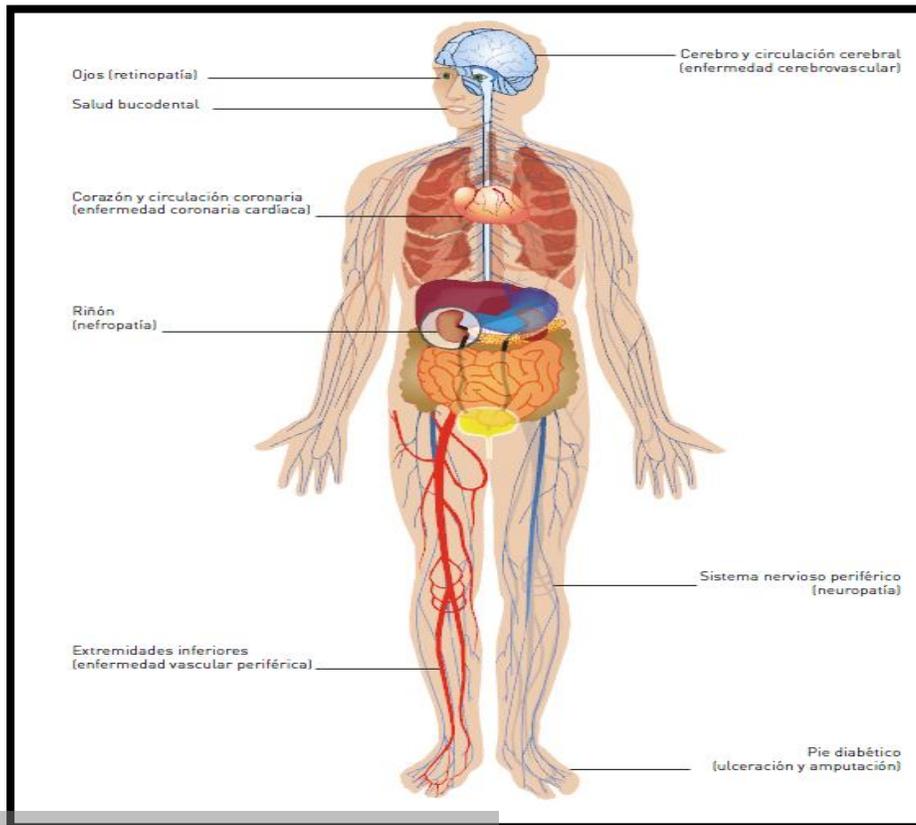
Una glucosa en sangre mal controlada durante el embarazo puede dar lugar a un bebé con un tamaño significativamente superior a la media, lo que hace que un parto normal se convierta en difícil y de riesgo. El recién nacido correrá el riesgo de sufrir lesiones en los hombros y problemas respiratorios<sup>1</sup>.

La diabetes gestacional en las mujeres normalmente desaparece después del nacimiento. Sin embargo, las mujeres que han tenido diabetes gestacional tienen un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 más adelante en su vida. <sup>1</sup>

Los factores de riesgo para la diabetes gestacional incluyen diabetes en un familiar en primer grado, historia de intolerancia a la glucosa, obesidad marcada e hijo previo con macrosomía.<sup>4</sup>

#### 1.5. COMPLICACIONES DE LA DIABETES

Las personas con diabetes corren el riesgo de desarrollar una serie de problemas de salud que pueden provocar discapacidad o la muerte. Los constantemente altos niveles de glucosa en sangre que afectan al corazón y a los vasos sanguíneos, ojos, riñones y nervios. Las personas con diabetes también tienen mayor riesgo de desarrollar infecciones. El mantenimiento de los niveles normales de sangre, presión arterial y colesterol puede ayudar a retrasar o prevenir las complicaciones de la diabetes. A continuación se muestra una figura en donde aparecen las principales complicaciones de la diabetes: <sup>1</sup>



**Figura.1 Principales complicaciones de la Diabetes.** (Fuente: Atlas de la Diabetes de la FID Sexta edición)

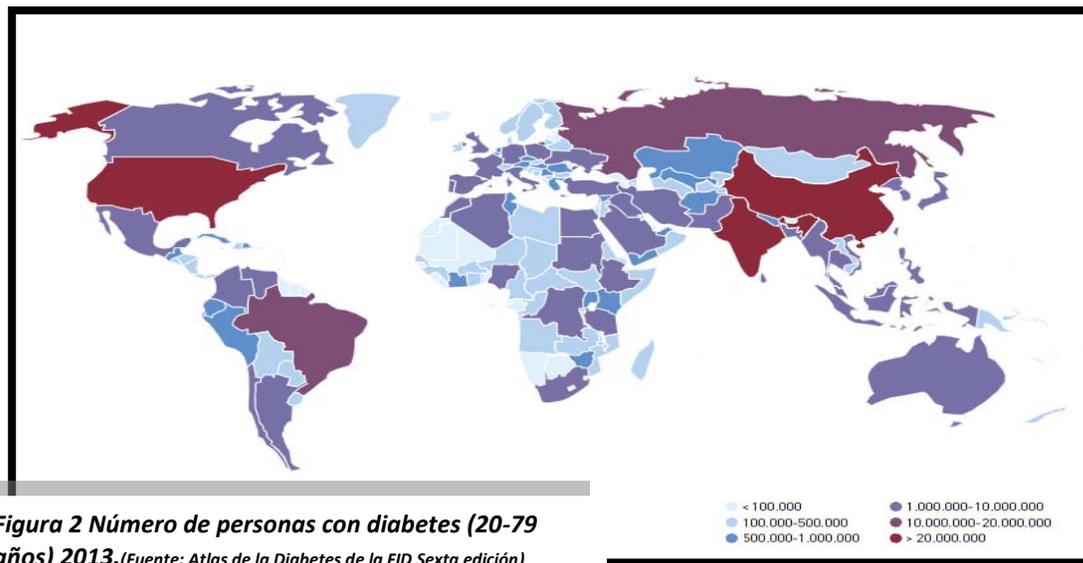
## 1.6. EPIDEMIOLOGÍA

La diabetes se puede encontrar en todos los países, sin programas de prevención y gestión eficaces. La continuara aumentando en todo el mundo.<sup>6</sup>

La diabetes tipo 2 representa entre el 85% y el 95% del total de la diabetes en los países de ingresos altos, y puede representar un porcentaje aun mayor en los países de ingresos medios bajos.<sup>6</sup>

La diabetes tipo 1, aunque es menos común que la diabetes tipo 2, está aumentando cada año en los países ricos y pobres.<sup>6</sup>

Se estima que tienen diabetes aproximadamente 382 millones de personas en el mundo, o el 8,3% de adultos. Cerca del 80% vive en países de ingresos medios y bajos. Si siguen estas tendencias, para el año 2035 unos 592 millones de personas, un adulto por cada 10, tendrán diabetes. En la figura a continuación se muestran el número de personas con diabetes entre 20-79 años.<sup>6</sup>



**Figura 2 Número de personas con diabetes (20-79 años) 2013.** (Fuente: Atlas de la Diabetes de la FID Sexta edición)

Por lo que respecta a la Diabetes Gestacional según el Control for Disease Control and Prevention (CDC), 1 de cada 50 y de cada 20 mujeres embarazadas presenta diabetes gestacional. Esta enfermedad ocurre con más frecuencia en mujeres hispanas, de raza negra, asiáticas, indoamericanas y nativas de Alaska, aunque también ocurre en mujeres blancas.<sup>6</sup>

En México la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSAUT) se identificaron a 6.4 millones de adultos con diabetes, es decir, 9.2% de los adultos en México han recibido ya un diagnóstico de diabetes. El total de personas adultas con diabetes podrá ser incluso el doble, de acuerdo a la evidencia previa sobre el porcentaje de diabéticos que no conocen su condición. Del total de personas que se identificaron como diabéticas el 16% son del grupo que reportan no contar con protección en salud, tanto que 42% son derechohabientes del IMSS, el 12% de otras instituciones de seguridad social, y el 30% refieren estar afiliados al SPSS.<sup>6</sup>

Del total de diabéticos diagnosticados, 14.2% dijeron no haber acudido al médico para el control de la diabetes en los 12 meses previos a la entrevista, es decir, se puede considerar que no se encuentran en tratamiento y por lo tanto están retrasando acciones de prevención de complicaciones, en tanto que únicamente 4% de los que reportaron contar con aseguramiento privado no se atiende, 27.5% de los diabéticos que no cuentan con protección de salud no ha acudido para atenderse de este padecimiento durante al menos un año.<sup>6</sup>

En comorbilidad con hipertensión, 47% de los individuos con diagnóstico médico de diabetes también han recibido ya un diagnóstico de hipertensión; esto es, del total de la población de 20 años o más en México, 4.3% viven con diabetes e hipertensión.<sup>6</sup>

Por lo que se refiere a las complicaciones más frecuentes relacionadas con la diabetes, del total de individuos que reportan diagnóstico previo 47.6% reportaron visión disminuida, 38% ardor, dolor o pérdida de sensibilidad en los pies, 13.9% daños en la retina. Por gravedad, 2% reportaron amputaciones, 1.4% diálisis, 2.8% infartos.<sup>6</sup>

Con lo que respecta a los costos directos e indirectos en el Sistema Nacional de Salud Mexicano, anualmente alcanzan hasta los 7 mil millones 784 millones de dólares, de los cuales 3 mil 422 millones corresponden a costos directos del sistema de salud y 4 mil 352 millones a gastos indirectos atribuibles a discapacidad permanente y temporal y a mortalidad prematura.<sup>7</sup>

## 1.7. DIAGNÓSTICO

Se establece el diagnóstico de diabetes si se cumple cualquiera de los siguientes criterios que aparecen en la Tabla 1:

**Tabla 1. Criterios de diagnóstico para diabetes**

<b>Criterio</b>	<b>Concentración de Glucosa (mg/dl)</b>
<b>Glucemia plasmática casual</b>	$\geq 200$
<b>Glucemia plasmática en ayuno</b>	$\geq 126$
<b>Glucemia a las dos horas de una carga oral de 75g de glucosa anhidra disuelta en agua</b>	$\geq 200$

Fuente: NOM-015-SSA2-2010 Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes

El diagnóstico de diabetes en niños y jóvenes se realiza si presentan los siguientes criterios:<sup>2</sup>

Sobrepeso en niños (IMC  $\gt$  del percentil 85 para la edad y sexo, peso para la talla  $\gt$  del percentil 85, o peso mayor de 120% ideal para la talla) con cualquiera de los siguientes factores de riesgo<sup>2</sup>:

- Historia de diabetes tipo 2 en primero o segundo grado familiar
- Raza/Etnia (Nativa Americana, Afroamericana, latina, asiática/americana, nativa de las islas del pacifico)
- Glucosuria intensa 200mg/dl
- Pruebas repetidas al azar para determinar glucemia, glosuria.

## 1.8. PREVENCIÓN, TRATAMIENTO Y CONTROL

### Prevención <sup>1</sup>

- Tiene como objetivo evitar el inicio de la enfermedad con el propósito específico de prevenir su aparición
- Educación para la salud: folletos, revistas y boletines
- Promoción de salud: corrección de factores dentro del estilo de vida
- Prevención y corrección de obesidad; dietas con bajo contenido graso y azúcares refinados y alta proporción de fibra alimentaria
- Promoción de ejercicio físico rutinario y programado

### Tratamiento y control <sup>1</sup>

- En las personas con glucosa anormal en ayuno, y/o intolerancia a la glucosa, se recomienda de primera intención la intervención no farmacológica (dieta y ejercicio), nutrición; reducir la sobre ingesta calórica, principalmente la ingesta de carbohidratos refinados.
- Tratamiento farmacológico: Se llevará a cabo conforme a la guía de recomendaciones para la promoción de la salud, prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la prediabetes.
- Educación para pacientes y familiares
- Automonitoreo

Continuando con las enfermedades crónico-degenerativas en seguida se abordara la hipertensión arteria (HTA)

## 2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL

Es el padecimiento multifactorial caracterizado por aumento sostenido de la Presión arterial sistólica, diastólica, o ambas, en ausencia de enfermedad cardiovascular renal o diabetes. Por otro lado la hipertensión arterial secundaria es la elevación sostenida de la presión arterial, por alguna entidad nosológica<sup>8</sup>.

La hipertensión arterial, es el término médico para la presión arterial alta, es conocida como “la muerte silenciosa”. Sin tratamiento, la presión arterial alta aumenta apreciablemente el riesgo de un ataque al corazón o un accidente cardiovascular (ataque cerebral).<sup>9</sup>

La presión arterial alta es ocasionada por un estrechamiento de unas arterias muy pequeñas denominadas (arteriolas) que regulan el flujo sanguíneo en el organismo. A medida que éstas se estrechan ( o contraen), el corazón tiene que esforzarse más para bombear la sangre a través de un espacio más reducido, la presión dentro de los vasos sanguíneos aumenta<sup>9</sup>

La presión arterial normal en adultos es de 120 mm Hg cuando el corazón late (tensión sistólica) y de 80 cuando el corazón se relaja (tensión diastólica). Cuando la tensión sistólica es igual o superior a 140 mm Hg y/o la tensión diastólica es igual o superior a 90 mm Hg, la tensión arterial se considera alta o elevada.<sup>9</sup>

Cuanto más alta es la tensión arterial, mayor es el riesgo de daño al corazón y a los vasos sanguíneos de órganos principales como el cerebro y los riñones. Si no se controla, la hipertensión puede provocar un infarto de miocardio, un estrechamiento del corazón y, a la larga, una insuficiencia cardíaca.<sup>9</sup>

## 2.1. CLASIFICACIÓN

A continuación se muestra una tabla con la clasificación de la presión arterial según la OMS

**Tabla 2. Clasificación de la presión arterial según la OMS**

	<b>Sistólica (mm Hg)</b>	<b>Diastólica (mm Hg)</b>	<b>Repercusión Orgánica</b>
<b>Normal</b>	<de 140	<de 90	
<b>HTA (leve)</b>	140-180	90-105	Sin datos objetivos de daño
<b>HTA moderada y severa</b>	> 180	90	Hipertrofia ventricular izquierda
<b>Subgrupo limítrofe</b>	140-160	95	
<b>HTA sistólica aislada</b>	> 160	> 90	Signos y síntomas como resultado de daño a órganos (Corazón, cerebro, fondo de ojo, riñón, vasos)
<b>HTA sistólica aislada limítrofe</b>	140-159	> 90	

La tabla tres muestra la clasificación según la NOM-030-SSA2-2009, Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica.<sup>8</sup>

**Tabla 3. Clasificación de la hipertensión arterial sistémica**

Categoría	Sistólica mmHg.	Diastólica mmHg.
<b>Óptima</b>	< 120	< 80
<b>Presión arterial normal</b>	120 a 129	80 a 84
<b>Presión arterial fronteriza*</b>	130 a 139	85 a 89
<b>Hipertensión 1</b>	140 a 159	90 a 99
<b>Hipertensión 2</b>	160 a 179	100 a 109

\* Las personas con PA normal (con factores de riesgo asociados) o fronteriza aún no tiene hipertensión pero tienen alto riesgo de presentar la enfermedad por lo que ellos y los médicos deben estar prevenidos de dicho riesgo e intervenir para retrasar o evitar el desarrollo de la HAS. La importancia de considerar los diferentes valores de la PA aun la normal o normal alta, reside en la coexistencia con otros factores de riesgo y/o daño orgánico (subclínico o establecido) que incrementan la morbilidad y la mortalidad

## 2.2. FACTORES DE RIESGO

Alrededor del 90 al 95% de todos los casos de hipertensión arterial alta constituyen lo que se denomina hipertensión primaria o esencial. Esto significa que se desconoce la verdadera causa de la presión arterial alta, pero existen diversos factores relacionados con la enfermedad<sup>9</sup>

- Tiene antecedentes familiares de hipertensión
- Tiene más de 60 años
- Se enfrenta a altos niveles de estrés
- Sufre de sobrepeso u obesidad
- Usa productos de tabaco
- Lleva una alimentación alta en grasas saturadas
- Lleva una alimentación alta en sodio
- Bebe más de una cantidad moderada de alcohol
- Es físicamente inactiva (o)
- Es diabético (a)

Dado que hipertensión arterial alta depende del grado de presión arterial y de su asociación con otros factores de riesgo u otras enfermedades se ha establecido una forma de calcular el riesgo, la cual se muestra a continuación en una tabla<sup>8</sup>

**Tabla 4. Estratificación del riesgo en la HAS**

Otros factores de riesgo/enfermedades	Presión Normal	Presión fronteriza	HAS 1	HAS 2	HAS 3
<b>Sin otros factores de riesgo. (1)*</b>	Promedio	Promedio	Bajo	Moderado	Alto
<b>1 o 2 factores de riesgo.</b>	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Muy

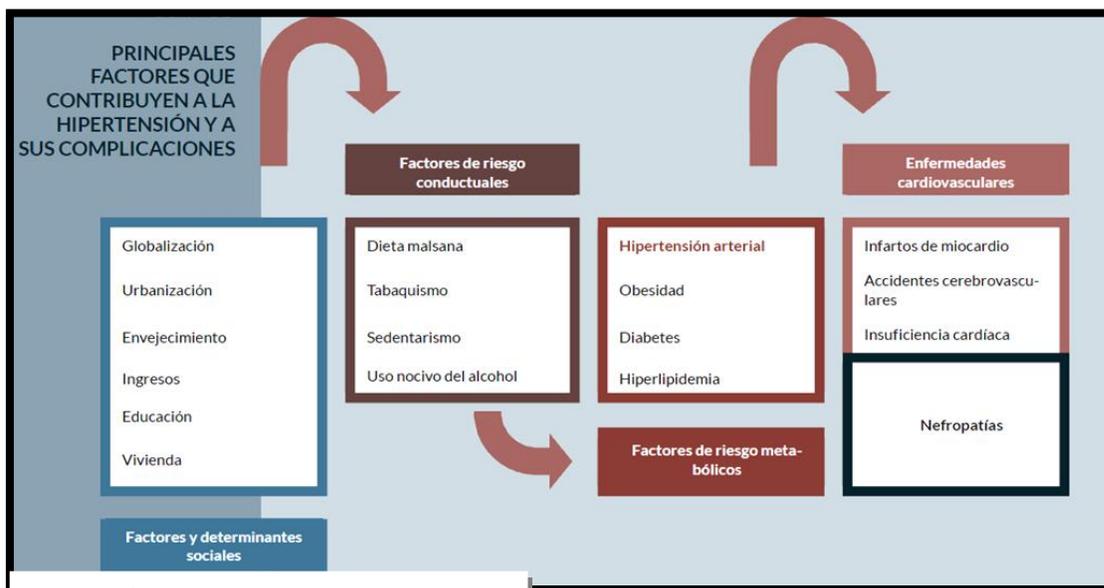
<b>3 o más factores de riesgo. Daño orgánico subclínico. (2)*</b>	Moderado	Alto	Alto	Alto	alto Muy alto
<b>Daño orgánico establecido. (3)* o diabetes.</b>	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto

### 2.3. COMPLICACIONES

A continuación se enlistan las principales complicaciones como consecuencia de la presión arterial alta<sup>11</sup>

- Hipertrofia Ventricular Izquierda: El 35-40% de los pacientes hipertensos, dependiendo de la edad, sexo y la raza, presentan esta complicación.
- Compromiso renal: La hipótesis más aceptada es la de Guyton y sus colegas, que propusieron que en la HTA, el riñón maneja anormalmente la excreción de sal. Como consecuencia, se altera la regulación del volumen de líquidos corporales conduciendo a la elevación de PA
- Daño cerebral: Es la complicación más grave e invalidante de la HTA sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) Debido a los cambios morfológicos que sufren los vasos cerebrales de bajo calibre y engrosamiento de la pared arterial, preserva la barrera hemato-encefálica pero genera una mayor resistencia al flujo sanguíneo favoreciendo el desarrollo de lesiones isquémicas lacunares.
- Disfunción eréctil: Disminuye la elasticidad y la distensión de las paredes vasculares arteriales provocan la disminución de la luz vascular de los vasos bulbo cavernosos, dificultando la relajación de la musculatura lisa vascular y el relleno de sangre de los cuerpos cavernosos.
- Alteraciones cognitivas: Acelera los cambios propios del envejecimiento del SNC
- Apnea del sueño: Es mayor con HTA resistente.

