

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellífera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos.

Profesor Patrocinante: Sr. Miguel Angel Neira C. - Ingeniero Agrónomo - Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.

Javier Alejandro Parada Silva
Valdivia Chile 2003

Contenido

Profesores Informantes . .	1
Dedicatoria .	3
1. INTRODUCCION .	5
2. REVISION BIBLIOGRAFICA . .	7
2.1 El mercado de la miel como materia prima .	7
2.2 Definición de miel .	9
2.3 Clasificación de miel . .	9
2.4 Composición y características de la miel . .	10
2.5 Cristalización de la miel .	22
2.6 Características de la avellana chilena . .	25
2.7 Aspectos a considerar sobre los sentidos y las propiedades sensoriales . .	29
2.8 Diseño estadístico de mezcla .	30
3. MATERIAL Y METODO . .	33
3.1 Material . .	33
3.2 Método .	33
4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS . .	45
4.1 Análisis físicos y químicos de la miel y avellanas como materia prima .	45
4.2 Resultados en el diseño de mezcla . .	47
4.3 Análisis físicos y químicos de la mezcla de miel crema y avellana, tiempo cero . .	55
4.4 Análisis físicos y químicos de la mezcla de miel crema y avellana, seguimiento en el tiempo . .	57
4.5 Evaluación sensorial de la mezcla de miel crema y avellana, seguimiento en el tiempo .	72
5. CONCLUSIONES . .	75
6. RESUMEN .	77
SUMMARY .	77
BIBLIOGRAFIA .	79

ANEXOS .	85
ANEXO 1. Equipos utilizados para análisis físicos y químicos de miel, avellana y miel con avellana . .	85
ANEXO 2. Materiales utilizados para análisis físicos y químicos de miel, avellana y miel con avellana .	86
ANEXO 3. Materiales utilizados para la preparación de la miel con avellana .	87
ANEXO 4. Materiales utilizados para determinación de origen botánico de miel . .	87
ANEXO 5. Ficha respuesta calificación .	88
ANEXO 6. Esquema del proceso de preparación de la miel crema con avellana .	90
ANEXO 7. Ficha respuesta diferencias . .	90
ANEXO 8. Resultados de los análisis físicos y químicos de la miel utilizada como materia prima . .	92
ANEXO 9. Resultados de los análisis físicos y químicos de las avellanas utilizadas como materia prima .	94
ANEXO 10. Análisis estadístico en el diseño de mezcla .	95
ANEXO 11. Resultados de los análisis físicos y químicos de la mezcla optimizada de miel crema con avellana, tiempo cero .	100
ANEXO 12. Análisis estadístico de regresión simple, de los atributos físicos y químicos respecto del tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana .	103
ANEXO 13. Tabla resumen de análisis estadísticos, relación entre las variables: “parámetros físicos y químicos” y “tiempo de almacenamiento”, en el caso del seguimiento en el tiempo . .	114
ANEXO 14. Datos de mediciones de los atributos físicos y químicos a lo largo de un tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana . .	115
ANEXO 15. Ejemplos de análisis estadístico de los datos de evaluación sensorial recolectados a lo largo del tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana (test de diferencia) .	121
ANEXO 16. Datos de evaluación sensorial, test de diferencia, a lo largo del tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana .	122
ANEXO 17. Normas para calidad de miel . .	135
ANEXO 18. Resultado del análisis polínico de la miel líquida usada. Determinación botánica de granos de polen . .	135

Profesores Informantes

Sra. Andrea Báez M. – Estadístico - Dr. © Economía Aplicada - Instituto de Estadística - Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. -

Sr. Fernando Figuerola R. - Ingeniero Agrónomo - Master in Food Science - Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos - Facultad de Ciencias Agrarias.

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Eva y Cesar, por todo lo que han entregado por mi; y a Alejandra, por ser "simplemente" mi Reina...

1. INTRODUCCION

En este trabajo se desarrollará una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellífera*) con avellanas chilenas (*Gevuina avellana* Mol), para el consumo humano.

