

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
LICENCIATURA EN NUTRICIÓN



**SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE NUEZ PECANERA [*Carya illinoensis*
(Wangenh) K.Koch] Y EL EFECTO DEL CONSUMO DE SU ACEITE SOBRE EL
PERFIL DE LÍPIDOS SÉRICOS EN RATAS DE RAZA WISTAR.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN**

PRESENTAN

**ARCILA SUÁREZ MA. DOLORES
SÁINS HERNÁNDEZ BERTHA**

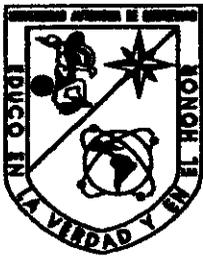
DIRIGIDA POR

**M.C. RODOLFO GÓMEZ RAMÍREZ
DR. RAMÓN ÁLVAR MARTÍNEZ PENICHE**

**CENTRO UNIVERSITARIO
QUERÉTARO, QUERÉTARO, MÉXICO.**

1999

No. Adq. H61520
No. Título _____
Clas. 634.5
G633s



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

“SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE NUEZ PECANERA [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] Y EL EFECTO DEL CONSUMO DE SU ACEITE SOBRE EL PERFIL DE LÍPIDOS SÉRICOS EN RATAS DE RAZA WISTAR”

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

LICENCIADO EN NUTRICIÓN

Presentan:

**Ma. DOLORES ARCILA SUÁREZ
Y
BERTHA SAINS HERNÁNDEZ**

Dirigido por:

MC RODOLFO GÓMEZ RAMÍREZ

SINODALES

MC RODOLFO GÓMEZ RAMÍREZ

Presidente

Rodolfo Gómez R.

Firma

DR RAMÓN ÁLVAR MARTÍNEZ PENICHE

Sinodal

[Firma]

Firma

LN LAURA REGINA OJEDA NAVARRO

Sinodal

[Firma]

Firma

QB CLAUDIA ALVARADO OSUNA

Sinodal

[Firma]

Firma

B. JAIME ANGELES ANGELES

Coord. De la Escuela de Nutrición

MVZ JOSÉ MORALES CRUZ

Director de la Fac. de Ciencias Naturales

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
México

**Este trabajo se realizó en el laboratorio de Bioquímica y Fisiología
Poscosecha de Frutas y Hortalizas del Departamento de Investigación y
Posgrado en Alimentos (DIPA) de la Facultad de Química y en el Bioterio
de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro,
bajo la Dirección del M. en C. Rodolfo Gómez Ramírez y la Coordinación
del Dr. Ramón Álar Martínez Peniche.**

I.	RESUMEN.....	I
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
A)	Definición del problema.....	1
B)	Elementos del problema.....	2
B.1.)	Acerca de la composición química de la nuez.....	2
B.2.)	Acerca de los ácidos grasos monoinsaturados.....	2
B.3.)	Acerca de la producción y comercialización de la nuez pecanera en el país.....	3
B. 4.)	Acerca de las características de calidad de la nuez pecanera.....	3
B. 5.)	Acerca del colesterol.....	4
III.	JUSTIFICACIÓN.....	5
IV.	ANTECEDENTES.....	9
V.	GENERALIDADES.....	16
5.1.	El nogal pecanero.....	16
5.1.1.	Taxonomía y descripción botánica del nogal.....	18
5.1.2.	Requerimientos ecológicos del nogal.....	19
5.1.3.	Cosecha y manejo en poscosecha de la nuez.....	20
5.1.4.	Composición química de la nuez.....	22
5.1.5.	Valor nutricional de la nuez.....	25
5.1.5.1.	Usos del aceite de nuez pecanera.....	26
5.1.6.	Características de calidad de la nuez.....	26
5.1.6.1.	Rancidez de la almendra.....	27
5.1.7.	Aspectos microbiológicos de la almendra.....	27
5.2.	Importancia de los lípidos en la alimentación y enfermedades cardiovasculares en el ser humano.....	28
5.2.1.	Estructura química y características físicas de los lípidos.....	28
5.2.2.	Efecto de los lípidos sobre las características sensoriales de los alimentos.....	29
5.2.3.	Funciones de los lípidos en el organismo.....	30
5.2.4.	Movimiento de los lípidos en el organismo.....	31
5.2.4.1.	Digestión de los lípidos.....	31
5.2.4.2.	Absorción de los lípidos.....	31

5.2.4.3. Transporte de los lípidos en la sangre.....	32
5.2.5. Las lipoproteínas.....	32
5.2.5.1. Clases de lipoproteínas.....	32
5.2.6. Problemas asociados con los niveles de lípidos en el organismo.....	34
5.2.6.1. Hiperlipoproteinemias.....	34
5.2.6.2. Tipos de hiperlipoproteinemias.....	34
5.2.6.3. Terapia dietética de las hiperlipoproteinemias.....	35
5.2.7. Hipercolesterolemia.....	35
5.2.8. Enfermedades cardiovasculares.....	36
5.2.8.1. Arteriosclerosis.....	36
5.2.8.2 Aterosclerosis.....	37
VI. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	38
A) HIPÓTESIS.....	38
B) OBJETIVOS.....	39
VIII. METODOLOGÍA GENERAL.....	41
8.1. Evaluación de los indicadores de calidad de la nuez pecanera.....	42
8.1.1. Tamaño de la nuez.....	42
8.1.2. Color de la almendra.....	42
8.1.3. Facilidad de descascarado.....	42
8.1.4. Porcentaje de almendra.....	43
8.2. Selección de los mejores genotipos.....	44
8.3. Análisis proximal de los genotipos seleccionados.....	46
8.3.1. Determinación de humedad.....	46
8.3.2. Determinación de cenizas.....	47
8.3.3. Determinación de proteínas.....	47
8.3.4. Determinación de fibra cruda.....	47
8.3.5. Determinación de hidratos de carbono.....	48
8.3.6. Extracto etéreo.....	48
a). Preparación de la muestra.....	48
b). Extracción de aceite.....	48
8.4. Efecto del consumo de aceite de nuez pecanera sobre el perfil de lípidos séricos en ratas de raza Wistar.....	49

8.4.1	Conducción del ensayo biológico.....	49
8.4.2.	Obtención de los datos de consumo de alimento y evolución del peso.....	50
8.4.3.	Recolección y análisis de muestras sanguíneas.....	50
8.4.4.	Diseño del experimento y análisis estadístico.....	51
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
9.1.	Selección de genotipos.....	52
9.2.	Selección de los mejores genotipos.....	56
9.2.1.	Diferencia total de color(ΔE).....	60
9.2.2.	Tamaño de la nuez.....	62
9.2.3.	Porcentaje de almendra.....	64
9.2.4.	Facilidad de descascarado.....	64
9.2.5.	Análisis proximal.....	67
9.2.6.	Contenido de lípidos.....	67
9.2.7.	Porcentaje de proteína	69
9.3.	Efecto del consumo de diferentes fuentes lipídicas sobre el perfil de lípidos séricos.....	73
9.3.1.	Colesterol en suero.....	73
9.3.2.	Concentraciones séricas de TG.....	74
9.3.3.	Concentración sérica de HDL.....	74
9.3.4.	Concentración sérica de LDL.....	75
X.	CONCLUSIONES.....	81
XI.	RECOMENDACIONES.....	83
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
XIII.	ANEXOS.....	92

I. RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos: 1) Seleccionar las muestras de nuez pecanera más sobresalientes de un total de 85 genotipos procedentes de Peñamiller, Qro., Santa María del Río, S.L.P. y Victoria, Gto., en base a las siguientes características de calidad: tamaño de la nuez, color de la almendra, facilidad de descascarado y porcentaje de almendra; 2) Realizar el análisis proximal de la almendra de los genotipos seleccionados; y 3) Evaluar el efecto del consumo de aceite de nuez sobre los niveles séricos de triacilglicéridos (TG), Colesterol total (CT), lipoproteínas de alta densidad enlazadas a colesterol (HDL-COL) y lipoproteínas de baja densidad enlazadas a colesterol (LDL-COL) en ratas Wistar, en comparación con aceites de olivo, de girasol y manteca de cerdo.

Para asignar una puntuación a los indicadores de calidad, se desarrolló un método basado en el grado de variabilidad de cada indicador en la población de nueces evaluadas.

Se seleccionaron los 20 mejores genotipos, cuya calificación fue desde 68.68 hasta 81.45 puntos, en una escala de 100 puntos. Éstos presentaron de 6.17 a 9.98% de proteína y de 65.62 a 79.44% de aceite.

El genotipo 23-95-V, por su alto contenido de lípidos, (73.93%) fue elegido como fuente de aceite para preparar una dieta monoinsaturada que fue comparada con otras dietas a base de aceite de olivo, girasol y manteca de cerdo. Todas las dietas contuvieron la misma fuente y nivel de hidratos de carbono y proteínas y fueron utilizadas para alimentar a cuatro grupos de ratas de raza Wistar, durante 60 días; a las cuales se extrajo muestras de sangre a los 0, 20, 40 y 60 días, con el fin de determinar la concentración sérica de TG, de CT, de LDL-COL y de HDL-COL.

El tratamiento a base de aceite de nuez redujo en 51.8% el HDL-COL, en 24.55% el LDL-COL, en 23.02% los TG y en 27.40% el CT. El tratamiento basado en manteca de cerdo, disminuyó el HDL-COL en 4.75%, el LDL-COL en 21,64% y el CT en 1.86%, a diferencia de los TG que aumentaron 9.45%. Con la dieta basada en aceite de girasol, el LDL-COL se redujo en 66.53% y el CT en 21.28%; en cambio, el HDL-COL aumentó en 6.99%, y los TG en 2.34%. El tratamiento con aceite de olivo aumentó el HDL-COL en 3.98%, y redujo el LDL-COL en 63.32%, los TG en 6.10% y el CT en 25.61%.

Se concluye que con la dieta rica en aceite de nuez se logró una disminución del CT mayor a la obtenida con las otras fuentes de lípidos. El LDL-COL y el HDL-COL disminuyeron con el aceite de nuez; sin embargo, este último aumentó con el aceite de girasol y de olivo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Nuestro país cuenta con ciertas regiones establecidas de árboles criollos o nativos de nogal pecanero. Entre éstas, se encuentra la vega de los ríos Extoraz, Santa María y sus afluentes que están ubicados en los estados de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí, y que se caracteriza por una producción heterogénea, tanto en rendimiento, calidad de la nuez y propiedades nutricias de la almendra. Lo anterior propicia un pobre nivel de comercialización, encontrándose en el mercado un producto de mala calidad.

Estos nogales representan una fuente de germoplasma que hasta la fecha no ha sido suficientemente explotada, ya que una forma de aprovecharla sería por medio de la búsqueda exhaustiva de los nogales que produzcan las nueces con mejores características de calidad. Ya identificados los mejores nogales, se pueden propagar por medio de injerto, utilizando como portainjertos aquellos de baja calidad, lo cual contribuiría a homogeneizar la producción, aumentando los rendimientos y la calidad del producto. Al finalizar el presente trabajo, estaremos en posibilidades de ofrecer a la población, a mediano o largo plazo, un alimento con buenas características nutricias, fundamentalmente en lo que se refiere a su contenido de ácido oleico y de proteína; o bien, una fuente de aceite de buena calidad, el cual no solamente sería un componente más de la dieta, sino que podría representar un factor protector para disminuir los riesgos de desarrollo de aterosclerosis.

Las nueces son uno de los alimentos naturales más ricos en ácidos grasos insaturados, componente esencial para nuestro organismo, que únicamente puede obtenerse a través de determinados alimentos como el pescado y algunos frutos secos.

Las nueces son también una fuente de otras muchas sustancias necesarias para el correcto desarrollo y funcionamiento del organismo; una de ellas es la vitamina E, potente antioxidante que ha demostrado su efectividad en la prevención de enfermedades cardiovasculares, evitando la oxidación celular. Las nueces contienen también vitamina A (β -caroteno), componente que contribuye al crecimiento y la reparación de los tejidos, ayuda a la formación de los huesos y los dientes y refuerza el sistema inmunitario principalmente; el β -caroteno es también un potente antioxidante y, por ello, presenta propiedades contra el

envejecimiento, la aterosclerosis y el cáncer. Otro componente importante de las nueces es el magnesio, que posee un efecto vasodilatador y contribuye a reducir la tensión arterial, lo cual beneficia aún más la función cardiovascular. El potasio y el fósforo también predominan en las nueces; el primero es necesario en diversas reacciones enzimáticas y contribuye a la transmisión de los impulsos nerviosos; una importante carencia de potasio puede producir irregularidades en la actividad cardíaca; el fósforo contribuye al desarrollo de los huesos y es esencial para el metabolismo y otras funciones celulares.

B) ELEMENTOS DEL PROBLEMA

B.1) ACERCA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA NUEZ

La nuez pecanera tiene un contenido de aceite que puede variar desde 50 hasta 75% (McMeans y Malstron, 1982). El aceite de la nuez está constituido en su mayor parte por triacilglicéridos, constituidos fundamentalmente por ácidos grasos insaturados, a saber: ácido oleico (39% a 83%) y ácido linoleico (10% a 49%) (Olson *et al.*, 1978; Senter y Horvat, 1978).

Los hidratos de carbono constituyen del 12 al 15% de la nuez. Al cosecharse, la nuez contiene aproximadamente 4% de sacarosa, 2-3% de fibra cruda, y los demás hidratos de carbono podrían ser de tipo hemicelulosa (Wood y McMeans, 1982).

La proteína se acumula durante la última etapa de desarrollo del fruto llegando de un 9 a 10% del peso de la almendra (Stein, 1980; Wood y Reilly, 1984).

B.2.) ACERCA DE LOS ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS

Muchos estudios acerca de la importancia de las lípidos de la dieta, resaltan el efecto de los ácidos grasos poliinsaturados y, más recientemente, de los ácidos grasos monoinsaturados, sobre las concentraciones de lípidos sanguíneos, que propician una disminución del CT, así como de las LDL-COL. Esto es importante, pues se sabe que la hipercolesterolemia está identificada como un factor de riesgo para el desarrollo de aterosclerosis. De esta manera, la nuez pecanera, al tener un alto contenido de ácido oleico, representa una importante opción alimentaria, ya sea como almendra, o como una fuente de aceite de buena calidad.

B.3.) ACERCA DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA NUEZ PECANERA EN EL PAÍS

La nuez que se produce en los estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, proviene principalmente de huertos establecidos con variedades mejoradas obtenidas de los Estados Unidos, y la mayoría se destina a la exportación, mientras que sólo una pequeña parte se destina al consumo interno (Mesta, 1991; SAGAR, 1996). Esta última se comercializa principalmente con cáscara, y una pequeña parte se vende descascarada (Tapia, 1985).

En las vegas de los ríos de algunas regiones del norte y del centro del país, se tienen establecidos nogales criollos que, aunque producen nueces con menor porcentaje de almendra y mayor dureza en su cáscara, representan una fuente de variación genética que aún no ha sido explotada (Martínez-Peniche, 1995). Un caso importante es el de los nogales que se encuentran en los márgenes de los ríos Extoraz, Santa María y sus afluentes, en una región que abarca los estados de San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro. En contra de lo que ocurre con la producción uniformizada de las nogaleras bien establecidas del norte del país, la producción de los nogales nativos o criollos de la región central es muy heterogénea, tanto en su rendimiento como en las características del fruto. La gran mayoría de los productores son propietarios de unos cuantos árboles, lo cual propicia que la mayor parte de la producción se destine al autoconsumo, y el resto se comercialice como nuez con cáscara en la misma comunidad.

El almacenamiento de la nuez en México es muy limitado y casi toda se maneja en cáscara. Sin embargo, con el establecimiento de nuevas plantaciones durante los últimos años y la instalación de equipo para descascarar, se requiere la utilización de refrigeración para almacenar nuez y regularizar el mercadeo de la misma (Tapia, 1985).

Por lo anterior, la comercialización de la nuez es deficiente en la mayor parte del país, de manera que, aún en la actualidad, su consumo está reservado para ocasiones especiales, utilizándose principalmente para repostería (Mesta, 1991).

B.4.) ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA NUEZ PECANERA

Las características de calidad que rigen la comercialización de la nuez son principalmente el tamaño de la nuez, así como el color, la integridad y el contenido de almendra, entre otras. Estas características de calidad son importantes fundamentalmente

para el producto destinado a la exportación, considerándose de mayor calidad las nueces grandes, con alto contenido de almendra, así como almendras intactas y de color claro. Sin embargo, para la comercialización interna, aunque existen normas de calidad en la legislación mexicana, la nuez que encontramos disponible en el mercado, por lo general es de mala calidad, lo cual se debe en parte a la carencia de sistemas de almacenamiento refrigerado y a la falta de una verdadera exigencia en el cumplimiento de las normas de calidad, tanto por parte de las autoridades como de los consumidores.

B.5) ACERCA DEL COLESTEROL

El colesterol se encuentra en los tejidos y en las lipoproteínas plasmáticas como colesterol libre o combinado con un ácido graso de cadena larga como éster de colesterilo. Éste es sintetizado en numerosos tejidos a partir de acetil-coenzima A (acetil-CoA) y finalmente eliminado del cuerpo en la bilis como colesterol o como sales biliares. Es típicamente un producto del metabolismo animal y por lo tanto existe en los alimentos de este origen, como son la yema del huevo, la carne, el hígado y el cerebro.

El colesterol juega diversos papeles importantes en el organismo; es precursor de las hormonas esteroidales y de los ácidos biliares y es un importante componente estructural de las membranas.

El colesterol es un lípido anfipático, y como tal, es un componente estructural esencial de membranas de la capa exterior de las lipoproteínas plasmáticas.

Además, es un componente principal de los **cálculos biliares**; sin embargo, su principal papel en los procesos patológicos es el de actuar como un factor en la génesis de la **aterosclerosis** de arterias vitales, causando enfermedad cerebrovascular, coronaria y vascular periférica. La aterosclerosis coronaria se correlaciona con una alta proporción plasmática LDL-COL / HDL-COL.

Aproximadamente la mitad del colesterol del organismo es endógeno (cerca de 500 mg/día), y el resto es proporcionado por los alimentos. El hígado sintetiza más o menos 50% del colesterol endógeno, el intestino cerca de 15% y la piel una gran proporción del resto. Prácticamente todos los tejidos que contienen células nucleadas son capaces de sintetizar colesterol. La fracción microsomal (retículo endoplásmico) y el citosol son responsables de su síntesis (Murray, 1992).

III. JUSTIFICACIÓN

México es el segundo productor mundial de nuez pecanera, estando las principales zonas productoras ubicadas en el norte de la república. Los estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León y Durango, contribuyen con el 96% de la superficie establecida (51,690 ha en 1995). En contraste, el estado de Querétaro contaba, hasta 1995, con una superficie establecida de sólo 155 ha (Tabla 1) (SAGAR, 1996).

Chihuahua contribuyó en 1995 con un poco más del 50% de la producción total de nuez. Por su parte, la producción en el estado de Querétaro ha presentado niveles de producción muy bajos, que apenas han rebasado las 500 Ton en 1993 (Tabla 2) (SAGAR, 1996).

En las vegas de los ríos de algunas regiones del norte y del centro del país (Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí), se tienen establecidos nogales criollos, que si bien poseen menor porcentaje de almendra y mayor dureza en su cáscara, representan una fuente de variación genética inestimable, que hasta la fecha no ha sido explotada (Martínez-Peniche, 1995). Como lo indican las estadísticas, de la zona nogalícola que se estudia en el presente trabajo, solamente existe información acerca del estado de Querétaro, no así de Guanajuato y de San Luis Potosí. Además, como ya se señaló, los niveles de producción en Querétaro son muy bajos, lo cual representa un gran reto para la realización de investigaciones que contribuyan a incrementar la producción en esta región.

Se estima que entre 82 y 85% de la producción nacional de nuez se destina al mercado interno, mientras que el restante es para exportación, siendo su principal mercado los Estados Unidos. En los canales de comercialización, las compañías descascaradoras juegan un papel importante en la fijación del precio, ya que el conocer a los compradores, vendedores e intermediarios en el mercado nacional e internacional, les permite una mejor posición para reconocer mercados potenciales (SAGAR, 1996).

En una visita realizada al municipio de Victoria, Gto., en octubre de 1997, se observó que la nuez se comercializa principalmente con cáscara y a nivel local, aunque existen algunos intentos de comercializarla descascarada; operación que en la región se realiza de manera incipiente y en forma manual, en las casas de algunos comerciantes que compran la producción de los pequeños propietarios locales. En estos pequeños negocios, el descascarado se lleva a cabo sin ninguna selección previa de la nuez y con poco o nulo

control higiénico.

Trabajos realizados por Grundy (1986) y Storey (1995), demuestran que el consumo de la nuez disminuye los riesgos de infarto al miocardio, este hecho es importante ya que en efecto, las principales causas de mortalidad general en México son las enfermedades cardiovasculares, particularmente las cardiopatías coronarias y los accidentes cerebrovasculares (Tablas 3 y 4). Estos problemas están relacionados, entre otros factores, con una dieta elevada en lípidos saturados, los cuales provocan un incremento de los niveles de colesterol y de lipoproteínas de baja densidad (LDL-COL) en plasma. En cambio, se ha demostrado que el riesgo disminuye significativamente, en aquellos individuos cuyos niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL-COL) se encuentran en mayor concentración que las de baja densidad. Las dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados reducen los niveles de ambas lipoproteínas, mientras que las dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados reducen solamente las LDL-COL (Storey, 1991, 1995).

Este tipo de enfermedades está relacionado con diversos factores de riesgo, algunos de éstos, como la genética, la edad y el sexo no pueden ser controlados, pero existen otros, como la alimentación que pueden modificarse en beneficio de la salud. Los individuos obesos tienen mayor riesgo de padecer hipertensión arterial, lo cual es un factor muy determinante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Mejía, 1994).

En contra de lo que se cree, el incluir la almendra de la nuez en nuestra dieta, podría resultar favorable para disminuir la concentración de colesterol; ya que ésta contiene un alto porcentaje de aceite (65-75%), constituido principalmente por ácidos grasos insaturados (90%), de los cuales el 65% es oleico (monoinsaturado) (Senter y Horvat, 1978; Santerre, 1994).

Tabla 1. Superficie cosechada de nuez pecanera (ha).

ENTIDAD	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TIC*
Chihuahua	17,291	17,267	17,470	18,439	19,256	19,499	21,499	4.06
Coahuila	7,075	10,379	10,327	8,725	7,738	8,715	8,312	2.72
Sonora	3,221	2,743	2,762	2,781	3,011	2,740	2,767	-2.52
Nuevo León	3,280	3,323	3,071	3,469	3,604	3,672	3,982	3.29
Hidalgo	N.R.	N.R.	668	663	658	616	621	-1.81
Durango	2,417	2,026	1,491	1,930	2,281	2,543	2,483	0.45
Oaxaca	125	125	110	300	330	320	285	14.72
Jalisco	205	244	114	261	263	264	291	5.93
Querétaro	N.R.	N.R.	N.R.	77	107	79	155	26.26
Subtotal	33,118	36,107	36,013	36,645	37,248	38,448	40,852	3.30
Otros	637	4,251	453	609	630	535	591	-1.24
Total	34,255	40,358	36,466	37,254	37,878	38,983	41,443	3.23

* TIC = Tasa de crecimiento interanual

Fuente: SAGAR, Anuarios Estadísticos, 1989, 1996.

NR = No reportado.

Tabla 2. Producción de nuez pecanera (Ton/ha).

ENTIDAD	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	TIC*
Chihuahua	16,101	21,308	19,448	19,899	24,362	18,362	18,560	6.55
Coahuila	6,420	7,583	7,266	9,804	6,108	7,980	7,203	1.94
Sonora	2,271	2,376	5,221	3,322	4,517	3,810	5,101	14.44
Nuevo León	2,196	3,222	1,611	2,789	3,059	3,374	2,636	3.09
Hidalgo	N.R.	N.R.	2,828	2,161	2,285	2,139	2,268	-5.37
Durango	1,557	2,268	2,017	2,580	2,363	2,882	1,974	4.03
Oaxaca	249	200	242	750	817	876	680	18.23
Jalisco	366	465	1,182	1,218	1,199	311	521	6.06
Querétaro	N.R.	N.R.	N.R.	192	576	366	450	32.83
Subtotal	29,160	37,422	39,815	42,715	45,286	40,734	44,393	1.05
Otros	1,164	2,085	751	879	1,573	835	1,239	1.05
Total	30,324	39,507	40,566	43,594	46,859	41,569	45,632	7.05

*TIC Tasa de crecimiento interanual.

Fuente: SAGAR, Anuarios estadísticos 1989, 1996.

NR = No reportado.

Tabla 3. Principales causas de mortalidad en México, 1997.

ENFERMEDAD	DEFUNCIONES	TASA*
Del corazón	68,040	71.8
Isquémica	45,516	44.9
Tumores malignos	51,254	54.1
<i>Diabetes mellitus</i>	36,027	38.0
Accidentes	35,876	37.9
Cerebrovascular	24,689	26.1
Deficiencias de la Nutrición	10,157	10.7

Fuente: Salud Pública de México, 1998.*

Tasa por 100 000 habitantes.

Tabla 4. Mortalidad hospitalaria en México. Secretaria de Salud. 1996.

ENFERMEDAD	TOTAL	TASA*	HOMBRES	MUJERES
Infecciosas y parasitarias	1,510	5.6	846	661
Tumores malignos	1,476	7.1	678	798
<i>Diabetes mellitus</i>	1,362	9.2	545	817
Aparato circulatorio	3,483	13.8	1,621	1,862
Reumáticas crónicas del corazón	53	11.1	16	37
Hipertensiva	404	12.3	155	249
Isquémica del corazón	617	15.2	302	314
Cerebrovascular	1,141	20.0	553	588
Aterosclerosis	32	51.6	16	16
Neumania	1,364	7.1	764	597

Fuente: Salud Pública, 1998.