A continuación se muestra una figura que engloba los principales factores que contribuyen a la hipertensión y a sus complicaciones.



**Figura 3** (Fuente: Datos básicos sobre la hipertensión  
Información general sobre la hipertensión en el mundo)

## 2.4. EPIDEMIOLOGÍA

Contribuye a la carga de cardiopatías, accidentes cerebrovasculares e insuficiencia renal, y a la mortalidad y discapacidad prematuras. Afecta desproporcionadamente a las poblaciones de países de ingresos bajos y medios, en los que los sistemas de salud son débiles.

La hipertensión rara vez produce síntomas en las primeras etapas y en muchos casos no se diagnostica. Los casos que se diagnostican, a veces no tienen acceso al tratamiento y es posible que no puedan controlar con éxito su enfermedad en el largo plazo.

En el mundo, las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente 17 millones de muertes por año, casi un tercio del total. Entre ellas, las complicaciones de la hipertensión causan anualmente 9,4 millones de muertes. La hipertensión es la causa de por los menos el 45% de las muertes por cardiopatías, y el 51% de las muertes por accidente cerebrovascular.

En 2008, en el mundo se habían diagnosticado de hipertensión aproximadamente el 40% de los adultos mayores de 25 años; el número de personas afectadas aumentó de 600 millones en 1980 a 1000 millones.

En los países de ingreso bajo y mediano la hipertensión no solo es más prevalente, sino que también hay más personas afectadas por ella porque el número de habitantes de esos países es mayor que el de los países de ingresos elevados. Además, a causa de la debilidad de los sistemas de salud,

el número de personas hipertensas sin diagnóstico, tratamiento ni control de la enfermedad también es más elevado en países de ingresos bajos y medianos que en los países de ingresos elevados.

A continuación se muestra la figura 4 en donde se muestra la prevalencia de la hipertensión: normalizada por edades:

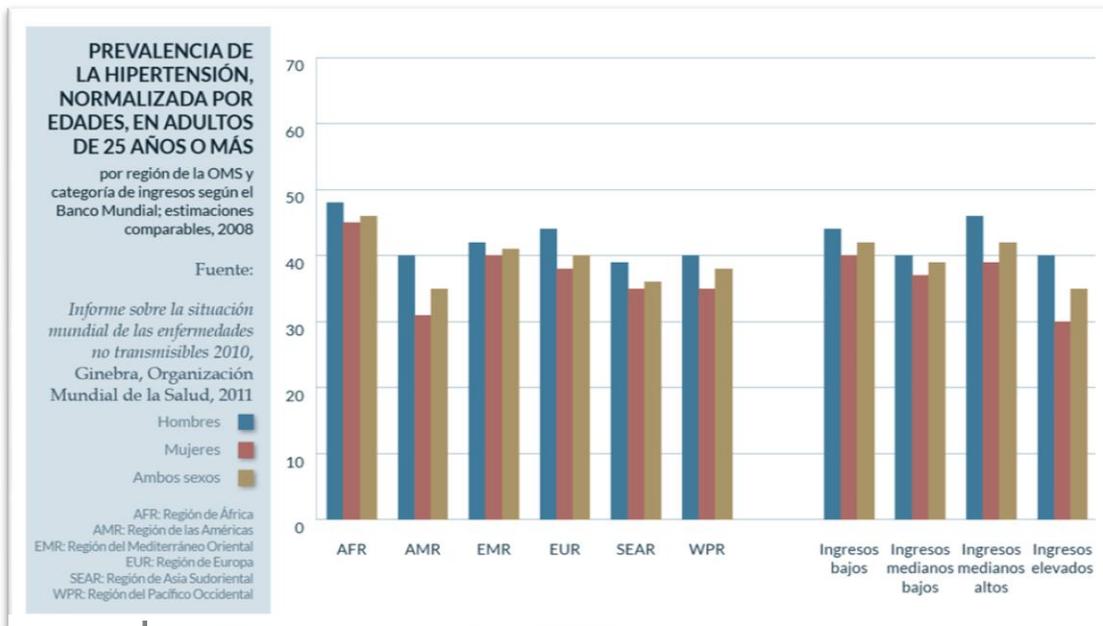


Figura 4

Casi el 80% de las muertes por enfermedades cardiovasculares corresponden a países de ingresos bajos y medianos.

De acuerdo a lo publicado por la OMS en 2008 se muestra la figura 5 en donde se observa la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en países de ingresos elevados y de ingresos bajos.

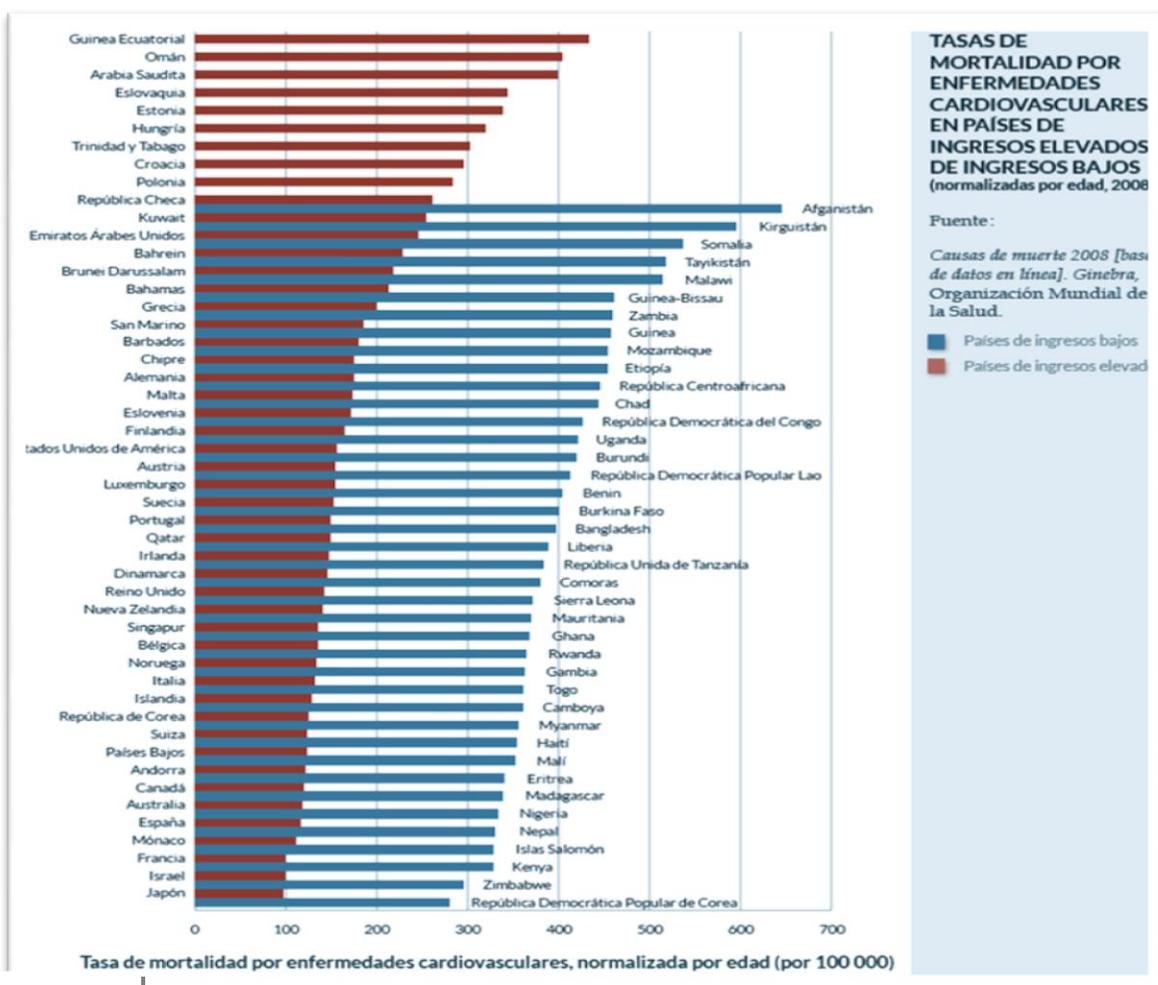


Figura 5.

Hablando de carga económica se prevé que durante el periodo 2011-2025 la pérdida acumulada de producción, asociada con las enfermedades no transmisibles en los países de ingresos bajos y medianos será de US\$7,28 billones. La pérdida anual de aproximadamente US\$500 000 millones a causa de las principales enfermedades no transmisibles que representa aproximadamente el 4% del producto interno bruto en esos países. Las enfermedades cardiovasculares, entre las la hipertensión, son el motivo de casi la mitad del costo<sup>12</sup>. Lo que ve reflejado en la figura 5.1.

CATEGORÍA DE INGRESOS DE LOS PAÍSES	DIABETES	ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	CÁNCER	TOTAL
Ingresos medianos altos	0,31	2,52	1,09	1,20	5,12
Ingresos medianos bajos	0,09	1,07	0,44	0,26	1,85
Ingresos bajos	0,02	0,17	0,06	0,05	0,31
Total ingresos bajos y medianos	0,42	3,76	1,59	1,51	7,28

E **Figura 5.1 Carga económica de las enfermedades no transmisibles, 2011-2025** 2 la  
 pi **(Billones de US\$ En 2008)** 3%

qi Fuente: *Por qué la hipertensión es un grave problema de salud pública* Información general sobre la hipertensión en el mundo con  
 diabetes 65.6% que sin esta enfermedad 27.6%. Además el 47.3% de los adultos hipertensos desconocía que padecía HTA. A continuación se muestra una imagen  
 en donde se observa la prevalencia de HTA estratificando por grupos de edad<sup>13</sup>

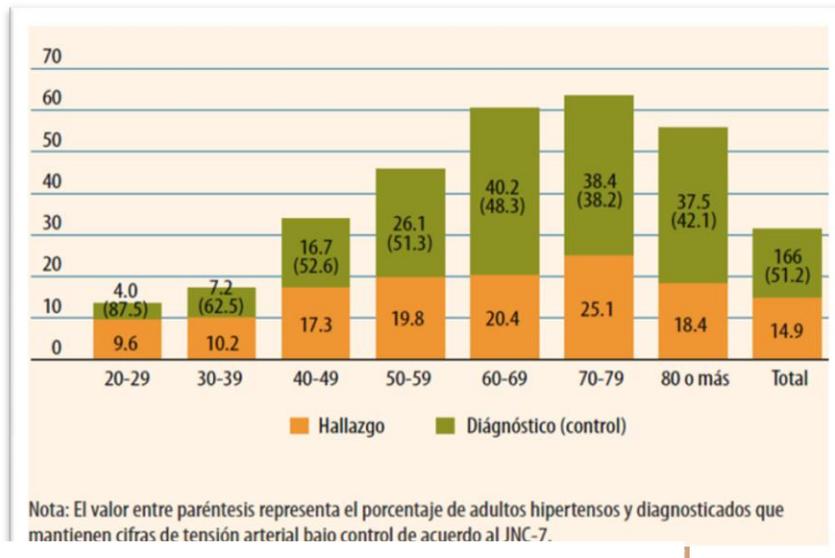


Figura 6. Prevalencia de hipertensión arterial estratificado por grupos de edad

## 2.5. TRATAMIENTO, PREVENCIÓN Y CONTROL

La prevalencia de HTA en México se encuentra entre las más elevadas a nivel mundial. Entre las recomendaciones es necesario atender lo siguiente<sup>13</sup>:

- Implementar programas que permitan un diagnóstico temprano y la atención oportuna de los adultos que estén en riesgo de desarrollar HTA para prescribir el mejor tratamiento.
- Establecer el uso de protocolos clínicos en todo el personal encargado de atender a los enfermos con HTA para prescribir mejor y más actualizado el tratamiento.
- Asegurar que los programas de promoción de salud y prevención y tratamiento de la HTA sean diseñados considerando como eje principal la adopción de estilos de vida saludables.
- Incentivar la reformulación de alimentos industrializados para mejorar su perfil nutricional (buscando bajo contenido de sodio, grasas totales, grasas saturadas y trans, pero con un alto contenido de fibra)

El tratamiento de la HTA es distinto para cada tipo y población al que va dirigido, es por ello que es complejo definir un esquema de tratamiento estandarizado.<sup>12</sup>

La prevención y el control de la hipertensión exigen voluntad política de los gobiernos y las instancias normativas. El personal sanitario, los investigadores, la sociedad civil, el sector privado, las familias de los individuos también deben contribuir. Sólo con este esfuerzo mancomunado se logrará aprovechar la tecnología diagnóstica y los tratamientos disponibles para prevenir y controlar la hipertensión, y de ese modo retrasar o prevenir sus complicaciones potencialmente mortales.<sup>12</sup>

Dentro de la incidencia más alta de enfermedades crónico-degenerativas en México también se encuentra la obesidad por lo que se describe en seguida.

### 3. OBESIDAD

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. La obesidad es una enfermedad caracterizada por el exceso de tejido adiposo en el organismo<sup>14</sup>

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (Kg/m<sup>2</sup>)<sup>15</sup>.

La definición de la OMS es la siguiente:

Un IMC igual o superior a 25 determina sobrepeso  
Un IMC igual o superior a 30 determina obesidad.

La NOM-0174-SSA1-1998, Para el manejo integral de la obesidad, indica lo siguiente:

Un IMC mayor a 25 determina la presencia de obesidad.  
Un IMC mayor de 25 y menor de 27 caracteriza al sobrepeso, al estado premórbido de la obesidad

#### 3.1. FACTORES DE RIESGO

La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas. En el mundo, se ha producido<sup>14</sup>:

- Un aumento en la ingesta de alimentos hipocalóricos que son ricos en grasa, sal y azúcares pero pobres en vitaminas, minerales y otros micronutrientes y

- Un descenso en la actividad física como resultado de la naturaleza cada vez más sedentaria de muchas formas de trabajo, de los nuevos modos de desplazamiento y de una creciente urbanización.

A continuación se enlistan las principales causas de la obesidad<sup>16</sup>:

- Herencia genética: La obesidad suele ser hereditaria.
- Edad: Con la edad, el organismo no puede quemar la energía con la misma rapidez y no necesitamos la misma cantidad de calorías para mantener estable el peso.
- Sexo: Los hombres queman más energía en reposo que las mujeres, por eso necesitan más calorías para mantener su peso corporal.
- Medio ambiente y hábitos alimenticios: Las dietas altas en carbohidratos y grasas
- Falta de actividad física
- Embarazo
- Obesidad infantil: Los niños obesos tienen mayores probabilidades de ser adultos obesos.
- Enfermedades: Problemas hormonales, depresión y algunas enfermedades cerebrales poco comunes.
- Medicamentos. Los corticoesteroides y algunos antidepresivos
- Trastornos alimenticios

Además en los adultos con sobrepeso u obesidad aumenta el riesgo de desarrollar varios problemas incluidos<sup>17</sup>:

- Cardiopatía coronaria (CHD)
- Diabetes tipo 2
- Determinados tipos de cáncer
- Presión arterial alta
- Accidente cerebro vascular
- Enfermedad del hígado y la vesícula biliar
- Apnea del sueño y problemas respiratorios
- Osteoartritis
- Problemas ginecológicos como infertilidad

### 3.2. EPIDEMIOLOGÍA

En 2014, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 600 millones eran obesos, el 39% de las personas adultas de 18 o más años tenían sobrepeso y el 13% eran obesas<sup>14</sup>.

Más del 35% de los adultos estadounidenses tiene obesidad y más del 34% tiene sobrepeso. La obesidad afecta al 17% de todos los niños y adolescentes de los Estados Unidos, una prevalencia tres veces mayor que la de apenas una

generación anterior. Casi el 32% de los niños y adolescentes tienen sobrepeso u obesidad<sup>17</sup>.

Por otro lado en México experimenta una epidemia de obesidad, en el año 2006 se reportó que en los adultos de 20 años o mayores la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue de 69.7%, lo que ubico a México como uno de los países con mayor prevalencia aumentó más de 12% en tan solo seis años, lo que posiciono a México como uno de los países con mayor tendencia de aumento de sobrepeso y obesidad en el mundo con un porcentaje anualizado de alrededor de 2%<sup>18</sup>.

A continuación se muestra una tabla con la media de IMC y cintura en mexicanos de 20 años o más categorizados por edad y características socio demográficas<sup>18</sup>.