El origen de este estudio es la necesidad de masificar y diversificar el consumo de miel en nuestro país, así como dar un mayor valor agregado al producto miel. Por otro lado, también se busca probar la posibilidad de uso de un fruto propio de Chile como la avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol), la cual no ha sido probada en combinación con miel de abeja (*Apis mellífera*), hasta la fecha.

La hipótesis de trabajo es que, de la mezcla de miel crema y avellanas chilenas, resulta un producto con buenas características organolépticas y de calidad (química).

Por otro lado se podría tener un producto más rico en ácidos grasos insaturados y proteínas, en comparación a la miel pura (mayor valor nutricional).

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un producto con buena aceptación organoléptica a partir de miel crema y avellanas chilenas.

Como objetivos específicos se tienen, (a) la búsqueda de una proporción ideal de miel y avellanas, que maximice la respuesta de aceptación sensorial de los consumidores; (b) la estimación de la estabilidad del producto final, para hacerse una idea de su funcionalidad comercial. (c) la caracterización química y física del nuevo producto obtenido y la extracción de conclusiones al respecto.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 El mercado de la miel como materia prima

La producción mundial de miel ha fluctuado en los últimos años alrededor de 1.200.000 ton anuales, de las cuales más del 40% correspondió a 8 países: China, EE.UU., México, Rusia, Argentina, Canadá, Alemania y Japón, con un fuerte predominio de la primera (18% del total) (PROAPIS¹, 2001).

2.1.1 Principales Exportadores. Dado que algunos países son básicamente consumidores de su producción, la oferta al mercado mundial se concentra especialmente en 3 de ellos: China, Argentina y México, con un 75% de las exportaciones totales.

2.1.2 Tendencia de Precios. El mercado mundial de miel se encuentra caracterizado por dos hechos fundamentales; el primero es el aumento del consumo que se incrementó un 21% en la década de los ochenta y tendió a acentuarse con un crecimiento del 4% en 1994 (impulsado sobre todo por el mayor consumo de EE.UU., Alemania y Rusia.); y el segundo fue la caída de las exportaciones que en 1994 disminuyeron un 11%. Si bien esta reducción se debió en parte a factores coyunturales (como la menor producción de Argentina y México). Estas dos razones parecen influir directamente sobre el prolongado aumento del precio mundial de la miel. En la FIGURA 1

se muestra esta tendencia.

¹ <http://www.proapis.cl/chile/charla1.htm> (5 Octubre 2001)