IV. ANTECEDENTES

La nuez pecanera es un fruto seco que contiene un alto porcentaje de ácido oleico (Senter y Horvat, 1978; Santerre, 1994), por lo cual podría resultar favorable para disminuir la concentración de colesterol. Este fruto, proveniente del nogal pecanero [(*Carya illinoensis*)], es nativo del sur de los Estados Unidos y del noreste de México. La industria nogalera comercial se inició en E.E.U.U. alrededor de 1880. Hubieron de transcurrir otros 30 años para que llegara a practicarse ampliamente el cultivo del nogal, incluyendo su mejoramiento genético, su propagación, su trasplante, la adopción de prácticas culturales y otros elementos de su cultivo.

Antes de 1920, la industria pecanera comercial se basaba principalmente en el comercio de las nueces sin descascarar, las cuales llegaban al consumidor final en esa forma. Para 1931, se estimaba que de una cosecha de 22.6 millones de kilogramos, 18 millones fueron descascarados. En los Estados Unidos, el porcentaje de la cosecha total comercializada como almendra (nuez descascarada) limpia ha aumentado progresivamente a través de los años, llegando, en 1973, a sobrepasar los 70 millones de kilogramos. En los primeros años se descascaraban principalmente las nueces nativas, mientras que aquellas de variedades mejoradas se vendían al consumidor como nuez entera. Desde 1964 hasta 1973, las variedades mejoradas representaban el 57% del total de la nuez cosechada. Durante el mismo período, el 88% de la nuez se descascaraba antes de entrar a los canales de comercialización al menudeo (Brison, 1976).

Hace de 5 a 15 años, la nuez pecanera se usaba solamente para eventos especiales. Aunque existe un número regular de plantas descascaradoras (entre 5 y 10) en los estados de Coahuila, Nuevo León y Chihuahua, todavía es común el descascarado manual de la nuez, el cual se lleva a cabo principalmente por mujeres en sus propios hogares. Este tipo de descascarado tiene la desventaja de no poder proveer grandes volúmenes de nuez, además de que no se lleva un control higiénico en el proceso. Ello provoca que la industria alimentaria no la acepte como materia prima, al no cubrir los estándares de calidad. A pesar del incremento en la producción de nuez y de la capacidad de almacenamiento refrigerado de la misma, el crecimiento de la población, así como la migración del campo hacia las ciudades, ha incrementado la demanda de este alimento, haciendo insuficiente la producción de ésta en el país. Por ejemplo, en 1990 se produjeron 75 millones de libras (34.05 millones de

kilogramos), de las cuales se exportaron 40 millones a los Estados Unidos de América, incrementando la demanda en nuestro país (Brison, 1976).

Todas estas condiciones acerca de la industria de la nuez hacen que su precio sea mayor en nuestro país que en los Estados Unidos de América (Mesta, 1991). Si bien, este es el panorama de la industria de la nuez en el norte del país, la situación en la zona centro presenta todavía una mayor inmovilidad, reduciéndose al autoconsumo o comercialización a nivel local, con incipientes esfuerzos hacia la industria del descascarado manual.

La nuez contiene entre 65 y 70% de aceite. Aproximadamente 65% del aceite de la nuez fresca es oleico y el 26% es linoleico. Se han identificado nueces de alta calidad con un contenido de ácido oleico del 74%, que es comparable al del aceite de olivo (Storey, 1991).

La conversión de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) a ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) se retarda mediante el secado de la nuez a 4% de humedad, inmediatamente después de la cosecha. El secado inapropiado de la nuez puede llevar al oscurecimiento de la cobertura de la almendra y a un considerable incremento en los ácidos grasos libres. Ambos son característicos del deterioro de la calidad (Storey, 1995).

Con respecto a las nueces producidas en el centro del país, se han realizado varios trabajos acerca del color de la almendra, contenido de aceite, facilidad de descascarado, sensibilidad al ataque por hongos, evolución del color en almacenamiento acelerado y evaluación de la calidad de la nuez.

Martínez *et al.* (1996) evaluaron, en poblaciones nativas, la importancia de las variables físicas de la nuez sobre el rendimiento de mitades intactas obtenidas en el proceso de descascarado y concluyeron que la forma alargada de la nuez, así como la cáscara delgada, favorecen la liberación de mitades, mientras que la dureza de la cáscara no está relacionada directamente con la facilidad de descascarado. Además, encontraron rendimientos de mitades que van desde 0 hasta 75 %.

En un trabajo sobre color de la almendra de la nuez, se utilizó el delta E (ΔE) o diferencia total de color según el sistema Hunter-Lab, concluyéndose que esta variable permite discriminar de manera eficiente el color de distintos genotipos de nuez, a diferencia de otros sistemas basados en la comparación visual a partir de cartas de color (Martínez *et al.* 1998).

En un estudio llevado a cabo por Gómez y Martínez (1997), se determinó el contenido

de lípidos en 25 genotipos de nuez criolla del Centro de la República. Los resultados mostraron un rango de variación de 15%. La muestra 67-95 de Peñamiller, Qro., presentó el nivel más alto de aceite (80.8%); por el contrario, las muestras 06-95 y 45-95 de Santa María del Río, S.L.P., presentaron los niveles más bajos (72.4 y 65.9% respectivamente).

En un concurso regional llevado a cabo en 1997, se evaluaron 155 genotipos provenientes de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí, en base al porcentaje de almendra, el número de nueces/Kg, el color de la almendra, la facilidad de descascarado y la uniformidad en el tamaño, detectándose muestras con características comparables a las de las nueces mejoradas (Martínez *et al.*, 1997).

Gómez *et al.* (1996) evaluaron el deterioro de la almendra de 49 genotipos de nuez pecanera a través de cambios de color durante su almacenamiento, concluyendo que los genotipos que presentan valores menores de ΔE , en relación a los valores iniciales, indican buena estabilidad de la almendra.

Vázquez *et al.* (1997) evaluaron la sensibilidad de diferentes genotipos de nuez a la infección por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* en diferentes niveles de actividad acuosa (A_w) encontrando que $0.97A_w$ propició un desarrollo violento del hongo. Los genotipos evaluados presentaron una amplia variabilidad en la sensibilidad al hongo, requiriéndose de 11 a 20 días para la aparición del micelio.

Gutiérrez y Martínez (1998) evaluaron las variables de color "L", "a", "b" y ΔE de la almendra de 7 genotipos nativos de nuez y una variedad mejorada sometidas a almacenamiento acelerado, con y sin cáscara. Ellos comprueban que la cáscara evita el deterioro de color, así como que la diferencia de ΔE entre los genotipos cambia sensiblemente durante el almacenamiento en función del genotipo.

Es importante también conocer el efecto del aceite de nuez pecanera sobre los lípidos séricos para la prevención de enfermedades cardiovasculares; por ejemplo, la incidencia de aterosclerosis se incrementa con los altos niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), ya que la función de estas últimas, contrariamente a las primeras, es básicamente la de transportar el colesterol de los tejidos hacia el hígado (Grundy, 1986; Carboneau, 1998).

Los factores de riesgo asociados con mayor frecuencia con la aterosclerosis son la hipercolesterolemia, la hipertensión arterial, la *Diabetes mellitus*, el tabaquismo y la obesidad.

En cuanto a la colesterolemia y el desarrollo de aterosclerosis, una concentración de 160 mg/dl representa un riesgo bajo, 190 mg/dl se considera riesgo aceptable; en tanto que, concentraciones más altas (200 y 275 mg/dl) se asocian con riesgos altos y muy altos, respectivamente (Casanueva, *et al.* 1995).

La ingestión de una dieta elevada en lípidos saturados provoca un incremento en los niveles plasmáticos de CT y lipoproteínas de baja densidad (LDL), lo cual se ha relacionado con aterosclerosis y enfermedades coronarias (Grundy, 1986). Además del colesterol, muchos otros nutrimentos y componentes de la dieta pueden estar involucrados en la promoción y/o prevención de la aterosclerosis.

Una dieta rica en AGPI actúa como un factor protector contra el desarrollo de aterosclerosis; ésta puede ser, por ejemplo, una dieta con predominio en verduras, la cual a su vez, es más rica en fibra (Casanueva, *et al.* 1995).

Estudios realizados con dietas a base de productos ricos en AGMI y AGPI muestran que ambos disminuyen significativamente los niveles de LDL-COL en el plasma sanguíneo; sin embargo, solo las dietas con AGPI restringen sensiblemente los niveles de HDL-COL (Matson y Grundy, 1985; Grundy, 1986).

Gustafsson, *et al.* (1994) llevaron a cabo un estudio durante tres semanas con sujetos que presentaban una hiperlipoproteinemia moderada, en el cual comparó el efecto de una dieta basada en una fuente alimentaria rica en ácidos grasos monoinsaturados (aceite de colza), con una dieta alta en ácidos grasos poliinsaturados (aceite de girasol). En los resultados se constata una disminución en las concentraciones de LDL-COL, HDL-COL y CT en un 15, 16 y 11% respectivamente, con la dieta que contenía aceite de colza, mientras que con la dieta basada en aceite de girasol, se obtuvo una disminución similar (16, 14 y 13% respectivamente). Sin embargo, los triacilglicéridos disminuyeron en 29% con el aceite de girasol y en 14% con el aceite de colza.

En un estudio realizado en la Universidad de Texas se evaluaron, sobre 20 pacientes, 3 dietas preparadas a base de los siguientes tipos de ácidos grasos: 1) saturados, 2) monoinsaturados y, 3) poliinsaturados. Las dietas suministradas comprendían 40% de lípidos, 44% de hidratos de carbono y 16% de proteínas, y consistían respectivamente de aceite de palma, cártamo y girasol. Se analizaron los niveles plasmáticos de colesterol total (CT), triacilglicéridos (TG) y colesterol en la fracción de lipoproteínas (VLDL-COL, LDL-COL y HDL-

COL). Doce de estos pacientes mostraron niveles normales de triacilglicéridos. En estos pacientes, las dietas basadas en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados disminuyeron los niveles de LDL-COL. Sin embargo, las dietas poliinsaturadas disminuyeron el HDL-COL más frecuentemente que las dietas monoinsaturadas. Ocho pacientes presentaron niveles elevados de triacilglicéridos; estos individuos mostraron una variabilidad considerable en la respuesta a las dietas monoinsaturadas y poliinsaturadas. Las concentraciones de HDL-COL fueron bajas en la dieta saturada y no fueron afectadas por las dietas mono y poliinsaturadas. Los resultados de este estudio demostraron que el ácido oleico y el ácido linoleico son efectivos para disminuir los niveles de LDL-COL en pacientes normotriglicéridémicos y el ácido oleico disminuye el HDL-COL menos frecuentemente que el ácido linoleico (Mattson y Grundy, 1985).

Grundy (1986) realizó un estudio con once pacientes (10 hombres y 1 mujer) con un rango de edad entre 49 y 69 años, todos los pacientes fueron sometidos a las mismas tres dietas estudiadas durante tres periodos consecutivos de cuatro semanas cada uno. Cada una de las dietas consistió en una formula líquida suplementada con vitaminas y minerales. El nivel energético de las dietas fue de 33 a 35 Kcal/Kg/día. Dos de las tres dietas contenían 40 % del total de calorías como grasa; 43% como hidratos de carbono (glucosa) y 17% como proteína de leche. Una de estas dos fue rica en ácidos grasos saturados, y la otra fue rica en ácidos grasos monoinsaturados [28% de las calorías como ácido oleico, 8% como poliinsaturados (7.5% como ácido linoleico) y 4% como ácidos grasos saturados]. En la tercera dieta, solamente el 20% de las calorías fue grasa, con igual cantidad de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados y el 63% de las calorías provenía de hidratos de carbono y 17% de proteínas. En la dieta baja en grasa y en la dieta alta en monoinsaturados, se utilizó una mezcla de dos tipos de aceite de girasol, uno rico en ácido oleico y otro en ácido linoleico. En los resultados del estudio se observa que el CT en plasma fue 13% más bajo con la dieta alta en monoinsaturados, que con la dieta rica en ácidos grasos saturados. Con la dieta baja en grasa, el CT fue solamente 7% más bajo que con la dieta alta en saturados. Además, la dieta alta en ácidos grasos monoinsaturados disminuyó LDL-COL significativamente (18%) en comparación con la dieta alta en saturados. La dieta baja en grasa redujo LDL-COL en 9%. Cuando la dieta rica en ácidos grasos saturados se comparó con la dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados, las diferencias en los niveles de

HDL-COL no fueron muy significativas. En contraste, las HDL-COL en plasma fueron significativamente inferiores con la dieta baja en grasa, que con la dieta rica en grasa saturada o con la dieta alta en grasa monoinsaturada.

Por otra parte, Hayes *et al.* (1992) sometieron a 39 personas de ambos sexos, a una dieta rica en aceite de coco durante 4 semanas. Transcurrido este periodo, a un grupo se le asignó, durante 6 semanas, una dieta que contenía aceite de palma; mientras que otro grupo recibió una dieta con aceite de olivo como fuente de grasa, durante el mismo periodo de tiempo. Las concentraciones de lípidos tras la administración de las dietas de aceites de palma y de olivo fueron respectivamente las siguientes: CT, 192 y 193 mg/dl; LDL-COL, 130 y 131 mg/dl; HDL-COL, 41 y 42 mg/dl y; TG, 108 y 106 mg/dl. Al comparar los efectos de las tres diferentes dietas con las concentraciones iniciales de lípidos (es decir, antes de administrar la dieta a base de aceite de coco), los autores se percataron que el CT fue 18% más elevado durante el tiempo que recibieron la dieta con aceite de coco. En cambio, con el aceite de palma y olivo, los valores de CT, LDL-COL y HDL-COL fueron muy parecidos a los valores iniciales. Finalmente, los niveles de TG con cada una de las tres dietas aumentaron en comparación con los valores iniciales.

Un estudio piloto realizado en humanos con hipercolesterolemia demostró que el reemplazamiento parcial de grasa saturada con aceite de nuez pecanera reduce los niveles de colesterol en suero. Los tocotrienos también disminuyen los niveles de colesterol en sangre. Hay poca información sobre la presencia de tocoferol, tocotrienos y otros componentes en aceites con altos niveles de ácido oleico. El tocoferol y los tocotrienos tienden a disminuir LDL-COL y tromboxanos en cerdos y en humanos, inhibiendo de esta manera la agregación de plaquetas y la vasoconstricción, y reduciendo los riesgos de trombosis. Estos compuestos son antioxidantes naturales, presentes principalmente en vegetales, especialmente en nuez, oleaginosas y cereales (Clay, 1993).

Sabaté, *et al.* (1993) realizaron un estudio en el cual 18 hombres consumieron una dieta normal durante 5 días (la dieta de referencia incluyó a los principales grupos de alimentos, pero se excluyó cualquier tipo de nuez, así como cualquier tipo de aceite o grasa de nuez). Posteriormente, se formaron dos grupos, a los cuales se les asignaron diferentes regímenes dietéticos. El primer grupo consumió una dieta con nuez durante cuatro semanas; y prosiguió con una dieta normal por el mismo periodo de tiempo. El segundo grupo recibió

primero la dieta normal y después la dieta a base de nuez. La dieta a base de nuez se preparo con los mismos tipos de alimentos que la dieta normal, pero se redujo la cantidad de alimentos grasosos así como de los aceites o grasas visibles, tales como aceites, margarinas o mantecas; ésto con la finalidad de ajustar el contenido de grasa de la dieta. En suma, la dieta a base de nuez consistió de 28 g de nuez por cada comida o bien, 84 g cada 2500 kilocalorías. Ambas dietas fueron idénticas en cuanto a su composición porcentual de los principales nutrimentos, la cual fue como se indica a continuación: 30% de grasa, 55% de hidratos de carbono y 15% de proteínas. Al comparar los resultados de la dieta de referencia con la dieta que contenía nuez, se encontró una disminución de los lípidos séricos con la segunda, siendo los resultados los siguientes: El CT disminuyó 12.4 %, LDL-COL 16.3 %, HDL-COL 4.9 % y TG 8.3 %.

La dieta del mediterráneo contiene altos niveles de grasa (40% del total de calorías), principalmente aceite de olivo, presentando reducciones significativas en enfermedades del corazón (el aceite de olivo contiene 75% de ácido oleico) (Clay, 1993; Carbonneau, 1998).

Grundy (1986), comparó una dieta elevada en AGMI, conteniendo 40% de grasa y 43% de hidratos de carbono con una dieta baja en AGMI, conteniendo 20% de grasa y 63% de hidratos de carbono. Ambas dietas disminuyeron el total de colesterol en el plasma. Sin embargo, las dietas monoinsaturadas disminuyeron las LDL-COL en un 21%, en comparación con las dietas bajas en grasa (disminución de LDL-COL de un 15%). Las dietas bajas en grasa y altas en hidratos de carbono aumentaron los niveles de triacilglicéridos en el plasma y disminuyeron las HDL-COL. Se sabe que los lípidos saturados incrementan los niveles de colesterol y LDL-COL en el plasma. Dicha reducción puede llegar a 20 mg/día, bajando el consumo de grasa saturada de un 17 a 10% del total de las calorías de la dieta.

V. GENERALIDADES

1. EL NOGAL PECANERO

El nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] es nativo del sur de los Estados Unidos de América (E.U.A.) y el noreste de México. Las tribus indígenas de esta región ya utilizaban la nuez pecanera como parte importante de su dieta antes de la llegada de los españoles (Brison, 1976).

Hernán Cortes vino a América del Norte en 1519, y es sorprendente que, siendo el primer europeo que tuvo la oportunidad de reportar la existencia de los nogales, los haya pasado por alto completamente. Lope de Oviedo escribió en su diario: "En los márgenes del río Guadalupe había muchas nueces que durante la temporada comían los indios, viniendo desde veinte o treinta leguas a la redonda. Estas nueces eran mucho más pequeñas que las de España" (Brison, 1976).

Los indígenas americanos usaban las nueces como alimento básico, conociendo desde entonces las ventajas de este fruto en su dieta. En 1541, Álvar Nuñez Cabeza de Vaca, uno de los primeros exploradores españoles, mencionó que: "Los indios venían a los lugares donde se encontraba la nuez, a comer nueces durante dos meses, sin probar ninguna otra clase de alimento" (Duarte, 1967).

Penicaut reportó que los nativos de Natchez, un pueblo indio en el río Mississippi, tenían tres clases de nogales, describió uno de ellos como productor de nueces tan grandes como el puño de su mano, de las cuales hacían el pan para su sopa; una segunda clase tenía nueces que apenas eran del tamaño del dedo pulgar y que se llamaban "pecanes", la tercera clase no la describió. El nombre "pecane" fue adoptado por los colonizadores franceses de Louisiana para una nuez específica, la nuez pecanera. Actualmente, "*Carya*" ha sido aceptado como el género al cual pertenece el nogal pecanero (Brison, 1976).

No obstante su utilización, apreciación y dispersión por los grupos indígenas, los colonizadores no comenzaron a cultivar el nogal sino hasta fines del siglo XVIII. A mediados del siglo XIX se inició el mejoramiento y selección de los árboles nativos, primero por selección de semilla (sexual) y después por hibridación (Duarte, 1967).

Al principio de este Siglo se desarrollaron gran parte de las plantaciones comerciales actuales en el sudeste de los E.U.A.; en los últimos años, se han ido renovando estos huertos

y establecido nuevas plantaciones en los estados del oeste. E.U.A. es el primer país productor de nuez pecanera, aportando el 74% de la producción mundial, México, con el 25%, se ubica como el segundo productor. El cultivo fuera de estos dos países es casi inexistente. En 1991 solo Australia, Sudafrica, Israel, Brasil y Egipto producían nuez (Heaton *et al.*, 1977, Hancock, 1993, Wood *et al.*, 1994) (Tabla 5).

Tabla 5. Producción internacional de nuez pecanera en 1991.

NACIÓN	HECTÁREAS	Kg/ha	PRODUCCIÓN TOTAL (Kg)
BRASIL	736.554	1,818.631	1,339.520
AUSTRALIA	728.46	2,841.611	2,070.000
SUDÁFRICA	2,499.02	812.70	2,030.954
ISRAEL	809.4	1,250.31	1,012.000
EGIPTO	202.35	—————	Muy baja
TOTAL	4,976.594	6,723.252	6,452.474

Fuente: Storey, 1997.

Tabla 6. Evolución de la producción de nuez pecanera con cáscara en Estados Unidos y en México.

AÑO	ESTADOS UNIDOS (TON.)	MÉXICO* (TON.)
1988	141.772	—
1989	115.230	—
1990	94.30	—
1991	137.540	—
1992	76.36	33.350
1993	167.90	43.102
1994	91.54	29.210
1995	123.38	38.226
1996	100.561	41.132

*México: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora.

Fuente: SAGAR, 1996; INEGI, 1993; Storey, 1997.

La nuez pecanera es la más importante entre las nueces que se producen en México. El nogal requiere un clima semi-árido y el habitat natural de los árboles nativos se encuentra principalmente en los valles de los ríos y corrientes menores (Brisson, 1976).

Las primeras plantaciones de nogal en México se iniciaron a principios del presente siglo; sin embargo, fue hasta los años 60's que se registró un incremento significativo de la superficie cultivada. Los estados de mayor producción son: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Sonora (Anón, 1981). En el centro de la República, existen zonas establecidas con nogales nativos, básicamente en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro; se cree que esta dispersión se llevó a cabo de manera natural, a través de las corrientes de agua. El estado de Oaxaca es el límite sur de la distribución natural del nogal pecanero en América del Norte.

5.1.1. Taxonomía y descripción botánica del nogal

El nogal pertenece a la familia *Juglandaceae*, la cual abarca los géneros *Juglans* y *Carya*, como los más importantes económicamente. La clasificación botánica del nogal pecanero es la siguiente (Tapía, 1974; Brisson, 1976; Grauke, 1985).

REINO	<i>Plantae</i>
DIVISIÓN	<i>Spermatophytae</i>
SUBDIVISIÓN	<i>Angiospermae</i>
CLASE	<i>Dicotyledoneae</i>
FAMILIA	<i>Juglandaceae</i>
GENERO	<i>Carya</i>
ESPECIE	<i>C. illinoensis</i>
NOMBRE COMUN	Nogal pecanero o nuez

El nogal pecanero es una planta perenne en su crecimiento y producción, tiene un periodo vegetativo de aproximadamente seis y medio meses. Éste empieza generalmente en marzo y termina a fines de septiembre o principios de octubre, lo cual varía con los distintos

cultivares y localidades. Comúnmente empieza a producir nueces entre los 6 y los 10 años y continúa produciendo anualmente, en mayor o menor grado, durante largo tiempo.

El nogal es un árbol que puede alcanzar hasta 50 metros de altura. La corteza es agrietada y áspera, de color grisáceo, tiene una raíz pivotante muy larga y ramificada en sentido vertical y horizontal. Sus hojas compuestas están formadas por 11 a 17 folíolos de forma oblonga lanceolada, con una longitud de 10 a 17 cm. El árbol es monoico; las flores masculinas están dispuestas en amentos largos de 6 a 8 cm. de longitud, que nacen en la parte superior de las ramillas del año anterior; las flores femeninas se encuentran agrupadas de tres a cinco, en racimos localizados en la parte terminal de las ramas del año corriente y se sostienen por un pedúnculo corto y grueso. El fruto es una nuez de forma ovoide u oblonga compuesta de cuatro valvas delgadas y lisas, de color café oscuro, las cuales protegen a la semilla. La capa que encierra a la almendra está lignificada y es de color café con manchas negras distribuidas en forma irregular. La almendra está formada por dos cotiledones de sabor agradable y es rica en aceite, según la variedad (Brom y G. 1970; Brison, 1976).

5.1.2. Requerimientos ecológicos del nogal

El nogal es un árbol de hojas caedizas, por lo que requiere un periodo de reposo en el invierno. El árbol requiere una temperatura de 5 a 10°C, durante un lapso de mes y medio a dos meses; en cambio, hay variedades que resisten las temperaturas bajas que se presentan en los E.U.A., como es el caso del estado de Illinois.

Cosechas demasiado abundantes pueden ocasionar desequilibrios nutricionales en el árbol y producir nueces de tamaño muy reducido y no completamente llenas, al tener demasiada floración comparada con un pobre crecimiento vegetativo.

Las almendras de las nueces son un rico alimento y contienen 7,400 calorías aproximadamente por kilo. La energía representada por estas calorías se deriva de las transformaciones que la planta realiza en las hojas. Se requiere una larga estación de crecimiento para obtener una buena cosecha de nueces, y la fertilidad del suelo junto con otros factores, determinan la regularidad de la producción de un huerto de nogales (Duarte, 1967).

5.1.3. Cosecha y manejo en poscosecha de la nuez

La nuez pecanera se cosecha cuando el "rueznó" que cubre a la nuez pierde el color verde brillante y comienza a secar y abrir. Aunque la nuez está fisiológicamente madura antes de esta fecha y la almendra tiene ya un color mas claro, la apertura del ruezno es el criterio más fácil y usual para la cosecha (Heaton *et al.*, 1977).

Si la nuez se cosecha demasiado pronto, su almendra presenta una decoloración y arrugamiento; si la cosecha es muy tarde, presenta oscurecimiento externo de las mitades (Kader *et al.*, 1982; Forbus *et al.*, 1983).

Los defectos comúnmente presentes son la nuez rancia, germinada, malformada o quebrada. Nueces de estas dos últimas características son aprovechadas por la industria panadera local; el descascarado de la nuez se realiza manualmente, y la clasificación, según el tamaño de las piezas (Tapía, 1985; Valenzuela, 1985).