**MEDIA DE ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC) Y CINTURA EN ADULTOS MEXICANOS DE 20 AÑOS O MÁS, CATEGORIZANDO POR GRUPO DE EDAD Y CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS. MÉXICO, ENSAUT 2012\***

	IMC (kg/m <sup>2</sup> )						Circunferencia de cintura (cm)					
	Total (n=37 580)		Mujeres (n=21 618)		Hombres (n=15 962)		Total (n=36 820)		Mujeres (n=20 854)		Hombres (n=15 996)	
	Media	IC95%	Media	IC95%	Media	IC95%	Media	IC95%	Media	IC95%	Media	IC95%
Total	28.2	(28.1-28.3)	28.8	(28.7-28.9)	27.6	(27.5-27.7)	93.6	(93.4-93.9)	92.6	(92.2-92.9)	94.8	(94.4-95.1)
Edad (años)												
20-29 <sup>a</sup>	26.4	(26.3-26.6) <sup>b,c,d,e</sup>	26.6	(26.3-26.9) <sup>b,c,d,e†</sup>	26.3	(26.0-26.6) <sup>b,c,d,e</sup>	87.8	(87.3-88.2) <sup>b,c,d,e</sup>	86.3	(85.5-87.0) <sup>ab,c,d,e</sup>	89.1	(88.4-89.8) <sup>b,c,d,e</sup>
30-39 <sup>b</sup>	28.7	(28.5-28.8) <sup>a,c,d,e</sup>	29.0	(28.7-29.2) <sup>a,c,d</sup>	28.3	(28.0-28.5) <sup>a,c,e</sup>	93.5	(93.1-94.0) <sup>a,c,d,e</sup>	91.9	(91.3-92.5) <sup>a,c,d,e</sup>	95.4	(94.7-96.1) <sup>a,c,d,e</sup>
40-49 <sup>c</sup>	29.4	(29.2-29.6) <sup>ab,a</sup>	30.1	(29.8-30.3) <sup>ab,d,e</sup>	28.7	(28.4-28.9) <sup>ad,e</sup>	96.0	(95.6-96.4) <sup>ab,d</sup>	94.7	(94.1-95.3) <sup>a,b,d</sup>	97.5	(96.9-98.1) <sup>ab</sup>
50-59 <sup>d</sup>	29.4	(29.2-29.7) <sup>ab,e</sup>	30.5	(30.2-30.8) <sup>ab,c,e</sup>	28.3	(28.0-28.5) <sup>a,c,e</sup>	97.4	(96.8-98.0) <sup>ab,c,e</sup>	97.1	(96.2-97.9) <sup>ab,c,e†</sup>	97.8	(97.1-98.5) <sup>ab</sup>
≥60 <sup>e</sup>	27.9	(27.7-28.1) <sup>ab,c,d</sup>	28.7	(28.5-29.0) <sup>a,c,d</sup>	26.9	(26.7-27.1) <sup>ab,c,d</sup>	96.2	(95.8-96.7) <sup>b,d</sup>	95.4	(94.7-96.1) <sup>ab,d,e</sup>	97.2	(96.6-97.8) <sup>ab</sup>
Región												
Norte <sup>a</sup>	28.8	(28.6-28.9) <sup>ab,c</sup>	29.4	(29.2-29.7) <sup>b,c,d</sup>	28.1	(27.9-28.3) <sup>b,c,d</sup>	95.5	(95.1-95.9) <sup>b,c,d</sup>	94.3	(93.7-94.9) <sup>b,d</sup>	96.8	(96.2-97.3) <sup>b,c,d</sup>
Centro <sup>b</sup>	28.0	(27.8-28.1) <sup>a</sup>	28.5	(28.3-28.8) <sup>a</sup>	27.3	(27.1-27.5) <sup>a,d</sup>	93.7	(93.3-94.1) <sup>a,d</sup>	92.6	(92.1-93.1) <sup>a,d</sup>	94.9	(94.3-95.4) <sup>a,d</sup>
Ciudad de México <sup>c</sup>	28.2	(27.9-28.5) <sup>a</sup>	28.9	(28.4-29.3) <sup>a</sup>	27.4	(27.0-27.8) <sup>a</sup>	94.1	(93.3-94.9) <sup>a,d</sup>	93.2	(92.1-94.4) <sup>d</sup>	95.0	(94.0-96.1) <sup>ab,d</sup>
Sur <sup>d</sup>	28.2	(28.0-28.3) <sup>a</sup>	28.6	(28.4-28.8) <sup>a</sup>	27.6	(27.4-27.8) <sup>ab</sup>	92.0	(91.7-92.4) <sup>ab,c</sup>	91.0	(90.6-91.5) <sup>ab,c</sup>	93.1	(92.7-93.6) <sup>ab,c</sup>
Localidad												
Rural <sup>a</sup>	27.4	(27.2-27.6)	28.2	(28.0-28.4)	26.6	(26.4-26.7)	91.4	(91.0-91.9)	91.2	(90.6-91.7)	91.7	(91.3-92.2)
Urbana	28.5	(28.4-28.6) <sup>a</sup>	29.0	(28.8-29.1) <sup>a</sup>	27.9	(27.7-28.0) <sup>a</sup>	94.2	(93.9-94.5) <sup>a</sup>	92.9	(92.5-93.4) <sup>a</sup>	95.6	(95.2-96.0) <sup>a</sup>
Nivel socioeconómico												
Bajo <sup>a</sup>	27.6	(27.4-27.7) <sup>b,c</sup>	28.4	(28.2-28.6) <sup>b,c</sup>	26.7	(26.5-26.9) <sup>b,c</sup>	91.7	(91.3-92.0) <sup>b,c</sup>	91.7	(91.2-92.2) <sup>b†</sup>	91.6	(91.2-92.1) <sup>b,c</sup>
Medio <sup>b</sup>	28.3	(28.2-28.5) <sup>a</sup>	29.0	(28.8-29.3) <sup>a</sup>	27.5	(27.3-27.7) <sup>a,c</sup>	93.8	(93.4-94.2) <sup>a,c</sup>	93.3	(92.8-93.9) <sup>a</sup>	94.3	(93.8-94.9) <sup>a,c</sup>
Alto <sup>c</sup>	28.5	(28.4-28.7) <sup>a</sup>	28.9	(28.7-29.1) <sup>a</sup>	28.2	(27.9-28.4) <sup>ab</sup>	94.7	(94.2-95.1) <sup>ab</sup>	92.5	(92.0-93.1)	96.9	(96.3-97.6) <sup>ab</sup>
Escolaridad												
Menos de primaria <sup>a</sup>	27.5	(27.3-27.8) <sup>b,c</sup>	28.3	(27.9-28.7) <sup>b</sup>	26.4	(26.0-26.7) <sup>b,c</sup>	93.4	(92.7-94.0) <sup>b</sup>	93.3	(92.6-94.1) <sup>c†</sup>	93.4	(92.4-94.4) <sup>c</sup>
Primaria o secundaria <sup>b</sup>	28.5	(28.4-28.6) <sup>a,c</sup>	29.4	(29.2-29.6) <sup>a,c</sup>	27.5	(27.4-27.7) <sup>a,c</sup>	94.2	(93.9-94.5) <sup>a,c</sup>	94.0	(93.6-94.4) <sup>c†</sup>	94.5	(94.1-94.9) <sup>a,c</sup>
Más de secundaria <sup>c</sup>	27.9	(27.7-28.1) <sup>a,b</sup>	27.9	(27.6-28.1) <sup>ab†</sup>	28.0	(27.7-28.2) <sup>ab</sup>	92.7	(92.2-93.1) <sup>b</sup>	89.8	(89.2-90.5) <sup>ab</sup>	95.6	(94.9-96.2) <sup>ab</sup>

\* Datos ajustados por el diseño de la encuesta.

† Diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, excepto las marcadas con este símbolo

a,b,c,d,e Diferencias estadísticamente significativas entre categorías

Actualmente México enfrenta la crisis de obesidad más grave de América Latina, con 70% de los adultos con sobrepeso u obesidad, según el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de México.<sup>19</sup>

Más del 56% de los adultos latinoamericanos sufren sobrepeso u obesidad, comparado con un promedio global del 34%.<sup>19</sup>

Juan Rivera director del centro de investigación en salud y nutrición del INSP mencionó “La obesidad en algunos países de América Latina, como México, es una epidemia donde se deben tomar medidas extremas”.<sup>19</sup>

La obesidad le costó a la economía mexicana unos 5,500 millones de dólares (mdd) estimados en 2008, y si no se aborda el problema la cifra podría alcanzar los 12,500mdd para 2017.<sup>19</sup>

### 3.3. PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO

El sobrepeso y la obesidad, así como sus enfermedades no transmitirles, son en gran parte prevenibles. Para apoyar a las personas en el proceso de realizar elecciones, de modo que la opción más sencilla sea la más saludable en materia de alimentos y actividad física periódica, y en consecuencia prevenir la obesidad, son fundamentales unas comunidades entornos saludables.<sup>14</sup>

En particular cada persona puede<sup>14</sup>:

- Limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares
- Aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos.
- Realizar actividad física periódica

Para combatir la obesidad, que México declaró una prioridad de salud pública, los legisladores aprobaron medidas para fomentar el ejercicio y los hábitos alimenticios saludables, como viajes gratis en el metro si los pasajeros hacen 10 flexiones y un impuesto de 2014 a bebidas azucaradas y comida chatarra.<sup>19</sup>

Otras medidas incluyen la prohibición de alimentos no saludables en las cafeterías de las escuelas y exigir a todos los centros educativos que coloquen bebederos para reducir el consumo de bebidas azucaradas<sup>19</sup>.

Una vez que se han abordado las patologías a las que va dirigido el producto; a continuación se describe el fundamento del secado y de la cinética del mismo.

## 4. CINÉTICA DE SECADO

### 4.1. SECADO

El secado de los alimentos y cultivos como método de conservación es una de las técnicas de procesamiento más antiguas y efectivas que se conocen y practican.<sup>20</sup>

Preservar los alimentos por medio del secado permite usarlos cada vez que se necesiten. Tal vez, por ello esta técnica es una de las más antiguas.<sup>20</sup>

Los productos que tradicionalmente han sido sometidos al secado son, en primer lugar, los cereales, las menestras y, en menor grado, las carnes, el pescado, y algunos vegetales, frutas y hierbas. Es importante señalar que todos los métodos de secado se han ido desarrollando debido a que resultan convenientes o aceptables para determinadas condiciones ambientales.<sup>20</sup>

La conservación de alimentos, en su contexto más amplio se puede definir como la aplicación de tecnologías encargadas de prolongar la vida útil y disponibilidad de los alimentos para el consumo humano y animal, protegiéndolos de microorganismo patógeno y otros agentes responsables de su deterioro, y así permitir su consumo futuro<sup>21</sup>.

Básicamente, el secado consiste en retirar por evaporación el agua de la superficie del producto y traspasarla al aire circundante. La rapidez de este proceso depende del aire (la velocidad con la que circule alrededor del producto, su grado de sequedad, etcétera), y de las características del producto (su composición, su contenido de humedad, el tamaño de las partículas, etc.). El aire contiene y puede absorber vapor de agua. La cantidad de vapor de agua presente en el aire se llama humedad. Un aire absolutamente seco, sin vapor de agua en su interior contiene una humedad relativa de 0%, mientras que uno saturado de agua tiene una humedad relativa de 100%.<sup>20</sup>

Luego que la humedad de la superficie de un alimento se ha retirado por evaporación, el nivel de secado depende de la velocidad con la que su humedad interna se dirige a la superficie, lo que varía de un producto a otro. Por ejemplo, a diferencia de los materiales con almidón, los alimentos ricos en azúcares liberan más lentamente los niveles de humedad, por lo que necesitan más tiempo para su deshidratado. El tamaño también es un factor a tomar en cuenta: mientras más pequeña sea la pieza de alimento que se va a deshidratar, menor será la distancia que debe recorrer la humedad interna para llegar a la superficie. Por ello, técnicas como el cortado y el rebanado pueden ser útiles. Si el alimento va a acortarse,

debe tenerse cuidado con el tipo de utensilios que van a usar. Se recomiendan los cuchillos de acero inoxidable, pues los de hierro pueden decolorar los alimentos<sup>20</sup>.

## 4.2. MÉTODOS DE SECADO

### Secado al Aire Libre

Tradicionalmente se secan algunos alimentos, tales como carne, vacuna, granos de maíz, maní y porto, almidón, plantas medicinales, etc. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el sol o en la sombra, según el producto aprovechando el calor ambiental.<sup>22</sup>

Inconvenientes del método:

- El proceso es lento debido a la elevada humedad en el ambiente
- Muchas veces, los alimentos se secan mal, sobre todo los que contiene un alto porcentaje de agua, y se pudren o se enmohecen
- Los alimentos están expuestos al polvo, a insectos y otros animales que pueden deteriorar los alimentos y causar enfermedades al consumirlos
- En el caso del secado al sol, se necesita una atención particular para proteger los alimentos de la intemperie (aguaceros, roció)
- La exposición directa de los alimentos a los rayos solares puede ser perjudicial en cuanto a su calidad (color natural, destrucción de vitaminas y valor nutritivo).

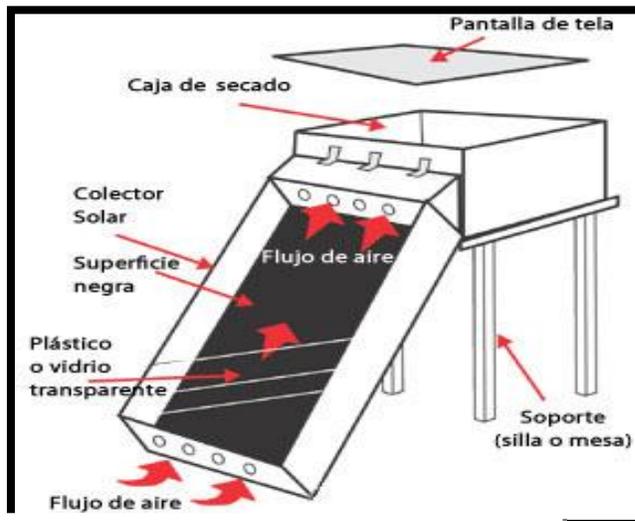
## 4.3. SECADORES SOLARES

En el secador solar los rayos luminosos del sol son transformados en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar, que tiene los siguientes elementos:<sup>22</sup>

Una superficie metálica oscura, preferiblemente de color negro, generalmente orientada hacia la dirección del sol, que recibe y absorbe los rayos luminosos. El calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie.<sup>22</sup>

Una cobertura transparente (vidrio o plástico), que deja pasar la radiación luminosa y que evita el escape de aire caliente.<sup>22</sup>

Para mayor rendimiento, algunos modelos de secadores de gran capacidad disponen de un sistema de calefacción combinado. Se usa combustible o energía eléctrica como fuente de energía auxiliar para los periodos de deficiencia de radiación solar, para los días nublados y para seguir trabajando en horas de la noche.<sup>22</sup>



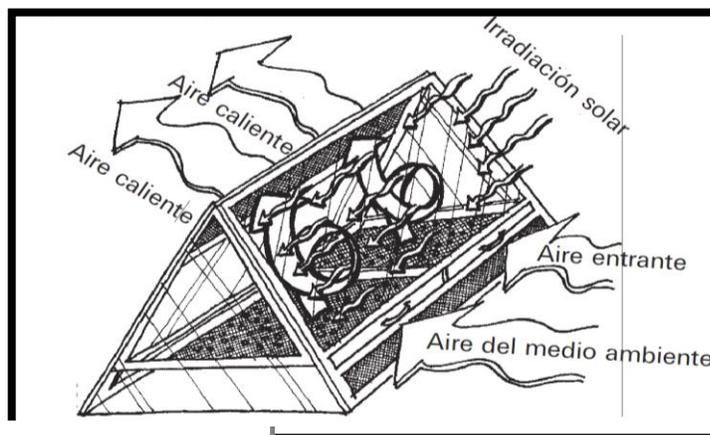
**Figura 7. Esquema de un secador de alimentos solar.**

(Fuente: <http://hogares-verdes.blogspot.mx/2012/08/deshidratador-de-alimentos-solar.html>)

Técnicas para un buen secado:

- Aire caliente a una temperatura de 40 a 70<sup>0</sup> C
- Aire con un bajo contenido de humedad
- Movimiento constante de aire

Al calentar el aire, que está a la temperatura del ambiente y con cierto porcentaje de humedad, aumenta su capacidad de absorber vapor de agua. Por cada 20<sup>0</sup>C de aumento de la temperatura del aire su capacidad de retener vapor de agua se triplica y por consecuencia su humedad relativa se reduce un tercio. Para eliminar la humedad de los alimentos, es necesario que el aire que pasa por los productos esté en constante movimiento y renovación. Para obtener un buen secado, de tal forma que haya suficiente espacio entre las partes que los componen.

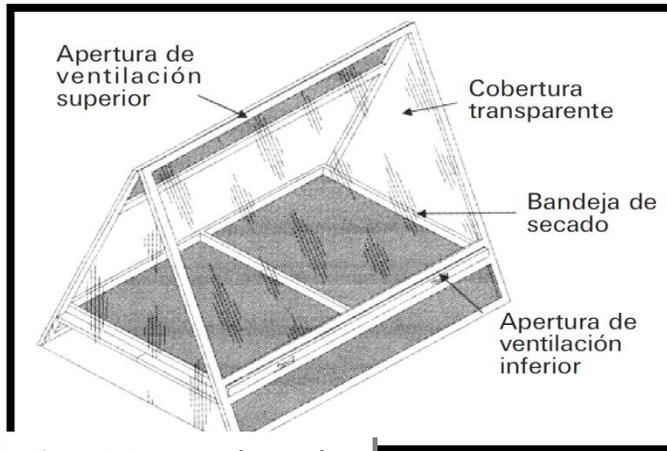


**Figura 8 Proceso de secado en secador**

#### 4.4. TIPOS DE SECADORES

##### *Tipo Carpa*

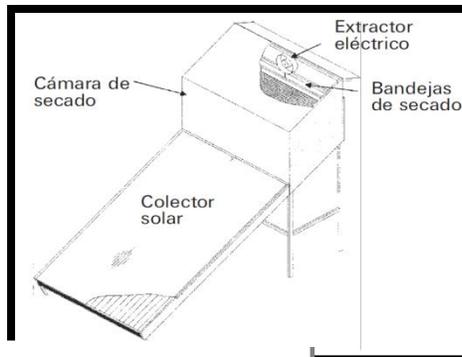
Esta hecho de una estructura metálica (que también puede ser madera) de la forma de una carpa triangular, cubierta en gran parte por una lámina de plástico transparente, resistente a los rayos UV.



**Figura 9 Esquema de secador tipo carpa**

##### *Tipo "armario"*

Es un modelo más complejo para secar todo tipo de alimentos, especialmente aquellos que necesitan mantener un buen color y proteger sus propiedades naturales. Consiste en una cámara de secado y un colector solar inclinado, único entre sí en la parte inferior de la cámara.



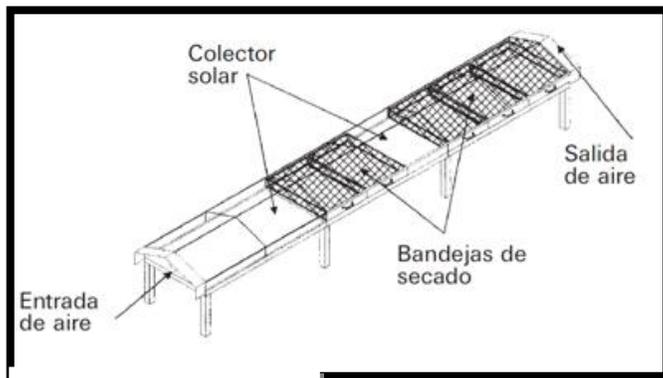
**Figura 10 Esquema de secador tipo "armario"**

### *Tipo Túnel*

Consiste en un túnel horizontal elevado con una base rígida de hierro y una cobertura transparente de lámina de polietileno de larga duración. El túnel está dividido en sectores alternantes de colector y secador. Los primeros tiene la función de calentar el aire, luego en los últimos es utilizado para el secado de los productos en las bandejas.

El aire circula a través de todo el túnel, ingresa por un extremo y sale por el otro, generalmente con la ayuda de un ventilador eléctrico.

Las bandejas de secado son removibles y se pueden estirar lateralmente como los cajones de una cómoda. La entrada y salida de aire están bien protegidas con una malla mosquetero para evitar el ingreso de insectos. El secador se calienta a una temperatura de 20 a 25<sup>0</sup> C superior a la temperatura ambiental.



**Figura 11 Esquema de secador tipo "Túnel"**

#### 4.5. CALIDAD DEL SECADO

Se logra con un tratamiento previo que consiste en un proceso físico y/o químico anterior al secado, que tiene como fin de evitar o reducir el deterioro del producto durante y después del secado o mejor su calidad de alguna forma. Existen los siguientes tipos de tratamientos previos:<sup>22</sup>

- Blanqueado
- Sulfitado
- Tratamiento con ácidos orgánicos
- Uso de bicarbonato de sodio
- Agrietado

## Blanqueado

Consiste en sumergir el producto en agua a temperaturas de 95°C por un tiempo variable, que depende la especie, el estado de madurez y el tamaño del producto. Tienen los siguientes objetivos:<sup>22</sup>

- Inactivación de las enzimas
- Ablandamiento del producto
- Eliminación parcial del contenido de agua en los tejidos
- Fijación y acentuación del color natural
- Desarrollo del sabor y olor característico
- Reducción parcial del microorganismo presentes.

## Sulfitado

La adición de sulfitos inhibe las reacciones oscurecimiento de los productos a deshidratara cuando sobre los azúcares. La forma más común de realizar el sulfitado es la inmersión del producto en una solución acuosa del metasulfito de sodio o potasio a razón de 5 a 10 g de dicho producto por litro durante 5 a 10 minutos a temperatura ambiente.<sup>22</sup>

## Tratamiento con ácidos orgánicos

Tanto el ácido cítrico o el jugo del limón natural, como el ácido ascórbico o vitamina C tienen un efecto de conservación del color natural de ciertas frutas que fácilmente sufren del oscurecimiento enzimático.<sup>22</sup>

## Bicarbonato de sodio

Este compuesto estabiliza la clorofila haciéndose más resistentes a la acción directa de los rayos solares cuando los productos son sometidos al secador solar directo, conservando de esta manera su color verde natural.<sup>22</sup>

## Agrietado

Se utiliza principalmente en frutas que no se pelan antes de secarlas, consiste en la inmersión de la fruta en una solución caliente (80°C) de hidróxido de sodio a razón de 10 g por cada litro de agua por lapso de 5 a 10s<sup>22</sup>.