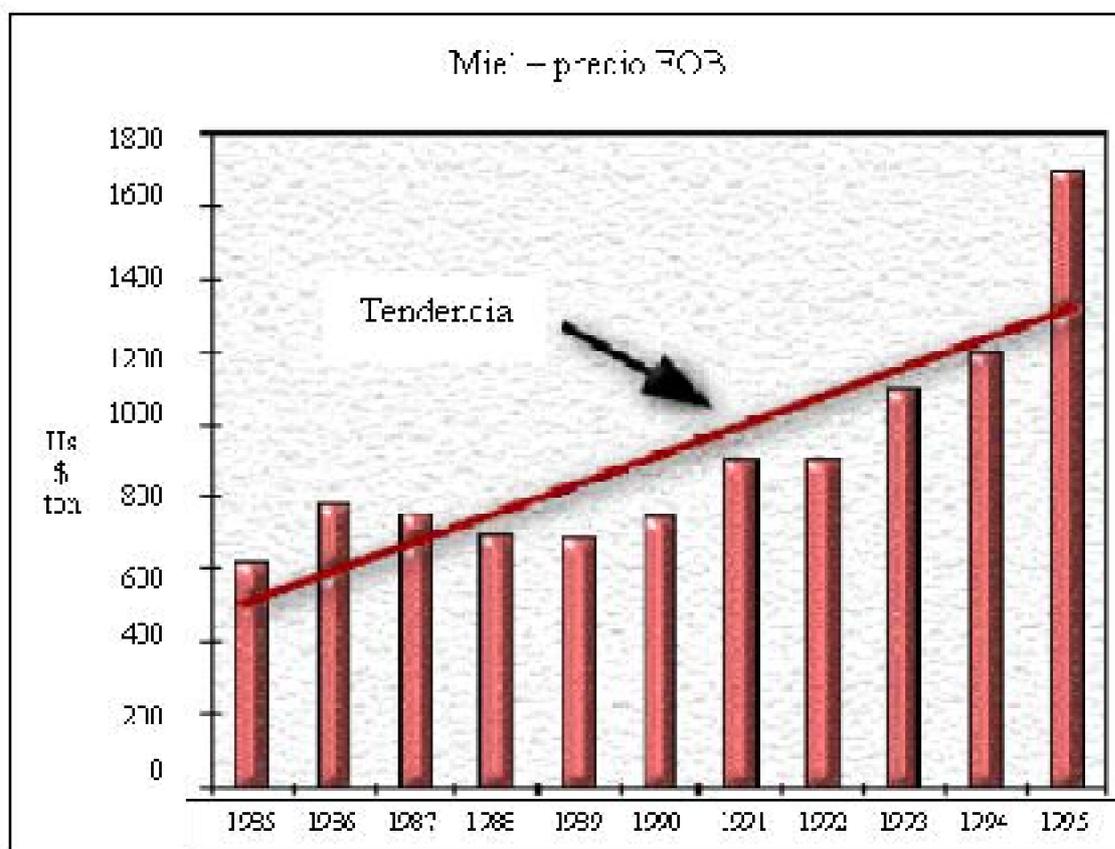


FIGURA 1. Tendencia de la variación mundial de precios de la miel.

FUENTE: PROAPIS¹, 2001

2.1.3 La Apicultura como herramienta social. La apicultura presenta particularidades que favorecen su desarrollo a nivel de microempresa entre las que pueden destacarse:

- Escaso requerimiento de tierra.
- Con mercado asegurado: Chile participa aproximadamente con un 0,45 % de las exportaciones mundiales.
- Ideal para emprendimientos asociativos.
- Factible de desarrollarse en casi todo el país.

2.1.4 Historia de la Apicultura en Chile. Antes de la llegada de la Varroasis, la apicultura chilena se sustentaba en los tenedores de abejas en colmenas rústicas, las que representaban un 75 %.

Al llegar la Varroasis en el año 1992, se produce una pérdida superior al 50 % de las colmenas, en su mayoría rústicas. Actualmente, desde la X Región al norte, no existen zonas libres de Varroa (PROAPIS¹, 2001).

2.1.5 Situación actual de la Apicultura en Chile. Chile es oferente de miel de una

buena calidad promedio (medida por sus características organolépticas, por los niveles de actividad enzimática, HMF y humedad.), pero compite en la franja de menores precios, que incluye venta de miel como materia prima a granel, sin tipificación ni control de calidad.

Los precios están relacionados con el valor agregado a la miel tomada como insumo, y una de las posibilidades inmediatas es la diferenciación del producto.

Las exportaciones chilenas de miel representan aproximadamente el 0,45% de las exportaciones mundiales.

El país no está aprovechando en la medida de sus posibilidades otros productos de la apicultura, así como tampoco se está aprovechando en su real dimensión el aporte de las abejas en la polinización de cultivos, ampliamente valorada en otros países.

La polinización de cultivos, aunque es de difícil cuantificación, es considerada por la USDA y la FAO como 10 veces más importante en términos económicos que la producción directa de las colmenas (PROAPIS, 2001).

2.2 Definición de miel

Según la Comisión del Codex Alimentarius, citado por CRANE (1990), se define como miel a la sustancia dulce, sin fermentar producida por las abejas a partir de néctar de flores de secreciones de partes vivas de las plantas, la cual es recolectada, transformada y combinada con sustancias específicas, almacenada y madurada en un panal. La miel no debe presentar objeciones en cuanto al sabor, aroma o contaminación absorbida por causas ajenas durante el procesamiento y almacenamiento y no debe contener toxinas de plantas, en cantidad que pueda constituir un peligro para la salud.

CRANE (1990), señala también que la miel puede ser definida como una sustancia producida por abejas y por algunos insectos, desde néctar o mielada, que es recolectada desde plantas vivas, la cual es transformada por la evaporación del agua y por la acción de enzimas que ellas mismas secretan.

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos la denominación de “miel” o “miel de abeja” o “miel virgen”, está exclusivamente reservada para el producto natural elaborado por la abeja *Apis mellífera*, a partir del néctar de las flores y exudado de plantas aromáticas (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1997).