De la rapidez y eficiencia con que se practique cada operación, en particular el secado, dependerá la calidad posterior de la nuez (Wagner, 1977). La buena calidad de la nuez pecanera está asociada con la uniformidad del tamaño y el color de la almendra, siendo lo ideal un buen llenado y formación de las mitades y un color claro (Woodroof, 1979; Heaton *et al.*, 1975). El oscurecimiento de la almendra está asociado con cambios oxidativos en el aceite, así que el color externo de las mitades es el criterio mas importante para determinar la calidad durante el mercadeo (Kays y Wilson, 1978), ya que el oscurecimiento de la nuez ha sido asociado con rancidez y pérdida de calidad. Al tiempo de la cosecha, se ha observado que nueces de diferentes variedades son más claras que otras, sin que por ello quiera decir que las características sensoriales de las menos claras sean inferiores (Kays, 1979).

En la actualidad, la mayor parte de la nuez se comercializa en cáscara; sin embargo, existen planes para la venta de nuez descascarada, siendo en este caso el color de la almendra un factor determinante de calidad. La vida de anaquel de la nuez encarcelada depende principalmente del porcentaje de humedad de la almendra y del control de la temperatura ambiente (Love y Young, 1970). El contenido de humedad de las almendras varía considerablemente durante la cosecha, éste no debe exceder una actividad acuosa (Aw) de 0.70 a 25°C (Beuchat, 1978), y en la nuez pecanera ésta corresponde a 4.5% de humedad, el cual es más bajo que el requerido por la mayoría de los microorganismos para desarrollarse y reproducirse. King *et al.* (1983) consideran que una Aw de 0.75 o mayor da origen a un

crecimiento visible de hongos.

Varios géneros de organismos están presentes en la nuez durante su desarrollo y manejo en poscosecha, incluyendo el género *Aspergillus*. Este género es de particular importancia por la capacidad de producir aflatoxinas, metabolitos secundarios tóxicos al ser humano (Beuchat, 1978; O'Brien *et al.*, 1983).

Por otro lado, un buen secado y mantenimiento de la humedad a 4.5%, permite la contracción y separación de la almendra de la cáscara, haciendo más eficiente el descascarado. También la humedad de la nuez afecta su color, textura, aroma y sabor (Beuchat, 1978; O'Brien *et al.*, 1983).

La nuez con 4.5% de humedad puede almacenarse un periodo bastante largo, antes de que pierda calidad; por ejemplo, a 0°C se puede almacenar de 12 a 18 meses, a 10°C, de 7 a 10 meses y a 20°C de 2 a 5 meses (Woodroof y Heaton, 1961).

Otros factores que influyen en la vida de anaquel de la nuez son: la variedad o cultivar, las prácticas de cultivo y su estado de madurez (Woodroof y Heaton, 1961).

Es importante separar la nuez encarcelada sin cáscara de otros productos durante el almacenamiento, ya que los olores desprendidos de otros productos, son absorbidos por el aceite y son difícilmente removidos (Stein, 1980).

La cáscara de la nuez sirve de protección contra el ataque de hongos y los cambios oxidativos; así que la vida de anaquel de la nuez descascarada es menor que la de la nuez entera. Esta diferencia se destaca más a temperaturas más altas; por ejemplo, la vida de anaquel de la nuez descascarada es la mitad (3 meses) a 20°C que la de la nuez entera (Stein, 1980). Sin embargo, Gutiérrez (1999) observa comportamientos que algunos genotipos presentan comportamientos similares durante el almacenamiento, sin importar la presentación.

El nogal se caracteriza por presentar una producción alterna en la cual, los rendimientos de un año a otro pueden variar hasta en un 50% (Anón, 1981). Por esta razón, y para mantener un mercado más consistente y ordenado en los E.U.A., ha existido la necesidad de almacenar la nuez (Heaton *et al.*, 1977).

Actualmente en México el almacenamiento de la nuez es muy limitado y casi todo el producto se maneja en cáscara. Sin embargo, con el establecimiento de nuevas plantaciones durante los últimos años y la instalación de equipo para descascarar, se requiere la utilización

de refrigeración para almacenarla y regularizar el mercadeo de la misma (Tapía, 1985).

5.1.4. Composición química de la nuez

Los principales componentes de la nuez son hidratos de carbono, proteínas y lípidos. La proporción de éstos puede variar con el cultivar, las condiciones climatológicas, la estación del año, la fertilidad del suelo, los riegos, las plagas y las enfermedades (Brison, 1974; Heaton *et al.*, 1977; Stein, 1980). La composición química de la nuez se ilustra en la Tabla 7.

El contenido de agua de la almendra dependerá del estado de madurez de la nuez y puede ser controlado a través del secado, hasta llegar a la proporción más conveniente (3 a 4.5%) para el almacenamiento, y de 8 a 10% para el descascarado (Heaton *et al.*, 1977).

El contenido de aceite de la nuez pecanera puede variar desde 50 hasta 75% (McMeans y Malstron, 1982). La mayor parte del aceite se acumula en la nuez después que la cáscara comienza a endurecer, durante el último mes de desarrollo (Wood y McMeans, 1982). Cuando la nuez es gruesa, llena y frágil, puede tener un alto contenido de aceite; de lo contrario, si es arrugada, esponjosa y hueca, el contenido del mismo es bajo (Brison, 1974; Heaton *et al.*, 1977). El aceite de la nuez está constituido en su mayor parte por triacilglicéridos, en cuyos ácidos grasos, destaca el oleico y el linoleico (Olson *et al.*, 1978; Senter y Horvat, 1978).

La nuez es reconocida como uno de los alimentos con mayor porcentaje de ácidos grasos susceptibles a la oxidación y a producir la rancidez (Sherwin, 1978). El contenido varía según el tipo de nuez (Senter, 1976 b; Senter y Horvat, 1978, 1979), el llenado de la almendra y también de un año a otro, aún en la misma variedad (Brison, 1974; Stein, 1980).

Los hidratos de carbono forman aproximadamente del 12 al 15% de la nuez. Durante el desarrollo del fruto, los azúcares (fructosa, sacarosa, glucosa e inositol) llegan a su máximo nivel inmediatamente antes de que la cáscara comience a endurecer. Al cosecharse la nuez, se encuentra solamente sacarosa (aproximadamente 4%), fibra cruda (2-3%), y los demás componentes de hidratos de carbono podrían ser de tipo hemicelulócico (Wood y McMeans, 1982). La nuez pecanera no contiene almidón, a excepción del periodo de germinación en que éste se produce a partir de las reservas de lípidos, el cual es utilizado como fuente de energía (Van Staden *et al.*, 1979).

La proteína se acumula durante la última etapa de desarrollo de la nuez, llegando de 9

a 10% del peso de la almendra, conteniendo 18 aminoácidos, siendo el patrón de composición similar a los encontrados en las proteínas de reserva de las semillas (Stein, 1980; Wood y Reilly, 1984).

De acuerdo al contenido de lípidos, hidratos de carbono y proteínas, se puede observar que la nuez presenta un alto valor energético. El contenido de vitaminas es bajo, como en el caso de otras nueces, con la excepción de los carotenoides (vitamina A) (Woodroof, 1979). Un contenido moderado de vitamina E (α -tocoferol) puede ser importante en retardar la rancidez; se ha reportado una buena correlación entre el contenido de α -tocoferol de la nuez, y la estabilidad del aceite.

Resumiendo, podemos decir que las nueces son ricas en proteína (13.7 g), lípidos (67.2 g), hidratos de carbono (16.2 g), fibra (2%), minerales (1%), entre los que destacan el calcio (92 mg), hierro (3.3 mg), tiamina (0.27 mg), magnesio, zinc, selenio, cobre, biotina, riboflavina (0.51 mg), niacina (3.0 mg), yodo y ácido fólico (Pyriadi y Mason, 1968).

Se han encontrado 16 nutrimentos inorgánicos en la almendra de la nuez pecanera, algunos son esenciales como cofactores en el metabolismo y otros son importantes porque pueden acelerar la oxidación de los lípidos. El hierro y el cobre, en particular a niveles de 1 μ g/g, pueden provocar un deterioro en el aceite, afectando la vida de anaquel (Brisson, 1974; Sherwin, 1978; Senter 1976 a). Los minerales de mayor contenido son potasio, fósforo y calcio (600, 300 y 70 mg/100 g, respectivamente) (Senter, 1976 a).

Los fenoles presentes en la testa de la almendra son determinantes en la pigmentación de la nuez. Senter *et al.* (1980 y 1984) indican que la disminución de fenoles está relacionada con una disminución en la susceptibilidad a la rancidez y al oscurecimiento de la testa en diferentes variedades. El fenol predominante es el ácido gálico, que corresponde a 80% del total de fenoles simples. El ruezno de la nuez tiene un alto contenido de taninos y éstos pueden ser utilizados en la industria (Woodroof, 1979). Otro aspecto importante sobre el contenido de fenoles es que, nueces con ruezno que permanecen húmedas por periodos prolongados, presentarán un color más oscuro, debido a la permeación de taninos. El tejido que divide las mitades de nuez (material de empaque) contiene 26% de taninos, éstos proporcionan astringencia si no son removidos durante el descascarado (Senter *et al.*, 1980; Woodroof, 1979).

El contenido de ácido oleico en la nuez pecanera es muy elevado (65%); sin embargo,

es ligeramente inferior al del aceite de olivo (75 a 80%); aunque este último es más saturado (Brisson, 1974). (Tabla 8).

Tabla 7. Composición de nuez pecanera en 100 g.

NUTRIMENTO	PORCENTAJE
ACEITE	74%
HIDRATOS DE CARBONO	12%
PROTEÍNAS	09%
AGUA	04%
MINERALES	01%

Fuente: Worley, 1994.

Tabla 8. Perfil de ácidos grasos de nuez pecanera.

ÁCIDO	PORCENTAJE
OLEICO	65
LINOLEICO	26
PALMÍTICO	05
ESTEÁRICO	02
ARAQUIDÓNICO	01
MIRÍSTICO	01

Fuente: Brisson, 1974.

En la Tabla 9 se muestra el grado de insaturación de distintos aceites. El aceite de la nuez pecanera es insaturada en un 92-95% y es el que presenta el más elevado grado de insaturación (Woodroof, 1979).

Tabla 9. Comparación de aceites.

FUENTE DE GRASA	% GRASA SATURADA	% GRASA POLIINSATURADA	% GRASA MONOINSATURADA
CANOLA	7.5%	36.5%	56%
CARTAMO	9%	78%	13%
NUEZ PECANERA	9%	23.5%	67.5%
GIRASOL	10%	70%	20%
MAIZ	11.5%	61%	27.5%
OLIVA	12.5%	9%	78.5%
SOYA	15.5%	62%	22.5%
CACAHUATE	19%	33%	48%
MANTECA DE CERDO	40%	10%	50%
ACEITE DE PALMA	51.5%	9%	39.5%
SEBO DE RES	52%	4.5%	43.5%
MANTEQUILLA	65.5%	4.5%	30%
COCO	90.5%	3%	6.5%

Fuente: Santerre, 1994.

5.1.5. Valor nutricional de la nuez

El elevado contenido de aceite de las nueces se combina con los hidratos de carbono y las proteínas para hacer de las almendras de la nuez un alimento altamente concentrado y de alto valor nutritivo. El total de calorías producidas por un kilogramo de buenas nueces pecaneras es de 7,500 aproximadamente, variando en función de la calidad de las almendras. El principal componente de las almendras es el aceite, y es también el que más varía; y que contribuye en mayor grado a dar el sabor y aroma característicos.

Las almendras de la nuez pecanera son una buena fuente de vitamina A (130 UI/100g), ácido ascórbico (2 mg/100 g), tiamina (0.86 mg/100 g), riboflavina (0.13 mg/100 g), niacina y vitamina E o tocoferol (159 – 500 µg/g). La diferencia entre el porcentaje real de almendra de nuez y el porcentaje de almendra, finalmente recuperado en el descascarado, es con frecuencia de 3 o 4%. La harina de desperdicio o polvo de almendra constituye esta diferencia; es ésta la fuente de la cual se obtiene el aceite comercial por presión. Con los métodos comúnmente utilizados en su extracción, el aceite es suave, sin olor y ligeramente amarillo, cuando se refina, es incoloro (Brison, 1976).

5.1.5.1. Usos del aceite de nuez pecanera

El aceite de nuez pecanera tiene diferentes usos, entre otros, se utiliza en farmacia y en la industria de aceites esenciales, en la técnica culinaria, para preparar aderezos para ensaladas. Pequeñas cantidades se utilizan en cosméticos, principalmente en lociones, cremas y jabones (Duarte, 1967).

5.1.6. Características de calidad de la nuez

La calidad y la vida en poscosecha de la nuez dependen en gran parte, de la rapidez con que se seque al cosecharse y de su conservación a bajas temperaturas y humedad relativa adecuadas. La nuez puede ser almacenada a bajas temperaturas por meses y años y conservar sus características de sabor, olor y textura. Sin embargo, el almacenamiento refrigerado es costoso y requiere una infraestructura especial (Heaton *et al.*, 1977).

Las características que han servido de criterio de selección incluyen: tamaño de la nuez, facilidad de descascarado, porcentaje de almendra y color de la almendra (Thompson, 1997).

El tamaño de la nuez se estima a partir del número de nueces por kilogramo, de manera que una nuez considerada de gran tamaño es aquella que en un kilo contenga entre 90 y 100 nueces. La facilidad de descascarado se refiere al rendimiento de mitades o almendras libres durante el descascarado; ésta es generalmente mayor en las nueces de cáscara más o menos delgada. El porcentaje de almendra es la cantidad en gramos de almendra presente en 100 g de nuez.

El color de la almendra es considerado como una variable de calidad primaria en la clasificación de las nueces. Como consecuencia, la nuez pecanera manejada por los procesadores comerciales en los Estados Unidos, está clasificada, según la USDA (1969), dentro de las cuatro clases basadas en el color de la testa. El rango va desde "light", "light amber", "amber" y "dark amber" (Anónimo, 1980; Ocker y Storey, 1996). Recientemente, fueron propuestas seis categorías, utilizando las cartas de color Munsell: "Light Cream", "Cream", "Golden", "Light Brown", "Reddish Brown", "Dark Reddish Brown" (Thompson *et al.*, 1995; Ocker y Storey, 1996). Generalmente, las nueces de color más oscuro, reciben un precio menor en el mercado que las más claras, debido a la asociación general del color

oscuro con la rancidez (Brison, 1972). Sin embargo, estudios recientes realizados en México, demuestran que la preferencia del público consumidor, se basa en almendras de colores relativamente oscuros (Gutierrez, 1999).

5.1.6.1. Rancidez de la almendra

El alto contenido de aceite de la almendra de la nuez, la hace susceptible a la rancidez, la cual se entiende como el desarrollo de olores y sabores indeseables del aceite. El desarrollo de la rancidez es la causa más común de pérdida de calidad en nuez. Los malos olores, sabores, manchas y cambios de color, son consecuencia de la hidrólisis y la oxidación de ácidos grasos libres.

El principal componente químico responsable de la oxidación y rancidez de las almendras de la nuez es el ácido linoleico.

La rancidez causada por oxidación es retardada por el α -tocoferol, indicador de la vitamina E, cuya cantidad varía en diferentes almendras.

Las condiciones ambientales afectan indirectamente la rancidez por su efecto directo sobre el ácido linoleico y el tocoferol de la vitamina E (Woodroof, 1979). Las bajas temperaturas retardan el desarrollo de la rancidez, por lo que se recomienda una temperatura de almacenamiento de 0 a 10°C. Una humedad relativa (HR) de 65% es efectiva para mantener un contenido de humedad en las almendras de 3 a 4%. En estas condiciones (65% HR, 0-10°C), las nueces pueden permanecer estables hasta por más de un año (Santerre, 1994; Báez, 1992).

Se utilizan evaluaciones sensoriales para detectar los productos que dan mal olor y sabor, así como la determinación de ácidos grasos como indicador de rancidez hidrolítica y el valor de peróxidos como indicador de las reacciones de radicales libres (Brison, 1976).

5.1.7. Aspectos microbiológicos de la almendra

Las nueces son productos susceptibles al ataque y desarrollo de *Aspergillus flavus*, la existencia de éste lleva a pensar en la posible presencia de aflatoxinas (Joy, 1978).

Se recomienda que el nivel de aflatoxinas en las nueces no rebase las 20 ppm (Johnson y Peterson, 1974) para asegurar la salud pública.

Vázquez (1998) encontró diferencias significativas en la sensibilidad de las almendras

de distintos genotipos criollos de nuez pecanera al ataque por *Aspergillus*. Además el desarrollo del hongo fue más violento a mayores niveles de A_w y *A. parasiticus* resultó más agresivo que *A. flavus*.

Las medidas más importantes para combatir *Aspergillus flavus* y la producción de aflatoxinas en la nuez pecanera son: No dejar la nuez en el suelo, bajar la humedad a 4.5% rápidamente, después de la cosecha y bajar la temperatura de almacenamiento (Heaton *et al.*, 1972; Heaton *et al.*, 1977).

5.2. Importancia de los lípidos en la alimentación y enfermedades cardiovasculares en el ser humano

Los lípidos son básicamente una fuente energética para el animal o la planta en que se encuentre o para quien los consuma. Desde el punto de vista nutricional y como material energético, contiene aproximadamente 2.25 veces el número de calorías en un peso base seco equivalente de hidratos de carbono o proteínas. Los lípidos siempre se hallan en los alimentos combinados con otras sustancias, tales como la vitamina A, D, E y K solubles en los lípidos; los esteroides: el colesterol en los lípidos animales y el ergosterol en los lípidos vegetales; y ciertos emulsionantes grasos naturales llamados fosfolípidos, debido a la presencia de ácido fosfórico en sus moléculas (Potter, 1985).

Los lípidos son importantes como alimento debido a su elevado valor energético, sirven como aislantes térmicos, son constituyentes de las membranas plasmáticas, los no polares actúan como aislantes eléctricos. Son componentes que tienen la propiedad común de ser relativamente insolubles en agua, solubles en solventes polares y son estéres o sustancias capaces de formar estéres (Murray, 1992).

5.2.1. Estructura química y características físicas de los lípidos

La típica molécula de un glicérido consiste de una molécula de glicerol esterificada con tres ácidos grasos. El glicerol tiene tres hidroxilos activos y cada ácido graso presenta un grupo carboxilo activo. Los ácidos grasos pueden diferir por la longitud de sus cadenas de carbono y por el número de átomos de hidrógeno en estas cadenas (Murray, 1992).

Las variaciones químicas en los lípidos originan propiedades funcionales, nutritivas y de conservación que difieren radicalmente. El punto de fusión de los diferentes lípidos es un

ejemplo de esta variación funcional. Los ácidos grasos de cadena más larga producen lípidos más duros, y los de cadena más corta, producen lípidos más suaves. Un aceite no es más que un lípido que se encuentra en forma líquida a la temperatura ambiente. La base de la fabricación de grasas sólidas a partir de aceites líquidos es mediante el procedimiento de hidrogenación, que consiste en añadir hidrógeno a un aceite, saturar sus ácidos grasos, y así convertirlo en sólido (Murray, 1992).

Los ácidos grasos insaturados son muy sensibles al ataque del oxígeno en los puntos de insaturación. Algunos ácidos grasos de importancia nutritiva son el palmítico, el esteárico, el oleico y el linoleico. Estas sustancias se distinguen entre sí por el número de átomos de carbono y por el de sus enlaces dobles (Murray, 1992).

Además de suministrar calorías, los lípidos proporcionan ciertos ácidos grasos poliinsaturados esenciales, llamados así porque el cuerpo no puede sintetizarlos, de manera que deben ser proporcionados por la dieta como tales. Los ácidos grasos esenciales incluyen el linoleico y el linolénico. El ácido araquidónico, otro ácido graso insaturado, no es verdaderamente esencial, ya que puede ser formado en el cuerpo a partir ácido linoleico (Murray, 1992).

Las fuentes de ácido linoleico incluyen los aceites de granos y semillas, los lípidos de las nueces y los lípidos de las aves. Los ácidos linoleico y linolénico son necesarios para el crecimiento normal, para la reproducción y para una piel sana. Cuando el ácido linoleico y otros ácidos insaturados están presentes en una proporción importante en la dieta, pueden bajar los niveles de colesterol en la sangre, bajo ciertas condiciones dietéticas (Murray, 1992).

5.2.2. Efecto de los lípidos en las características sensoriales de los alimentos

Los lípidos en los alimentos son utilizados para mejorar el sabor, hornear, ablandar, lubricar, freír, batir, etc. Los lípidos forman emulsiones con agua y aire. Los glóbulos de lípidos pueden ser suspendidos, tanto en una gran cantidad de agua, como en la leche o la crema. La grasa es un lubricante en los alimentos; así por ejemplo, la mantequilla hace que el pan sea más fácil de ingerir. La grasa tiene el poder de acortar, es decir, se entrelaza con la estructura de proteína y almidón, propiciando que estas moléculas se puedan separar fácilmente y que sean cortas, que no se alarguen. De esta manera, la grasa ablanda la carne, así como los productos de panadería (Potter, 1985).

5.2.3 Funciones de los lípidos en el organismo

Los lípidos en cualquier parte del cuerpo son una fuente eficiente de energía directa; sin embargo, cuando están almacenados en el tejido adiposo, constituyen una fuente potencial, sirven como aislante térmico en los tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos. Los lípidos no polares actúan como aislantes eléctricos que permiten la propagación rápida de las ondas despolarizantes a lo largo de los nervios mielinizados.

Mientras los lípidos son las fuentes más concentradas de calorías en los alimentos, los hidratos de carbono son la fuente más barata y, las proteínas, la más cara. Además de suministrar calorías, los lípidos proporcionan ciertos ácidos grasos esenciales. La función básica de los ácidos grasos y para el efecto, de los triacilglicéridos, es la de aportar energía al organismo. La oxidación de 1 g de ácidos grasos libera 9 kilocalorías, es decir, más del doble de la energía que libera la oxidación de 1 g de hidratos de carbono o aminoácidos. En la actualidad, los ácidos grasos son la fuente más concentrada de energía en la dieta y, en el organismo, la forma preferida de almacenamiento de la misma, puesto que son las sustancias que en menor espacio pueden contener más energía (Murray, 1992).

Los lípidos son constituyentes importantes de la alimentación no sólo por su elevado valor energético, sino también por las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos esenciales contenidos en la grasa de los alimentos naturales.

En el cuerpo, los lípidos sirven como una fuente eficiente de energía directa, y cuando están almacenados en el tejido adiposo, constituyen una fuente potencial. Además, sirven como aislante térmico en los tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos. El contenido de lípidos en el tejido nervioso es particularmente alto. Lípidos y proteínas combinados (lipoproteínas) son constituyentes celulares importantes que se encuentran en la membrana celular y en las mitocondrias y actúan como medio de transporte de lípidos en la sangre. El conocimiento de la bioquímica de los lípidos es importante en la comprensión de muchas enfermedades y áreas biomédicas de interés; por ejemplo, la obesidad, la aterosclerosis y el papel de varios ácidos grasos poliinsaturados en la nutrición y la salud (Murray, 1992).

5.2.4. Movimiento de los lípidos en el organismo

5.2.4.1. Digestión de los lípidos

La digestión de los lípidos consiste en un fenómeno de hidrólisis, catalizado por enzimas llamadas lipasas, que son secretadas en los jugos gástrico, pancreático e intestinal. Aunque en el estómago se digiere una cantidad mínima de lípidos, la mayor parte de éstos son digeridos por las lipasas pancreáticas e intestinales después de llegar al intestino delgado. Los productos finales de la digestión de los lípidos son: ácidos grasos, glicerol y glicéridos (Lehninger, 1982). Las sales biliares desempeñan dos funciones en la digestión de los lípidos. La primera es su acción como detergente, esto es, disminuyen la tensión superficial de los glóbulos de grasa del alimento. Esto permite que los movimientos de mezcla del intestino desdoblén los glóbulos de lípidos en partículas emulsionadas muy finas. Por lo tanto, proporcionan un área de superficie grande sobre la que pueda actuar la enzima lipasa. La segunda función de las sales biliares en la digestión de lípidos es mediante el transporte de los productos terminados de la digestión, los ácidos grasos y los glicéridos, separándolos de los globos de lípidos (Lehninger, 1982).

5.2.4.2. Absorción de los lípidos

El mecanismo por el cual se realiza la absorción de los lípidos es la siguiente: se absorben por las vellosidades de la mucosa intestinal; pero, a diferencia de los monosacáridos, lo hacen hacia el conducto quilífero central, vaso linfático que se encuentra en el centro de la vellosidad, en vez de hacia la sangre. Las moléculas de ácidos grasos y glicerol son muy solubles en el borde ciliado de las células epiteliales que revisten la superficie de las vellosidades. A continuación, el retículo endoplasmático, situado en el interior de las células, sintetiza nuevas moléculas de lípidos neutros y expulsa el lípido recién formado hacia el líquido intersticial de la vellosidad, en forma de glóbulos pequeños de lípidos, denominados quilomicrones (Guyton, 1985).

5.2.4.3. Transporte de los lípidos en la sangre

Los lípidos absorbidos a partir de la alimentación y los lípidos sintetizados por el hígado y el tejido adiposo deben ser transportados entre los diversos tejidos y órganos para su utilización y almacenamiento. Dado que los lípidos son insolubles en el agua, la forma de transportarlos en el plasma sanguíneo, que es un medio acuoso, constituye una dificultad. La solución consiste en asociar lípidos no polares (triacilglicéridos y ésteres de colesterol), con lípidos anfipáticos (fosfolípidos y colesterol) y proteínas, para formar lipoproteínas miscibles en agua (Murray, 1992).