Existe otro método de secado denominado Deshidratación osmótica de alimentos.

## 4.6. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

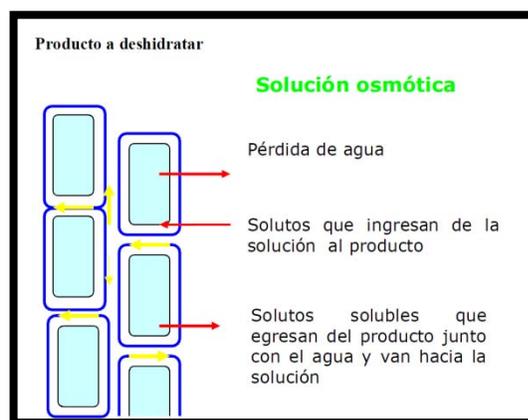
La “Deshidratación osmótica es una técnica que permite eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos por inmersión en una solución hipertónica, sin dañar el alimento y afectar desfavorablemente su calidad.<sup>23</sup>

Los medios de deshidratación son generalmente soluciones acuosas concentradas de un azúcar o una sal o mezclas de diversos azúcares y/o sales.

Por lo general, la deshidratación osmótica no disminuye la actividad acuosa del alimento de manera tal de estabilizarlo totalmente, sino que solo extiende su vida útil. La pérdida de agua puede ser aproximadamente del 50-60% de su contenido inicial, existiendo entonces la posibilidad de producir significativas modificaciones de volumen, forma y estructura del alimento<sup>23</sup>.

Ventajas:

- Es eficiente desde el punto de vista energético ya que se lleva a cabo generalmente en condiciones cercanas a la temperatura ambiente sin que el agua cambie de fase.
- No se afecta prácticamente el color, el sabor, el aroma y la textura del alimento
- Es proceso tecnológicamente sencillo
- Se puede trabajar con pequeños volúmenes de producto
- Produce un daño mínimo en la estructura del alimento deshidratado ya que no debe someterse a altas temperaturas como en otros tratamientos térmicos
- Se retienen la mayoría de los nutrientes
- Mejora la estabilidad del producto



**Figura 12 Esquema del proceso de deshidratación osmótica**

#### 4.7. EJEMPLOS DE SECADO DE ALIMENTOS

- Chiles: Para chiles de secado, es importante para preservar el color rojo y los nutrientes del producto secado. Existen diversos métodos para la realización de este proceso; ya se utilizando bombas de vacío o bien un secado de túnel.

- Verduras y pescado: Puede realizarse mediante el “método de secado desecante para mantener el color fresco, textura y vitaminas, mediante el uso de cámaras de secado y bastidores hechos de compensación para mantener la forma original y la aplicación de temperatura y flujo de aire.

#### 4.8. CINÉTICA DE SECADO

El mecanismo del proceso de secado depende considerablemente de la forma de enlace de la humedad con el material; cuanto más sólido es dicho enlace, tanto más difícil transcurre el secado. Durante el secado el enlace de la humedad con el material se altera.<sup>24</sup>

Mecanismos del Proceso de Secado

Tipos de migración de Humedad:

La migración de humedad toma parte en la fase líquida y gaseosa y se distinguen los siguientes tipos de humedad.<sup>24</sup>

Transporte por difusión líquida: En este tipo de transporte de humedad se asume que la velocidad de transferencia de la humedad líquida es proporcional al gradiente de la concentración de humedad dentro del material

Transporte por difusión de vapor: Este es el principal mecanismo de transferencia de humedad por vapor en el material. Toma lugar cuando la dimensión característica de los espacios del aire libre es mayor a  $10^{-7}$  m.

Transporte por presión osmótica: La presión osmótica es una función del contenido de humedad en el material

#### 4.9. CURVA DE SECADO

Este tipo de curva nos muestra el contenido de humedad a través del tiempo en el proceso de secado. En el periodo inicial el secado, el cambio de humedad en el material está ilustrado en la curva A-B. Al terminar este primer periodo el secado tomo una forma lineal del tipo  $X=f(t)$ , en este periodo la velocidad de secado es constante (recta B-C). El secado se mantiene igual por un periodo de tiempo hasta que se llega a un punto crítico (punto C) donde la línea recta tiene a curvarse y a formar una asíntota con el contenido de humedad  $X_{eq}$  donde es el valor mínimo de humedad en el proceso de secado esto quiere decir que el punto E jamás es tocado.<sup>23</sup>

La recta (B-C) es el llamado periodo de velocidad constante, al siguiente periodo de secado se conoce como el periodo de caída de velocidad del secado.<sup>23</sup>

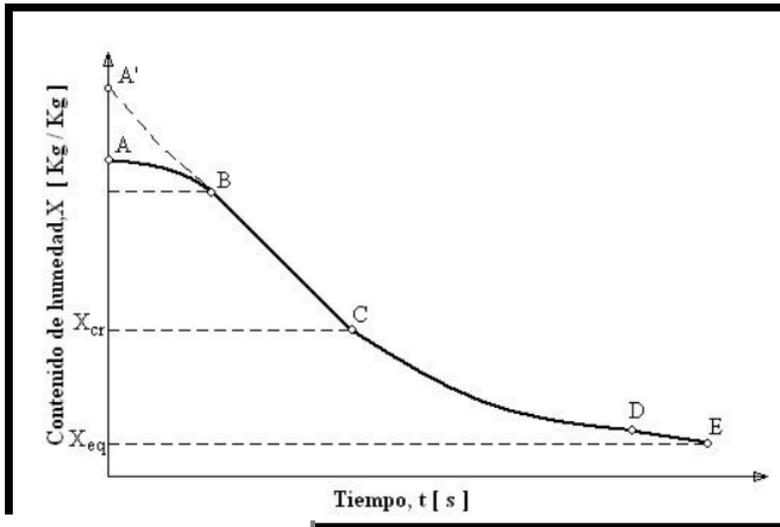
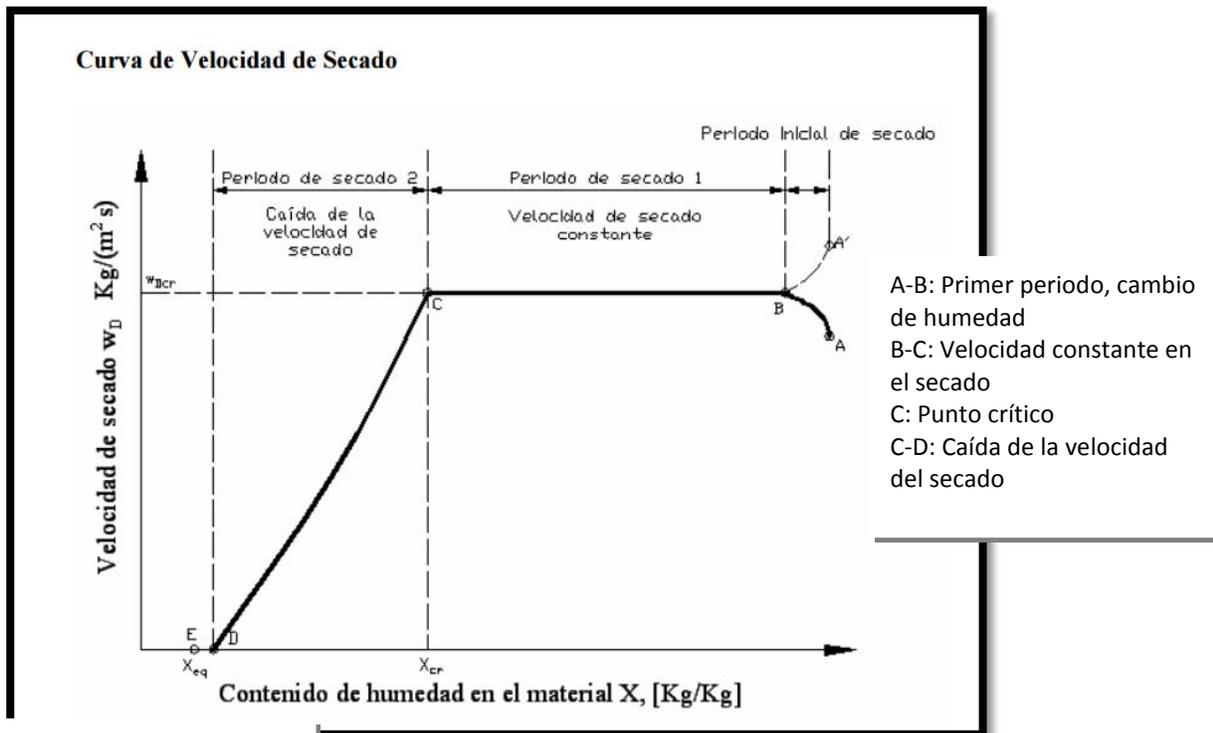


Figura 13 Curva de de secado



A-B: Primer periodo, cambio de humedad  
 B-C: Velocidad constante en el secado  
 C: Punto crítico  
 C-D: Caída de la velocidad del secado

Figura 14 Curva de velocidad de secado

Este tipo de curva indica con qué velocidad se seca el material.

La cinética es el estudio de las velocidades de reacción, a su vez se puede subdividir en cinética física que estudia los fenómenos físicos totales como la difusión y la viscosidad, la cinética química; estudia las velocidades de reacción.<sup>25</sup>

Los experimentos cinéticos estudian la velocidad a la que se producen las reacciones, es decir, el modo en el que la concentración de algunas especies moleculares varía en función del tiempo. En una gráfica en la que se representa la concentración frente al tiempo, la velocidad de reacción es la pendiente.<sup>25</sup>

De acuerdo a la velocidad de reacción, se tienen tres órdenes de reacción que se mencionan a continuación

Reacciones de orden Cero. Donde la velocidad no se encuentra en función de la concentración.<sup>25</sup>

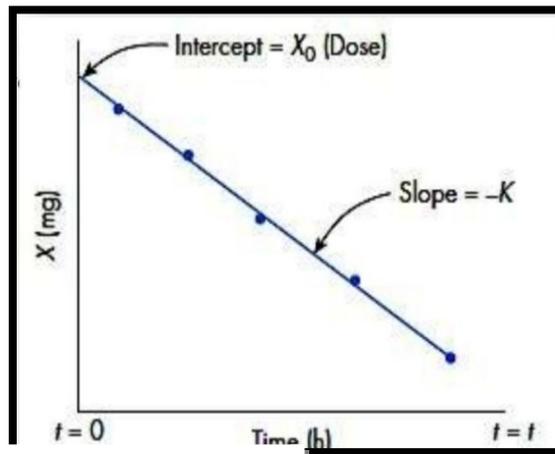


Figura 15 Cinética de Orden Cero

Reacción de Primer Orden: Donde la velocidad de reacción es directamente proporcional a la concentración de la sustancia reaccionante.<sup>25</sup>

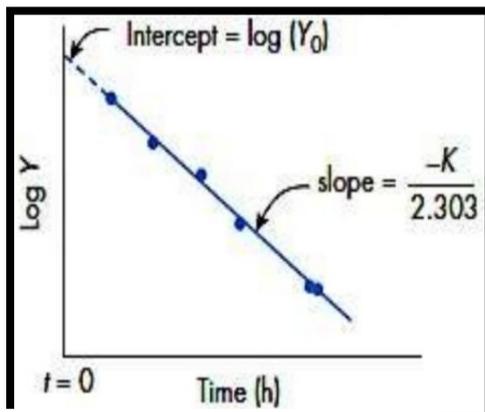
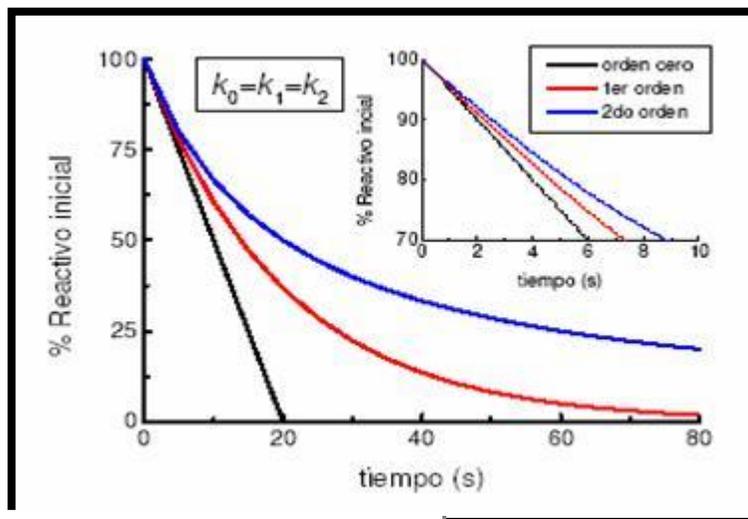


Figura 16 Cinética de primer orden

Reacción de Segundo Orden. La velocidad está relacionada con las concentraciones de los compuestos reaccionantes o con la segunda potencia de uno de los compuestos.<sup>25</sup>



**Figura 17** Gráfica de los tres tipos de cinética (Orden cero, primer orden y segundo orden)

Por último se aborda un poco de la inmensa historia que hay detrás de un platillo tan representativo de la cocina mexicana y que inspiró este proyecto:

## 5. MOLE

De acuerdo con la norma NMX-F-422-1982. Productos alimenticios para uso humano, alimentos regionales. Mole y sus variedades. El mole es un producto alimenticio de color y aspecto variable según su composición, que contiene como ingredientes básicos, chiles, agua, aceites y/o grasas comestibles, harinas, féculas, almidones, sal, especias, condimentos, otros ingredientes opcionales y aditivos autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia actualmente conocida como Secretaría de Salud. Su denominación debe estar de acuerdo con la fórmula de composición y con el lugar geográfico de la región de origen cuando esto proceda. A continuación se describe un poco del origen del mole desde la época prehispánica con más de 5 mil años de historia.<sup>26</sup>

Las primeras menciones del mole que conocemos se encuentran en la Historia general de las cosas de la Nueva España de Bernardino Sahagún. Al referirse a los guisados que le servían a Moctezuma menciona el totolin patzcalmollo, que definen sus informantes como “cazuela de gallina hecho a su modo con chilli bermejo y tomate y pepitas de calabaza molida que se llama agora pipiana.”<sup>26</sup>

Parece que la raíz lingüística *mulli* devino aztequísimo en castellano (mole), y se consagró como tal, al coincidir felizmente con el verbo moler, tanto en la forma de pronunciarse como en el forma de su significado, pues los ingredientes del *mulli* eran molidos en el metate, unos y otro en el molcajete, otros. El mullí consistía de de una mezcla de chiles frescos o secos, tomate o jitomate, a veces un espesante como la masa de maíz o pepita de calabaza, y condimentos como el epazote, la hierba santa o la hoja de aguacate.<sup>26</sup>

### 5.1. ¿QUÉ SON LOS MOLES?<sup>26</sup>

- Los moles o salsas son la base de un buen número de platos fuertes de la cocina tradicional mexicana
- Estos moles tienen como base diversos tipos de chiles frescos y secos que son su principal especia; se les añade tomate y/o jitomate molidos.
- Los moles tienen en la cocina prehispánica su base y origen
- En la época prehispánica hubo moles espesos o caldosos. Cuando se espesaron se utilizó masa de maíz o tortilla tostada, pepita de calabaza tostada, molida, y quizá cacahuete
- Se condimentaron con epazote, hoja santa, hoja de aguacate y otras hierbas de olor; también les dieron sabor las pepitas tostadas, los chiles y tal vez la pimienta y el cacao
- A algunas de estas salsas, las cocineras les fueron añadiendo, desde la época de la conquista través de un largo proceso, ajo, cebolla. Y, según el mole condimentos orientales como clavo, canela, comino, pimienta negra, anís y semilla de cilantro, hierbas de olor de origen europeo como tomillo, mejorana, el propio cilantro e incluso hojas de lechuga y/o rábano.

Después de un largo proceso a través de la historia, el mole ha sido modificado, pero al mismo tiempo ha conservado algunos de los ingredientes provenientes de la época prehispánica.<sup>26</sup>

La inspiración gastronómica del mexicano tiene su clímax en el mole poblano. Por ello es el platillo festivo de elección en el país.<sup>26</sup>

Hablar del mole poblano es hablar de la riqueza gastronómica no solo de un estado sino de una nación; es también hablar de un producto artesanal bien posicionado en la mente de los consumidores.<sup>26</sup>

En una encuesta realizada recientemente por un diario de circulación nacional se afirma que el platillo favorito de los habitantes de la Ciudad de México son las enchiladas de mole.<sup>26</sup>

Actualmente México cuenta con ocho denominaciones de origen: talavera de Puebla, tequila, mezcal, Olinala, bacanora (de Sonora), ámbar de Chiapas, café

de Veracruz y sotol de Chihuahua. Actualmente la comida mexicana es considerada como Patrimonio inmaterial de la humanidad<sup>26</sup>.

Los principales ingredientes del mole son los siguientes:

Chiles anchos  
 Chiles mulatos  
 Chiles pasillas  
 Chipotle  
 Jitomate  
 Almendras  
 Pasas  
 Ajonjolí  
 Bolillo frito  
 Clavo  
 Canela  
 Cebolla frita  
 Ajo  
 Azúcar  
 Tablilla de chocolate  
 Tortilla frita  
 Manteca  
 Sal

Por lo anterior el mole tiene un nivel de grasa muy alto, proveniente del chocolate, la manteca, entre otros<sup>26</sup>.

La norma NMX-F-422-1982 clasifica al mole de la siguiente manera: <sup>27</sup>

Tipo I Mole en polvo granulado o comprimido  
 Tipo II Moles en pasta  
 Tipo II Mole líquido

Las especificaciones con las cuales debe de cumplir un mole terminado son las siguientes:

Tabla 7 Especificaciones Físicas y Químicas						
Especificaciones	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Mín.	Max.	Mín.	Max.	Mín.	Max.
Humedad en %	-	8	-	8	-	85
Cenizas en %	-	11	-	11	-	3
Proteínas en %	8	-	5	-	1.2	-
Fibra cruda en %	-	15	-	8	8	3.5

<b>Tabla 8</b> Especificaciones Microbiológicas						
Especificaciones	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Mín.	Max.	Mín.	Max.	Mín.	Max.
Cuenta estándar	-	3 X 10 <sup>6</sup> UFC/g	-	3 X 10 <sup>6</sup> UFC/g		
Hongos	-	3000 UFC/g	-	3000 UFC/g		
Levaduras	-	1000 UFC/g	-	1000 UFC/g		
Coliformes totales	-	11000 UFC/g	-	11000 UFC/g		
Escherichia coli ( en 0.1 g)	Neg.		Neg.			
TABLA 8 i en 25g	Neg.		Neg.			
termofilicos Anaerobios			Neg.			
Esporas de termofilicos anaerobios			Neg.			1000 UFC/g
en 1g (Coagulasa positivo)	Neg.		Neg.			

Una vez que se obtenga el mole se debe someter a pruebas bromatológicas, para conocer si realmente se cumplió o no el objetivo planteado al inicio de este proyecto, a continuación se enlista los fundamentos de los análisis llevados a cabo.