2.3 Clasificación de miel

Según NCh 616 E Of 68, la miel se puede clasificar según su origen y por el método en que ésta es extraída del panal (CHILE, INN, 1968). La clasificación se detalla a continuación.

2.3.1 Clasificación según su origen.Dependiendo de su origen la miel puede ser de dos tipos:

2.3.1.1 Tipo I. Miel de flores.Corresponde a la miel que procede principalmente del néctar de flores. Su color puede variar desde casi incoloro a amarillo y pardo amarillento y posee un contenido de azúcar invertido mayor o igual a 70%, excepto la miel de trébol (*Trifolium* sp.) cuyo contenido de azúcar invertido es mayor a 65%. Esta miel es levógira (CHILE, INN, citado por MOLINA, 1989).

2.3.1.2 Tipo II. Miel de mielada o ligamaza. Es la miel que procede principalmente de plantas caducas (miel de hojas) o de exudaciones de plantas, especialmente coníferas; su color puede variar de pardo claro a casi negro, tiene un olor resinoso particular y el contenido de azúcar es superior a 60%. Esta miel es dextrógira (CHILE, INN, citado por MOLINA, 1989).

2.3.2 Clasificación según el método de extracción utilizado.Dependiendo del método de extracción, la miel se puede dividir en tres clases, las cuales se describen a continuación.

2.3.2.1 Clase A o miel centrifugada.Corresponde a la miel que se obtiene de los panales no incubados, por empleo de una máquina de extracción llamada centrífuga.

2.3.2.2 Clase B o miel a presión.Es la miel que se obtiene por compresión de los paneles no incubados.

2.3.2.3 Clase C o miel sobrecalentada.Producto que para su extracción se ha calentado a una temperatura superior a los 45 °C.

2.4 Composición y características de la miel

Según FAO-WHO (1992), la miel corresponde a una mezcla de distintos azúcares, entre los cuales predomina glucosa y fructosa. Su color puede variar de casi incoloro hasta pardo y su consistencia puede ser fluida, viscosa o cristalina, total o parcialmente. Su sabor y aroma reproducen generalmente los de la planta de la cual procede. Además la miel deberá tener la composición esencial señalada en el CUADRO 1.

CUADRO 1. Composición esencial de la miel.

Parámetro	Origen de la miel	Contenido
Azúcares reductores	Miel flores Miel de mielada	Mínimo 65% Mínimo 60%
Humedad	Otras mieles Miel calentada	Máximo 21% Máximo 23%
Sacarosa	Otras mieles Miel de mielada	Máximo 5% Máximo 10%
Sólidos insolubles en agua	Otras mieles Miel prensada	Máximo 0,1% Máximo 0,5%
Cenizas	Miel de mielada Otras mieles	Máximo 1,0% Máximo 0,6%
Acidez		Máximo 40 meq de ác/kg
Actividad Diastasa	Miel bajo cont. Enzima Natural y máx. de 15 ppm de HMF Otras mieles	Mín. 3 en escala Goethe Mínimo 8
HMF		Máximo 80 mg/kg

FUENTE: FAO – WHO (1992).

De acuerdo a la Norma Chilena de Calidad para la composición de la miel, la miel líquida o cristalizada deberá tener las siguientes características:

I. Contener como máximo 18% de agua, 5% de sacarosa, 8% de dextrina, 0,8% de ceniza, 0,2% de acidez expresada como ácido fórmico y 40 mg/kg de hidroximetil furfural y contener como mínimo 70% de azúcares invertidos y una actividad diastásica de 8 en la escala de Goethe. Su peso específico estará comprendido entre 1.400 y 1.600 a 20 °C.

II. No contener polen, cera u otras materias insolubles en agua, en proporción superior al 1%, calculado en base seca.

III. No contener azúcar invertido artificial, insectos, sus fragmentos o sus estados evolutivos, pelos de animales ni sustancias extrañas a su composición natural, tales como edulcorantes naturales o artificiales, materias aromáticas, almidón, goma, gelatina, sustancias preservadoras y colorantes.