5.2.5. Las lipoproteínas

Las partículas lipoproteínicas se forman al combinar el colesterol y los triacilglicéridos con fosfolípidos y apolipoproteínas. Las cinco principales fracciones de las partículas lipoproteínicas se clasifican de acuerdo con su densidad. Las lipoproteínas se forman del todo en el hígado; sin embargo, en el epitelio intestinal se sintetizan pequeñas cantidades de lipoproteínas de alta densidad durante la absorción de ácidos grasos del intestino. Su función principal consiste en transportar lípidos para el cuerpo. Las lipoproteínas transportan a los lípidos del intestino como quilomicrones y a los hepáticos como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Los triacilglicéridos se sintetizan sobre todo a partir de los hidratos de carbono en el hígado y se transportan hacia el tejido adiposo y otros tejidos periféricos en lipoproteínas de muy baja densidad. Por otro lado, las lipoproteínas de alta densidad transportan colesterol de los tejidos al hígado (Peterson y Bihain, 1990).

5.2.5.1. Clases de lipoproteínas

a) Quilomicrones

Los quilomicrones se derivan de los lípidos dietéticos exógenos absorbidos en el intestino, y se forman en el epitelio intestinal. Una vez que los ácidos grasos y el glicerol atraviesan la mucosa intestinal, se sintetizan nuevas moléculas llamadas quilomicrones, la mayor parte de éstos son depurados de la sangre circulante, a medida que pasan a través de los capilares en el tejido adiposo y el hígado (Lehninger, 1982). Éstos consisten sobre todo en triacilglicéridos, colesterol y apolipoproteína B-48. Los quilomicrones transportan los triacilglicéridos de la dieta desde el intestino a los tejidos periféricos; se forman en los

enterocitos de la mucosa intestinal y son transportados a través del conducto torácico hacia la sangre (Peterson y Bihain, 1990).

b) Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL)

Consisten sobre todo en triacilglicéridos; concentraciones elevadas de éstas dan como resultado una hipertrigliceridemia. Las VLDL-COL transportan los triacilglicéridos endógenos sintetizados en el hígado hacia los otros tejidos, interactúan con la lipoproteinlipasa, lo que resulta en una hidrólisis de los triacilglicéridos y formación de partículas residuales, dando lugar a las lipoproteínas de baja densidad (LDL) (Peterson y Bihain, 1990).

c) Lipoproteínas de densidad intermedia (IDL)

Se forman de manera temporal durante el metabolismo de las VLDL, por la acción de la lipoproteinlipasa, también se conocen como VLDL-COL- β o VLDL remanentes. Son eliminadas por el hígado a través de los receptores LDL-COL (Peterson y Bihain, 1990).

d) Lipoproteínas de baja densidad (LDL)

Compuestos con mayor contenido de colesterol, constituyen la fuente principal de suministro de colesterol y de lipoproteína acarreadora de colesterol. El 70% de los receptores para LDL-COL se encuentra en los hepatocitos, lo que permite que el hígado reutilice el colesterol. Las LDL-COL contienen, en condiciones normales, el 60% del colesterol sérico y presentan el vehículo de transporte de colesterol sintetizado en el hígado a los tejidos periféricos. Las LDL-COL se metabolizan al cabo de unos días, a diferencia de lo que ocurre con las VLDL que son de corta vida. Este tipo de lipoproteínas se forman en el hígado (Peterson y Bihain, 1990).

e) Lipoproteínas de alta densidad (HDL)

Son sintetizadas y secretadas tanto en el hígado como en el intestino. Una función importante de las HDL es actuar como reservorio de las apoproteínas (fracción proteínica de las lipoproteínas) C y E que son requeridas en el metabolismo de quilomicrones y VLDL.

Las HDL nacientes (secretadas de nuevo) consisten en dobles capas de fosfolípidos que contienen apoproteínas y colesterol libre. Estas lipoproteínas son similares a las

partículas encontradas en pacientes con ictericia obstructiva y en el plasma de pacientes con deficiencia de la enzima lecitin:colesterol-aciltransferasa (LCAT), cuya función consiste en la transferencia de grupos acil desde la fosfatidilcolina al colesterol libre (Murray, 1992).

Así, las HDL desempeñan parte de un proceso por el cual, el exceso de colesterol, de los tejidos es transportado al hígado y excretado a la bilis (Peterson y Bihain, 1990).

5.2.6. Problemas asociados con los niveles de lípidos en el organismo

5.2.6.1. Hiperlipoproteinemias

Con este término se describe un grupo de trastornos que se presentan cuando los niveles de lipoproteínas se hallan elevados. Existen seis formas de hiperlipoproteinemias, de acuerdo al tipo de lipoproteínas que se encuentran elevadas. Cada forma de hiperlipoproteinemia no constituye una enfermedad aislada, sino un grupo de anomalías que incluyen algunos trastornos primarios (genéticamente determinados) y otros de carácter secundario (Mora, 1993).

5.2.6.2. Tipos de Hiperlipoproteinemias

- a) Hiperlipoproteinemias tipo I. Se caracteriza por una elevación de los quilomicrones. El colesterol es normal y los triacilglicéridos se hallan marcadamente elevados, generalmente por encima de 1000 mg/dl.
- b) Hiperlipoproteinemias tipo II a. Se halla representada por un aumento de LDL, con niveles normales de VLDL; los niveles de colesterol plásmico son altos, siendo normales los triacilglicéridos.
- c) Hiperlipoproteinemias tipo II b. Se trata de un patrón frecuente caracterizado por aumento de VLDL-COL y LDL, de modo que tanto los niveles de colesterol como los de triacilglicéridos se hallan elevados.
- d) Hiperlipoproteinemia tipo III. Se caracteriza por una reducción de las VLDL. El colesterol y los triacilglicéridos se hallan elevados frecuentemente a un nivel parecido; por ejemplo, pueden ser ambos de aproximadamente de 400 mg/dl.
- e) Hiperlipoproteinemia tipo IV. Es un patrón frecuente de hiperlipoproteinemia que presenta una elevación de VLDL-COL con colesterol y triacilglicéridos altos.
- f) Hiperlipoproteinemia tipo V. Es poco habitual se caracteriza por la elevación de

quilomicrones y de VLDL, encontrándose elevados tanto el colesterol como los triacilglicéridos (Mora, 1993).

5.2.6.3. Terapia dietética de las hiperlipoproteinemias

Aunque la mayor parte del colesterol sérico (2/3 a 3/4) tiene una procedencia endógena, las manipulaciones de la dieta pueden modificar los niveles plasmáticos de colesterol. La reducción del colesterol sérico es mucho más marcada cuando el colesterol de la dieta disminuye a menos de 100 mg/día. Una dieta con restricción intensa de colesterol se basa fundamentalmente en cereales, leguminosas, frutas y verduras, permitiendo una ración muy reducida de alimentos de origen animal.

Un incremento en el cociente entre ácidos grasos poliinsaturados y saturados (P/S) de la dieta reduce el colesterol sérico (Mora, 1993).

5.2.7. Hipercolesterolemia

La Asociación americana del corazón (*American Heart Association*) recomienda para enfermos con hipercolesterolemia, la disminución de la ingesta del total de lípidos, de lípidos saturados y de colesterol, para lo cual ha formulado tres fases progresivas de tratamiento:

FASE I: 30% de calorías en forma de lípidos, 55% de hidratos de carbono y 15% de proteína. Los lípidos deben comprender cantidades iguales de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. La mayor proporción de hidratos de carbono deben comprender a los complejos. La ingestión de colesterol no debe ser superior a 300 mg/día.

FASE II. 25% de calorías en forma de lípidos (con la misma proporción de los tres tipos de ácidos grasos), 60% de hidratos de carbono y 15% como proteínas; de 200 a 250 mg de colesterol al día.

FASE III. 20% de calorías en forma de lípidos (con la misma proporción de los tres ácidos grasos) 65% de hidratos de carbono y 15% de proteínas; de 100 a 150 mg de colesterol al día. La dieta de la fase I es la que la "*American Heart Association*" recomienda a la población en general. El hecho de que el enfermo progrese a la fase II o a la III depende de la intensidad de la hipercolesterolemia (Potter, 1985).

5.2.8. Enfermedades cardiovasculares

En la mayoría de los países de América Latina, la principal causa general de muerte son las enfermedades cardiovasculares (ECV), particularmente las cardiopatías coronarias y los accidentes cerebrovasculares. Este tipo de enfermedades están relacionadas con diversos factores de riesgo. Algunos de éstos como los genéticos, la edad y el sexo, no pueden ser controlados, pero existen otros como la alimentación y el estilo de vida que pueden modificarse en beneficio de la salud (Mejía, 1994).

En efecto, de acuerdo a Carbonneau (1998), los países europeos con mayor mortalidad coronaria en 1991 fueron: Finlandia, Irlanda y Suecia; en la situación opuesta se encuentran Francia, Portugal y España, que curiosamente son fuertes consumidores de vino. Esto puede deberse a que los polifenoles contenidos en el vino tienen un efecto oxidante sobre las LDL-COL. A este hecho se le denomina la paradoja francesa.

A mayor concentración de colesterol en la sangre, mayor será la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares. El consumo de alimentos ricos en colesterol y lípidos saturados ha sufrido, en ciertos grupos de la población, un aumento significativo, que rebasa el consumo máximo recomendado; lo anterior ha sido de vital importancia en el desarrollo de aterosclerosis, hipertensión arterial, hipercolesterolemia y obesidad. La meta principal de los tratamientos dietéticos es disminuir el colesterol asociado a la lipoproteinemia de baja densidad (LDL-COL), debido a la relación entre las concentraciones de esta fracción del colesterol y la mortalidad por ECV. Por otro lado, se ha dado también atención a las concentraciones bajas de lipoproteínas de alta densidad (HDL) como factor de riesgo, así como a las concentraciones altas de HDL-COL como factor protector (Mejía, 1994).

5.2.8.1. Arterioesclerosis

El interior de las paredes de los vasos sanguíneos normales es liso y flexible, lo cual permite que la sangre fluya a través de ellos, llevando el oxígeno y otros nutrientes a diferentes partes del cuerpo. Conforme la gente envejece, los lípidos y otras sustancias que son llevadas en la sangre se acumulan sobre las paredes de los vasos formando un depósito llamado placa (con presencia de calcio). Esto es lo que se conoce como arterioesclerosis o endurecimiento de las arterias.

5.2.8.2. Aterosclerosis

La aterosclerosis se caracteriza principalmente por la presencia de ateromas en la pared interna de las arterias y que de manera progresiva entorpecen la circulación de la sangre y en ocasiones llegan a interrumpirla. Los ateromas contienen triacilglicéridos, fosfolípidos y colesterol en abundancia (Casanueva et al, 1995). La enfermedad aterosclerótica es la principal causa de muerte en los países que han adaptado la calidad de vida de países industrializados (sedentarismo, poco consumo de fibra, tabaquismo, alto consumo de grasas saturadas además de una elevada ingestión de sal) (Mejía, 1994; Carbonneau, 1998). La aterosclerosis es una enfermedad lenta y progresiva que comienza incluso durante la niñez (Casanueva et al, 1995).

La principal causa de las enfermedades cardiovasculares es la obstrucción del flujo sanguíneo debido a la formación de placas grasosas. Uno de los principales factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares es una concentración elevada de colesterol, la cual puede disminuirse limitando el consumo de los siguientes componentes de la dieta: grasa en general, grasa saturada y colesterol (Mejía, 1994; Carbonneau, 1998).

Las anomalías en el metabolismo de los lípidos se presentan en los sitios de producción o de utilización de las lipoproteínas, causando varios tipos de "hipo" e hiperlipoproteinemias, la más común es la Diabetes sacarina, donde la deficiencia de insulina causa la movilización excesiva de ácidos grasos libres y la subutilización de quilomicrones y de lipoproteínas de muy baja densidad VLDL, lo cual conduce a hipertriacilglicerolemia. La mayor parte de los demás trastornos patológicos que afectan al transporte lipídico se deben en forma primaria a defectos hereditarios en la síntesis de la porción apoproteínica de la lipoproteína, en las enzimas clave o de los receptores de lipoproteínas. Algunos de estos defectos causan hipercolesterolemia y aterosclerosis prematura (Murray, 1992).

Desde principios de este siglo, la aterosclerosis ha sido motivo de creciente atención por parte de los investigadores. Cuando se descubrió que el colesterol se encuentra en muchos alimentos de origen animal, dicho compuesto se convirtió de manera automática en un agente sospechoso de intervenir en la etiología de la aterosclerosis. A partir de este momento se desencadenaron muchos estudios relacionados con su metabolismo y con su contenido en la dieta bajo diversas condiciones (Casanueva et al, 1995).

HIPÓTESIS

1. Entre la población de nogales de la región de Peñamiller Qro., Victoria Gto., Santa María del Río, S.L.P. se cuenta con genotipos apropiados para su utilización comercial, debido a sus características físicas y químicas favorables.

2. Debido a su alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, el consumo de nuez, ejerce un efecto favorable sobre el nivel de los lípidos séricos.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis proximal de los genotipos de nuez pecanera seleccionados en base a sus características de calidad, y evaluar el efecto del consumo de su aceite sobre el perfil de lípidos séricos en ratas de raza Wistar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Seleccionar los genotipos de nuez pecanera más sobresalientes en base a sus características de calidad (tamaño de la nuez, color, facilidad de descascarado y % de almendra).
2. Evaluar la composición química proximal de la almendra de la nuez (lípidos, proteínas, ceniza, humedad, fibra cruda e hidratos de carbono totales).
3. Evaluar el efecto del consumo del aceite de la nuez pecanera sobre el nivel de lípidos séricos (TG, HDL-COL, LDL-COL y CT) en ratas Wistar, en comparación con el de aceite de olivo, de girasol y con el de manteca de cerdo.

VIII. METODOLOGÍA GENERAL

El presente trabajo se llevo a cabo en la zona nogalícola del centro de la república mexicana, en el Laboratorio de Bioquímica y Fisiología Poscosecha de frutas y hortalizas del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA), de la Facultad de Química y en al área del bioterio de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro. La localización geográfica de los municipios donde se localizan las huertas nogalícolas, así como las temperaturas medias, se consignan en la Tabla 10.

Tabla 10. Localización de las huertas nogalícolas.

MUNICIPIO	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA CABECERA MUNICIPAL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS.	TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL
Peñamiller, Qro.	1340 m	21°03' L.N. 99°49' L.W.	21.7°C
Victoria, Gto.	1740 m	21°13' L.N. 00°13' L.W.	17.7°C
Santa María del Río, S.L.P.	1720 m	21°48' L.N. 100°44' L.W.	18.7°C

Fuente: García, 1988

8.1. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LA NUEZ.

Se tomaron en cuenta cuatro indicadores de calidad de la nuez, los cuales fueron: tamaño de la nuez, color de la almendra, porcentaje de almendra y facilidad de descascarado. Antes de analizarlas, las nueces de los distintos genotipos fueron llevadas a un contenido de humedad de 4%.

8.1.1. Tamaño de la nuez

Se pesó 1kg de cada muestra y se contaron las nueces existentes en cada kg de muestra. El tamaño de la nuez se expresa en número de nueces/kg de muestra.

8.1.2. Color de la almendra

Se midió el color de la almendra con el colorímetro Hunter Lab D025, utilizando mitades intactas o fragmentos grandes de almendra. Se realizaron cuatro lecturas por almendra, rotándola 90°C en el plano horizontal después de cada lectura. Con los valores de L, a y b se calculó la diferencia total de color o ΔE , utilizando como estándar el color Light Cream de la clasificación de color de Thompson (1996) (basada en las cartas de color de Munsell).

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} \quad (1)$$

donde: $\Delta L = L$ estándar – L muestra

$\Delta a = a$ estándar – a muestra

$\Delta b = b$ estándar – b muestra

estándar = Coordenada de color correspondiente a la categoría "light cream" definida por Thompson *et al.* (1996).

8.1.3. Facilidad de descascarado

Se remojaron 10 nueces de cada genotipo en agua corriente durante tres minutos, enseguida se colocaron en un recipiente de plástico bien cerrado y con orificios para drenado durante 18 horas, después de lo cual fueron sometidas a vapor de agua durante 4', guardándose posteriormente en un recipiente a 21°C y 65% de H.R. durante 30'. Una vez

transcurrido este tiempo, se descascararon con una descascaradora manual, y se calculó el rendimiento de mitades en base al siguiente algoritmo:

$$\text{Eficiencia de descascarado} = (\text{Número de mitades intactas} / 20) \times 100$$

8.1.4. Porcentaje de almendra

Se muestrearon, marcaron y pesaron 5 nueces de cada genotipo y se descascararon hasta liberar toda la almendra. Se pesó la almendra y se calculó el porcentaje de almendra en relación al peso inicial de la muestra sin descascarar.

8.2. SELECCIÓN DE LOS MEJORES GENOTIPOS

Para la calificación de los genotipos se consideraron los cuatro indicadores de calidad previamente mencionados. Consideramos que la puntuación asignada a cada indicador debía estar relacionada con su grado de variabilidad, es decir, al indicador con mayor variabilidad se le asignó la mayor puntuación. Se ajustó la puntuación total (la suma de las puntuaciones máximas de cada indicador) a un valor de 100 puntos.

La variabilidad de los indicadores de calidad se calculó de la siguiente manera:

COLOR:

$$(\Delta E \text{ máximo} - \Delta E \text{ mínimo}) / \Delta E \text{ máximo} = V_{\Delta E} \quad (2)$$

% DE ALMENDRA:

$$(\% \text{ Almendra máximo} - \% \text{ Almendra mínimo}) / \% \text{ Almendra máximo} = V \% \text{ Almendra} \quad (3)$$

TAMAÑO:

$$(\text{Tamaño máximo} - \text{Tamaño mínimo}) / \text{Tamaño máximo} = V \text{ Tamaño} \quad (4)$$

FACILIDAD DE DESCASCARADO:

$$V \% \text{ Mitades} = (\% \text{ Mitades máximas} - \% \text{ Mitades mínimas}) / \% \text{ Mitades máximas} \quad (5)$$

$$V \text{ total} = V_{\Delta E} + V \% \text{ Almendra} + V \text{ Tamaño} + V \% \text{ Mitades} \quad (6)$$

Donde: V_{total} = Variabilidad total
 $V_{\Delta E}$ = Variabilidad del ΔE
 $V_{\% Almendra}$ = Variabilidad en el porcentaje de almendra
 $V_{Tamaño}$ = Variabilidad del tamaño
 $V_{\% Mitades}$ = Variabilidad en el porcentaje de mitades

El valor numérico de la V_{total} se ajustó a 100, con lo cual se ajustó también el valor de cada uno de los indicadores de la siguiente manera:

V_{Total} ————— V'_{Total} donde $V'_{Total} = 100$
 $V_{\Delta E}$ ————— $V'_{\Delta E}$
 $V_{\% Almendra}$ ——— $V'_{\% Almendra}$
 $V_{Tamaño}$ ————— $V'_{Tamaño}$
 $V_{\% Mitades}$ ——— $V'_{\% Mitades}$

Por lo tanto, las ecuaciones para calcular los valores de las V' fueron las siguientes:

$$V'_{\Delta E} = (V'_{Total}) (V_{\Delta E}) / V_{Total} \quad (7)$$

$$V'_{\% Almendra} = (V'_{Total}) (V_{\% Almendra}) / V_{Total} \quad (8)$$

$$V'_{Tamaño} = (V'_{Total}) (V_{Tamaño}) / V_{Total} \quad (9)$$

$$V'_{\% Mitades} = (V'_{Total}) (V_{\% Mitades}) / V_{Total} \quad (10)$$

Los valores de $V'_{\%}$ de almendra, $V'_{\Delta E}$, $V'_{tamaño}$ y $V'_{\% mitades}$, representan las puntuaciones máximas que alcanzarán, para cada indicador de calidad, las nueces que presenten el mayor rendimiento de almendra, el color más claro, el mayor tamaño y el mayor rendimiento de mitades, respectivamente.

Las ecuaciones para calificar a cada genotipo se describen a continuación:

COLOR: Dado que para calcular el ΔE se utilizó como estándar un color claro (*light cream* del sistema de Thompson), los genotipos de nuez cuyo color se aproxime al del estándar serán los de mayor calidad y sus valores de ΔE serán pequeños. Por lo tanto, la ecuación para asignarle puntuación a la calidad de color queda de la siguiente manera:

$$P \text{ COLOR} = (\Delta E \text{ mínimo} / \Delta E \text{ genotipo X}) = V' \Delta E \quad (11)$$

Donde: P Color = Puntuación asignada al color de cada genotipo de nuez.

ΔE genotipo X = ΔE del genotipo X

ΔE mínimo = ΔE del genotipo de color más claro.

Analizando esta ecuación, tenemos que para el genotipo de nuez con el menor ΔE , el término entre parentésis toma el valor de 1, y la puntuación debida al color toma el valor de $V' \Delta E$, es decir, la puntuación máxima posible para este indicador de calidad. Conforme avanzamos hacia genotipos con un color más oscuro, es decir, con mayores valores de ΔE al ΔE mínimo, el término entre parentésis de esta ecuación toma valores cada vez menores y, por lo tanto, los genotipos tendrán puntuaciones menores de $V' \Delta E$.

TAMAÑO: Puesto que para evaluar el tamaño de la nuez se utilizó el número de nueces por Kg, se deduce que los genotipos de mayor tamaño tendrán un menor número de nueces/Kg. Por lo tanto, la ecuación para asignar la puntuación del tamaño de las nueces es la siguiente:

$$P \text{ Tamaño} = (\text{tamaño máximo} / \text{tamaño del genotipo X}) V' \text{ tamaño} \quad (12)$$

Donde: P Tamaño = Puntuación debida al tamaño de la nuez

Tamaño mínimo = Tamaño (Nueces/Kg) del genotipo más pequeño.

% ALMENDRA: Como es fácil de suponer, una nuez con alto porcentaje de almendra es de mayor calidad que una nuez con bajo contenido de almendra. La puntuación para calificar el % de almendra toma la siguiente forma:

$$P \% \text{ Almendra} = (\% \text{ almendra genotipo X} / \% \text{ almendra máximo}) V' \% \text{ almendra} \quad (13)$$

Al sustituir en la ecuación 13 el porcentaje de almendra del mejor genotipo, el término entre paréntesis toma el valor de 1 y, por lo tanto, P % almendra es igual a V' % almendra. Conforme avanzamos hacia genotipos con menor contenido de almendra, el término entre paréntesis toma valores menores de 1 y el valor de P% almendra es menor a V' % almendra.

FACILIDAD DE DESCASCARADO: La facilidad de descascarado se evaluó mediante el porcentaje de mitades intactas liberadas. El mejor genotipo será aquel que libere la mayor cantidad de mitades intactas. La ecuación para calificar el rendimiento de mitades es la siguiente.

$$\text{Facilidad de descascarado} = (\% \text{ de mitades del genotipo } X / \% \text{ de mitades máximas}) V' \% \text{ mitades} \quad (14)$$

La calificación total es la suma de las calificaciones individuales. Para seleccionar los genotipos más sobresalientes se asumió que la variable se distribuye normalmente y se establecieron los límites de $Y \pm 0.6745 \sigma$ para definir los genotipos de calidad intermedia, donde Y representa la calificación promedio y σ es la desviación estándar, por lo tanto, los genotipos cuya puntuación estuvo por encima de $Y + 0.6745 \sigma$ se consideraron los más sobresalientes y serán seleccionados para realizar el análisis proximal. Por otra parte, los genotipos que estuvieron por debajo de $Y - 0.6745 \sigma$ se consideraron como los genotipos de calidad más pobre.

8.3. ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS GENOTIPOS SELECCIONADOS

8.3.1. Determinación de humedad

Se muestrearon y marcaron tres nueces de cada genotipo. Éstas fueron descascaradas y las almendras fueron pesadas y picadas finamente; posteriormente, la mezcla se llevó en la estufa a 110°C hasta peso constante, calculando el % de humedad de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial} \times 100$$

8.3.2. Determinación de cenizas

Se empleó el método de la AOAC (945.56). Se pesó 1 g de muestra en un crisol y se metió en una mufla a 550°. La muestra se enfrió posteriormente en un desecador, y se pesó para obtener de esta forma el porcentaje de cenizas libres de nitrógeno.

8.3.3. Determinación de Proteína

Nitrogeno total

Se utilizó el método de la AOAC (920.105). En un tubo de digestión se colocaron entre 0.2 a 0.3 g de muestra y libre de grasa, se agregaron 5 g de mezcla catalítica de CuSO_4 anhidro y 12 ml de H_2SO_4 concentrado, la mezcla se agitó cuidadosamente para homogeneizarla. Las muestras así preparadas se sometieron a digestión en un digestor, hasta obtener una mezcla transparente.

Las muestras fueron enfriadas y se les agregaron 40 ml de agua destilada y 50 ml de NaOH al 50%. La mezcla contenida en los tubos fue destilada en un destilador Rapidstill II de Labconco. 150 ml de destilado fueron recibidos en un matraz erlenmeyer con 25 ml de una solución de ácido bórico al 4%, al cual se agregaron previamente los indicadores "verde de bromocresol" y "rojo de metilo". El destilado se tituló con una solución 0.05M de H_2SO_4 , hasta un viraje persistente hacia un color rojo pálido.