## 6. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

### 6.1. HUMEDAD

El agua es uno de los compuestos que se encuentra en la mayoría de los alimentos por lo que su determinación es importante. Esta agua puede encontrarse en forma libre, en forma de hidratos, geles o absorbida de la superficie de los alimentos sólidos. El contenido de agua de los alimentos es muy variable: 10 a 20% en cereales, 50 a 70% en carnes, 80 a 95% en setas comestibles. Con frecuencia es conveniente reducir al máximo el contenido de agua de los alimentos, ya que no aporta valor energético y dificulta su conservación. Los constituyentes bioquímicos pueden movilizar parcialmente el agua impidiendo su vaporización y disminuyendo su reactividad química. El estado de agua en un alimento tiene tanta importancia como su contenido la disponibilidad está determinada por la actividad, el descenso de la presión parcial

de vapor creada por el alimento. Estos puntos son primordiales para determinar la actividad biológica del agua en los alimentos, ya que representa una estrategia de protección y al mismo tiempo poder controlar las alteraciones fisicoquímicas, actividades enzimáticas y multiplicación de poblaciones de microorganismos.<sup>28</sup>

Existen diferentes técnicas que se emplean para conocer el porcentaje de humedad los cuales se podrían clasificar en:<sup>28</sup>

- a) Método directo por destilación.
- b) Métodos indirectos.
- c) Métodos químicos.
- d) Métodos físicos.

Fundamento: El método es aplicable a todos los productos alimenticios excepto a los que contienen productos volátiles distintos del agua, los que son susceptibles a descomposición a 100 °C, los que contienen una cantidad apreciable de azúcares en polvos de hornear y muestras que contengan compuestos que se volatilicen a la temperatura empleada.<sup>28</sup>

## 6.2. DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES.

Las cenizas forman la parte mineral de un alimento las cuales corresponden al residuo orgánico que queda cuando la materia orgánica ha sido destruida. El valor principal de la determinación de cualquier tipo de cenizas es que supone un método sencillo para determinar la calidad de los alimentos y es útil para determinar la identidad de un alimento (cuando hay un alto contenido de cenizas se puede pensar que se trata de un edulcorante no orgánico). Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará su identificación, además de que algunos alimentos pueden clasificarse de acuerdo a su contenido de cenizas. A menudo es aconsejable además la determinación de cenizas insolubles en ácidos. Las cenizas que se obtienen no tienen la misma composición que la materia inorgánica del alimento original, ya que hay pérdida de volatilización o alguna interacción de los componentes.<sup>28</sup>

FUNDAMENTO: Por oxidación húmeda con ácido sulfúrico o nítrico concentrados o bien quemada o calcinada; eligiendo las condiciones de forma tal que se reduzcan las pérdidas al mínimo y se obtengan los elementos que se desean medir en la forma más fácilmente manipulable para la subsiguiente determinación. La determinación de cenizas solubles en agua se determina mediante la filtración de ellas para ser solubilizadas e incinerarlas y después pesarlas.<sup>28</sup>

### 6.3. PROTEÍNAS TOTALES

Las proteínas son polímeros cuyo peso molecular oscila de 10000 a varios millones, normalmente presentan estructuras muy complejas. Están compuestas de unidades monoméricas llamadas aminoácidos.<sup>28</sup>

Las proteínas son sustancias nutritivas que se absorben tras su degradación en el intestino. Tienen un alto valor nutritivo ya que con ellas se lleva a cabo el metabolismo que da la formación de tejidos.<sup>28</sup>

Para la determinación de proteínas totales en alimentos se suele determinar su contenido de nitrógeno, el cual se puede hacer por cualquier de los siguientes métodos.<sup>28</sup>

- a) Destilación macro-Kjeldahl.
- b) Destilación semimicro-Kjeldahl.
- c) Técnica de micro difusión de Conway.
- d) Valoración al formol.
- e) Métodos de teñido (colorimétricos).

De los métodos antes mencionados, el método Kjeldahl (macro y micro) es el que más frecuentemente se utiliza en el laboratorio, porque permite analizar diferentes tipos de alimentos; ya que proporciona un factor específico para cada grupo de alimentos, por ejemplo para carnes.<sup>28</sup>

El procedimiento de referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteicas como las proteicas verdaderas.<sup>28</sup>

El método Kjeldahl consta de tres etapas: digestión, destilación y valoración. En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición y un catalizador para acelerar la reacción que puede ser sal de cobre, mercurio o selenio. Se añade ácido sulfúrico y se calienta; la reacción provoca que el nitrógeno se convierta en sulfato de amonio, el cual es destilado añadiendo hidróxido de sodio para liberar amoníaco y es recibido en ácido bórico estandarizado. Finalmente se titula el hidróxido de amonio, con HCl estandarizado. Para análisis de proteínas el porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplica por un factor que generalmente es 6.25 obteniéndose así la proteína cruda, en el alimento a estudiar.<sup>28</sup>

La proteína cruda comprende no sólo nitrógeno de origen proteico sino también de otros compuestos como amidas, aunque no es capaz de determinar el nitrógeno de nitritos y nitratos a menos que se modifique la técnica.<sup>28</sup>

Factores utilizados en el método Kjeldahl

Cárnicos N X 6.25

Lácteos N X 6.38

Frutas N X 6.25

Huevo N X 6.68  
Harina N X 5.70

El método Micro-Kjeldahl se determina mediante la digestión, destilación y valoración con ácido clorhídrico de una pequeña muestra para determinar su material nitrogenado total, dando un viraje de color café rojizo a verde esmeralda.<sup>28</sup>

#### 6.4. GRASA BRUTA.

La grasa bruta es la cantidad total de grasas de animales y de vegetales que está en forma sólida y esta a su vez se clasifica en ácidos grasos.<sup>28</sup>

Su importancia en cuanto al contenido en los alimentos es el de proporcionar una fuente calorífica para el organismo.<sup>28</sup>

La fracción de lípidos de los alimentos es obtenida por medio de la extracción con solventes de baja polaridad como éter de petróleo, éter etílico, cloroformo o benceno y se reporta como fracción soluble en éter, extracto etéreo o grasa cruda.<sup>28</sup>

Esta fracción contiene a demás de triglicéridos, ceras, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ácidos grasos libres, carotenoides, clorofila y otros pigmentos, aceites volátiles y algunas hormonas presentes en la muestra.<sup>28</sup>

La determinación de grasa en los alimentos se puede realizar por cualquiera de los siguientes métodos:<sup>28</sup>

- a) Extracción directa con un disolvente (Goldfish o Soxlet).
- b) Extracción indirecta después de un tratamiento ácido o base.
- c) Midiendo el volumen de grasa separada con ácidos, reactivos neutros o alcalinos y centrifugado en un tubo graduado (Gerber).

Método Goldfish: La grasa es obtenida por extracción continua a reflujo, con disolventes de baja polaridad usando éter etílico y se reporta como fracción soluble en éter.<sup>28</sup>

#### 6.5. FIBRA CRUDA.

La fibra cruda constituye un índice de las sustancias presentes en los alimentos de origen vegetal cuyo valor alimenticio es igual al del heno.<sup>28</sup>

La fibra cruda son los glúcidos poco o nada digeribles por los monogástricos, se componen de celulosa, lignina y otros polisacáridos parcialmente degradables en el colon.<sup>28</sup>

Aunque no tiene interés nutritivo, su función se realiza sobre la motricidad intestinal, ya que los polisacáridos indigeribles tienen cierta afinidad al agua, por lo que se hinchan durante la digestión y ocupan un volumen apreciable en el intestino, favoreciendo el peristaltismo intestinal y provocando la evacuación del contenido de colon.<sup>28</sup>

La fibra cruda es el residuo orgánico lavado y seco que no es digerido en una hidrólisis ácida y básica en condiciones estandarizadas, está compuesta principalmente de celulosa, hemicelulosa, lignina y pentosanas<sup>28</sup>.

## **7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes en el 2013 el 8,3% de los adultos es decir, 382 millones de personas tienen diabetes y este número de personas se incrementara en más de 592 millones en menos de 25 años.

En México en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2012 (ENSANUT) menciona que había 6,4 millones de adultos mexicanos con diabetes, es decir, 9,2% de los adultos en México que ya han sido diagnosticados.

Por otro lado hablando de hipertensión arterial según la ENSANUT 2012 refiere que en México la prevalencia es de 31,5% y es más alta en adultos con obesidad y/o con diabetes, además la encuesta asegura que del 100% de adultos con hipertensión un 47,3% desconocía que padecía esta enfermedad.

En México el mole es un platillo de consumo general, sin embargo, contiene un elevado porcentaje de carbohidratos y grasas, por lo que se propuso elaborar una opción de mole poblano que pueda ser consumido sin interferir con los planes alimenticios de las personas que padecen enfermedades como diabetes, hipertensión u obesidad, dado que en el país existe una elevada prevalencia en estas enfermedades.

## **8. OBJETIVOS**

### **8.1. Objetivo General**

Fabricar un mole estilo poblano con especificaciones nutricionales con forme a la Norma Mexicana NMX-422-1982 Productos Alimenticios para uso humano. Alimentos regionales. Mole y sus variedades. Dirigido para personas con diabetes e hipertensión arterial.

### **8.2. Objetivos Particulares**

Aplicar un nuevo método de secado en la fabricación del “Mole poblano innovador”.

Disminuir la cantidad de carbohidratos y lípidos en el mole ajustándolos a las recomendaciones nutricionales de acuerdo a las normas: NOM-030-SSA2-1999 y NOM-015-SSA2-2010 Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus e hipertensión arterial.

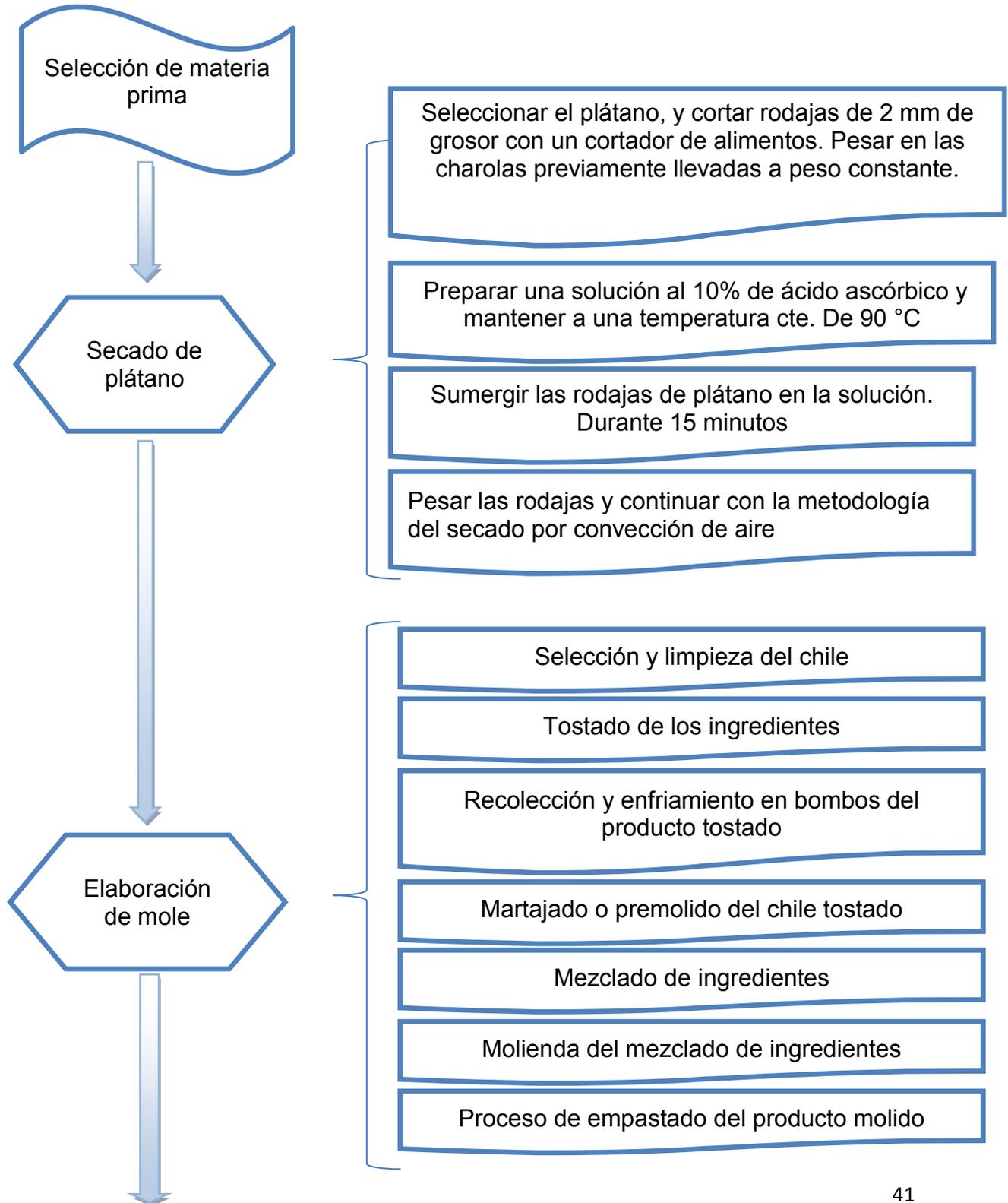
## **9. HIPÓTESIS**

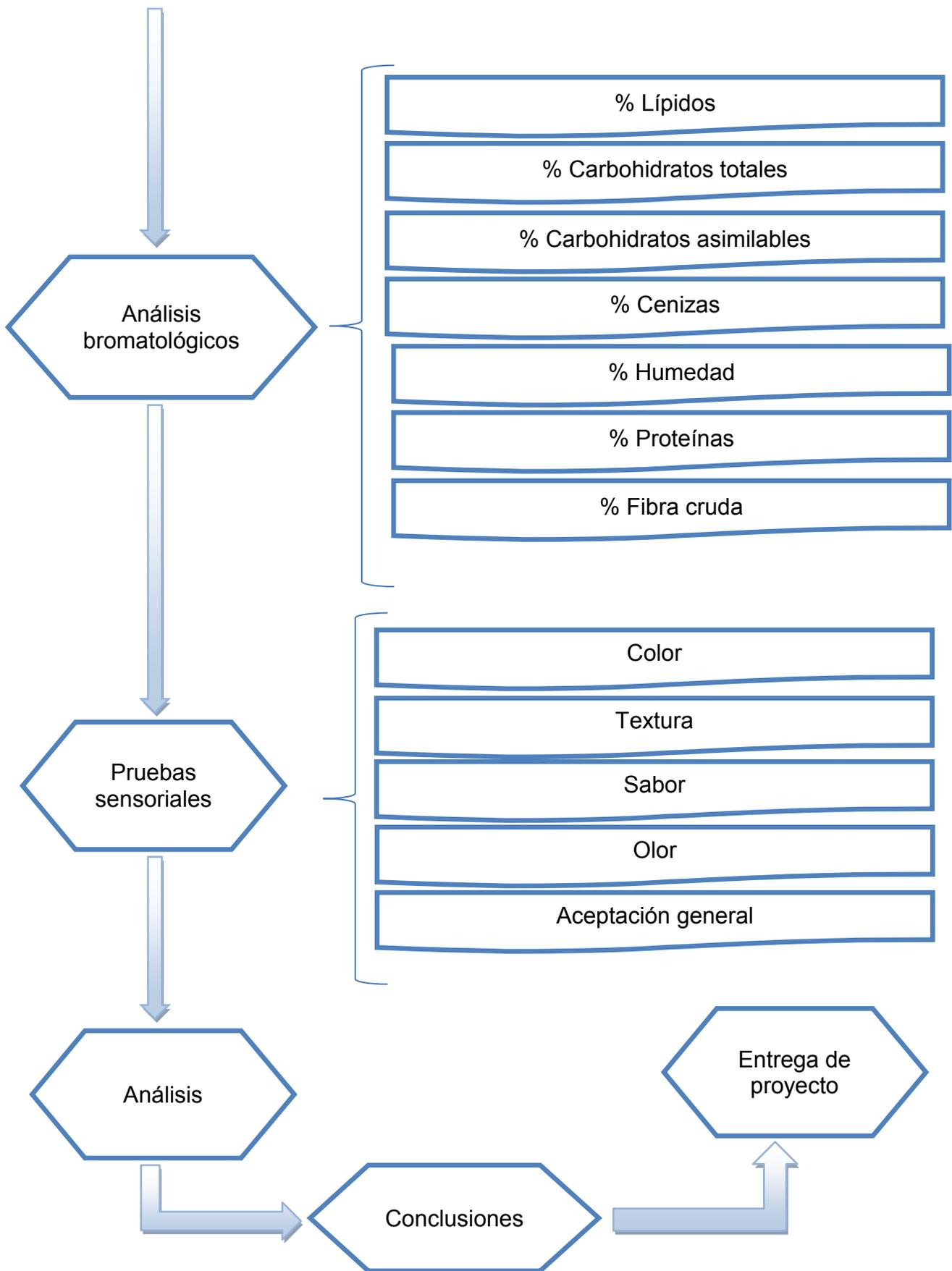
Ho: Se logrará la elaboración del mole estilo poblano sin la reducción de carbohidratos y lípidos de acuerdo a las recomendaciones establecidas por las Normas Oficiales Mexicanas para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus e hipertensión arterial.

Ha: Se logrará la elaboración del mole estilo poblano con la adecuada cantidad de carbohidratos y lípidos según lo recomendado en las Normas Oficiales Mexicanas para la prevención, tratamiento y control de la diabetes e hipertensión arterial.