IV. No estar fermentada ni caramelizada y estar exenta de hongos visibles.

La composición de la miel depende de muchos factores, tales como especies cosechadas, naturaleza del suelo, raza de abejas, estado fisiológico de la colonia, etc.

2.4.1 Composición química. La composición química de la miel presenta variaciones según el medio de donde provenga, pero entre sus componentes se encuentran el agua, los azúcares, proteínas, enzimas, ácidos, vitaminas. En el CUADRO 2 se ve un resumen del porcentaje que ocupan los constituyentes más importantes en la composición de la miel.

CUADRO 2. Composición de la miel.

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

	Promedio (%)	Rango (%)
Constituyentes mayores (sobre 99% de la miel)		
Agua	17	13,4 – 26,6
Fructosa	39,3	21,7 – 53,9
Glucosa	32,9	20,4 – 44,4
Sacarosa	2,3	0,0 – 7,6
Constituyentes menores (sobre 1% de la miel)		
Ácidos totales	0,57	0,17 – 1,17
Minerales	0,17	0,02 – 0,13
Nitrógeno	0,04	0,00 – 0,13
Enzimas	---	---
Constituyentes aromáticos	---	---
Otras	---	---
FUENTE: CRANE (1990).		

A continuación se hace referencia a algunos de los componentes más relevantes de la miel.

2.4.1.1 Azúcares. La miel se compone de diferentes azúcares, sobre todo de fructosa y glucosa. Puede estar presente sacarosa, maltosa, melecitosa y otros oligosacáridos (CUADRO 3).

CUADRO 3. Contenido de azúcares en miel.

Componente	Promedio (%)	Rango (%)
Agua	17,50	13,40 – 22,9
Azúcares		
Levulosa (fructosa)	38,20	27,20– 44,30
Glucosa (Dextrosa)	31,30	22,00 – 40,70
Maltosa (otros disacáridos superiores)	7,31	2,70 – 16,2
Azúcares inferiores	1,50	0,10 – 8,50
FUENTE: White, Riehof, Subers y Kushmir, citados por CORNEJO (1988)		

La fructosa es el azúcar con mayor porcentaje en la composición de la miel, con un promedio de 38,2%. Normalmente la glucosa se encuentra en porcentajes menores, de alrededor de 31,3%, según Doner y Siddiqui (citado por GARCÍA *et al*, 1986). Las proporciones de los azúcares de la miel varían mucho dependiendo del origen floral, así como de la actividad de la enzima invertasa, la cual aparece durante el proceso de transformación del néctar en miel (se forma en glándulas de la abeja), catalizando la hidrólisis de sacarosa en glucosa y fructosa.

La presencia de glucosa, que es un azúcar relativamente insoluble, determina

ampliamente la tendencia de la miel a la cristalización, o la cantidad que permanecerá fluida en esta miel. La fructosa en cambio, es muy dulce e higroscópica, absorbiendo humedad desde el aire (CRANE, 1990).

2.4.1.2 Acidez. La acidez de la miel es valorada en unidades de reacción química, como cantidad de ácido por cierta cantidad de miel que está disponible para reaccionar expresada en meq/kg de ácido glucónico por kilogramo de miel (GOMEZ, 1996 b).

La acidez determina en gran forma el sabor de la miel, cuyo pH promedio corresponde a 3,9 (rango: 3,4 – 6,1). Este grado de acidez activa, probablemente también contribuye a la estabilidad de la miel contra el ataque microbiológico. Diversos investigadores han determinado la presencia de ácidos tales como: clorhídrico, fosfórico y algunos ácidos orgánicos, como ácido acético, málico, cítrico, butírico y trazas de fórmico (Steyn, Amor y White, citados por GARCÍA et al, 1986).

Según ROOT (1976) los ácidos normalmente presentes en la miel son málico y cítrico, no así el ácido fórmico, que si bien puede encontrarse en la miel, se encuentra en cantidades muy pequeñas para tener algún efecto en cualquier sentido. El ácido málico y cítrico son inocuos y se encuentran normalmente en distintas frutas.