Al mismo tiempo, se procesó un blanco, el cual se preparó con muestra catalítica y H_2SO_4 concentrado y se sometió a los mismos pasos que las muestras hasta la titulación. El volumen de H_2SO_4 consumido en la titulación del blanco fue restado del volumen gastado en la titulación de las muestras. El contenido de N_2 se calculo con la siguiente ecuación:

$$\%N = (\text{No. Eq. N}_2)(\text{ml gastados}) (M \text{ H}_2\text{SO}_4) / (\text{w real de la muestra})(10)$$

Para obtener el contenido de proteína, se multiplico el % de N_2 por el factor 5.3

8.3.4. Determinación de fibra cruda

Se depositó 1 g de muestra seca y desengrasada en cartuchos de papel filtro, transfiriéndola a un vaso de precipitado de 250 ml, se agregaron 100 ml de H_2SO_4 0.255N previamente calentado hasta el punto de ebullición. La mezcla se hirvió exactamente por 30', se eliminó la solución ácida y se realizaron lavados con agua destilada caliente; acto seguido,

se agregaron 100 ml de NaOH 0.313N previamente calentado hasta el punto de ebullición y se hirvió durante 30'. Se eliminó el álcali y se agregaron 25 ml de H₂SO₄ 0.255N caliente y tres porciones de 50 ml de agua, y por último 25 ml de etanol. Se evaporó el alcohol y el cartucho se dejó secar por 2 horas a 130°C y enseguida se enfrió en el desecador y se pesó; se calcinó el cartucho con la muestra a 600°C por 30' en una mufla, se enfrió en el desecador y se peso. El contenido de fibra cruda se calculo con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Fibra cruda} = (\text{peso crisol con muestra seca} - \text{peso crisol con muestra calcinada}) / \text{peso real de la muestra} \times 100$$

El peso real de la muestra es aquel que incluye la humedad y grasa real de la muestra.

8.3.5. Extracto etéreo

a) Preparación de la muestra

Se tomaron tres muestras de nueces de cada genotipo y se manejaron de manera independiente, descascarándose y picando la almendra en la licuadora, hasta obtener fragmentos no mayores de 1 mm de diámetro, la muestra fue homogeneizada y secada durante 2 horas a 110°C, guardándose en bolsas de polietileno dentro de un desecador.

b) Extracción de aceite

Se aplicó el método de la AOAC (934.01) Una muestra de alrededor de 2 g colocada en un volúmen de 100 ml de éter etílico en un matraz previamente tarado, fue sometida a extracción en un equipo soxhlet durante 8 horas a una velocidad de reflujo de 2 a 3 gotas / segundo. Se evaporó el éter residual del matraz y del cartucho, se llevó a la estufa a 105 a 110°C durante 2 horas, enfriándose en desecador y pesándose. El porcentaje de aceite se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Aceite} = (w \text{ cartucho má muestra}) - (w \text{ cartucho má muestra desengrasada}) / w \text{ muestra} \times 100$$

8.3.6. Determinación de hidratos de carbono

Éste nutrimento se obtuvo por diferencia. Es decir, se realizó la sumatoria de todos los nutrimentos, se llevó a 100 y la diferencia fue el resultado de hidratos de carbono.

8.4. EFECTO DEL CONSUMO DE ACEITE DE NUEZ PECANERA SOBRE EL PERFIL DE LÍPIDOS SÉRICOS EN RATAS DE RAZA WIASTAR

8.4.1. Conducción del ensayo biológico

Se prepararon cuatro dietas estandarizadas en base al contenido de nutrimentos: 65% de hidratos de carbono, 15% de proteína, 5% de grasa, 5% de fibra, 10% de humedad, vitaminas y nutrimentos inorgánicos en base a los requerimientos de los animales. Las fuentes de grasa de las dietas evaluadas se establecen en la Tabla 11.

Tabla 11. Fuente de grasa de las dietas evaluadas

DIETA	Fuente de lípidos
1	Aceite de nuez
2	Lípidos saturados (manteca de cerdo)
3	Aceite de girasol
4	Aceite, de olivo

Las dietas fueron administradas a grupos de ratas de raza Wistar, recién destetadas durante 60 días. Las ratas recibieron una aclimatación previa con una dieta a base de "Nutricubos" (Purina, Co.) la cual tiene la siguiente composición química (Tabla 12):

Tabla 12. Composición química de los "nutricubos"

Componente químico	Cantidad (%)
Humedad máxima	12
Proteína mínima	23
Lípidos mínimos	3
Fibra máxima	6
Cenizas máximas	7
Extracto libre de Nitrógeno	49
Calcio máximo	1
Fósforo mínimo	0.6

Se tomaron los datos de peso corporal de los animales a los 0, 20, 40 y 60 días; así como las muestras sanguíneas para la evaluación del perfil de lípidos séricos, por los métodos enzimáticos. Se colocaron las ratas en jaulas individuales y de la misma manera se efectuó la recolección de datos. Los grupos experimentales constaron de 6 ratas cada uno. Las ratas se mantuvieron en jaulas individuales, conformando cada una de ellas una unidad experimental.

8.4.2. Obtención de los datos de consumo de alimento y evaluación del peso

En cada jaula se colocaron 15 g de alimento por día (en equilibrio con la humedad ambiental) y cada tercer día se pesó el alimento residual; esta operación se repitió durante todo el experimento y posteriormente a intervalos de una semana para evaluar la evolución del peso.

8.4.3. Recolección y análisis de muestras sanguíneas

Al inicio, a los 20, 40 y 60 días, se obtuvo una muestra promedio de 2.5 ml de sangre del ojo de la rata, utilizando un capilar heparinizado, depositándose la sangre en tubos de ensayo, para posteriormente separar el plasma mediante centrifugación.

Colesterol total. Para la determinación de CT se marcaron tubos de fotocolorímetro para el blanco, estándar y los desconocidos; se colocó el estándar, la muestra y el reactivo de trabajo. Se incubó por 15' en baño de agua a 37°C. Se leyó en espectrofotómetro Micro Lab a 505nm, llevando el aparato a cero con el blanco.

Lipoproteínas de baja densidad. Para la determinación de LDL-COL, la muestra fue colocada en un tubo de fotocolorímetro y el reactivo precipitante se homogeneizó agitando (sin invertir) durante 20", y se dejó 15' en un baño de agua a 20-25°C, centrifugándose posteriormente a 3000 r.p.m. El sobrenadante separado inmediatamente para utilizarse como muestra en el ensayo colorimétrico. En otros tubos ya marcados con el blanco, estándar y desconocidos, se colocó el sobrenadante, el estándar y el reactivo de trabajo, se mezcló e incubó 15' a 37°C, se retiró del baño y se enfrió. Se leyó en espectrofotómetro a 505 nm, llevando el aparato a cero de absorbancia con el blanco.

Lipoproteínas de alta densidad. Para la determinación de HDL-COL en un tubo de fotocolorímetro 0.5 ml de muestra, agregando 0.05 ml de reactivo precipitante. Se

homogeneizó agitando (sin invertir) durante 20" y se dejó 15' en baño de agua (4-10°C). Se centrifugó 15' a 3000 r.p.m. Se usó el sobrenadante como muestra. En tubos de fotocolorímetro ya marcados se colocó el sobrenadante, estándar y reactivo de trabajo. Se mezcló e incubó 15' a 37°C, se retiró del baño y se enfrió. Se leyó en espectrofotómetro a 505 nm llevando a cero con el blanco.

Triacilglicéridos. Para la determinación de triacilglicéridos, la muestra fue homogeneizada antes de usarse. En tubos de fotocolorímetro ya marcados se colocó la muestra, el estándar y el reactivo de trabajo, la mezcla se homogeneizó y se incubó 5' a 37°C. Después de enfriada la muestra se efectuó la lectura en un espectrofotómetro a 505nm, llevando el aparato a cero con agua destilada.

8.4.4. Diseño del experimento y análisis estadístico

Para los ensayos biológicos, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar; los bloques correspondieron a cada una de las fechas de toma de muestras sanguíneas después del día cero (o inicio del experimento). El experimento constó de 4 grupos de 6 ratas; a cada grupo se le asignó distinta dieta durante 60 días, realizándose muestreo sanguíneo a los 0, 20, 40 y 60 días. Las concentraciones iniciales de lípidos se consideraron como el 100% y los datos a partir del segundo muestreo se expresaron como porcentaje de aumento o disminución de la concentración, asignándole signo positivo al aumento y signo negativo a la disminución.

Se realizó el análisis de varianza de Fisher y la prueba de separación de medias de Student (DMS), utilizando el paquete estadístico Statgraphics (*Statistical Graphics Corporation*).

IX. RESULTADOS Y DISCUSION

9.1. Selección de genotipos

Como se mencionó anteriormente, se colectaron 85 genotipos de nuez, a partir de un concurso regional realizado en 1997, en Peñamiller, Qro.; algunas de estas muestras habían participado en concursos anteriores (1995 o 1996). Aquellas muestras que se encontraban en cantidades insuficientes fueron desechadas del estudio, de manera que solamente quedaron 73 genotipos.

Los resultados de color, porcentaje de almendra, nueces/kg y porcentaje de mitades, se presentan en la Tabla 13.

El ΔE presentó valores que van desde 28.24 para el genotipo 24-97-V, hasta 56.48 para el genotipo 03-95-S. El menor porcentaje de almendra lo presentó el genotipo 52-97-P (28.80%), mientras que el valor más alto lo fue para el genotipo 38-95-P (60.39%), este último valor resulta sorprendente, dado que solo ciertas nueces mejoradas sobrepasan el 60% de almendra (Thompson, 1984). La nuez de mayor tamaño fue la 24-97-V (95 nueces/kg), mientras que la más pequeña fue la 36-95-P (365 nueces/kg). En cuanto a la facilidad de descascarado, el genotipo con mayor rendimiento de mitades fue el 63-97-P, que presentó 91.67 %; mientras que el genotipo con más pobres características de descascarado fue el 49-97-P, con un 8.33 % de mitades.

Tabla 13. Resultados de color, porcentaje de almendra, tamaño y facilidad de descascarado de los 73 genotipos de nuez.

Número	Genotipo*	ΔE	% ALMENDRA	NUECES/Kg	% MITADES
1	22-95-P	38.73	38.52	181.00	50.00
2	52-97-P	37.85	28.80	189.00	38.33
3	03-97-P	37.37	36.37	116.33	45.00
4	15-95-P	29.76	40.23	255.67	76.67
5	92-95-P	35.80	45.12	248.00	63.33
6	86-95-P	31.67	43.18	276.33	63.33
7	107-96-V	38.88	33.91	182.33	16.67
8	20-95-P	32.53	31.40	189.00	31.67
9	37-95-P	37.62	37.04	179.33	33.33
10	38-95-P	33.05	60.39	171.00	70.00
11	11-97-P	37.72	46.88	143.00	66.67
12	36-95-P	34.22	42.61	365.00	36.67
14	82-96-V	31.64	38.24	160.67	63.33
15	04-96-V	31.92	42.20	234.33	73.33
16	02-95-V	34.86	38.19	108.00	60.00
17	23-95-V	33.18	47.38	207.00	78.33
18	80-95-V	30.47	49.13	152.67	38.33
19	24-96-P	31.54	40.67	159.00	38.33
20	20-97-V	31.33	42.14	149.00	25.00
21	21-97-V	32.45	31.22	154.67	35.00
22	08-95-V	35.74	43.92	153.00	55.00
24	24-97-V	28.24	40.10	95.00	45.00
26	26-97-V	38.69	37.36	158.00	60.00
27	25-95-V	42.81	39.76	135.67	15.00
31	61-96-P	42.05	43.23	168.00	55.00
32	84-95-P	35.55	29.83	189.33	31.67
33	33-97-P	33.32	40.36	150.00	90.00

* Clave en base a su primera participación en concursos regionales, o en base a marcadores moleculares

GENOTIPO	GENOTIPO*	ΔE	% ALMENDRA	NUECES/Kg	% MITADES
34	75-95-P	40.83	46.07	249.67	81.67
35	35-97-P	37.73	38.37	171.67	60.00
36	36-97-P	35.48	39.02	163.00	83.33
37	37-97-P	33.96	34.37	166.00	50.00
38	38-97-P	39.81	42.65	148.00	20.00
39	39-97-P	40.27	45.31	158.67	61.67
40	40-97-P	41.11	42.61	112.67	48.33
41	87-95-P	35.16	37.33	162.00	61.67
42	94-95-P	39.72	42.32	146.00	39.33
43	43-97-P	31.81	42.28	195.00	68.33
44	44-97-P	32.23	47.56	277.00	88.33
45	79-95-P	37.88	44.34	174.00	56.67
46	113-96-P	39.52	40.80	176.33	50.00
47	112-96-P	35.98	45.46	164.00	76.67
48	53-95-P	31.92	49.29	196.00	76.67
49	49-97-P	31.98	39.68	154.00	8.33
50	50-97-P	32.04	31.67	149.00	15.00
51	76-95-P	37.77	45.92	220.00	80.00
52	57-95-P	37.73	43.15	126.00	58.33
53	90-95-P	34.97	39.96	153.00	71.67
54	108-96-P	40.92	40.83	140.67	43.33
55	55-97-P	38.79	37.92	108.00	25.00
56	56-97-P	30.55	47.62	133.00	25.00
57	57-97-P	38.13	36.79	158.00	56.67
58	54-95-P	34.16	44.76	154.33	78.33
59	01-96-P	37.41	47.79	199.00	76.67
60	82-95-P	36.27	41.34	100.00	36.67
62	62-97-P	32.76	31.27	117.00	51.67
63	63-97-P	31.09	35.67	209.00	91.67

* Clave en base a su primera participación en concursos regionales, o en base a marcadores moleculares

GENOTIPO	GENOTIPO*	ΔE	% ALMENDRA	NUECES/Kg	% MITADES
64	18-95-P	29.90	34.72	126.33	66.67
65	109-96-P	33.31	40.27	110.00	46.67
66	66-97-P	39.58	47.05	283.33	48.33
67	55-95-P	40.75	37.29	193.00	76.67
69	62-95-P	42.22	39.24	310.00	90.00
72	07-95-S	32.67	35.17	251.33	48.33
73	03-95-S	56.48	47.72	325.00	15.00
74	46-96-S	30.49	40.53	236.67	56.67
75	44-96-S	38.92	38.46	205.00	61.67
77	21-95-S	32.07	42.56	192.00	81.67
78	05-95-S	38.18	57.92	224.00	85.00
80	80-97-V	33.21	44.45	110.00	73.33
81	81-97-V	35.45	37.83	107.00	60.00
82	82-97-V	32.72	43.50	160.00	86.67
83	83-97-P	32.90	41.47	165.33	50.00
84	84-97-P	37.72	34.48	145.67	28.33
85	85-97-P	32.69	35.25	161.67	63.33

* Clave en base a su primera participación en concursos regionales, o en base a marcadores moleculares

9.2. Selección de los mejores genotipos

A continuación, en la Tabla 14 se presentan los valores mínimos y máximos obtenidos tras la evaluación de variables de calidad considerados y, los cuales van a ser utilizados para obtener los rangos de puntuación de cada genotipo:

Tabla 14. Valores máximos y mínimos de calidad.

VARIABLE	MÁXIMO	MÍNIMO
ΔE	56.48	28.24
PORCIENTO DE ALMENDRA	60.39	28.80
TAMAÑO	95 Nueces/kg	365 Nueces/kg
PORCIENTO DE MITADES	91.67	8.33

Con los datos precedentes se calcularon los valores de $V_{\Delta E}$, $V_{\% \text{ de almendra}}$, $V_{\text{Tamaño}}$ y $V_{\% \text{ de mitades}}$, utilizando las ecuaciones 2, 3, 4 y 5 descritas en la sección de Materiales y Métodos.

$$V_{\Delta E} = (56.48 - 28.24)/56.48 = 0.50$$

$$V_{\% \text{ de Almendra}} = (60.39 - 28.80)/60.39 = 0.52$$

$$V_{\text{Tamaño}} = (365 - 95)/365 = 0.74$$

$$V_{\% \text{ de mitades}} = (91.67 - 8.33)/91.67 = 0.91$$

Por lo tanto, la variabilidad total o V_{Total} se calculó utilizando la ecuación 6 como sigue:

$$V_{\text{Total}} = 0.5 + 0.52 + 0.74 + 0.91 = 2.67$$

Enseguida, la V_{Total} se transformó a V'_{Total} (correspondiente a la ponderación), donde V'_{Total} representa la variabilidad total ajustada y se consideró como 100. Empleando las ecuaciones 7, 8, 9 y 10 se calcularon los valores de V' para cada uno de los indicadores de calidad como sigue:

$$V' \Delta E = (100) (0.5) / 2.67 = 18.7$$

$$V' \% \text{ de Almendra} = (100) (0.52) / 2.67 = 19.6$$

$$V' \text{ Tamaño} = (100) (0.74) / 2.67 = 27.7$$

$$V' \% \text{ de Mitades} = (100) (0.91) / 2.67 = 34.0$$

Con esta información se obtuvieron las ecuaciones para calcular la puntuación de cada uno de los indicadores como se muestra a continuación:

$$P \text{ Color} = (28.24 / \Delta E \text{ del genotipo X}) 18.7$$

$$P \% \text{ de almendra} = (\% \text{ de almendra del genotipo X} / 60.39) 19.6$$

$$P \text{ Tamaño} = (95 / \text{Tamaño del genotipo X}) 27.7$$

$$P \% \text{ de Mitades} = (\% \text{ de Mitades del genotipo X} / 91.67) 34.0$$

Con estas ecuaciones, se calculó la puntuación para cada indicador de calidad y para cada genotipo. La puntuación total fue la suma de las puntuaciones individuales, cada indicador de calidad se evaluó tres veces para cada genotipo, de manera que se obtuvieron tres puntuaciones totales y se calculó el promedio.

En la Tabla 15 se presentan las puntuaciones o calificación total de los 73 genotipos de nuez.

El límite para seleccionar los mejores genotipos fue 71.02, según se estableció en la metodología ($Y \pm \sigma$), donde Y representa la media con un valor de 64.92 y σ la desviación estandar siendo esta de 9.03, de tal manera que se seleccionaron los genotipos con puntuaciones mayores de 71.02; sin embargo, cuatro genotipos (24-97-V, 05-95-S, 53-95-P y 81-97-V) de esta población tuvieron que ser sustituidos, debido a que no se contaba con muestra suficiente para proseguir con el análisis proximal. En la Tabla 16 se presentan los genotipos seleccionados.

Tabla 15. Calificación total de los 73 genotipos de nuez.

GENOTIPO	CALIFICACIÓN	GENOTIPO	CALIFICACIÓN	GENOTIPO	CALIFICACIÓN
80-97-V	81.45	43-97-P	69.17	46-96-P	62.62
33-97-P	79.88	82-96-V	68.93	56-97-P	61.80
82-97-V	78.85	75-95-P	68.72	44-96-S	61.76
38-95-P	76.99	04-96-V	68.68	37-97-P	61.11
24-97-V	76.13	62-97-P	67.97	108-96-P	60.95
54-95-P	76.10	40-97-P	67.96	24-96-P	60.72
05-95-S	75.90	82-95-P	67.90	113-96-P	60.08
63-97-P	72.19	85-97-P	67.41	24-95-P	59.64
36-97-P	74.63	39-97-P	67.31	55-97-P	59.57
18-95-P	74.51	55-95-P	67.14	20-97-V	57.57
53-95-P	74.41	62-95-P	67.11	21-97-V	56.43
21-95-S	74.35	08-95-V	66.64	07-95-S	55.98
02-95-V	74.17	87-95-P	66.26	66-97-P	55.84
44-97-P	74.10	03-97-P	65.27	84-97-P	53.78
81-97-V	74.02	80-95-V	64.79	37-95-P	53.11
112-96-P	73.92	26-97-V	64.69	38-97-P	52.33
23-95-V	73.07	79-95-P	64.48	20-95-P	52.10
11-97-P	72.35	35-97-P	64.05	62-97-P	51.45
90-95-P	71.90	83-97-P	63.99	25-95-V	50.21
01-96-P	71.30	86-95-P	63.71	84-95-P	50.21
57-95-P	70.52	92-95-P	63.51	36-95-P	50.07
76-95-P	70.52	57-97-P	63.48	50-97-P	49.99
109-96-P	70.17	22-95-P	62.97	49-97-P	49.61
15-95-P	69.53	61-96-P	62.66	107-96-V	45.23
				03-95-S	38.51

Tabla 16. Genotipos seleccionados en base a sus características de calidad.

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPO ++	CALIFICACIÓN
68	80-97-V	81.45
50	33-97-P	79.88
70	82-97-V	78.85
15	38-95-P	76.99
48	24-97-V *	76.13
17	54-95-P	76.10
03	5-95-S *	75.90
66	63-97-P	75.19
52	36-97-P	74.63
07	18-95-P	74.51
16	53-95-P *	74.41
09	21-95-S	74.35
01	2-95-V	74.17
58	44-97-P	74.10
69	81-97-V *	74.02
42	112-96-P	73.92
11	23-95-V	73.07
45	11-97-P	72.35
29	90-95-P	71.90
32	1-96-P	71.80
19	57-95-P	70.52
22	76-95-P	70.52
06	15-95-P	69.53
57	43-97-P	69.17

*No se trabajó con estos genotipos en el análisis proximal, puesto que no se contaba con la muestra necesaria para la realización de éste, por lo cual se tomó a los siguientes cuatro genotipos conforme a la lista de calificación.

** El primer número representa el código designado en el laboratorio, el segundo número es el año en el que concursaron por primera vez y la letra el municipio de donde se recolectó la muestra.

8.2.1. Diferencia total de color (ΔE)

Se utilizó esta medida de color que involucra los datos de luminosidad de L, a y b, y que permite discriminar entre genotipos, siendo las muestras con valores más bajos, las que corresponden a los colores más atractivos, y es el que mejor correlaciona con las categorías de color propuestas por Thompson *et al.* (1996) y Martínez *et al.* (1996).

El análisis de color que se presenta en la Tabla 17, muestra que los genotipos 15-95-P (29.76) y 18-95-P (29.89) presentan los menores valores de ΔE , es decir, presentan la mejor calidad en cuanto al color de la almendra tal como lo menciona Kays (1979), por lo cual deben recomendarse para su consumo directo como fruto; por el contrario, los genotipos 1-96-P, 11-97-P, 76-95-P y 57-95-P, cuyas calificaciones van de 69.53 a 72.35, muestran los valores más altos de ΔE : (37.41, 37.72, 37.77 y 37.86 respectivamente), los cuales, por su color más oscuro, se recomiendan para su uso en repostería (Duarte, 1967).

Hay que aclarar que estos genotipos se cosecharon en las mismas condiciones y tiempos y se procesaron de la misma manera, lo cual nos permite señalar que el color de los genotipos cuya testa fue más oscura no se debe a malas condiciones de almacenamiento (Forbus y Senter, 1976) o a envejecimiento de la nuez, sino más bien, es una característica del genotipo y probablemente en algún caso pudo haberse dado una cosecha temprana sin un secado rápido, ya que la humedad favorece la migración de pigmentos de la cáscara hacia la testa, promoviendo su oscurecimiento. Por otra parte, una cosecha temprana no pudo afectar positivamente el color, ya que, aunque se hubiera presentado, los agricultores no cuentan con los medios para aplicar un secado rápido para equilibrar la humedad de 3.5 a 4%. Sin embargo, hay que mencionar que el color oscuro de la almendra reduce el valor económico del genotipo, sobre todo si se piensa en el mercado de exportación (Wolde, 1991).

Martínez *et al.* (1997) encontraron genotipos con valores que van de 20.60 a 36.66, lo cual indica que en la región existen nueces con colores más claros que los obtenidos en el presente experimento.

Tabla 17. Delta E para 20 genotipos de nuez pecanera.

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPO	DELTA E
06	15-95-P	29.76 a*
07	18-95-P	29.89 a
68	80-97-V	30.47 ab
66	63-97-P	31.08 abc
57	43-97-P	31.81 abcd
58	44-97-P	32.23 bcde
09	21-95-S	32.44 bcde
15	38-95-P	33.05 cdef
11	23-95-V	33.08 cdef
50	33-97-P	33.32 def
17	54-95-P	34.16 efg
52	36-97-P	34.22 efg
01	2-95-V	34.86 fg
29	90-95-P	34.97 fg
42	112-96-P	35.98 gh
70	82-97-V	36.27 gh
32	1-96-P	37.41 h
45	11-97-P	37.72 h
22	76-95-P	37.77 h
19	57-95-P	37.86 h

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.2.2. Tamaño de la nuez

Se advierte que la muestra 36-97-P presenta la nuez de menor tamaño (365 nueces/kg) mientras que el genotipo 82-97-V con 100 nueces/kg presenta las nueces de mayor tamaño. Como se puede apreciar en la Tabla 18, dentro de los genotipos seleccionados, hay una gran variabilidad en tamaño, desde 100 a 365 nueces/kg; esto nos indica que la forma de selección utilizada en este trabajo nos permite incluir genotipos de nuez que tienen en general buenas características individuales, tal es el caso del genotipo 36-97-P, que a pesar de ser el de menor tamaño, presenta buenas características de color, contenido de almendra y facilidad de descascarado.

Tradicionalmente se considera que a mayor tamaño, mayor calidad; sin embargo, Thompson (1998, C.P.; Brison, 1976) indican que en la actualidad, en los programas de mejoramiento genético se buscan nueces de tamaño intermedio a pequeño, que en un momento dado pueden ser mejor aprovechadas en repostería, perfumería, etc.; tal es el caso de Navaho de reciente obtención (137 nueces/kg), cuyo tamaño es comparable al genotipo 11-97-P con 143 nueces/kg (Thompson *et al.*, 1995).

Tabla 18. Tamaño de la nuez de 20 genotipos de nuez pecanera.