## 10. METODOLOGÍA

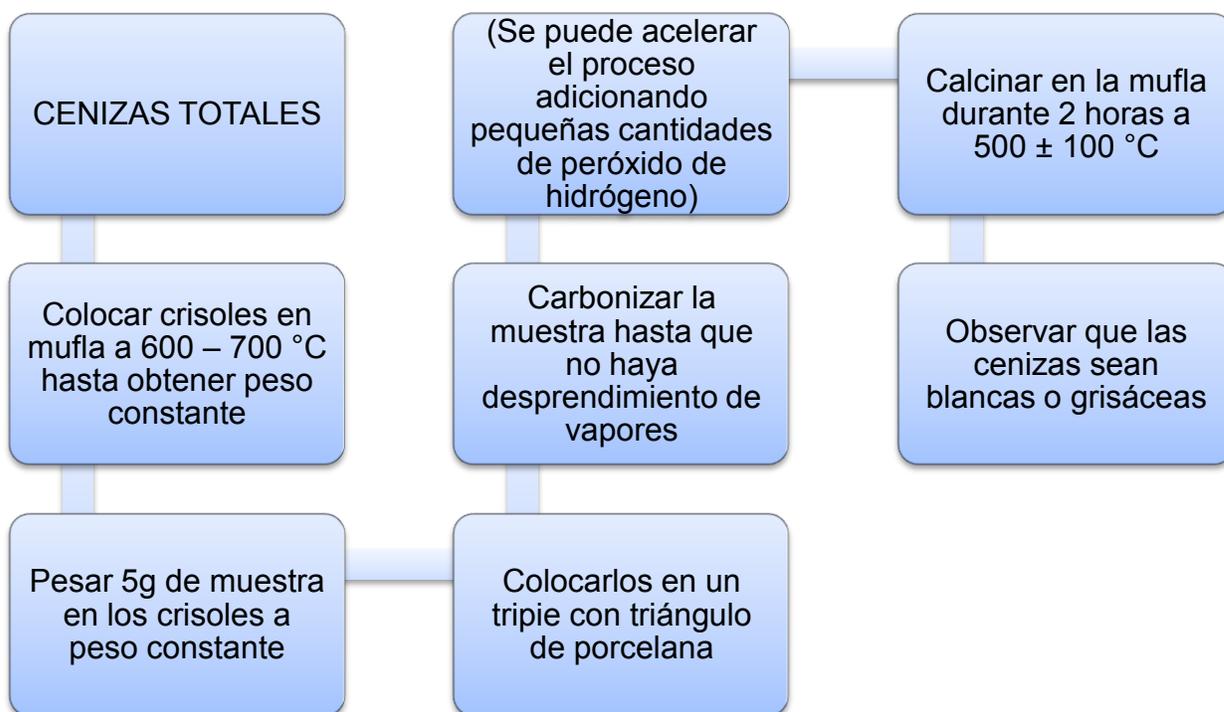
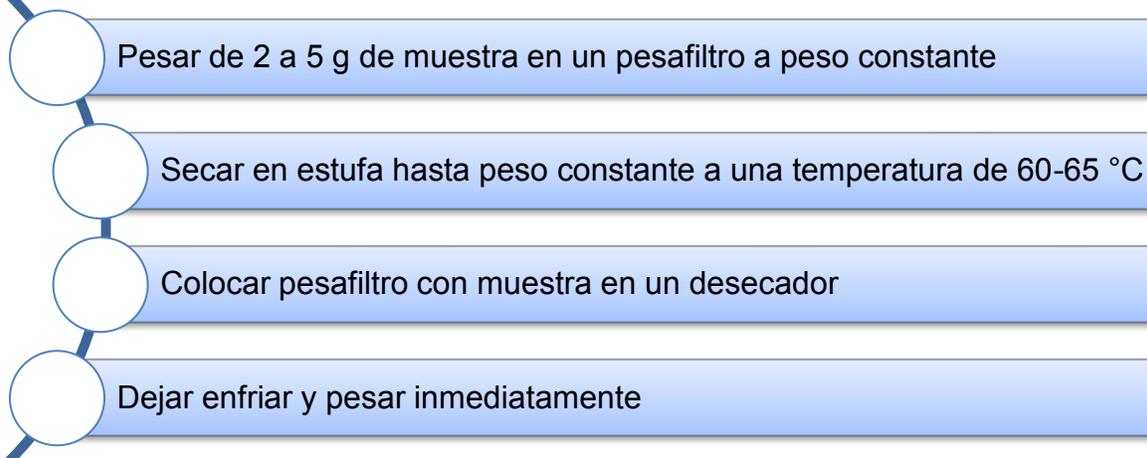
### 10.1. METODOLOGÍA GENERAL





## 10.2. METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

### HUMEDAD



## PROTEINAS TOTALES Método Micro-Kjeldahl

### Digestión

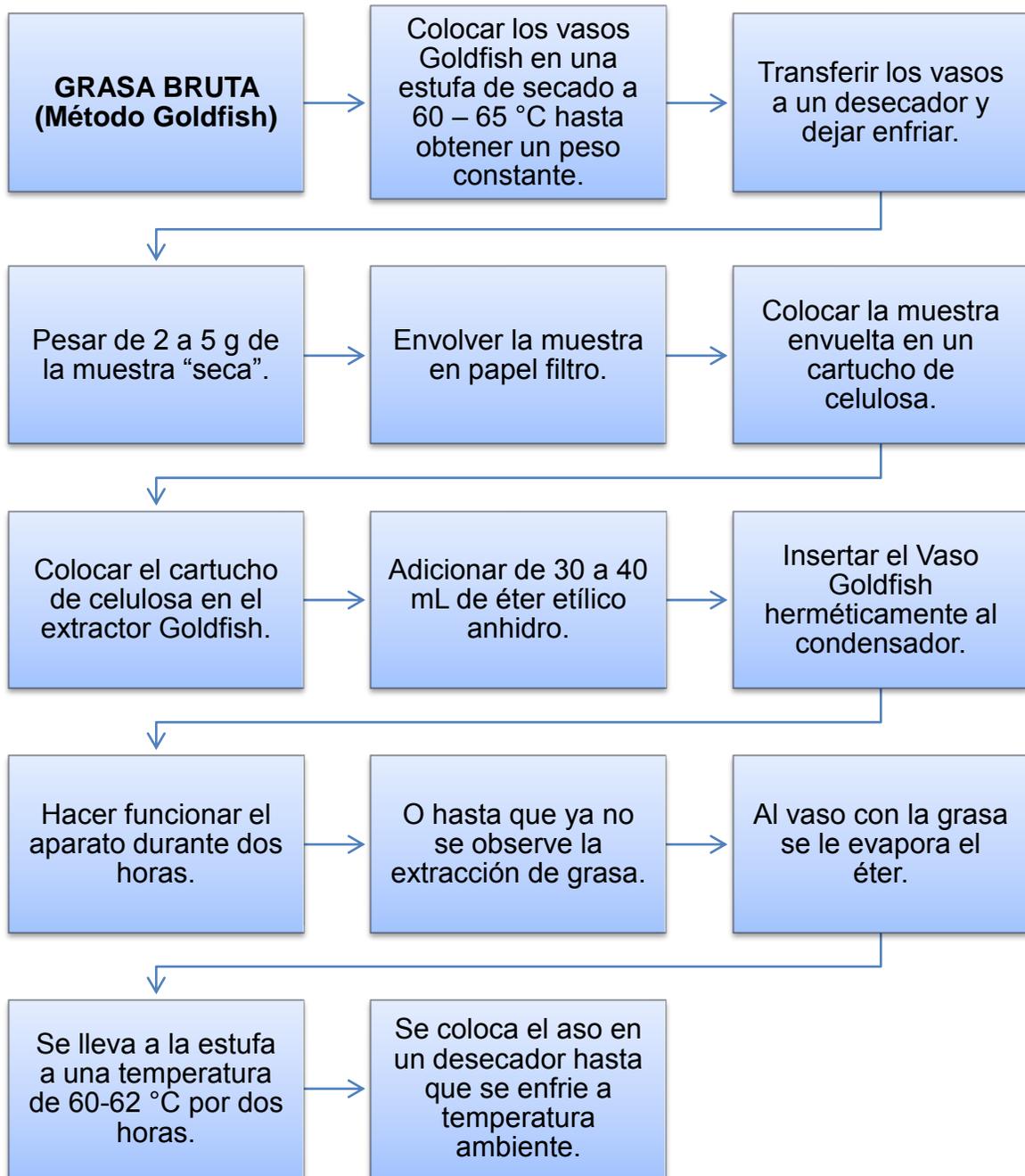
- Pesar de 20 a 40 mg de muestra.
- Colocar la muestra en un matraz micro-kjeldahl de 30 mL.
- Añadir 3 mg de óxido de mercurio, 2 mL de mezcla digestiva y cuerpos de ebullición.
- Colocar el aparato en digestión.
- Calentar durante una hora o hasta que el líquido del matras se encuentre transparente
- Enfriar el matraz.
- Adicionar 10 mL de agua destilada.
- Cambiar el contenido al matraz de destilación.
- Enjuagar con 1 a 2 mL de agua destilada (no más de 25 mL).

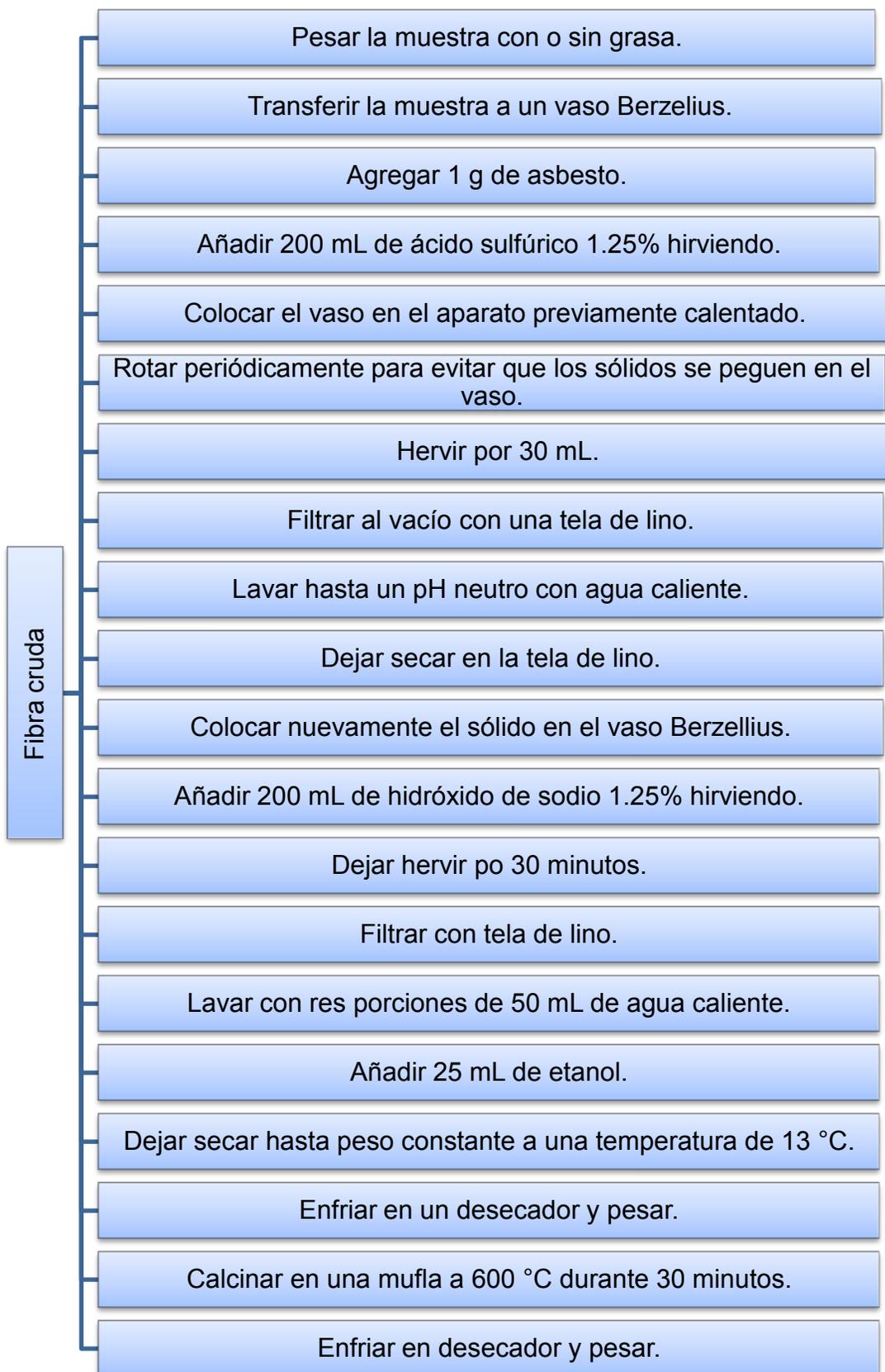
### Destilación

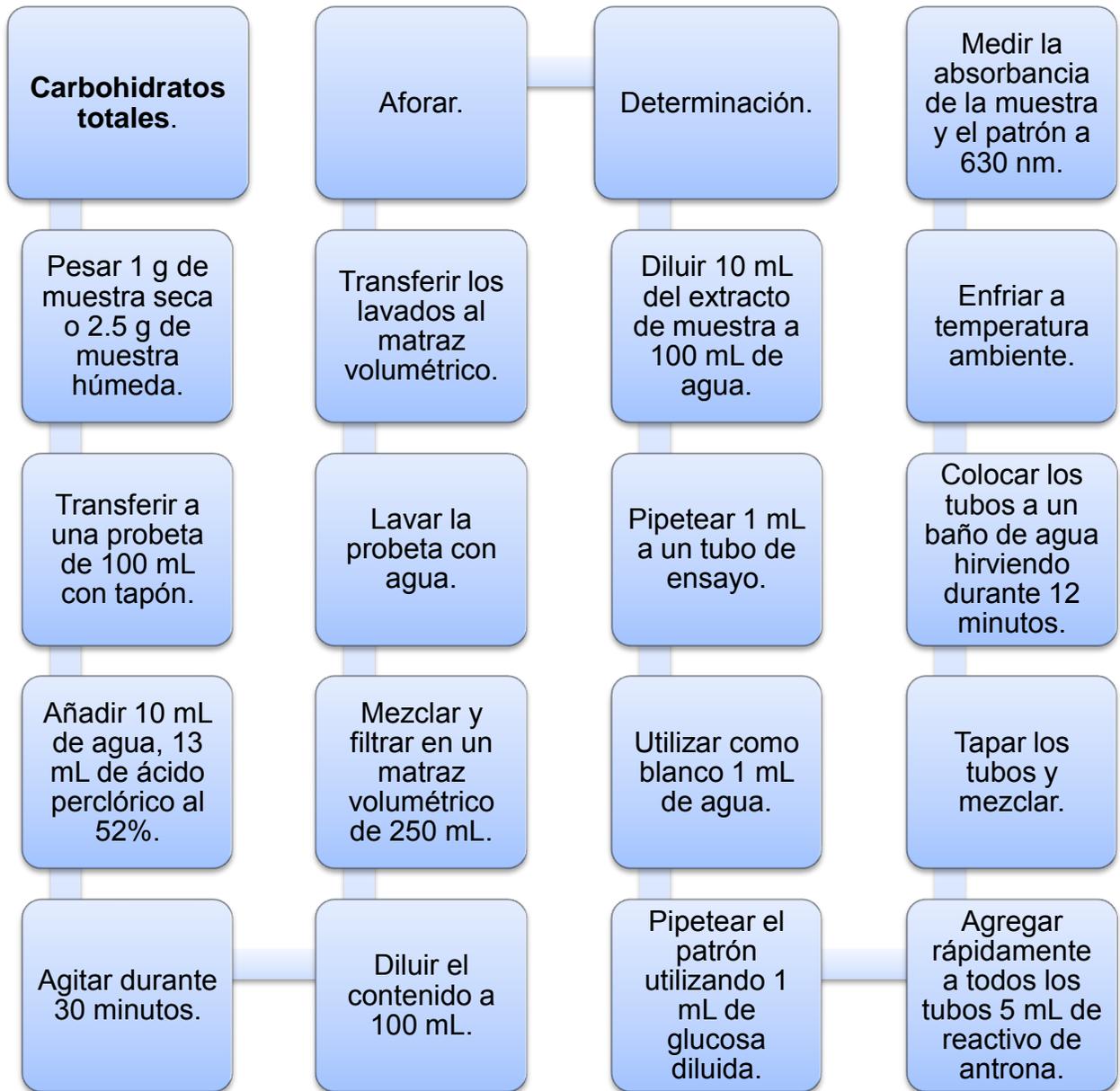
- Añadir 5 mL de NaOH al 60% de forma lenta pero continua (Para lograr el desprendimiento de amoníaco)
- El amoníaco desprendido se recibe en un vaso de precipitados de 100 mL
- El vaso de 100 mL debe de contener 50 mL de solución de ac. Bórico con indicadores
- Destilar un volumen de 80 a 100 mL aproximadamente
- Observar el vire de color café rojizo a verde esmeralda.

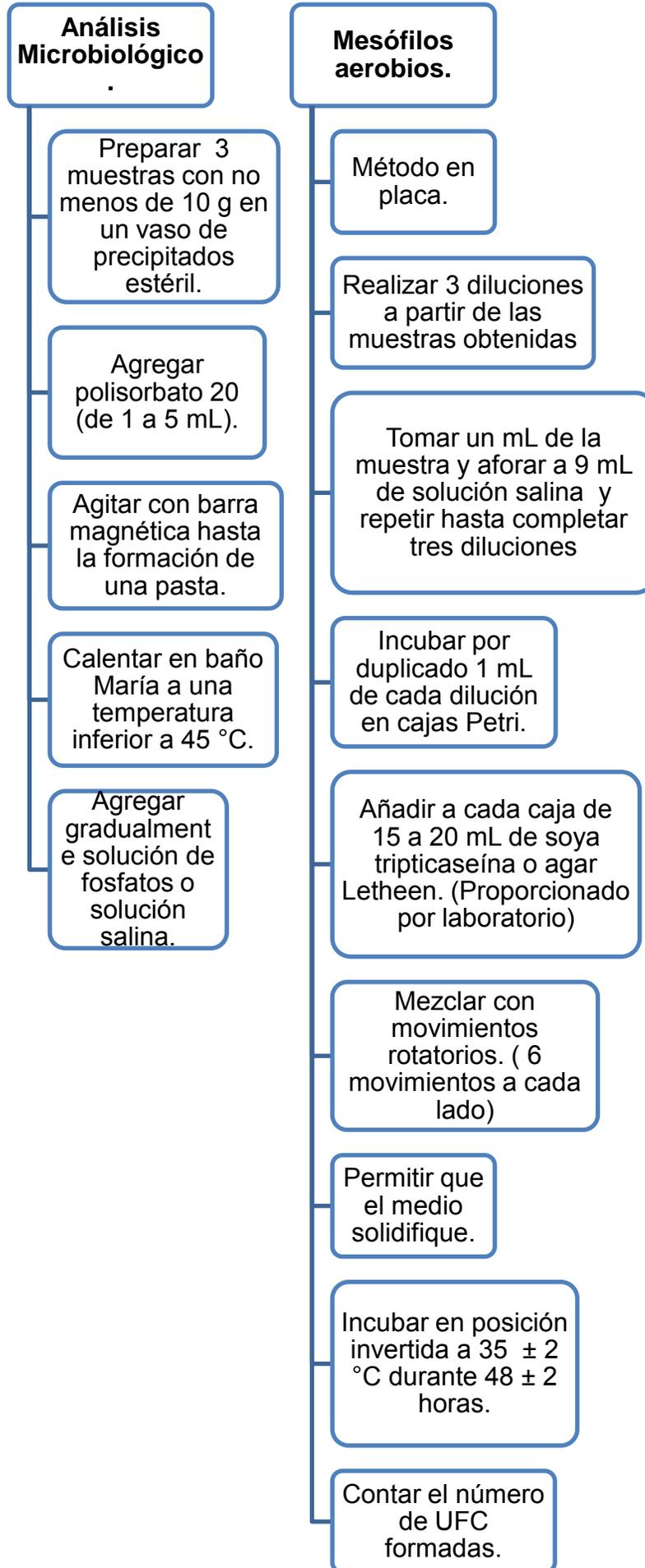
### Titulación

- Titular el líquido destilado con HCl 0.01 N









# 11.RESULTADOS

## 11.1. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO DEL PLÁTANO

### BLANQUEADO. (Rodaja 2mm)

Tabla 1.

Antes secado

	PESO DE CHAROLA (g)	PLATANO + CHAROLA (g)	(g)
1	0.742	4.0949	3.352
2	0.7329	4.1009	3.368
3	0.8043	4.1373	3.333
4	0.8108	4.1711	3.3603
5	0.7013	4.1313	3.43
6	0.8162	4.1265	3.31
7	0.8062	4.1434	3.337
8	0.7721	4.2305	3.458
9	0.7955	4.1682	3.372
10	0.6998	4.0764	3.376
11	0.6883	3.8363	3.148
12	0.7004	3.9492	3.248
13	0.7657	3.9072	3.141
14	0.844	3.8416	2.997
15	0.7842	3.8034	3.019

PROMEDIO 3.28363333

DESVET 0.142404081

C.V. 4.336783888

Tabla 2.