2.4.1.3 Proteínas y aminoácidos. El contenido de proteínas de la miel no representa un porcentaje significativo (inferior a un 0,25%). Se han encontrado en la miel hasta 17 aminoácidos distintos (ver CUADRO 4), cuya presencia es relativamente constante para todos los tipos de mieles estudiadas, por lo que se ha postulado que el origen de esos aminoácidos debe ser la abeja, y no el polen o néctar (Amor, White, Michelotti y Vino, citados por GARCÍA et al., 1986).

CUADRO 4. Aminoácidos importantes presentes en la miel según su origen, en ppm.

TIPO DE AMINOACIDOS		ORIGEN MIEL	
Libres		Néctar	Mielada
Prolina	N	850	1057
Fenilalanina	E	559	110
Ác. Aspártico	N	55	113
Ac. Glutámico	N	49	195
En proteínas		Néctar	Mielada
Ac. Aspártico	N	252	177
Ac. Glutámico	N	139	101
Leucina	E	115	79
Fenilalanina	E	86	69
Valina	E	84	67
Isoleucina	E	80	62
E: Aminoácidos esenciales para el hombre			
N: Aminoácidos no esenciales para el hombre			
FUENTE: CRANE (1990)			

2.4.1.4 Enzimas. Las enzimas que se encuentran presentes en la miel son aportadas por las abejas cuando trasiegan la miel desde su buche a las celdillas. Así, una miel

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

contará con mayor cantidad de enzimas si ha sido producida en una floración lenta que permita que muchas abejas trasieguen esa miel para su maduración (GOMEZ, 1996 a).

Las enzimas de la miel se podrían usar como indicadores de calidad, tiempo y tipo de exposición al calor. Las principales enzimas que se encuentran en la miel, desde el punto de vista alimentario son invertasa, glucosa – oxidasa y α y β amilasa. La catalasa y fosfatasa ácida también se encuentran presentes en la miel (Amor, White y Stein, citado por GARCÍA et al, 1986). Las enzimas en la miel se muestran en el CUADRO 5.

CUADRO 5. Enzimas en la miel, origen y función característica.

Origen enzima	Función característica
Desde abeja (glándula hipofaríngea)	
Invertasa	Invierte la sacarosa a glucosa y fructosa; más sensible al calor que la amilasa
Glucosa oxidasa	Oxida la glucosa en ácido glucónico y peróxido de hidrógeno en presencia de agua; más sensible al calor que la invertasa
Amilasa (diastasa)	Desdobla almidón; sensible al calor; su función en la producción de miel no está clara, puede tomar parte en la digestión del polen
Desde planta (néctar / mielada)	
Catalasa	Su presencia fue demostrada por Schepartz (1966); regula la actividad de la glucosa oxidasa, por control del equilibrio de peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
Fosfatasa ácida	Se encuentra en polen, en néctar y miel
Amilasa (diastasa)	Una pequeña proporción en algunas mieles de plantas
FUENTE: White, citado por CRANE (1990).	

2.4.1.4.1 Invertasa (α - glucosidasa). Esta es la enzima más importante presente en la miel. Según CRANE (1990), esta enzima invierte la sacarosa presente en el néctar y mielada obtenida por las abejas desde las plantas, en fructosa y glucosa. Por otra parte, Amor, White, Donner y Rinzudo (citados por GARCÍA et al, 1986) la actividad de la invertasa desaparece rápidamente entre los 55 °C y los 65 °C, iniciándose su inactivación a los 40 °C luego de 10 minutos de exposición al calor.

2.4.1.4.2 Glucosa oxidasa. Esta enzima presenta actividad solo en miel diluida o “inmadura” y es más activa cuando la concentración de azúcar es entre 25-30%, la actividad del sistema de glucosa oxidasa se ve disminuida a medida que aumenta la concentración de azúcar durante el proceso de transformación del néctar en miel, desapareciendo por completo cuando todo el néctar ha sido transformado (CRANE, 1990).

Según DADANT (1979), existe un compuesto presente en la miel, aunque en pequeña cantidad, denominado glucosa oxidasa. Esta sustancia actuaría como protectora y antiséptica, impidiendo el establecimiento y desarrollo de bacterias, que son atraídas por azúcares y proteínas de la miel.