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPO	TAMAÑO
70	82-97-V	100.00 a*
01	2-95-V	108.00 b
19	57-95-P	126.00 c
07	18-95-P	126.33 c
45	11-97-P	143.00 d
50	33-97-P	150.00 e
68	80-97-V	152.66 f
29	90-95-P	153.00 f
17	54-95-P	154.33 f
09	21-95-S	154.66 f
42	112-96-P	164.00 g
15	38-95-P	171.00 h
57	43-97-P	195.00 i
32	1-96-P	199.00 j
11	23-95-V	207.00 k
66	63-97-P	209.00 k
22	76-95-P	220.00 l
06	15-95-P	255.66 m
58	44-97-P	277.00 n
52	36-97-P	365.00 ñ

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.2.3. Porcentaje de almendra

En la table 19 se observa que el genotipo 38-95-P el cual fue el 4º dentro de la calificación total (76.99), tuvo un porcentaje de almendra muy elevado (60.39) el cual es comparable al de las nueces mejoradas, tal es el caso de Western y Wichita que presentan porcentajes de 50 y 60% de almendra (Worley, 1994). Asimismo, el genotipo 80-97-V, el cual tuvo la mayor calificación total (81.45) fue uno de los más sobresalientes, con un 49.13% de almendra. El genotipo 23-95 de Victoria, Gto., con el cual se trabajo en la extracción de aceite para la preparación de las dietas, tuvo un 47.38%. Cinco genotipos nativos no alcanzan el 40% de almendra, valor que se considera como el mínimo para una nuez comercializable por lo cual pueden quedar fuera del mercado (Navarro, 1999 C.P.; Waters *et al.*, 1991).

9.2.4. Facilidad de descascarado

Se observó que los genotipos 33-97-P y 63-97-P tienen mayor porcentaje de mitades intactas en el proceso de descascarado y superan incluso los rendimientos considerados como recomendables, y que van del 50 al 80% (Forbus y Senter, 1976).

Cabe mencionar que el procedimiento de descascarado que se aplicó, el cual involucra procesos de remojo y de tratamientos con vapor de agua, los cuales incrementan el contenido de humedad de la cáscara y de la almendra, facilita el proceso de desacascarado (Forbus *et al.*, 1979; Forbus y Senter, 1976), esto permitió tener los altos rendimientos aquí mencionados, por otra parte, de los genotipos evaluados, 16 de ellos estuvieron por encima del 50% de mitades, lo cual indica que es posible tener genotipos nativos con un potencial comercial. Este indicador, es decir, el porcentaje de mitades intactas, se complementa con el porcentaje de almendra, dado que no solo es importante tener una alta producción de almendra, sino que ésta debe estar disponible preferentemente como mitades intactas y libres y no como pedacería o mitades intactas pero encarceladas.

En la Tabla 20 también puede observarse que los genotipos 21-95-S, 36-97-P, 82-97-V y 80-97-V, presentan los menores porcentaje de mitades (35, 36.66, 36.66 y 38.33% respectivamente), es decir, rinden principalmente en pedacería en la operación de descascarado.

Tabla 19. % de Almendra de 20 genotipos de nuez pecanera.

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPO	% DE ALMENDRA
15	38-95-P	60.39 a*
68	80-97-V	49.13 b
32	1-96-P	47.79 bc
58	44-97-P	47.56 bcd
11	23-95-V	47.38 bcd
45	11-97-P	46.88 bcd
22	76-95-P	45.91 cde
42	112-96-P	45.46 cdef
17	54-95-P	44.76 defg
19	57-95-P	43.15 efgh
52	36-97-P	42.61 fg hi
57	43-97-P	42.28 gh i
70	82-97-V	41.34 hi
50	33-97-P	40.36 hij
06	15-95-P	40.23 hij
29	90-95-P	39.96 ij
01	2-95-V	38.19 jk
66	63-97-P	35.67 kl
07	18-95-P	34.72 l
09	21-95-S	31.22 m

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

Tabla 20. Porcentaje de Mitades de 20 genotipos de nuez pecanera.

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPO	% DE MITADES
66	63-97-P	91.66 a*
50	33-97-P	90.00 a
58	44-97-P	88.33 ab
22	76-95-P	80.00 abc
17	54-95-P	78.33 abc
11	23-95-V	78.33 abc
42	112-96-P	76.66 abcd
06	15-95-P	76.66 abcd
32	1-96-P	76.66 abcd
29	90-95-P	71.66 bcde
15	38-95-P	70.00 cde
57	43-97-P	68.33 cde
07	18-95-P	66.66 cde
45	11-97-P	66.66 cde
01	2-95-V	60.00 de
19	57-95-P	58.33 e
68	80-97-V	38.33 f
70	82-97-V	36.66 f
52	36-97-P	36.66 f
09	21-95-S	35.00 f

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.2.5. Análisis proximal

La comparación de medias para lípidos totales y porcentaje de proteínas se consignan en las Tablas 21 y 22. Los resultados del análisis proximal se agrupan en la Tabla 23, e incluyen lípidos totales, proteína, hidratos de carbono, fibra cruda, humedad y cenizas.

9.2.6. Contenido de lípidos

El contenido de lípidos es una de las características de calidad más importantes en la nuez pecanera, ya que de éste depende fundamentalmente el contenido energético de la nuez (Santerre, 1994).

Los valores de porcentaje de lípidos para los 20 genotipos evaluados se muestran en la Tabla 21. Los análisis estadísticos ponen en evidencia diferencias significativas entre los distintos genotipos. El contenido de lípidos se encuentra comprendido entre 65.62 y 79.44%. Los genotipos 76-95-P, 112-96-P, 38-95-P, 57-95-P, 90-95-P, 43-97-P, 2-95-P y 82-97-V presentaron un contenido mayor del 75%. Por el contrario, los genotipos 63-97-P y 18-95-P presentaron el menor contenido de aceite (menos del 70%). Estos últimos podrían considerarse, según Brison (1974), Heaton *et al.* (1977) y Stein (1980) como genotipos de mala calidad, en cuanto al contenido de lípidos, ya que ellos consideran que las nueces de alta calidad deben contener un porcentaje de aceite de 70 a 75%; sin embargo, para Kays (1987) un 55 a 75% es un promedio adecuado. Diez y ocho de los veinte genotipos evaluados en este trabajo contienen más del 70% de lípidos, (de 70.97 a 79.44%), lo que muestra que en el centro de la República se producen nueces con un contenido de aceite aceptable, el cual es superior al contenido de aceite en variedades mejoradas como Wichita, Mahan, Choctaw y Desirable, las cuales contienen menos del 70%, y similar al de la variedad Western, que contiene 71.4%, según Caro (1986). Si bien estas comparaciones nos dan un marco de referencia, es importante señalar que tienen ciertas limitaciones, ya que Heaton *et al.* (1975) señalan que el contenido de aceite para cada genotipo puede variar de un año a otro, dependiendo de las condiciones climatológicas y prácticas de cultivo. Esto se demuestra al comparar los resultados de lípidos obtenidos por Vázquez (1998), en los genotipos 57-95-P con un 63.67% y el 90-95-P con un 73.74%, al observar una diferencia con el presente estudio en cuanto al genotipo 57-95-P, el cual contiene un 76.39% de lípidos; en cuanto al genotipo 90-95-P el porcentaje resultó ser muy similar al obtenido en el presente estudio.

Tabla 21. Contenido de lípidos totales de almendras de 20 genotipos de nuez pecanera

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPOS	% DE LÍPIDOS
22	76-95-P	79.44 a*
42	112-96-P	77.09 ab
15	38-95-P	76.53 bc
19	57-95-P	76.39 bc
29	90-95-P	75.67 bcd
57	43-97-P	75.51 bcde
01	2-95-V	75.24 bcde
70	82-97-V	75.06 bcde
32	1-96-P	74.90 bcde
06	15-95-P	74.76 bcde
17	54-95-P	74.35 bcde
50	33-97-P	74.01 cde
11	23-95-V	73.93 cde
52	36-97-P	73.83 cde
09	21-95-S	73.00 def
58	44-97-P	72.86 def
45	11-97-P	72.70 ef
68	80-97-V	70.97 f
07	18-95-P	67.79 g
66	63-97-P	65.52 h
	MEDIA	73.98

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.2.7. Porcentaje de proteína

El porcentaje de proteína de los mejores 20 genotipos seleccionados para el análisis proximal se muestra en la Tabla 23; éste comprende desde 6.13 a 9.89%. Los genotipos 36-97-P, 82-97-V y 21-95-S presentaron un porcentaje mayor del 9%, el cual es considerado adecuado para Worley (1994) y Wagner (1977); mientras que para Stein y Kays (1980, 1987), una nuez de buena calidad es aquella que contiene de un 9 a un 10% de proteína en su almendra.

Son pocos los trabajos de investigación en los cuales se analizan las proteínas de las almendras de la nuez pecanera, Wood y Reilley (1984) caracterizaron el desarrollo de la almendra en función de la acumulación de proteínas en nueces del cv. "Moneymaker", concluyendo que las almendras maduras contienen 7.8% de proteínas (de al menos 6 clases diferentes), de las cuales el 51% consisten de glutelinas ácidas. El porcentaje de proteínas obtenido por estos autores es muy similar al promedio obtenido para las 20 muestras seleccionadas en este trabajo, sin embargo, en este último caso, se tiene una variación que va desde 6.13 hasta 9.89%. Este tipo de diferencias en el porcentaje de proteínas en función de la variedad habían sido ya reportadas por Hardy y Crane en 1932 (citados por Worley, 1994).

Según Santerre (1994), considera como el mejor componente de la nuez pecanera a la proteína con 7.75%, estos resultaron similares a los obtenidos en nuestro experimento; además de que lo considera como un estandar de comparación en relación a los aminoácidos esenciales que se requieren para la síntesis de proteína.

Tabla 22. Contenido de proteína total (%) en almendras de 20 genotipos de nuez pecanera.

NÚMERO/CONCURSO	GENOTIPO	% DE PROTEINA
09	21-95-S	9.89 a*
70	82-97-V	9.17 a b
52	36-97-P	9.13 a b
50	33-97-P	8.29 b c
45	11-97-P	8.15 b c d
17	54-95-P	7.94 b c d
29	90-95-P	7.90 b c d
15	38-95-P	7.81 b c d e
01	2-95-V	7.73 b c d e
66	63-97-P	7.69 b c d e
68	80-97-V	7.63 b c d e
58	44-97-P	7.52 b c d e
07	18-95-P	7.52 b c d e
06	15-95-P	7.49 b c d e
32	1-96-P	7.48 b c d e
19	57-95-P	7.35 b c d e
11	23-95-V	7.11 c d e f
57	43-97-P	6.84 d e f
22	76-95-P	6.73 e f
42	112-96-P	6.13 f
	MEDIA	7.72

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.2.8. Porcentaje de hidratos de carbono

El contenido de hidratos de carbono (Tabla 23) muestra una variación importante entre los 20 genotipos considerados. Los porcentajes fluctúan desde 6.44 (82-97-V) hasta 16.65% (18-95-P). Como en el caso de proteínas, pocos estudios se han llevado a cabo en relación a los contenidos de hidratos de carbono en la nuez pecanera. De acuerdo a Santerre (1994) la

nuez pecanera tiene un contenido de hidratos de carbono del 18.2%, del cual 1.6% correspondería a fibra dietaria. El porcentaje de hidratos de carbono reportado por este autor resulta sensiblemente superior a los detectados en nuestros experimentos para nuez nativa; hay que tomar en cuenta, sin embargo, que en nuestro caso, el porcentaje de hidratos de carbono se determinó por diferencia.

No obstante, Crane y Hardy en 1934 (citados por Worley, 1994) habían señalado que la almendra de la nuez pecanera presenta un contenido de hidratos de carbono fácilmente disponible del 10%, el cual resulta bastante comparable al de nuestros resultados. Aunque en este trabajo no se evaluó el tipo de hidratos de carbono, se tiene referencia del trabajo de Wood y McMeans (1982) quienes evaluaron el contenido de azúcares durante el desarrollo de nueces del cv. "Moneymaker", encontrando que los principales azúcares en la almendra, la cáscara y el ruezno fueron: fructosa, glucosa, sacarosa e inositol. Durante la expansión del endospermo, la fructosa y la glucosa se acumularon rápidamente y durante la expansión del cotiledón, los azúcares reductores y el inositol declinaron, mientras que la sacarosa se incrementó, siendo el único azúcar detectado en la almendra madura.

9.2.9. Porcentaje de fibra cruda

El contenido de fibra cruda de la nuez es, de acuerdo a Van Student *et al.*, (1979), de 2 a 3%, y de acuerdo a Santerre (1994), de 1 a 6%. Si se comparan estas cifras con los resultados obtenidos en el presente estudio (Tabla 23), se observa que la mayoría de los genotipos contiene un porcentaje que puede considerarse normal (2.02 a 2.43%), únicamente los genotipos 38-95-P, 18-95-P y 112-96-P presentaron menos del 2% de fibra cruda.

9.2.10 Porcentaje de cenizas

En cuanto al porcentaje de cenizas la mayoría presentó valores normales que van de 1.40 a 1.60% considerando la de menor porcentaje al genotipo 23-95-V con 1.23% y el porcentaje mayor para el genotipo 21-95-S con 1.79%.

Tabla 23. Resultados de análisis proximal.

#CONCURSO	GENOTIPO	ACEITE	PROTEINA	H. C. *	FIBRA	% DE HUMEDAD	CENIZAS
68	80-97-V	70.97	7.63	12.39	2.06	5.46	1.49
50	33-97-P	74.01	8.29	9.20	2.12	4.72	1.66
70	82-97-V	75.06	9.17	6.44	2.10	5.72	1.51
15	38-95-P	76.53	7.81	7.49	1.68	5.21	1.28
17	54-95-P	74.35	7.94	9.36	2.17	4.50	1.68
66	63-97-P	65.62	7.69	19.19	2.10	3.84	1.56
52	36-97-P	73.83	9.13	6.52	2.36	6.57	1.59
07	18-95-P	67.79	7.52	16.65	1.96	4.42	1.66
09	21-95-S	73.00	9.89	7.71	2.02	5.59	1.79
01	2-95-V	75.24	7.73	6.83	1.96	6.86	1.38
58	44-97-P	72.86	7.52	9.48	2.04	6.78	1.32
42	112-96-P	77.09	6.13	8.15	2.03	5.02	1.58
11	23-95-V	73.93	7.11	10.80	2.11	4.82	1.23
45	11-97-P	72.70	8.15	9.70	1.79	5.92	1.74
29	90-95-P	75.67	7.90	8.07	2.22	4.54	1.60
32	1-96-P	74.90	7.48	10.34	2.00	3.81	1.47
19	57-95-P	76.39	7.35	7.57	2.33	4.58	1.78
22	76-95-P	79.44	6.73	4.76	2.43	5.24	1.40
06	15-95-P	74.76	7.49	8.01	2.23	5.92	1.59
57	43-97-P	75.51	6.84	8.15	2.33	5.70	1.47

* H.C. = Hidrato de carbono

9.3. Efecto del consumo de diferentes fuentes lipídicas sobre el perfil de lípidos séricos

Al comparar el efecto del consumo de 4 dietas estandarizadas en sus contenidos de hidratos de carbono, proteína, fibra y nutrimentos inorgánicos, con diferencias únicamente en la fuente de grasa, se obtuvo lo siguiente:

9.3.1. Colesterol en suero

En la Tabla 24 se presentan los valores de colesterol para los 4 diferentes grupos de ratas. Para el primer grupo de ratas, al cual se le administró la nuez como fuente de grasa en la dieta, se observó en cada uno de los periodos una disminución en los niveles de colesterol de 24.63, 33.96 y 23.61% en promedio para los 20, 40 y 60 días, respectivamente, en base a los valores iniciales.

La concentración sérica de colesterol para el segundo grupo, que recibió la dieta con grasa saturada, presentó niveles muy variables en los periodos evaluados; así, a los 20 días, se obtuvo un aumento del 8.70%; a los 40 días, una disminución de 5.34%, y a los 60 días, una disminución de 8.94%.

En el tercer grupo, alimentado con una dieta que contenía aceite de girasol como fuente de grasa, la concentración de colesterol disminuyó en los dos primeros periodos (20 y 40 días) 45.68 y 19.12%, y en el tercer periodo (60 días) aumentó 0.86%.

Por lo que respecta al cuarto grupo, en cuya dieta su fuente de grasa se basó en aceite de olivo; se obtuvo una disminución en las concentraciones séricas para cada uno de los periodos de 41.77, 12.87 y 22.17% en promedio, respectivamente.

Tabla 24. Evolución del colesterol total (CT) en relación a la concentración inicial, en función de la dieta aportada

DIETA	1ER PERIODO	2DO PERIODO	3ER PERIODO	PROMEDIO ± D/S
ACEITE DE NUEZ	-24.63	-33.96	-23.61	-27.40 ± 12.48 a*
MANTECA DE CERDO	8.70	-5.34	-8.94	-1.86 ± 9.37 b
ACEITE DE GIRASOL	-45.68	-19.12	0.86	-21.89 ± 13.66 a
ACEITE DE OLIVO	-41.77	-12.89	-22.17	-25.61 ± 9.98 a

D/S: Desviación estándar.

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.3.2. Concentraciones sericas de triacilglicéridos

En el grupo de ratas alimentado con la dieta rica en aceite de nuez, se observó en la Tabla 25, una disminución promedio en la concentración de triacilglicéridos de 23.08, 26.74 y 19.23%, respectivamente para cada uno de los periodos.

Con la dieta rica en grasa saturada (manteca de cerdo) se obtuvo una variación importante. En efecto, en el primer periodo, bajó 8.67%; en el segundo periodo, aumentó 5.04% y en el tercero, aumentó 31.98%.

El tercer grupo de ratas (dieta basada en aceite de girasol) mostró a los 20 días una disminución de 10.43% en las concentraciones de triacilglicéridos y un aumento de 1.20 y 16.24% para el segundo y tercer periodo respectivamente.

En el grupo de ratas alimentadas con aceite de oliva, se observó igualmente una variación importante en los resultados; ya que, en el primer periodo, el nivel de triacilglicéridos aumentó en un 5.07%, y en el segundo y tercer periodos, disminuyó 6.35 y 17.01%, respectivamente.

Tabla 25. Evolución del perfil de triacilglicéridos, expresado como porcentaje de cambio con respecto a la concentración inicial.

TRATAMIENTO	1ER. PERIODO	2º PERIODO	3ER. PERIODO	PROMEDIO D/S
ACEITE DE NUEZ	-23.08	-26.74	-19.23	-23.02 ± 21.53 a*
MANTECA DE CERDO	-8.67	5.04	31.98	9.45 ± 20.28 b
ACEITE DE GIRASOL	-10.43	1.20	16.24	2.34 ± 31.68 b
ACEITE DE OLIVO	5.07	-6.35	-17.01	-6.10 ± 23.84 b

D/S: Desviación estándar.

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.3.3. Concentracion sérica de HDL

Por lo que se refiere a los valores en las concentraciones séricas de HDL-COL y LDL-COL, únicamente se reportaron los datos correspondientes al inicio, a los 40 y 60 días, ya que a los 20 días se presentaron problemas en la preparación de las muestras. En la Tabla 26 se observan los resultados de HDL-COL para los cuatro grupos.

En el primer grupo (alimentado con nuez), se obtuvo en el segundo periodo una

disminución del 59%, mientras que en el tercer periodo la disminución fue de 44.71%.

Con el grupo alimentado con manteca de cerdo, se obtuvo, en el segundo periodo, una disminución de HDL-COL de 16.99%; pero en el tercer periodo, se observó un aumento de 7.49%.

En el tercer grupo alimentado con aceite de girasol, se encontró una disminución de las HDL-COL en el segundo periodo del 36.37%, mientras que en el tercer periodo, se observó una disminución del 33.72%, lo cual significa que la concentración de HDL-COL aumentó ligeramente en relación al período anterior.

Con respecto al cuarto grupo, alimentado con aceite de oliva, la concentración sérica de HDL-COL a los 40 días aumentó en 41.67% y a los 60 días una fuerte disminución (24.56%).

Tabla 26. Evolución en el perfil de HDL, expresado como porcentaje de cambio con respecto a la concentración inicial.

TRATAMIENTO	2º PERIODO	3ER PERIODO	PROMEDIO \pm D/S
ACEITE DE NUEZ	-59.00	-44.71	-51.85 \pm 6.59 a*
MANTECA DE CERDO	-16.99	7.49	-4.75 \pm 21.99 b
ACEITE DE GIRASOL	-36.37	-33.72	1.32 \pm 17.61 b
ACEITE DE OLIVO	41.63	-24.56	8.53 \pm 21.43 b

D/S: Desviación estándar.

* Letras distintas denotan diferencia significativas ($P \leq 0.05$)

9.3.4. Concentración sérica de LDL

En esta concentración, al igual que para HDL, solo se tomaron en cuenta tres periodos; el inicial, el segundo y el tercero (0, 40 y 60 días, respectivamente). En el primer grupo, donde la fuente de grasa en la dieta fue la nuez (Tabla 27), se observó una disminución de 28.75 y 20.37% para el segundo y tercer periodos, respectivamente.

En el segundo grupo, donde la dieta contenía grasa saturada (manteca de cerdo), se observó una disminución de 20.73% a los 40 días, y del 22.56% a los 60 días.

El grupo alimentado con aceite de girasol tuvo una disminución en la concentración de LDL-COL tanto en el segundo como en el tercer periodo (67.57 y 57.12%, respectivamente).

En el cuarto grupo, donde la dieta contenía aceite de oliva, se observó una disminución mayor con respecto a los otros tres grupos, obteniendo 59.19 y 54.93%, respectivamente para el segundo y tercer periodo.

Tabla 27. Evolución del perfil de LDL, expresado como porcentaje de cambio con respecto a la concentración inicial.

TRATAMIENTO	2º PERIODO	3ER PERIODO	PROMEDIO \pm D/S
ACEITE DE NUEZ	-28.75	-20.37	-24.56 \pm 37.65 a*
MANTECA DE CERDO	-20.73	-22.56	-21.64 \pm 30.20 a
ACEITE DE GIRASOL	-67.57	-57.12	-62.34 \pm 13.84 b
ACEITE DE OLIVO	-59.19	-54.93	-57.06 \pm 14.53 b

D/S: Desviación estándar.

* Diferente letra denota diferencia estadística significativa. P=0.05

De acuerdo con los datos de la Tabla 24, con el aceite de nuez, el CT disminuyó al término del ensayo biológico en promedio 27.40%; si se comparan estos resultados con los obtenidos por Sabaté *et al.* (1993), donde se evaluó el efecto de la nuez de castilla, sobre el nivel de lípidos séricos, logrando una disminución de 12.4%, se concluye que la nuez pecanera ejerció un mejor efecto. Sin embargo, Kang y Kies (1980) llevaron a cabo un estudio con el cual demostraron que los ácidos grasos poliinsaturados ejercen un efecto más favorable para disminuir el CT, las LDL-COL y las HDL-C, estos autores también utilizaron como fuente de grasa el aceite de nuez pecanera, el cual fue administrado a ratas Wistar, lo anterior coincide sensiblemente con los resultados obtenidos en nuestro estudio con el aceite de girasol, el cual disminuyó el CT.

Cabe mencionar que el efecto de la nuez sobre el contenido de LDL-COL se complementa con su contenido de tocoferol, vitamina C y magnesio, los cuales tienen la función de prevenir la oxidación de partículas LDL-COL (Goldberg y Schonfeld, 1985).

Con la dieta que contenía aceite de olivo, el CT disminuyó y con el aceite de girasol el efecto fue muy similar, ya que la disminución fue de 25.61 y 21.89%. Con respecto a la grasa saturada (manteca de cerdo), se presentó una baja de 1.86%, la cual se considera no muy importante, aunque se esperaba que aumentaran los niveles de colesterol, ya que en algunos estudios llevados a cabo por Hayes *et al.* (1992) donde se administró a un grupo de hombres y mujeres una dieta rica en grasa saturada, se logró un aumento de 18% en el CT; en este mismo estudio se administró posteriormente a un grupo el aceite de palma y a otro aceite de olivo, el efecto de estos fue similar, ya que en ambos el colesterol disminuyó; por lo tanto, se considera mayor el efecto de la grasa insaturada en la disminución de CT.

La manteca de cerdo redujo los niveles de colesterol; un efecto parecido obtuvieron Hayes *et al.* (1992) al comparar el efecto en humanos de dos grasas, una saturada (aceite de palma) y la otra monoinsaturada (aceite de olivo), llegando a la conclusión de que estos lípidos ejercieron un efecto similar, al disminuir ambos los niveles de CT.

Lo reportado también concuerda con los resultados de un estudio realizado en humanos por Mattson (1989), quien observó el efecto que se presentaba al reemplazar grasa saturada por monoinsaturada y poliinsaturada, obteniendo una disminución de colesterol muy parecida con ambas dietas.

En otro estudio realizado por Thye y Kennel (1979), el cual consistió en evaluar el efecto del aceite de pescado, rico en ácidos grasos monoinsaturados, sobre el nivel de lípidos séricos en Hamsters, obtuvo resultados parecidos en la concentración de colesterol al disminuir de 23 a 26%.

El efecto de una dieta alta en grasa insaturada tiende a disminuir los niveles de triacilglicéridos. En el presente estudio se obtuvo una disminución del 23.02% (Tabla 25) con el aceite de la nuez; 6.10% con el aceite de olivo, y con la manteca y el girasol aumentó 9.45% y 2.34%, respectivamente. Al comparar estos valores se observó que la nuez ejerce un mejor efecto sobre triacilglicéridos, en comparación con los otros lípidos.

El estudio realizado por Sabaté *et al.* (1993), apoyaron lo reportado; ya que ellos también obtienen una disminución de triacilglicéridos (8.3%) con una dieta a base de nuez de castilla. En otro estudio llevado a cabo por Hayes *et al.* (1992), se comparó el efecto de los ácidos palmítico y oléico, llegándose a la conclusión que ambos ácidos ejercen un efecto similar, al disminuir los niveles de triacilglicéridos. Sin embargo, Hayes también obtuvo una disminución de triacilglicéridos con el aceite de coco.