Cálculos después del secado y blanqueado

Número de charola	Muestra a los 12 minutos	Peso final	Peso seco PS = PI - PF	Porcentaje de peso seco %PS = (PS/PI)100		
1	3.8574	3.1154	0.2375	7.083420323	Prom	6.81756241
2	3.8746	3.1417	0.2263	6.71912114	Desv Est	0.23280834
5	3.9032	3.2019	0.2281	6.650145773	C.V.	3.41483251

Número de charola	Muestra a los 24 minutos	Peso final	Peso seco PS = PI - PF	Porcentaje de peso seco %PS = (PS/PI)100		
3	3.7984	2.9941	0.3389	10.1680168	Prom	9.62540993
6	3.8151	2.9989	0.3114	9.407002386	Desv Est	0.4728791
7	3.833	3.0268	0.3104	9.301210596	C.V.	4.91282034

Número de charola	Muestra a los 36 minutos	Peso final	Peso seco PS = PI - PF	Porcentaje de peso seco %PS = (PS/PI)100		
4	3.5597	2.7489	0.6114	18.19480404	Prom	18.0722146
9	3.5905	2.795	0.5777	17.12870994	Desv Est	0.88857497
8	3.5771	2.805	0.6534	18.89312977	C.V.	4.91680177

Número de charola	Muestra a los 48 minutos	Peso final	Peso seco PS = PI - PF	Porcentaje de peso seco %PS = (PS/PI)100		
10	3.304	2.6042	0.7724	22.87508144	Prom	22.5327842
11	3.1658	2.4775	0.6705	21.29923761	Desv Est	1.10298003
12	3.1882	2.4878	0.761	23.42403349	C.V.	4.89500108

Número de charola	Muestra a los 60 minutos	Peso final	Peso seco PS = PI - PF	Porcentaje de peso seco %PS = (PS/PI)100		
13	3.0011	2.2354	0.9061	28.84290944	Prom	29.3262739
14	2.9213	2.0773	0.9203	30.70122765	Desv Est	1.20811223
15	2.9449	2.1607	0.8585	28.43468468	C.V.	4.11955586

Promedio final= 17.274849

Desv Est final= 0.41626943

C.V. Final= 2.40968488

Donde:  
PS: Peso seco  
PF: Peso final  
PI: Peso inicial

Tabla 3.

Cálculo de Cinética

Tiempo (min)	Porcentaje (%)	Logaritmo natural de la concentración lnC	(C)^1/2
12	6.81756241	1.91950199	3.40878121
24	9.62540993	2.264406469	4.81270496
36	18.0722146	2.894375653	9.03610729
48	22.5327842	3.114971323	11.2663921
60	29.3262739	3.378483835	14.663137
Cálculos			
r	0.9913816	0.983506605	0.9913816
r^2	0.98283749	0.967285242	0.98283749
m	0.46327058	0.035136477	0.23163529
b	0.36387529	1.494219563	0.18193764

Gráfica 1 Secado del plátano

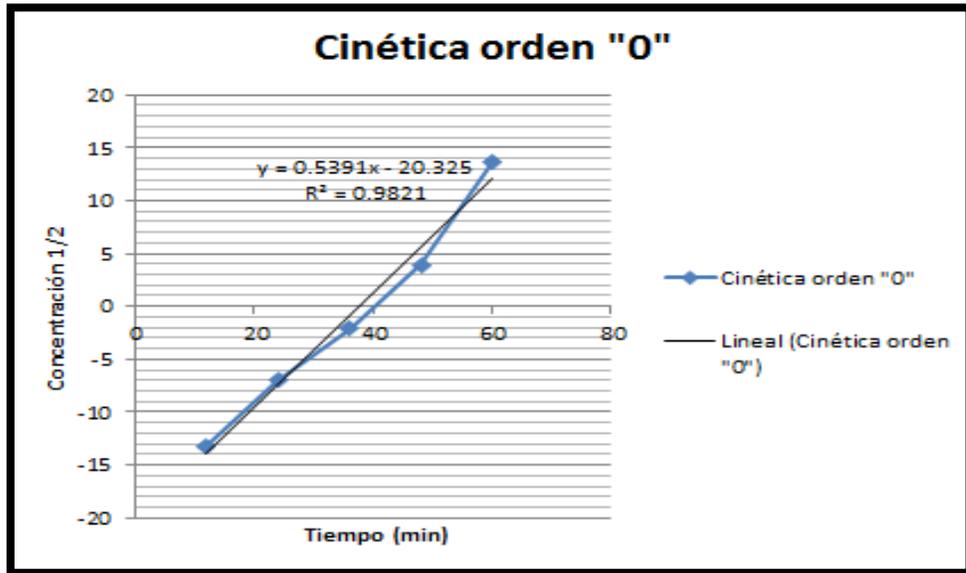


Imagen 1. Secador de túnel utilizado



Imagen 2. Cortador



Imagen 3. Proceso de blanqueado



Imagen 4 Antes del secado



Imagen 5 después del secado



## 11.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MOLE

Tabla 4. Ingredientes elegidos y contenido energético de cada uno

INGREDIENTES	CONTENIDO X LOTE (Kg)	CARBOHIDRATOS (g)	PROTEINAS (g)	LIPIDOS (g)
Chiles poblanos	0.150	941.750	169.000	122.500
Cereales	6.500	1890.000	1347.500	2515.000
Especias	0.251	126.570	3.774	22.723
Condimentos	0.250	191.724	33.650	2.262
Pan	0.500	369.000	42.000	32.500
Edulcorante	0.500	0	0	0
Plátano	0.500	192.500	7.500	8.250
Arándano	0.250	117.000	5.000	2.500

Imagen 6 Tostadora  
(Tostado de ingredientes)



Imagen 7 Obtención de ingredientes tostados



Imagen 8. Enfriamiento de los ingredientes



Imagen 9.  
Martajado de Chile



Imagen 10. Mezclado de los ingredientes



Imagen 11. Mezclado de ingredientes



Imagen 12. Empastado del molido



### 11.3. RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

DETERMINACIÓN DE LÍPIDOS (MÉTODO DE GOLDFISH).

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso de grasa extraída}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

Tabla 5. Resultados de la Determinación del porcentaje de Lípidos

Peso de muestra (g)	Peso de gasa extraída (g)	% de Grasa (g)
3.4903	0.7835	22.4507
4.3581	0.9429	21.6368
3.6842	0.8083	21.9418

PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS TOTALES.

$$\% \text{ Glucosa} = \frac{(\text{Absorbancia de la muestra})(25)}{(\text{Absorbancia del patrón diluido})(\text{Peso de la muestra})} \times 100$$

**Absorbancia patrón:** 0.5419

Tabla 6. Resultados de la determinación del porcentaje de Glucosa

Peso de la muestra (g)	Absorbancia muestra (g)	% Glucosa
2.3956	1.6424	31.6307
2.5345	1.6744	30.4794
2.4223	1.6305	31.055

DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{Peso del crisol con cenizas} - \text{Peso del crisol constante})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Tabla 7. Resultados de la determinación del porcentaje de Cenizas Totales

Peso de la muestra (g)	Crisol con cenizas (g)	Crisol constante (g)	% cenizas
3.1847	30.73283572	30.5934	4.3783
2.7486	24.98035999	24.8591	4.4117
3.7194	16.86274673	16.6937	4.545

#### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN ESTUFA DE SECADO

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Recipiente con muestra} - \text{Recipiente con muestra seca}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Tabla 8. Resultados de determinación del porcentaje de Humedad

Peso de la muestra (g)	Crisol con muestra (g)	Crisol muestra seca (g)	% Humedad
2.7589	18.4358	18.1397	10.7345
3.8639	29.4236	28.9985	11.0039
4.7398	34.7425	34.2288	10.8392

#### DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE FIBRA CRUDA.

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Crisol con muestra seca} - \text{Crisol con muestra calcinada}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Tabla 9. Resultados de la determinación del porcentaje de Fibra

Peso de la muestra (g)	Crisol con muestra (g)	Crisol muestra calcinada (g)	% Fibra
3.6792	40.3434	39.8156	14.3462
4.3172	34.7467	34.1071	14.8171
2.3675	39.607	39.2618	14.5815

## DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS TOTALES (MÉTODO MICRO-KJELDAHL)

$$\%N = \frac{(\text{mL gastados muestra} - \text{mL gastados blanco})(\text{meq. N})(\text{Conc. de HCl})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Tabla 10. Factores para el cálculo de Porcentaje de Proteína

%Proteína =	(% N)(Factor)
Factor =	6.25
Concentración HCl	0.1 N
meq de N =	0.014

Tabla 11. Resultados de determinación del porcentaje de Proteína

Peso de la muestra (g)	mL muestra	mL blanco	%N	%P
0.0326926	11.3	10.3	4.312032	26.9502
0.0248319	12.3	11.6	4.341648	27.1353
0.0283848	10	9.2	4.37128	27.3205

## CÁLCULOS DE CARBOHIDRATOS ASIMILABLES

CHO's asimilables =	100 - (% Lípidos + %Humedad + %Proteínas + %Fibra cruda)
CHO's asimilables =	100 - (22.0097 + 10.8592 + 27.1353 + 14.5816)
CHO's asimilables =	<b>25.4142%</b>

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Tabla 12. Resultados Microbiológicos

Especificaciones	Resultado Min.	Resultado Max.
Hongos	Negativo	3x10 <sup>6</sup> UFC
Levaduras	Negativo	3000 UFC
Coliformes totales	Negativo	1000 UFC
Escherichia coli	Negativo	Negativo
Salmonella	Negativo	Negativo
Termofílos anaerobios	Negativo	Negativo
Esporas de termofílicos anaerobios	Negativo	Negativo
Staphylococcus aerus en 1 g (coagulasa positiva)	Negativo	Negativo

Tabla 13. Resultados generales

Determinación	% Lípidos	% Carbohidratos	% Cenizas	% Humedad	% Proteínas	% Fibra cruda
Muestra 1	22.4507	31.6307	4.3783	10.7345	26.9502	14.3462
Muestra 2	21.6368	30.4794	4.4117	11.0039	27.1353	14.8171
Muestra 3	21.9418	31.055	4.545	10.8392	27.3205	14.5815
Promedio	22.0098	31.0550	4.4450	10.8592	27.1353	14.5816
Desv. Std.	0.4112	0.5757	0.0882	0.1358	0.1852	0.2355
C.V.	1.8682	1.8536	1.9842	1.2506	0.6823	1.6147

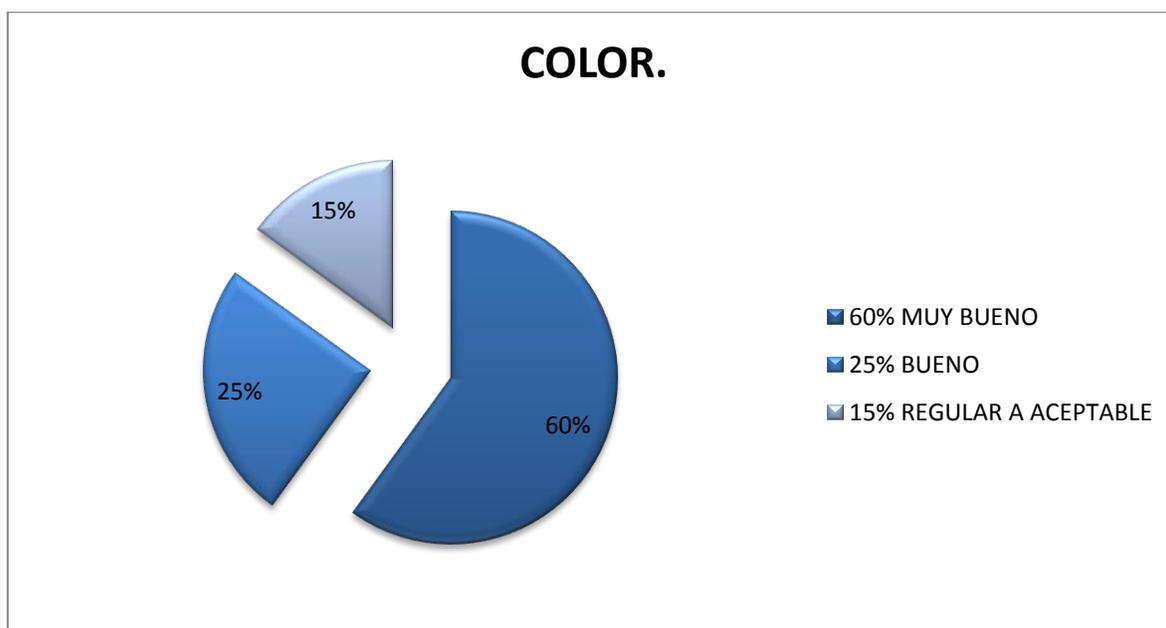
Tabla 14. Comparación de algunas marcas comerciales Vs “Mole poblano innovador”

	DOÑA MARÍA	GREAT VALUE	EL MERO MOLE	LA COSTEÑA	COCINA MESTIZA	SORIANA	MOLE INNOVADOR
% Humedad	0.6	2.5	3.2	1.6	3.7	2.8	<b><u>10.73</u></b>
% Grasa	48.7	30	27	29.2	31.3	27.6	<b><u>22</u></b>
% Proteínas	17	10.5	10.1	10.5	13.1	11	<b><u>27.13</u></b>
% Carbohidratos	27.7	52.4	55.4	52.4	48.1	54.6	<b><u>31.05</u></b>
% Carbohidratos asimilables							<b><u>25.4142</u></b>

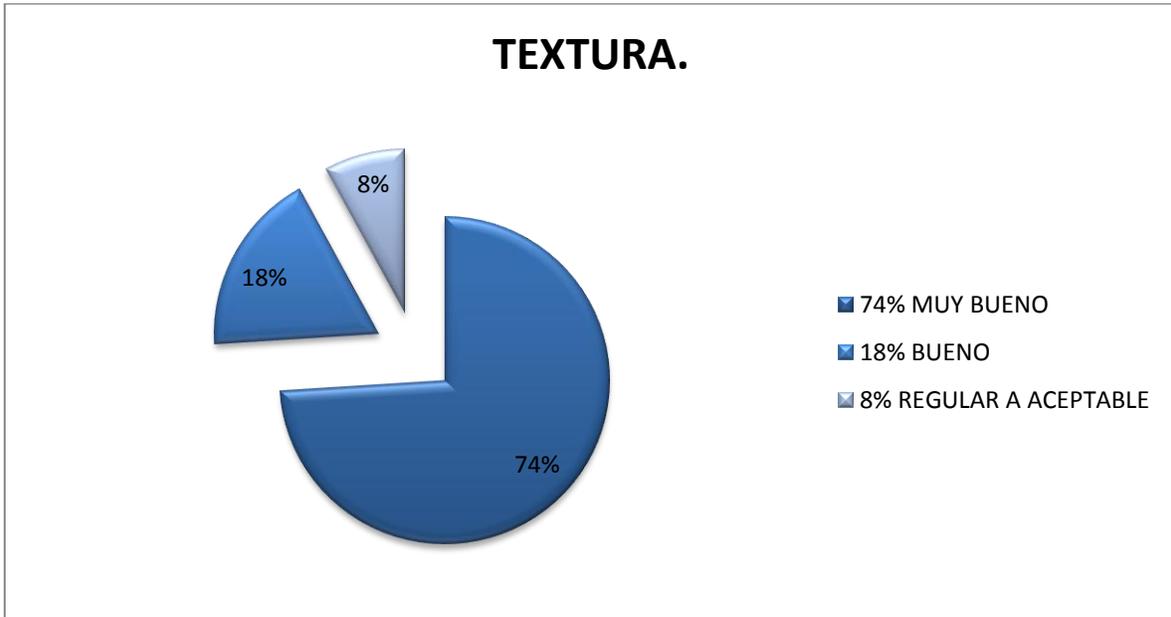
#### 11.4. PRUEBAS SENSORIALES DEL MOLE INNOVADOR

Se llevó a cabo la degustación del “Mole poblano Innovador” por 150 personas y a continuación se muestran los resultados:

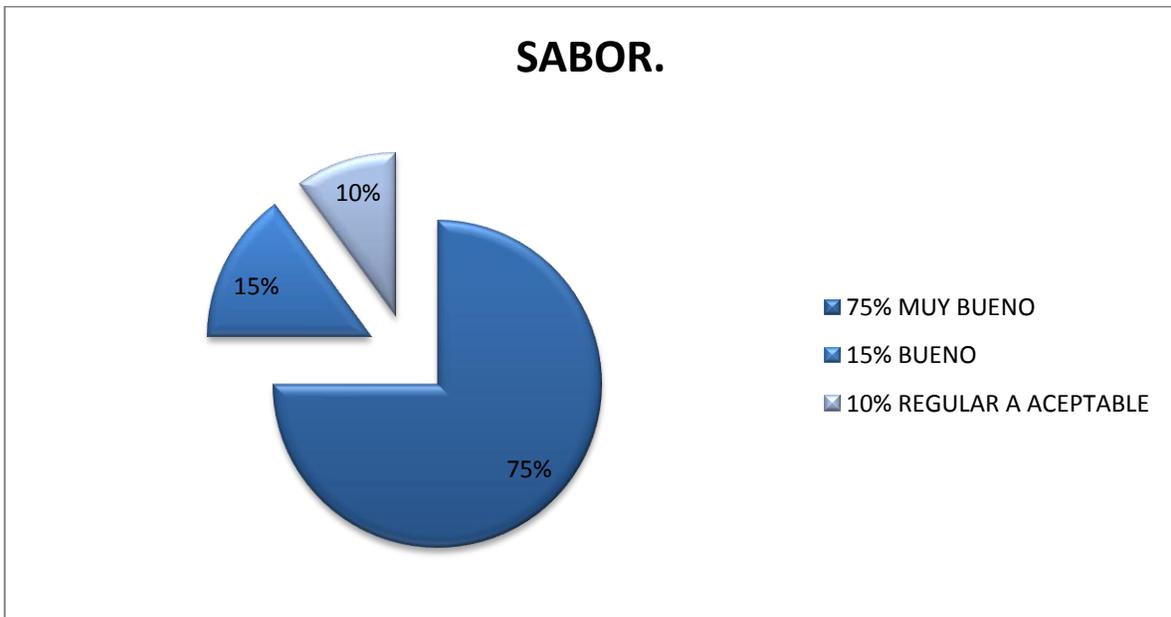
Gráfica 2. Resultados de prueba de color



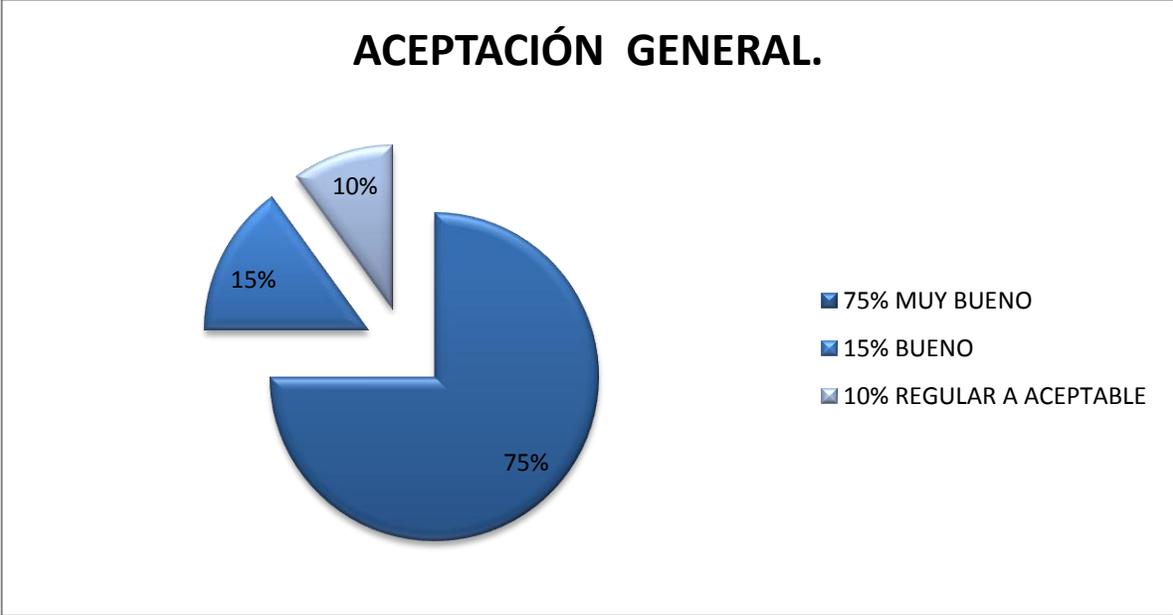
Gráfica 3. Resultados de textura



Gráfica 4. Resultados del sabor



Gráfica 5.Resultado de la aceptación en general del producto



## 12. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se planteó elaborar un nuevo “Mole poblano innovador” para ser consumido por personas que padecen diabetes, hipertensión arterial y obesidad.