Como resultado de su acción sobre la glucosa, esta enzima en presencia de oxígeno, produce ácido glucónico y peróxido de hidrógeno (H_2O_2); este último sería responsable de la “inhibina” o actividad antibiótica atribuida a la miel desde hace mucho tiempo (Amor, White, Stinson y Schepartz, citado por GARCIA et al, 1986).

2.4.1.4.3 Amilasa (diastasa). Esta enzima corresponde a una α – amilasa que es segregada por las glándulas hipo faríngeas de la abeja, que hidroliza el almidón y otros azúcares complejos. La conservación por un largo tiempo, así como la exposición al calor, conlleva la desnaturalización de la enzima con la consiguiente baja en su actividad (PIRO et al. 1996).

La importancia de esta enzima está dada desde el punto de vista de calidad, ya que refleja el tiempo de exposición al calor que ha sufrido la miel.

Según Amor y White, citado por GARCÍA et al. (1986), esta enzima posee una función determinada en la conversión del néctar en miel.

2.4.1.5 Vitaminas. El contenido de vitaminas en la miel depende de su origen floral, ya que éstas provienen del néctar y polen que pueda contener la miel. En general se considera que la miel es un alimento pobre en vitaminas, siendo la más abundante la vitamina C, así como varias del grupo B (PRIOR, 1989).

Según Steyn, citado por GARCÍA et al. (1986) se ha observado que el proceso de clarificación comercial disminuye notablemente los niveles de tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, ácido nicotínico y ácido ascórbico, disminuyéndolos de un 33% a un 50% de sus valores iniciales.

2.4.1.6 Sales minerales. El contenido de minerales en la miel es bajo si se le compara con otros constituyentes, variando mucho según el origen botánico, las condiciones edáfico – climáticas y a las técnicas de extracción. El contenido mineral se relaciona con el color de la miel, ya sea clara u oscura (FRIAS et al., 1994).

El color de la miel se debe a la formación de una serie de compuestos pardos que se originan cuando la materia orgánica de la miel reacciona con las sales minerales. Así, cuantas más sales minerales tenga una miel, más compuestos pardos se formarán y más oscura será la miel (GÓMEZ, 1996a).

Según GÓMEZ (1995), los minerales presentes en la miel provienen casi exclusivamente del arrastre que la planta hace de los minerales del suelo a través de la savia, desde donde pasan al néctar. Es por esta razón que el potasio es el mineral predominante en todas las mieles. Así, el origen botánico refleja un contenido en determinado tipo de néctar, o sea, que marca un cierto contenido de minerales, o lo que es lo mismo, marca un determinado color.

2.4.1.7 Hidroximetil furfural (HMF). El HMF resulta de la degradación de los azúcares simples (fructosa, glucosa, etc.). La formación de este compuesto por degradación de los azúcares simples, en particular de fructosa, se ve facilitada por el

ambiente ácido y está influenciada por el tiempo y la temperatura de conservación de la miel. El contenido de hidroximetil furfural es un parámetro indicado para valorar la frescura de la miel (PIRO *et al.* 1996).

Una cantidad pequeña de hidroximetil furfural presente en la miel fresca es producida por las abejas. Si la miel es calentada, la cantidad de HMF se incrementa de acuerdo a las temperaturas y periodos involucrados (CRANE, 1990).

Según Gonzalez, citado por BOETTCHER (1998), favorecen la transformación a este compuesto el calor y la acidez del medio. Según Piro *et al.*, citado por BOETTCHER (1998), además de la acidez, los factores que más influyen en la formación de HMF son la temperatura de conservación y el tiempo de almacenaje. Una alta temperatura durante algunas horas, produce igual efecto que la temperatura ambiente de almacenamiento durante varios meses. En el CUADRO 6 se puede observar el tiempo para que una miel aumente su HMF en 30 mg/Kg de miel.

Según WHITE (1994), las prácticas que se desarrollan en el procesamiento de la miel, desde su extracción hasta su distribución, cooperan en el aumento de los niveles de HMF. En el CUADRO 7 se observan estas tendencias en el aumento de HMF.