Mensink y Katan (1987) en un estudio llevado a cabo con hombres y mujeres, también encontraron disminución de triacilglicéridos al administrar una dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados (olivo y canola).

Si el porcentaje de grasa en la dieta es bajo, se presenta una compensación, incrementándose los hidratos de carbono. Las dietas altas en hidratos de carbono (60 a 80% de las calorías totales) y bajas en grasa (0-25%) tienden a aumentar los triacilglicéridos y las VLDL-COL (Goldberg y Schonfeld, 1985), estos resultados concuerdan con lo obtenido en nuestros experimentos; ya que, a las ratas se les

administró una dieta alta en hidratos de carbono (65%), considerando que el contenido de éste fue mayor en comparación con el porcentaje que presenta el nutricubo (48.32%) en cuanto a éste nutrimento; y se obtuvo un incremento en triacilglicéridos con el aceite de girasol y la manteca de cerdo.

Con respecto a las LDL-COL, se logró una disminución importante con cada una de las dietas; de acuerdo con lo indicado en la Tabla 27, se obtuvo una mayor disminución con el aceite de girasol y el olivo; con la manteca y la nuez el porcentaje de disminución fue similar entre ellos, pero menor al obtenido con los aceites de girasol y olivo. No se esperaba que con la grasa saturada bajaran los niveles de LDL-COL. En el estudio llevado a cabo por Hayes *et al.* (1992), en una dieta en la cual se administró aceite de coco, las LDL-COL aumentaron 27% y con el aceite de olivo disminuyeron 11.89%.

El aceite de girasol, siendo rico en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, ejerció un efecto favorable y similar al obtenido por Newcob *et al.* (1980), quienes al comparar el efecto de dietas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas, encontraron también una disminución mayor en los niveles de LDL-COL con la dieta poliinsaturada, en comparación con las otras. Kang y Kies (1980), también demostraron en un estudio llevado a cabo en ratas, que los aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados disminuyen el LDL-COL y VLDL-COL mejor que los monoinsaturados.

De acuerdo con otros estudios, como el realizado por Sabaté *et al.* (1993), quienes observaron una disminución en los niveles de LDL-COL (16.3%) con una dieta que contenía nuez de castilla; se puede decir que las grasas insaturadas realmente ejercieron un efecto favorable sobre el LDL-COL. También lo demuestra Grundy (1986) al lograr una disminución de 18% en el LDL-COL con una dieta alta en ácidos grasos monoinsaturados.

Mattson y Grundy (1985) coinciden con lo reportado en éste trabajo; ya que ellos también obtuvieron una disminución mayor de el LDL-COL con el aceite monoinsaturado y el poliinsaturado en comparación con el efecto de la grasa saturada.

Con una dieta alta en ácidos grasos insaturados se esperaba un efecto favorable sobre el contenido de HDL-COL; sin embargo, con la nuez se obtuvo una disminución de un 51.85% (Tabla 26); con las dietas que contenían tanto aceite de olivo y girasol los resultados fueron favorables, presentando un aumento de 1.32 y 8.53%, respectivamente.

Es importante conocer las cantidades de nutrimentos en la dieta, ya que al aumentar

los hidratos de carbono y disminuir la grasa, hay una baja en los niveles de HDL-COL lo cual es preocupante bajo los descubrimientos del papel protector de HDL-COL para enfermedades coronarias; así que, la alta proporción de hidratos de carbono y baja en grasa conlleva a una disminución de lípidos séricos, incluyendo HDL-COL (Lock *et al.*, 1983) citados por Goldberg y Schonfeld, (1985). Lo anterior apoya los resultados obtenidos; ya que se considera que la dieta que se dio a consumir a las ratas fue alta en hidratos de carbono, razón por la cual se dió una disminución en las HDL-COL.

En el estudio realizado por Sabaté *et al.* (1993) se observó también una disminución de 4.9% en las HDL-COL al administrar a humanos una dieta con nuez de castilla. Esto coincide con los resultados de este trabajo, aunque la disminución de HDL-COL observada por este autor fue mucho menor. Por otra parte Shepherd *et al.* (1980) citados por Golberg y Schonfeld, (1985). observaron una disminución de HDL-C, LDL-COL y VLDL-COL al estudiar el efecto de una dieta alta en grasa poliinsaturada. Según Gutiérrez (1996), los ácidos grasos monoinsaturados no afectan a los niveles de HDL-COL, pero reducen los de LDL-COL cuando se utilizan en lugar de los lípidos saturados, aminorando así el riesgo de cardiopatía coronaria y mejorando el cociente LDL/HDL. Los ácidos grasos poliinsaturados reducen a la vez los niveles de LDL-COL y HDL-COL y podrían considerarse sustitutos de otros ácidos grasos. Si se compara lo anterior con los resultados obtenidos en este trabajo, efectivamente con la dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados (aceite de nuez) bajaron los niveles de LDL-COL y no ejerció un efecto esperado en las HDL-COL. Además, el aceite de girasol presentó un efecto poco significativo sobre las HDL-COL; pero su efecto sobre los niveles de LDL-COL fue congruente con lo reportado por otros autores.

Los aceites de girasol y de olivo ejercieron un mejor efecto sobre los niveles de HDL-COL en suero, en comparación con las otras dos fuentes de lípidos; así lo demuestra también Forman *et al.* (1980) en un estudio aplicado a ratas en el que se observó que el aceite de cacahuete (fuente de ácidos grasos monoinsaturados) y el de girasol, aumentaron los niveles de HDL-COL en suero. Otro estudio que apoya los resultados obtenidos es el que realizaron Barner *et al.* (1980) al suministrar a ratas, dietas con diferentes fuentes de grasa (aceite de canola, aceite de maíz y aceite de semillas de algodón). Al término del estudio se obtuvieron pequeñas diferencias en los niveles de HDL-COL.

Hayes *et al.* (1992) también reportan que el comportamiento de las HDL-COL es muy parecido con la grasa saturada e insaturada, observó que con el aceite de olivo aumenta únicamente las HDL-COL en 1%, el mismo efecto fue dado por el aceite de palma; sin embargo, el aceite de coco aumentó las HDL-COL en 4%.

Como ya se mencionó en el presente estudio se alimentó a las ratas con una dieta alta en hidratos de carbono; de acuerdo con Schanfield (1985) citado por Goldberg y Schonfeld (1985) una dieta de este tipo, en la que los hidratos de carbono aportan de un 60 a 80% de calorías, reduce los niveles de HDL-COL, efecto que se observó. Kris-Etherton *et al.* (1988) también reportan que las dietas altas en hidratos de carbono y bajas en grasa, reducen significativamente las HDL-COL, teniéndose un efecto contrario con las altas en monoinsaturados.

El comportamiento de las HDL-COL no se conoce a ciencia cierta, ya que la relación entre aterosclerosis y los niveles de éstas es demasiado confuso. Así lo da a conocer Golberg (citado por Posadas *et al.*, 1996) al reportar que el estado de la Unión americana con más altos niveles de HDL-COL es Filadelfia y es a la vez quien presenta los mayores índices de cardiopatías esquémicas, y que los pacientes con HDL-COL bajos se encuentran en países donde la dieta es esencialmente vegetariana y no hay mucha cardiopatía isquémica. También menciona que en México mientras más alimentos vegetales consume la población, los niveles de HDL-COL serán más bajos.

Mensink y Katan (1987), citado por Mattson (1989), también suministraron dietas similares a la reportadas a hombres y mujeres. Un grupo recibió una dieta alta en hidratos de carbono y fibra y baja en grasa; el otro grupo recibió una dieta alta en grasa monoinsaturada, usando como fuente de lípidos el aceite de olivo y el de canola. Los resultados obtenidos por estos autores concuerdan con los de este trabajo; ya que, con la dieta alta en hidratos de carbono las HDL-COL disminuyeron en 16.9% en hombres y en 11.1% en mujeres. Por su parte, con la alta en monoinsaturados las HDL-COL en los hombres aumentaron 7.8% y en las mujeres disminuyeron 2.5%.

X. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, podemos concluir lo siguiente:

De los 20 genotipos seleccionados, los que presentaron mejor calificación en base a sus características de calidad fueron: el 80-97-V, 33-97-P y 82-97-V.

Considerando que el color más claro es característico de buena calidad, fundamentalmente cuando se habla del mercado de exportación, los genotipos que más sobresalieron en esta característica fueron los siguientes: 15-95-P (29.76), 18-95-P (29.89) y 80-97-V (30.47).

Los genotipos 82-97-V, 2-95-V y el 57-95-P fueron considerados de buena calidad; ya que representan una nuez grande con 100, 108 y 126 nueces en un kilogramo de peso respectivamente.

En cuanto al porcentaje de almendra, los genotipos más sobresalientes en esta característica fueron: el 38-95-P, 80-97-V y 1-96-P con un porcentaje de 60.39, 49.13 y 47.79% respectivamente.

Los genotipos que tuvieron mayor porcentaje de mitades intactas fueron: 63-97-P (91.66%), 33-97-P (90.00%) y 44-97-P (88.33%).

El genotipo de nuez seleccionado para preparar la dieta de las ratas, se encuentra dentro de los 20 mejores, ya que cuenta las siguientes características de calidad: Presenta un color claro ($\Delta E = 33.08$); un tamaño de la nuez correspondiente a 207 nueces por kilogramo; contiene buen porcentaje de almendra (47.38%) y un porcentaje de mitades intactas considerado entre los mejores (78.33%).

En cuanto a los resultados obtenidos en el análisis proximal, puede aseverarse que existen genotipos que presentan una composición química aceptada para su recomendación como un alimento saludable.

La mayoría de los genotipos presentaron porcentaje de aceite elevado, los tres mejores fueron el 76-95-P, 112-96-P y 38-95-P, con 79.44, 77.09 y 76.53%, respectivamente.

Los genotipos seleccionados tuvieron una variación en el contenido de proteína de 6.13 a 9.89%, siendo los mejores genotipos el 21-95-S (9.89%), el 82-97-V (9.17%) y el 36-97-P (9.13%)

Entre los genotipos que sobresalieron en hidratos de carbono; por ejemplo, el 80-97-V con un 12.39%, el 23-95-V, con 10.80% y el 18-95-P, con un 16.65%.

Se obtuvo un contenido de fibra que varió de 1.68 a 2.43%, la mayoría de las muestras presentando un contenido aceptable.

El contenido de cenizas fue en promedio de 1.54 %.

El genotipo 23-95-V seleccionado para preparar la dieta en el ensayo biológico, es uno de los mejores en cuanto a su composición química, ya que contiene 73.93% de lípidos; 7.11% de proteína, 10.80% de hidratos de carbono,; 2.11% de fibra, un contenido de humedad de 4.82% y un contenido de cenizas de 1.23%.

El efecto de la nuez sobre el perfil de lípidos séricos resultó ser más efectivo en lo que a colesterol se refiere, éste disminuyó 27.40%, efecto parecido al del aceite de olivo que disminuyó 25.61%, y el de girasol 21.89%. Los triacilglicéridos disminuyeron 23.02% con el aceite de nuez y aumentaron 9.45% con la manteca de cerdo. Los niveles de HDL-COL disminuyeron con la nuez y con la manteca de cerdo; en cambio, con el aceite de girasol y el de olivo aumentaron.

Las LDL-COL disminuyeron con la nuez en un 24.56%, el efecto más favorable se presentó con el aceite de olivo y de girasol que propiciaron una disminución del 57.06 y 62.34%, respectivamente.

XI. RECOMENDACIONES

Es de gran interés dar continuidad, en futuros estudios al efecto de las diferentes fuentes de grasa sobre el nivel de lípidos séricos, sobre todo el comportamiento de las lipoproteínas; ya que el funcionamiento de estas se encuentra afectado por varios factores (sexo, edad, el ambiente donde se encuentran y las características genéticas).

Este trabajo ofrece una opción para el control de los niveles de lípidos séricos, por el efecto favorable que ejerce la nuez pecanera sobre éstos, siendo este fruto una fuente importante de ácidos grasos monoinsaturados.

Es necesario dar a conocer a la población el valor nutritivo de la nuez pecanera; ya que es un producto que se consume solamente en ciertas ocasiones. Es recomendable considerar a este fruto como un componente habitual de la dieta en vez de un agregado, e incorporarlo a la alimentación en ensaladas, salsas y todo tipo de platillos. A pesar de que este producto se encuentra disponible en el mercado, una de las razones por la cual se consume poco es el precio poco accesible que ésta tiene.

Se recomienda consumir la almendra de la nuez; ya que el extraer el aceite sería un trabajo muy laborioso. Además la almendra contiene fibra y otros componentes que quedan como residuos al hacer la extracción del aceite.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anón.** 1981. Datos sobre consumos aparentes de producciones agrícolas. Dirección General de Economía Agrícola y Recursos Hidráulicos; Méx, D.F. (Vol. 9). 1925-1980 pp.
- Anónimo,** 1980. Federated pecan grower's standars for grades of pecans in the shell. USDA. Food Safety and Quality Service and Federated pecan Growers. 76-77pp.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC),** Official Method 922.11. 1965. Fatty Acids (Saturated and Unsaturated) in Oils and Fats. 584-845 pp.
- AOAC.** 1975. American Oil Chemist Society. 3ª Edition. American Oil Chemist Society. Champaign, Illinois. U.S.A. 597 p.
- AOAC.** 1980. Official methods of analysis. 13ª edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. U.S.A. 963 p.
- AOAC.** 1984. Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemist. Fourteenth edition. Editor Sidney Williams Published by the Association Official Analytical Chemist. Washongton, DC. 1141 p.
- Báez, S. R.** 1992. Manejo poscosecha de nueces. En: Fisiología y Tecnología Pscosecha de Productos Hortícolas. Ed. Yahia E.M. ed. Limusa. México, D.F. 35-42 pp.
- Barner, V. Imrhan, P. Turya-Mureeba, L. Forman and A. M. Hsueh.** 1980. Effect of Supplementing Canola oil, Corn oil, or Cottonseed oil to AIN-76A Dieton blood lipid Patterns in Rats. Dept. Nutr. & Food Sci., Texas Woman's University, Denton, TX 76204. 111-113 pp.
- Beuchat, L. R.** 1978. Relatinship of water activity to Moisture, Content in Tree Nuts. J. Food Sci. 43: 754-755, 758.
- Brison, F.R.** 1972. El Pecanero. Boletin informativo de la Asociación de Agicultura local de producción del nogal dela costa de Hermosillo, A.C. No. 3 pp 7.
- Brison, F.R.** 1974. Pecan Culture. Capital Printing Press. Austin, Texas. Ch. 11, 235-246 pp.
- Brison, F.R.** 1976. Cultivo del nogal pecanero. 1ª ed. CONAFRUT. México, D.F.
- Brom, R.E. y Julian, G.** 1970. Cultivo del nogal. Comisión Nacional de Fruticultura. S.A. G. pp. 23-24.
- Carbonneau, Annette,** 1998. El vino y la salud. Université de Montpellier. Laboratoire de Biologie et Biochimie des lipides. Institute de Biologie. Montpellier, Francia. 7-9 pp.

Caro, P.A. 1986. Cambios en la calidad de 5 variedades de nuez encarcelada (*Carya illinoensis*) durante en almacenamiento. Tesis de Maestría. Centro de Investigación de Alimentos, A.C. Hermosillo, Sonora, México. 15-18 pp.

Casanueva, E.; Kaufer Horwitz, M.; Perez Lisaur, A.B.; Arroyo, P. 1995. Nutrición Médica. Fundación médica para la salud. 232-233, 236-239, 250-251pp.

Clay K. C. 1993. Proposal to the Advanced Research Program / Advanced Technology Program. Texas. Department of Nutrition and Food Sciences. University Denton Texas. 86-97 pp.

Duarte L. E. 1967. El nogal. Banco Nacional de Crédito Agrícola, S.A. Gómez Palacio Durango. 5-6, 11, 14 pp.

Forbus, Jr. W.R. and Senter, S.D. 1976. Conditioning Pecans With Steam to Improve Efficiency and Storage Stability. *J. Food Sci.* 41:794-798.

Forbus, Jr. W.R. Tyson. B.L. and Ayres, J.L. 1979. Commercial feasibility of an in-line steam process for conditioning pecans to improve shelling efficiency and maintain product quality. *J. Food Sci.* 44:988-997.

Forbus, Jr. W.R.; Senter, S. D. and Wilson, R.L. 1983. Cultivar, Processing and Storage, Effects on Pecan kernel color. *J. Food Sci.* 48: pp. 1646-1649.

Forman, L. J. Hundemer, and S. Nabar. 1980. High fat, cholesterol- Free diets raise blood and liver cholesterol of C57BL/6 mice. Dept. of Nutrition and Food Science, Texas Woman's University, Denton, TX 76204. 47-66 pp.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación Climática de Koppen. Pp 217. México, Méx.

Goldberg, A. C. y Schonfeld G. Effects of diet on lipoprotein metabolism. Department of Preventive Medicine. (1985) 5: 195-212.

Gómez, R. R. y Martínez, P. R. 1996. Evaluación del contenido de aceite de genotipos Criollos de nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch originarios del centro de la República Mexicana.

Gómez, R.R., Martínez, P. R. y Vargas, C. 1996. Simposium Concyteq. Evaluación de las variables físicas relacionadas con la obtención de mitades intactas de almendra de nuez pecanera (*Carya illinoensis*). 9 pp.

Gómez, R. R. y Martínez, P. R. 1997. Simposium Concyteq. Evolución del color de genotipos criollos de nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch, bajo condiciones de almacenamiento acelerado. 6 pp.

Grauke, L. J. 1985. The Scientific name of the pecan. *HortScience.* 20(4): 629.

- Grundy, S. M.** 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *The New England Journal of Medicine*. Vol. 314, No. 12. 745-748 pp.
- Gustaffsón, I. B., Vessy, B., Ohrvall, M. and Nydahl, M.** 1994. A diet rich monounsaturated rapessed oil reduces the lipoprotein cholesterol concentration and increases the relative content of n-3 fatty acids in serum in hyperlipidemic sibjets. *Am J Clin Nutr*. 59:667-74.
- Gutiérrez, J. F.** ¿Qué alimentos convienen al corazón?. *Nutrición. Foro Mundial de la Salud*.(1996). 1:165,166.
- Gutierrez E. y Martínez R.** 1998. Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Evolución de la calidad de las almendras de genotipos nativos del nogal pecanero *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch en condiciones de almacenamiento acelerado. 33 pp.
- Gutierrez E. y Martínez, R.** 1998. Jornadas de Investigación. Evolución del color de la almendra de genotipos nativos de nuez pecanera *Carya Illinoensis* (Wangenh) K. Koch en condiciones de almacenamiento acelerado. 31 pp.
- Gutiérrez, A. E.** 1999. Programa de posgrado en alimentos del centro de la República (Propac). Evolución de la calidad de almendras de genotipos nativos de Nogal Pecanero [*Carya illinoensis* (Wang) K. Koch] en condiciones de almacenamiento Acelerado. pp. 32-34.
- Guyton, A. C.** 1985. *Fisiología Humana*. Ed. Interamericana, 5ª edición, pp. 381-386.
- Hancock, B.G.** 1993. Development of the pecan industry. In: *Texas Pecan Handbook*, 1993. Texas Agricultural Extension Service. Collage Station, Texas. pp:1-3 a 1-8.
- Hayes, K. C., Dewitt, G. F., Jegathesan, M., Satgunasingam, N., Austine, Ph. D., Ong, S. H. and Tan, D.** 1992. Dietary Palmitic and Oleic Acids Exert Similar Effects on Serum Cholesterol and Lipoprotein in Normocholesterolemic Men and Women. *Journal of the American College of Nutrition*. Vol. 11, No. 4, 383-390 pp.
- Heaton, E.K.; Daniell J.W. and Moon, L.C.** 1972. Efecct of Drip Irrigation on Pecan Quality and Relationship of selected Quality parameters. *J. Food Sci*. 47: 1272-75, 1279.
- Heaton, E.K.; Worthington, R.E. and Shewfeld,A.L.** 1975. Pecan Nut Quality Effect oftime of Harvest on composición sensory and Quality characteristics. *J. Food Sci* 40: 1260-63 pp.
- Heaton E.K.; Shewfelt, A.L.; Bandenhop, A.E. and Beuchat, L.R.** 1977. Pecans: Handling, storage, processing and utilization. *Research Bulletin* 197. Univ. Of Georgia, Athena, 79 p.
- INEGI.** 1993. *Anuario de Estadística Estatales*, pp 376.

- Johnson, A. H. and Peterson, M. S.** 1974. Encyclopedia of Food Technology. AVI Publishing CO., Inc., Westport, CT. 12-15 pp.
- Joy, J. M.** 1978. Microbiología moderna de los alimentos. Editorial Acribia, 2ª edición española. Zaragoza España. Capítulo 19.
- Kader, A. A., Heintz, C. M.; Labavitch, J. M. and Rae, H. L.** 1982. Studies related to the description and evaluation of pistachio Nut Quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(5):812-16.
- Kang, Y. and Kies, C.** 1980. Blood Serum lipid levels of rats fed diets containing walnut oil, Wheat kernel oil, corn oil, canola oil, fish oil, primrose oil, and palm oil. University of Nebraska, Lincoln, NE 68583-0807.
- Kays, S. J.** 1979. Pecan kernel color changes during maturation, harvest, storage and distribution. The Pecan Quart. 13 (3) : 4 – 8, 11- 13.
- Kays, S. J.** 1987. Pecan Quality as affected by pre, postharvest handling storage And marketing conditions. *Pecan South*, 21:22-26.
- Kays, S. J. and Wilson, D.M.** 1978. Genotype variation in pecan kernel color and color stability during storage. J. Amer. Soc. Hort Sci 103 (1):137-141.
- King, Jr. A. D.; Halbrook, W. V.; Fuller, G. and Whitchand, L. C.** 1983. Almond Nutmeat moisture and water activity and its influence on fungal flora and seed composition. J. Food. Sci. 48 : 615 – 617.
- Kris-Erhernton, Ph. D., R. D., Mary E. Russel, Darlene Dreon, M. S., M. P. H., R. D. Sally Mackey, M.S., R.D., Jane Borchers, M.P.H., R.D., and Peter D. Wood, D.Sc.** The effect of Diet on plasma lípods, lipoproteins, and coronary heart disease. National Cholesterol Education Program. (1988): 88(11) 1373-1398.
- Lehninger, A. L.** 1982. Principios de Bioquímica. Worth Publishers, Inc. 24:690-691 pp.
- López, P. J. L.** 1978. El cultivo del nogal pecanero (*Carya illinoensis*, Koch). Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara. 12-15 pp.
- Love, J.E.; and Young, W.A.** 1970. Harvest dates and pecan quality studied. Pecan. Quarterly. Nov. 4:7.
- Martínez-Peniche, R. A.** 1995. Selección de tipos criollos de nuez pecanera [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] originarios del centro de la república mexicana. Proyecto de investigación. SIHGO, CONACYT, Méx. 60 pp.
- Martínez, P. R.; Pérez, G. R. y Gómez, R. R.** 1996. Memoria. XVI Congreso de Fitogenética. Caracterización del color de la almendra de genotipos criollos de nuez pecanera. 95 pp.

Martínez, P. R.; Gómez, R.R. y Vargas C. 1996. Simposium. Concyteq. Evaluación de las variables físicas relacionadas con la obtención de mitades intactas de almendra de nuez pecanera. Número 8, Año 3. 9pp.

Martínez, P. R.; Gómez, R. R.; Navarro, A. O.; Martínez, A. D.; Buen Abad, D. A. y Vázquez, B. E. 1997. Simposium Concyteq. Selección de tipos criollos de nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch. A través de la realización de un concurso regional, en la zona centro de México. 5pp.

Martínez, P.R., Vázquez, B.E. y Escartín, E. 1998. Avances en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Memorias del 1er Coloquio regional centro sur de Anuies. Susceptibilidad de genotipos criollos de nuez pecanera (Wangenh) K. Koch a la infección por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* toxigénicos. 69 pp.

Mattson, F. H. 1989. A changing role for dietary monounsaturated fatty acids. Perspectives in Practice. (1989): 89(3) 387-391.

Mattson, F. H. and Grundy, S. M. 1985. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. J. Lipid Res.; 26: 194-202.

McMeans, J. L. and Malstron, H. M. 1982. Relationship Between Pecan Yields and the quality of oil nutmeats. Hort Science. 17 (1) : 69 –70.

Mejía, L. A. 1994. Dieta y salud. Las enfermedades cardiovasculares en Latinoamérica. 2 (3) : 1 –2, 7 p.

Mesta, A. 1991. The Pecan Press. México's pecan industry sees many changes. Pp 24.

Mora, A. 1993. Terapéutica nutricional. Mora A. ed. Bogotá: Editorial Médica Panamericana. 256.

Murray, R. K. 1992. Bioquímica de Harper. Editorial El Manual Modemo. 12ª edición, 135-146, 219, 226, 235-262 pp.

Newcomb, K. C.; Hatcher, L. F. and Ilingworth. D. R. 1980. Effects of Dietary Saturated, monounsaturated and polyunsaturated Fat on LDL-COL Metabolism. Department of Medicine Oregon Health Sciences University, Portland, Oregon.

OBrien, M.; Cargill, B.F. and Fridley, R.B. 1983. Principles & practices for harvesting fruits & nuts. Avi publishing company Inc., Westport C.T. 598p

Ocker, C. A. and Storey, B. J. 1996. Proposed color standars. Pecan South. pp 48

Olson, W. H.; Sibbett, G. S. and Ramos, D. E. 1978. Walnut harvesting and handling In California Univ. California Div. Agr. Sci. Leaflet 21126, 7 pp.