Por lo que al iniciar el proceso se decidió realizar el secado del plátano dado que, es el ingrediente que más carbohidratos aporta al mole, de los ingredientes elegidos, como se muestra en la Tabla 4 del contenido energético de cada ingrediente utilizado, además es el ,única materia prima no sometida a un proceso de secado. Previo al proceso de secado se realizó una deshidratación osmótica ya que tiene la ventaja de extender la vida útil del alimento, además produce un daño mínimo en la estructura del alimento deshidratado, conservando el color, sabor, aroma y textura del mismo. Además por medio de la hidrólisis con ácido ascórbico los carbohidratos complejos son reducidos a carbohidratos más simples, los cuales son fácilmente metabolizados.

Como se observa en la Tabla 2, el porcentaje de peso seco se incrementa directamente proporcional al tiempo de exposición de secado. Lo que se ve reflejado en la Gráfica 1 Secado del plátano, en la que se obtuvo una cinética de orden cero, que demuestra que la velocidad de secado es independiente de la concentración de la muestra.

Elaboración del Mole:

Para elaborar el mole, primero se seleccionaron los ingredientes o materia prima mostrados en la tabla 4. Todo el proceso se observa en las imágenes 6-12. Hasta este punto se logró obtener el producto en la presentación de polvo, sin embargo se decidió también realizar la presentación en pasta, por lo que se obtuvo un producto con dos distintas presentaciones (polvo y pasta).

Una vez que se obtuvo el producto se procedió a realizar los análisis bromatológicos para demostrar si se había logrado obtener un producto reducido en carbohidratos y grasas comparado con distintos moles actualmente comercializados de distintas marcas.

Las pruebas bromatológicas que se realizaron fueron las siguientes: Carbohidratos totales, carbohidratos asimilables, porcentaje de proteínas totales, porcentaje de grasas totales, porcentaje de cenizas, porcentaje de humedad y porcentaje de fibra cruda.

## Carbohidratos totales:

La determinación de carbohidratos totales se efectuó como se indicó en la metodología previamente descrita, obteniendo como resultados los observados en la tabla 6, para finalmente conseguir un porcentaje de carbohidratos totales del 31.05% reflejado en la tabla 13 general de resultados. Realizando el análisis entre el porcentaje final obtenido del total de carbohidratos del “Mole poblano innovador” contra las marcas comerciales se percibe que el “Mole poblano innovador” contiene una menor cantidad de carbohidratos, con excepción del Mole Doña María el cual solo contiene un porcentaje de carbohidratos de 27.7%, sin embargo, el contenido del porcentaje total de grasa de este mole es mucho mayor que el del “Mole poblano Innovador”, este resultado se analizará un más adelante.

## Carbohidratos asimilables

Tomando en consideración que los carbohidratos asimilables son aquellos que aprovecha directamente el organismo, al realizar el cálculo de carbohidratos asimilables, se obtuvo un porcentaje de 25.41% lo que refleja que del porcentaje total de Carbohidratos obtenidos previamente que fue de 31.05% el 25.41% de estos será asimilados por el organismo y el resto será eliminado. Lo que representa una ventaja para las personas con padecimientos como la diabetes. El porcentaje de esta determinación no es comparable con ninguna otra marca comercial ya que ningún otro producto refleja el porcentaje de carbohidratos asimilables de su producto.

## Porcentaje de cenizas totales

Este método sirve para determinar la calidad de un alimento, ya que brinda información sobre la naturaleza de la muestra, dado que esta determinación representa el material inorgánico contenido en el alimento. El porcentaje de cenizas totales se realizó también por triplicado calcinado la muestra a una temperatura aproximada de 550-600°C hasta que las cenizas mostraron un color blanco o grisáceo. Al realizar el cálculo del porcentaje de cenizas se obtuvo un promedio de 4.445%, el porcentaje obtenido al igual que el porcentaje de carbohidratos asimilables no tiene modo de compararse con ninguna otra marca comercial, dado que ningún producto lo expresa, porque la norma de etiquetado no lo solicita. (NOM-030-SCFI-2006, información comercial-declaración de cantidad en la etiqueta-especificaciones).

Lo que hace dudar acerca de la calidad de los ingredientes con los que son fabricados los distintos moles comerciales.

## Porcentaje de humedad

Tomando en cuenta que todos los alimentos contienen en mayor o menor proporción agua, el conocer cuál es el contenido de la misma en el producto otorga como ventajas controlar las materias primas, prolongar su conservación,

mantener su textura y consistencia. Esta determinación se realizó por triplicado y los resultados aparecen en la Tabla 8, como promedio se obtuvo un porcentaje de humedad del 10.859%, este porcentaje al ser comparado con diferentes marcas comerciales como; “La Costeña” y “Doña María” los cuales tiene un porcentaje de humedad de 1.6% y 0.6% respectivamente, llevaría a la conclusión de que el “Mole innovador” posee características que favorecen el crecimiento de microorganismos, sin embargo y dado los resultados de la prueba microbiológica se demuestra que no es así, esto se analizara más adelante con detalle.

#### Lípidos totales

Para la determinación de la grasa bruta se utilizó el método de Goldfish, esta prueba refleja la cantidad total de grasas animales y vegetales contenido en un producto. Al igual que las determinaciones anteriores esta también se realizó por triplicado, los resultados de esta determinación se observan en la Tabla 5, como promedio se obtuvo un porcentaje total de 22.0098%, que al ser comparado con las distintas marcas comerciales como: “Mole Doña María” y “Great value”, los cuales tiene un porcentaje total de 48.7% y 30% respectivamente, lo que refleja que el “Mole poblano innovador” contiene un menor contenido de grasa. Como ya se menciono anteriormente el porcentaje de Carbohidratos totales” es mayor en el “Mole poblano innovador” contiene que en el “Mole Doña María”, sin embargo, el resultado de la cantidad de grasa total aunado con el porcentaje de Carbohidratos asimilables hace al “Mole poblano innovador” una mejor opción de consumo.

#### Fibra cruda

La fibra cruda se compone de glúcidos poco o nada digeribles, a pesar que no tiene ningún interés nutritivo, su función se realiza sobre la motricidad intestinal, favoreciendo el peristaltismo intestinal. La prueba se realizó por triplicado mediante digestiones, obteniendo los resultados plasmados en la tabla 10, el promedio de porcentaje de fibra cruda obtenido fue de 14.58%, este porcentaje obtenido no puede compararse con ningún otro mole comercial, sin embargo, el porcentaje obtenido en el “Mole poblano innovador” refleja que el producto es rico en fibra lo que contribuye a una buena digestión.

#### Proteínas totales

Como se mencionó anteriormente las proteínas son sustancias nutritivas que se absorben tras su degradación. La determinación de proteínas totales se realizó utilizando el método de Micro-kjendahl, el cual se realiza mediante digestión, destilación y valoración. Esta prueba también se realizó por triplicado observando los resultados obtenidos y los factores utilizados en las tablas respectivamente. El promedio de porcentaje total de proteínas fue de 27.13%, al ser comparado este valor con los diferentes moles presentes en el mercado como: “Doña María” y “La Costeña”, los cuales solo poseen un porcentaje de 17% y 10.5% respectivamente lo que refleja un alto contenido de proteínas comparado con otros, lo que representa un alto valor nutricional al propiciar la formación de los tejidos.

## Análisis microbiológico

Tiene como objetivo evaluar la calidad sanitaria de los productos alimenticios, en el caso del “Mole poblano innovador” se obtuvieron los resultados observados en la tabla 12, donde se observan resultados negativos para bacterias y hongos, demostrando así la higiene en la fabricación del producto y el cumplimiento con las especificaciones de norma para poder ser consumido.

## Pruebas sensoriales

Se desarrollo la degustación del “Mole poblano innovador”, consistió en dar a probar el producto a 150 personas sanas, ambos sexos, de entre 20 y 40 años de edad, calificándolo de acuerdo al color, textura, sabor y el aspecto general.

En lo referente al color se obtuvo la gráfica 2 en donde se observa que el 60% cataloga al “Mole poblano innovador” con muy buen color, el 25% con buen color y el 15% restante lo califica como regular o aceptable, por lo que el nuevo producto tiene un color característico de mole aceptado por la mayoría de la gente encuestada.

En cuanto a la textura, el 74% lo califica como muy bueno, el 18% lo califica como bueno y el 8% como regular o aceptable, como observa en la gráfica 3. Lo que indica que al preparar el “Mole poblano innovador”, este no presenta grumos o granulación obteniendo una salsa de consistencia del agrado de la población entrevistada.

El sabor por su parte obtuvo, un 75% de muy buen sabor, un 15% de buen sabor y un 10% de sabor aceptable o regular como se observa en la gráfica 4. Lo que además de las otras dos características hace al “Mole poblano innovador” un mole con un muy buen gusto, siendo favorecido por las modificaciones en los ingredientes seleccionados.

Con respecto al aspecto general del mole se obtuvo un 75% calificándolo con un muy buen aspecto, un 15% como de buen aspecto y un 10% como de aspecto aceptable o regular observándose en la gráfica. Por lo que el “Mole poblano innovador” en general es aprobado por la gente encuestada.

### 13. CONCLUSIONES

Se elaboró un mole innovador eligiendo ingredientes benéficos, de tal manera que este producto pudiera ser consumido por personas que padecen; diabetes, hipertensión arterial y obesidad, dado que en cada uno de estos padecimientos las dietas recomendadas siempre son de bajo contenido graso y azúcares refinados con una alta proporción de fibra, elaboró un producto que cubre la mayoría de estos requerimientos o que al menos pudiera ser consumido por estas personas con restricciones en su alimentación, y que no podrían consumir un mole comercial dado su alto contenido en grasa y pobre contenido en proteínas y fibra.

Este planteamiento surgió con base en diferentes datos epidemiológicos relacionados con cada uno de los padecimientos antes mencionados. Por ejemplo para el caso de Diabetes, la Federación Internacional de Diabetes en 2013 muestra que habían 382 millones de personas con esta enfermedad y que este número de personas se incrementara en más de 592 millones en menos de 25 años, en el caso de México la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2012 arrojó como resultados; que había 6,4 millones de adultos mexicanos con diabetes, la misma encuesta para el caso de Hipertensión arterial arrojó un resultado de 31,5% de adultos con HTA, además estos adultos padecen también diabetes y obesidad.

Adicionalmente tomando en consideración que el Mole es un platillo representativo de la cocina mexicana y actualmente es considerada como “Patrimonio Cultural de la Humanidad”, por lo que es un platillo típico, que en el caso de personas con padecimientos como los anteriores no se encuentra dentro de su dieta establecida, o bien no pueden consumir una porción normal de mole comercial.

Con base en todo lo anterior y a los resultados alcanzados, se obtuvo un “Mole poblano innovador” que cumple con los requisitos establecidos por la Norma NMX-F-422-1982. Productos alimenticios para uso humano. Alimenticios regionales. Mole y sus variedades. Que además se encuentra dentro de lo establecido por la norma NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de diabetes mellitus, que establece que la dieta de un paciente diabético debe ser variada con suficiente consumo de verduras y frutas, hidratos de carbono complejos, fibra y con restricciones en el consumo de grasa.

¿Por qué decimos que se logró obtener un “Mole poblano Innovador” ideal para ser consumido por personas que padecen de Diabetes, HTA y obesidad? Porque se obtuvo un “Mole poblano innovador” utilizando como ingrediente plátano con un previo proceso de deshidratación osmótica (blanqueado) y secado, el cual ayuda a conservar el producto y disminuir su contenido de carbohidratos, además se utilizaron ingredientes con alto contenido de omega 3 tales como: ajonjolí, almendra y cacahuate, que favorecen el metabolismo de las grasas. Adicionalmente se obtuvo un producto con bajo contenido en carbohidratos que va de acuerdo a la ingesta recomendada que es de 45-65% de calorías de carbohidratos.

En lo referente a fibra se obtuvo un producto con un alto contenido en fibra lo que favorece el peristaltismo intestinal (digestión), un alto contenido de proteínas que favorece a su vez la formación de tejidos y se convierte en una fuente secundaria de energía para el organismo.

En conclusión se obtuvo un “Mole poblano innovador” enriquecido con proteína y fibra, con un bajo contenido de grasa y carbohidratos, muy bien aceptado por la población sin modificar sus características organolépticas, que puede ser consumido por personas que padecen Diabetes, HTA y obesidad, sin afectar las dietas restrictivas de estas personas.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Federación Internacional de Diabetes. Atlas de la Diabetes de la FID. [Atlas PDF]. 6ª ed. De Visu Digital Document Desing; 2013 [Cited 2015 Mar 25]. Disponible en: <http://www.idf.org/diabetesatlas>
2. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. Diario Oficial de la Federación, (23-Nov-2010).
3. Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre Diabetes tipo 1. Guía de Práctica Clínica sobre Diabetes tipo 1: Basauri; Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco c/ Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz. 2012
4. Lima M, Villalobos M, Aguirre M, Uzcátegui L, Paoli M: Manejo de la diabetes gestacional; protocolo del servicio de endocrinología del instituto autónomo hospital Universitario de Los Andes. [Revista on-line] 2012; [citado 09 Feb 2016]; 10. Disponible en [http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/36257?mode=full&submit\\_simpl e=Mostrar+el+registro+completo+del+art%C3%ADculo](http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/36257?mode=full&submit_simpl e=Mostrar+el+registro+completo+del+art%C3%ADculo)
5. Mendiavalla J: Complicaciones de la diabetes. Diagnóstico y tratamiento. [Revista on-line] 2001; [citado 09 Feb 2016]; 27 (132-145). Disponible en <http://www.elsevier.es>
6. Hernández M, Gutierrez J, Reynoso N: Diabetes: la urgencia de reforzar la respuesta en políticas públicas para su prevención y control. [Revista on-line] 2013, [citado 24 Ene 2014]; 55. Disponible en [http://ensanut.insp.mx/analisis\\_publicados.php#.VsaHWfnhCHu](http://ensanut.insp.mx/analisis_publicados.php#.VsaHWfnhCHu)
7. Luria D: Transición epidemiológica. [Revista on-line] 2015, [citado 09 Feb 2016], 32. Disponible en <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx>
8. Norma Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-1999, Para la prevención, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. Diario Oficial de la Federación, (26-Sep-1994).
9. Instituto del corazón de Texas [homepage on the internet]. Texas: Instituto del Corazón de Texas; c 2015 [actualizada Oct 2015; consultado 9 Feb 2016]. Disponible en [http://www.texasheart.org/HIC/Topics\\_Esp/Cond/hbp\\_span.cfm](http://www.texasheart.org/HIC/Topics_Esp/Cond/hbp_span.cfm)
10. Órgano informativo del departamento de Medicina Familiar. Atención Familiar [homepage en Internet]: México, [consultado 25 Ene 2016]. Disponible en <http://www.facmed.unam.mx/deptos/familiar/atfm106/revisionclinica.html>
11. Ingaramo R, Alfie J, et. al. , Ameriso S, et.al., Gómez H. et. al., Rodríguez Pablo, et.al. Guías de la sociedad argentina de hipertensos para el diagnóstico, estudio, tratamiento y seguimiento de hipertensión arterial: Argentina; Sociedad argentina de Hipertensión Arterial; 2011
12. Organización Mundial de la Salud: Información general sobre la Hipertensión en el mundo. Una enfermedad que mata en silencio, una crisis de salud pública mundial [Día Mundial de la Salud 2013]. Suiza: Organización Mundial de la Salud. 2013.

13. Campos I, Hernández L, Rojas R, Pedroza A, Medina C, Barquera S: Hipertensión arterial: prevalencia, diagnóstico oportuno, control y tendencias en adultos mexicanos [Revista on-line] 2013, [citado 24 Ene 2014]; 55. Disponible en [http://ensanut.insp.mx/analisis\\_publicados.php#.VsaHWfnhCHu](http://ensanut.insp.mx/analisis_publicados.php#.VsaHWfnhCHu)
14. Organización Mundial de la Salud [homepage on the internet]. Suiza:OMS; c 2015 [actualizada Ene 2015; consultado 9 Feb 2016]. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
15. Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998, Para el manejo integral de la Obesidad. Diario Oficial de la Federación, (7-Dic-1998).
16. Instituto del Corazón de Texas [homepage on the internet]. Texas: Instituto; c2015 [actualizada Oct 2015; consultada 9 Feb 2016]. [Aprox. 2 pantallas]. Disponible en [www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/obesity.html](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/obesity.html)
17. NICHD- The Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Official Page [homepage on the Internet], EEUU: National Institutes of Health; [consultado 25 Ene 2016]. Disponible en <http://m.nichd.nih.gov/Pages/index.aspx>
18. Barquera S, Campos I, Hernández L, Rojas R, Pedroza A, Medina C,: Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos, [Revista on-line] 2013, [citado 24 Ene 2014]; 55. Disponible en [http://ensanut.insp.mx/analisis\\_publicados.php#.VsaHWfnhCHu](http://ensanut.insp.mx/analisis_publicados.php#.VsaHWfnhCHu)
19. Forbes México [homepage on the Internet]. Forbes Staff; c2016 [actualizada 13 Feb 2015; consultada 10 Feb 2016]. Disponible en <http://www.forbes.com.mx/obesidad-un-problema-de-5500-mdd-para-mexico/>
20. Intermediate Technology Development Group. Técnicas de Secado: Lima: ITDG. 1998
21. Aguilar J. Métodos de conservación de alimentos. Estado de México. Ed. Tercer Milenio; 2012.
22. UNESCO. Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción Paraguay. Ed. Fundación Celestina Pérez de Almada. 2005.
23. Della P. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Tesis de Mtra en Tec. De los Alimentos. Univ Tec. Nacional de Buenos Aires. Fac. Reg. 2010.
24. Universidad de Oviedo [homepage on the Internet]. Escuela de Minas; c 2013 [actualizada 25 Ago 2013; consultado 18 Ene 2016]. Disponible en <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion6.SECADO>.
25. The Apache Software Foundation [homepage on the Internet]. Apache org; c 1999-2016 [consultada 15 Ene 2016]. Disponible en <http://caterina.udlap.mx/udla/tales/documentos/lim/davilana/jr/capitulo4.pdf>
26. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Patrimonio Cultural y Turismo: El mole en la ruta de los dioses. 12ª. México: CONACULTA; 2004.
27. Norma Mexicana NMX-F-422-1982. Productos alimenticios para uso humano. Alimentos regionales. Mole y sus variedades. Diario Oficial de la Federación. (1982).

28. Corvera V, Aguilar L., Cruz M. Manual de análisis bromatológico. Carrera Química Farmacéutico Biológica. Ed. UNAM Fes Zaragoza.
29. Minea V. Drying heat pumps- Part II. Agro- food, biological and wood products. International Journal of Refrigeration. 2013, 36: 659-673.
30. Daniel R. Cinética del secado convectivo del camarón dulceacuícola (*Macrobrachium jelskii*) a dos temperaturas y dos velocidades de aire. Revista Venezolana de Ciencias y Tecnología de Alimentos. 2011. Vol. 2 No. 1
31. C. Pérez-Alonso et al. Interrelación entre las características estructurales y las propiedades de rehidratación de salsa de chile manzano obtenidas mediante secado por aspersion. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 2009. Vol. 8, No. 2
32. Centers for Disease Control and Prevention. La diabetes y el embarazo. La diabetes gestacional. EEUU. CDC National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities.[Citado 15 Ene 2016]. Disponible en <http://www.cdc.gov/ncbddd/bd/diabetespregnancy.htm>
33. Hernández R., Fernández C., Baptista P., Casa M. Metodología de la Investigación. Ed. McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. Edo. De México.1991.