- Peterson, J.** and Bihain, B.E. 1990. Fatty acid control of lipoprotein lipase: a link between energy metabolism and lipid transport. *Proc Natl Acad Sci USA* 87: 909.
- Posadas, R. C.** 1996. Lípidos y Aterosclerosis. Nueva Cardiología. Instituto de Cardiología Ignacio Chavez. Vól. VI, N° 4. 176pp.
- Potter, N.** 1985. La ciencia de los alimentos. Editorial Harla. 51-54, 71-72, 491, 501-504 pp.
- Pyriadi, T. M.** and Mason, M. E. 1968. Composition and stability of pecan oils. *J. Amer oil, Chem. Soc.* 45: 437-440.
- Sabaté, J. M. D,** Dr. P. H. Gary, E. 1993. Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men. *The New England Journal of Medicine.* 328 (9):603-607.
- SAGAR.** 1996. Nuez Pecanera (*Carya illinoensis*, [Wang) K. Koch]. Carpeta de datos básicos. Dirección de Hortofrutícolas, Ornamentales y Plantaciones.
- Salud Pública de México,** 1998. 40(6):521.
- Salud Pública de México,** 1998. 40(1):97.
- Santerre, Ch. R.** 1994. Pecan Composition. In: Pecan Technology. C.R. Santerre (Ed). pp: 98-110. Chapman & Hall, New York, London.
- Senter, S. D.** 1976 a. A research note mineral composition of pecan nutmeats. *J. Foos Sci.* 41: 963 –964.
- Senter, S. D.** 1976 b. Lipids of pecan nutmeats. *J. Food Sci.* 41 :1201 –1203.
- Senter, S. D.** and Horvat, R. J. 1978. A reserch note minor fatty acids from pecan kernel lipids. *J. Food Sci.* 43 (5) : 1614 – 1615.
- Senter, S. D.** and Horvat, R. J. 1979. Lipid Constituents of Black Walnut Kernels. *J. Food Sci.* 44:266-268.
- Senter, S. D.** and Forbus, W. R. 1976. A Research. Note Mineral Composition of Pecan Nutmeats. *J. Food Sci.* 41:963-964.
- Senter, S. D.;** Horvat, R. J. and Forbus Jr, W. R. 1980. Relation between phenolic acid content and stability of pecans in aceelarated storag. *J. Food Sci.* 45 : 1380 – 1390.
- Senter, S. D.;** Forbus Jr., W. R.; Nelson, S. D.; Wilson Jr., R. L. Horvat, and R. J. 1984. Effects of dielectric and steam heating treatments on the storage stability of pecan kernels. *J. Food Sci.* 49 (3) : 893 – 895.
- Sherwin, E. R.** 1978. Oxidation and antioxidants in fat and oil processing. *J. Am. Oil chem Soc.* 809–814pp.

- Stein, L.** 1980. Maintaining the quality of pecans with storage. *The Pecan Quarterly*. 14(4): 4-17.
- Storey, B. J.** 1991. La nuez pecanera es un alimento saludable. *The Pecan Press*. October. 22-23 pp.
- Storey, B. J.** 1991. Para nuestros vecinos mexicanos. La nuez pecanera es un alimento saludable. pp. 22. *The Press Pecan*. October.
- Storey, B. J.** 1995. "Pecans as a Health Food". Texas A & M University Collage Satation, Texas. 77843.
- Storey, B. J.** 1997. "World Wide Pecan Distribution". 1997. Texas pecan Orchard Managemen Short Course.
- Tapía, R. J. L.** 1974. Análisis Fenológico de tres variedades de Nogal (*Carya illinoensis*, Koch) en el Municipio de Montemorelos, N.L. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Tapía, F.** 1985. Gerente General. Asociación de productores de nuez y durazno de la Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora. Comunicación Personal.
- Thompson, T. E.** 1981. Pecan variety update. *Proceedings Texas Pecan Growers Association*, 60:20-22.
- Thompson, T.E.** 1984. Pecans cultivars current use and recommendations. *Pecans the Querterly* 18 (1):20-26.
- Thompson, T. E.,** 1997. Description and history of USDA pecan cultivars. 1997 Texas Pecan Orchard Management Short Course.
- Thompson, T. E.,** Grauke, L. J., and Storey, J. B. 1995. "Navaho" Pecan. *HortScience*. 30(1):156 pp.
- Thompson, T.E.;** Grauke, L. J. and Young, E. F. 1996. Pecan kernel Color: Standars using the Munsell Color Notation System. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(3):548-553.
- Thye, F. W. and** Kennel, P. D. 1979. The Effect of Exercise and Fish oil suplementes on The blood lipid levels of Hamsters. Dept. Human Nutr. & Foods, VA Polytechnic Inst. & State Univ., Blacksburg, VA 24061-0430. 1175 pp.
- USDA,** 1969. United States standars for grades of shelled pecans. Agicultural Marketing Service. U.S. Dept. Agric.
- Valenzuela, P. J.** 1985. Gerente de operaciones de la planta procesadora de nuez de la SPR de IR productora de nuez. Ubicada en Hermosillo, Sonora. Comunicación Personal.

Van Staden, J.; Gilliland, M. G. and Dimalta, G. G. 1979. The effects of temperature on the mobilization of food reserves of pecan nuts. *Z. Pflanzl. Physiol.* : 415 – 422 pp.

Vázquez, B. E.; Fernández, E. E.; Martínez, P. R. 1997. Simposium Concytec. Sensibilidad de genotipos criollos de nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch a la infección por *Aspergillus parasiticus* en dos niveles de actividad acuosa. 12 pp.

Vázquez, B. E. 1998. Sensibilidad de la almendra de genotipos criollos de nuez Pecanera [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] originarios del centro de la República Mexicana, a la infección por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* toxigénicos. Tesis de maestría. Departamento de investigación y posgrado en alimentos; Facultad de Química, UAQ. Méx.

Vázquez, B. E. y Martínez R. 1998. Jornadas de Investigación. Desarrollo de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* toxigénicos sobre almendras de genotipos criollos de nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch en distintas actividades de agua. 36 pp.

Wagner, A. 1977. A Review of factors affecting shelf-life of stored pecans. *The Pecan Quarterly*. 11 (2) :14 –16.

Waters, M. B.; Knight, S. B. and Childs, D. 1991. Study shows natives have more oil content. *The Pecan Press*. pp: 18-20.

Woolde, E. I. 1991. Pecan has several components affecting quality. *The pecan Press*. 6:24, 25.

Worley, R. E. 1994. Pecan production. In: *Pecan Technology*. C. R. Santerre (Ed). pp: 12-38. Chapman & Hall, New York, London.

Wood, B. W. and Reilly, C. C. 1984. Pecan Kernel Proteins and their changes with kernel development *hort science* 19 (5) : 661 – 663.

Wood, B. W. and McMeans, J. L. 1982. Carbohydrates and Fatty Acids in Developing Pecan Fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 (1) : 47 –50

Wood, B. W.; Payne, J. A.; and Grauke, L. J. 1994. An Overview of the evolution of the U.S. pecan industry. In: *Pecan Technology*. C.R. Santerre (Ed.). pp: 1-11- Chapman & Hall. New York, London.

Woodroof, G. J. 1979. *Tree Nuts Production processing, products*. Vol 2 AV. Publishing Company Westport, C.T. 712p.

Woodroof, J. G. and Heaton, E. K. 1961. Pecans for processing. *Georgia Agricultural experiment station athen Bulletin N.S.* 80 pp.

XIII. ANEXOS

20, 21 y 22 de noviembre de 1997.

Registro y Calificación de las Muestras.

No.	Propietario	Localidad	Mpio. y Ldo.	Edad	Nuecos	% alm.	Pts.	% Mitadas	Pts.	Color atm.	Pts.	Unif. Pts.	Total
Maíz				Años	Kg								
1	Timoteo Balderas Guerrero	El Guanichil	Peñamiller, Gto.		173.1	12.7	17.8	11.11	2.22	2	17	1.6	51.2
2	Crisofora Flores Godoy	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		193	10.1	8.6	6.25	1.25	6	4	0	23.9
3	Timoteo Balderas Guerrero	El Guanichil	Peñamiller, Gto.		114.8	18.5	17.7	8.23	1.67	2	17	3	57.9
4	Aristeo Hernández Fabian	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		221.7	7.8	20.5	46.74	9.35	2	17	2	64.4
5	Aristeo Hernández Fabian	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		232.1	6.8	19.2	15.63	3.13	2	17	1	47.3
6	Aristeo Hernández Fabian	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		278.1	2.2	19.9	25	5	2	17	1.5	45.6
7	Aristeo Hernández Fabian	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		171.7	12.8	16.1	4.17	0.83	3	14	3.5	48
8	Santiago Orozco Orozco	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		193.3	10.7	18.1	16.25	3.25	2	17	2.5	52.1
9	Santiago Orozco Orozco	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		175.3	12.5	15.8	9.72	1.94	3	14	2.5	52.8
10	Santiago Orozco Orozco	El Pitahayo	Peñamiller, Gto.		173.5	12.7	30.1	47.22	9.44	3	14	1	72.3
11	Romulo Herrera Aguilar	Extoraz	Peñamiller, Gto.		136.9	16.3	25	35.71	7.14	4	11	4	67.4
12	José Olvera Uribe	Sebastián	Peñamiller, Gto.		159	0	22.9	15.97	3.19	2	17	2	45.1
13		San Antón	Victoria, Gto.		156.4	14.4	15	7.81	1.56	2	17	2.5	50.5
14	Salvador Zuñiga G.	Cabecera	Victoria, Gto.		156.5	14.4	20.9	68.75	13.75	1	20	3.5	72.3
15	José Zuñiga	Cabecera	Victoria, Gto.		229.3	7.1	26.2	86.96	17.39	3	14	2	66.7
16	J. Dolores Zarzua	Mipillas	Victoria, Gto.		136.5	16.4	19.5	10.71	2.14	2	17	4	59
17	Juan Quiroz Guerrero	Mipillas	Victoria, Gto.	40	220	8	24.5	39.13	7.82	2	17	5	60.3
18	Concepción Martínez	Mipillas	Victoria, Gto.		157.1	14.3	19.4	23.44	4.69	3	14	4	56.4
19		Mipillas	Victoria, Gto.		157.6	14.2	20.6	21.88	4.38	3	14	3.5	56.7
20	Narciso Guerrero	Mipillas	Victoria, Gto.		41.8	15.8	18.7	10	2	2	17	2.5	46
21	Aurelio Camacho	Mipillas	Victoria, Gto.		159.5	14.1	19.5	26.56	5	2	17	3.5	59.3
22	Ma. Margarita Rodríguez Mt.	Mipillas	Victoria, Gto.		162.4	13.8	19.0	25	2	3	14	2.5	54.9
23	J. Isidro Resendiz	Mipillas	Victoria, Gto.		133.1	16.7	23.2	26.79	5.38	2	17	3.5	56.7
24	J. Dolores Zarzua	Mipillas	Victoria, Gto.		195.2	19.4	18.4	11.36	2.27	3	14	3	57.1
25		Mipillas	Victoria, Gto.		122.9	17.4	20.9	57.69	11.94	4	11	3.5	54.3
26	Narciso Guerrero	Mipillas	Victoria, Gto.		158	14.1	20.5	35.94	7.19	4	11	4	56.9
27	J. Juan Quiroz Arriba	Mipillas	Victoria, Gto.		165.1	13.5	24.1	44.12	8.82	2	17	2.5	66
28		Mipillas	Victoria, Gto.										
29	Alfredo Zarzua	Mipillas	Victoria, Gto.		131.7	16.6	16	3.57	0.71	2	17	3	53.5
30	Raúl Guerrero Guerrero	Mipillas	Victoria, Gto.		154.3	14.6	25.7	43.75	8.75	4	11	3	63
31	J. Jesús Guillén Overa	El Alvaro	Peñamiller, Gto.	50	175.7	12.4	21.4	19.44	3.89	2	17	3	57.8
32	Hermilia Alvarado Alvarado	Extoraz	Peñamiller, Gto.		133.8	11.1	16.7	9.21	1.84	2	17	3	49.7
33	J. Guadalupe León Jiménez	Extoraz	Peñamiller, Gto.	52	143.5	15.1	23.3	61.67	2.33	2	17	4	71.7
34	Mauricio Fabian Uribe	Carullalillo	Peñamiller, Gto.		149.1	5.1	22.5	82	16.4	3	14	2	62.5
35	Marcelo Fabian Uribe	Carullalillo	Peñamiller, Gto.	10	163.8	11	25	19.44	3.89	2	17	3	62.5

20 21 y 22 de noviembre de 1997.
 Registro y Calificación de las muestras.

Arbol Marcado	No.	Propietario	Localidad	Mpio. y Edo.	Edad Arbol/Rend.	Nueces /kg	Pts.	% alm.	Pts.	% Mitades	Color alm.	Pts.	Unif. Pts.	Total Pts.
36	Raul Martinez Herrera	Extoraz	Peñamiller, Qro.	15	20	153	14.7	35.8	20.9	67.19	2	17	4	76
37	Virgilio Fabian Guerrero	Carrizalillo	Peñamiller, Qro.	20	17	168.6	13.1	27.5	16	31.94	3	14	2.5	52
38	Virgilio Fabian Guerrero	Carrizalillo	Peñamiller, Qro.	15	30	145.7	15.4	34.8	20.3	11.67	3	14	3	55.1
39	Bulmaro Aguilón Morales	Extoraz	Peñamiller, Qro.		150	162.4	13.8	41.3	24.1	42.65	2	17	3	66.4
40	Tranquilino Aguilar Flores	El Alamo	Peñamiller, Qro.	35	45	108.8	19.1	31.4	18.3	61.36	3	14	4	67.7
41	Irene Rosales Morales	Carrizalillo	Peñamiller, Qro.		35	158.1	14.2	34.3	20	7.35	3	14	4	53.7
42	Herculano Guerrero Linares	San Juanico	Peñamiller, Qro.			144.7	15.5	41.1	24	56.67	3	14	3.5	68.4
43	J. Gpe. Leon Jimenez	Extoraz	Peñamiller, Qro.	32	100	200.8	9.9	38.3	22.3	32.14	2	17	3	58.7
44	Eulalia Aguilar Morales	Extoraz	Peñamiller, Qro.		50	271.1	2.9	39.8	23.2	48.21	2	17	3.5	50.5
45	M. Ventura Guerrero Yañez	Extoraz	Peñamiller, Qro.			174.9	12.5	38.7	22.6	31.94	3	14	3.5	50
46	Cirilo Fabian Guerrero	Carrizalillo	Peñamiller, Qro.		35	176	12.4	39	22.8	23.61	3	14	4	57.9
47	Herculano Guerrero Linares	San Juanico	Peñamiller, Qro.			168.7	13.1	40.3	23.5	35.29	3	14	4.5	62.2
48	Leonardo Nieto Amador	Extoraz	Peñamiller, Qro.		70	203.5	9.7	44.8	26.1	26.19	2	17	4	62
49	Inocencio Flores Flores	San Lorenzo	Peñamiller, Qro.			157.6	14.2	33.1	19.3	9.37	2	17	3.5	58.9
50	Asuncion Conejo Hernández	Aguacaliante	Peñamiller, Qro.			155.9	14.4	34.1	19.9	28.13	2	17	3	60
51	Catalina Reséndiz Pérez	San Lorenzo	Peñamiller, Qro.		50	217.6	8.4	40.1	23.4	27.27	3	14	3	54.2
52	Chisofora Flores Godoy	El Pitahayo	Peñamiller, Qro.		20	128.6	17.1	38.6	22.5	30.77	3	14	4	63.3
53	J. Isabel Flores Yañez	Morenos	Peñamiller, Qro.			167.2	13.3	37.4	21.8	14.71	2	17	3.5	58.5
54	Aristeo Hernandez Fabian	El Pitahayo	Peñamiller, Qro.			136.3	16.4	39	22.8	46.43	3	14	3.5	57.7
55	Pompeya Prado Hernández	Aguacaliante	Peñamiller, Qro.		15	105.6	19.4	31.9	18.6	4.55	3	14	3.5	50.5
56	Demetria Godoy Rangel	Morenos	Peñamiller, Qro.		120	134.2	16.6	42.6	24.8	37.5	3	14	3.5	66.4
57	Daktonero Gonzalez Martínez	El Alamo	Peñamiller, Qro.		45	145.2	15.5	33.1	19.3	20	3	14	3.5	54.3
58	J. Isabel Flores Yañez	Morenos	Peñamiller, Qro.	55	10	152.6	14.7	40.3	23.5	42.19	2	17	3	58.3
59	Maria López del Prado	Sauclillo	Peñamiller, Qro.		150	191.5	10.9	41.3	24.1	15	3	2	4	48
60	Rosario Linares	Morenos	Peñamiller, Qro.		200	95.2	20	35.3	20.6	20	3	14	4	57.8
61	Ventura Garcia Aguas	San Lorenzo	Peñamiller, Qro.			133.2	16.7	38.6	22.5	41.07	3	14	3.5	54.9
62	Chisofora Flores Godoy	El Pitahayo	Peñamiller, Qro.		20	118.9	18.1	31.1	18.1	45.83	3	14	3.5	63
63	Victoria Aguas	San Lorenzo	Peñamiller, Qro.	60		215.1	8.4	34.7	20.2	43.18	2	17	3.5	67.8
64	Agoo Aguilón Garcia	San Lorenzo	Peñamiller, Qro.	20		133.4	16.7	33.1	19.3	42.86	2	17	4.5	66
65	Aristeo Hernandez Fabian	El Pitahayo	Peñamiller, Qro.			113.4	18.7	34.9	20.3	25	3	14	3.5	61.5
66	Ma. Gpe. Garcia Medina	Cabeceera	Peñamiller, Qro.	20		458.2	0	40.5	23.6	15.43	3	14	3.5	44.2
67	J. Pilar Gallegos M.	Morenos	Peñamiller, Qro.	10		188.1	11.2	39.2	22.9	50	2	17	3	64.1
68	Francisco Hernandez Guillan	Aguacaliante	Peñamiller, Qro.			113	18.7	35.4	20.6	13.75	2	17	2	67
69	Isabel Rosales	Aguacaliante	Peñamiller, Qro.			151.7	14.8	39.7	23.1	54.69	2	17	2	67.9
70	Public Sanchez	Cabeceera	Peñamiller, Qro.			99.4	20	35.7	20.8	21.43	3	14	3	63.6

20, 21 y 22 de noviembre de 1997.

Registro y Calificación de las muestras.

Arbol Marcado	No.	Propietario	Localidad	Mpio. y Fdo.	Edad Arbol/Rend.	Nueces /kg	Pts.	% alm.	Pts.	% Mitades	Pts.	Color alm.	Pts.	Unif. Pts.	Total	
69-95	71	Ma. Gpe. Hernández Fabián	Cabecera	Peñamiller, Gto.	15	133.8	16.6	42.6	24.9	64.29	12.86	3	14	3.5	71.9	
69-95	72	José López López	Labor del Río	Sta. María, SLP		260	18.7	32	18.7	50	10	2	17	1	50.3	
69-95	73	Carmen Prado	Guanajuatito	Sta. María, SLP		302.6	0	35.2	20.5	16.94	3.39	6	4	2	29.9	
	74	Ramón Ramírez	Labor del Río	Sta. María, SLP		240.9	5.9	41.9	24.4	57	11.4	2	17	1.5	60.2	
	75	Ramón Ramírez	Labor del Río	Sta. María, SLP		195.6	10.4	34.4	20.1	25	5	3	14	2	51.5	
	76	Carmen Padrón	Guanajuatito	Sta. María, SLP		203.9	9.6	33.8	19.7	30.95	6.19	3	14	2	51.5	
69-95	77	Eusebio Vázquez Hernández	Labor del Río	Sta. María, SLP		228.7	7.1	43.6	25.4	72.92	14.58	2	17	3	67.1	
69-95	78	Timoteo López Vázquez	Labor del Río	Sta. María, SLP		232.6	6.7	53.5	31.2	55.21	11.04	3	14	1.5	64.5	
	79	Timoteo López Vázquez	Labor del Río	Sta. María, SLP		249.7	5	38.3	22.6	26	5.2	3	14	1	47.9	
	80	Francisco Ramirez	Cabecera	Victoria, Gto.	30	105.6	19.5	44.2	19	27.73	5.9	3	14	3	61.4	
	81	Francisco Ramirez	Cabecera	Victoria, Gto.	35	138.9	16.1	44.7	26.1	75	15	3	14	3.5	74.7	
	82	Piedad Chavero	Milpillas	Victoria, Gto.	50	149	15.5	37.3	21.7	58.33	11.66	3	14	4.5	58.7	
	83	Régulo Conejo Espinoza	Aguacaliente	Peñamiller, Oro	80	158.8	14.2	40.2	23.4	14.71	3.94	2	17	4	62.5	
	84	Aquilino Hernández	Aguacaliente	Peñamiller, Oro	30	136.7	16.4	35.9	20.9	19.64	3.93	3	14	4	59.2	
	85	Maria Luisa Conejo E.	Aguacaliente	Peñamiller, Oro	60	132.2	16.8	33.7	19.7	39.29	7.85	4	11	3.5	58.8	
		Promedio:			37	80	171.7	13	39.55	21.23	32.92	6.46	2.7	15	3	58.90

Muestras ganadoras

Arbol Marcado	No.	Propietario	Localidad	Mpio. y Fdo.	Edad Arbol/Rend.	Nueces /kg	Pts.	% alm.	Pts.	% Mitades	Pts.	Color alm.	Pts.	Unif. Pts.	Total
69-95	81	Francisco Ramirez	Cabecera	Victoria, Gto.	35	99.2	20	44.7	26.1	22.2	16.6	3	14	3.5	80
69-95	84	Salvador Zuhiga G.	Cabecera	Victoria, Gto.		156.5	14.4	35.8	20.9	23.21	13.75	1	20	3.5	73.9
69-95	71	Ma. Gpe. Hernández Fabián	Cabecera	Peñamiller, Oro	15	133.8	16.6	42.6	24.9	20.16	12.86	3	14	3.5	71.9
69-95	77	Eusebio Vázquez Hernández	Labor del Río	Sta. María, SLP		228.7	7.1	43.6	25.4	35.35	14.58	2	17	3	67.1
69-95	33	Guadalupe León Jiménez	Extoraz	Peñamiller, Oro	30	149.5	15.1	40	23.3	20.17	2.33	2	17	4	74.5
69-95	36	Raúl Martínez Herrera	Extoraz	Peñamiller, Oro	11	153	14.7	35.8	20.9	22.21	13.44	2	17	4	70
69-95	42	Percutano Guerrero Linares	San Juanico	Peñamiller, Oro	20	144.7	15.5	41.1	24	18.16	11.33	3	14	3.5	68.4
69-95	66	Isabel Rosales	Aguacaliente	Peñamiller, Oro		151.7	14.8	29.7	23.1	19.16	10.94	2	17	2	57.9
69-95	40	Franquino Aguilar Flores	El Alamo	Peñamiller, Oro	30	103.3	19.1	31.4	18.3	16.11	12.27	3	14	4	57.7
69-95	34	Aristo Hernández Fabián	El Pirahayo	Peñamiller, Oro	40	136.3	16.4	39	22.8	19.12	11.01	3	14	3.5	67.7
69-95	15	José Zuhiga	Cabecera	Victoria, Gto.	10	229.3	7.1	44.0	25.2	26.93	17.38	3	14	3	66.7
		Promedio:			17	153.8	14.1	37.3	23.27	21.58	12.73	2.8	13.3	3.5	73.1

Anexo 2. GENOTIPOS DE NUEZ PECANERA SELECCIONADOS PARA EL ANÁLISIS PROXIMAL

GENOTIPO	PROPIETARIO	LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO	EDAD DEL ARBOL
2-95	José Dolores Zarazúa	Milpillas	Victoria	Guanajuato	54 Años
15-95	Aristeo Hdez. Fabian	Pitahayo	Peñamiller	Querétaro	34 Años
18-95	Ageo Aguillón García	Sn Lorenzo	Peñamiller	Querétaro	24 Años
21-95	Eleuterio Vázquez H.	Labor Río	Sta. María	S.L.P.	94 Años
23-95	Juan Quiroz Guerrero	Milpillas	Victoria	Guanajuato	34 Años
38-95	Santiago Orozco O.	Pitahayo	Peñamiller	Querétaro	24 Años
54-95	José I. Flores Yañez	Morenos	Peñamiller	Querétaro	44 Años
57-95	Crisófora Flores G.	Pitahayo	Peñamiller	Querétaro	24 Años
76-95	Agustina Aguillón L.	Extoraz	Peñamiller	Querétaro	24 Años
90-95	José I. Flores Yañez	Morenos	Peñamiller	Querétaro	64 Años
01-96	María López de Prado	Saucillo	Peñamiller	Querétaro	N.O.
112-96	Herculano Guerrero L.	San Juanico	Peñamiller	Querétaro	N.O.
11-97	Romulo Herrera A.	Extoraz	Peñamiller	Querétaro	N.O.
33-97	J. Gpe. León Jiménez	Extoraz	Peñamiller	Querétaro	36 Años
36-97	Raúl Martínez Herrera	Extoraz	Peñamiller	Querétaro	19 Años
43-97	J. Gpe. León Jiménez	Extoraz	Peñamiller	Querétaro	34 Años
44-97	Eulalia Aguilar M.	Extoraz	Peñamiller	Querétaro	N.O.
63-97	Victorina Aguas	Sn Lorenzo	Peñamiller	Querétaro	N.O.
80-97	Francisco Ramírez	Cabecera	Victoria	Guanajuato	32 Años
82-97	Francisco Ramírez	Cabecera	Victoria	Guanajuato	39 Años

N.O. = Dato no obtenido.