Al momento de pasteurizar la miel se debe tener en consideración el tipo de miel, ya que de estas características dependerán las condiciones del tratamiento térmico, en el cual se deberá procurar que el nivel de HMF no suba más de 5 ppm, procurando que tanto el calentamiento como el enfriamiento sean lo más rápido posible (GONZALVEZ, 1990).

CUADRO 6. Tiempo aproximado en el cual una miel forma 30 mg HMF/kg miel, según la temperatura.

Temperatura (°C)	Tiempo
30	150 – 200 días
40	20 – 50 días
50	4,5 – 9 días
60	1 – 2,5 días
70	5 – 14 horas
FUENTE: GONZALVEZ (1990).	

2.4.2 Características químicas y físicas de la miel. Un aspecto muy importante, al momento de evaluar la miel, son las propiedades químicas y físicas de ésta, ya sea para fines económicos o para el destino que tendrá, respecto a su distribución para la elaboración de uno u otro producto.

CUADRO 7. Contenido de HMF en miel durante el procesamiento y embalaje.

Proceso	HMF (mg / kg)
Extracción de miel	3,5
Después de derretir la miel	6,3
Después de 15 horas puesta en el recipiente	9,1
Inmediatamente luego de envasar	9,4
Embalado y almacenado 9 días	13,0
Después de un año de almacenaje	34,1
Incremento durante el proceso	9,5
FUENTE: WHITE (1994).	

2.4.2.1 Color. El color de la miel se relaciona con el origen de ésta, viéndose más o menos modificado con el procesado y almacenamiento. Este parámetro es importante al momento de valorar la calidad de una miel, condicionando su utilización y su precio. Entre otros factores de los que depende el color de la miel, se pueden nombrar: pH, contenido de sustancias polifenólicas, contenido en hierro, temperatura y acidez (FRIAS *et al.* 1994).

El color de la miel es una propiedad óptica de ésta, y es resultante de los diferentes grados de absorción de la luz, de distintas longitudes de onda, por parte de los constituyentes de la miel (BIANCHI, 1990).

Según CORNEJO (1993), el color de la miel varía desde mieles muy claras, denominadas blancas, hasta llegar a colores como rojizo parduzco y al marrón oscuro. De acuerdo con el mismo autor, las mieles claras proceden de praderas y aquellas que proceden de zonas montañosas y boscosas son más bien oscuras.

El color de las mieles es un parámetro que tiende a oscilar mucho, entre el blanco casi transparente que se obtiene en algunas floraciones (albaida, romero, limonero, etc.) hasta oscuro, casi negro de otras (mielato de encina y/o roble, etc.). el factor que más influye en el color es el contenido de minerales en la miel; las mieles claras tienen un contenido bajo de minerales, del orden del 0,1%, mientras que las mieles oscuras tienen porcentajes más altos, llegando en el caso de las mieles de mielato de roble – encina a superar incluso el 1% (máximo legal permitido para estas mieles). La mayoría de las mieles color ámbar, ni muy claras ni muy oscuras, se sitúan alrededor del 0,3% (GOMEZ, 1995).

Según PERIS (1990), el color de la miel depende físicamente de la fuente floral y está relacionada a la naturaleza química del néctar, en cuanto a componentes menores como minerales, dextrinas y materia nitrogenada. Se supone que, en general, las mieles claras contienen menor proporción de minerales, pocas dextrinas y poca materia nitrogenada.

Según MOLINA (1989), para la estandarización de la miel, el color es un factor importante, ya que en el mercado mundial las mieles más claras son mejor pagadas.

Según CORNEJO (1993), el color se determina con la ayuda de aparatos especiales, siendo uno de los más conocidos el colorímetro de Pfund; este colorímetro posee un prisma de colores que va desde el color más claro al más oscuro, los que son comparados con la miel, asignándoles un valor en milímetros, lo cual es convencional

pero corresponde a un grado de color; esta escala se encuentra graduada desde 0 a 140 mm.

2.4.2.2 Humedad. La humedad corresponde al contenido de agua en la miel y es medido por un equipo llamado refractómetro. Las mieles comunes suelen tener una humedad del 16 al 19%, pero pueden existir algunas con mayor humedad. Un promedio aceptable es del 17,6% y lo recomendable es no sobrepasar el 18% ya que una humedad superior puede hacer fermentar la miel (CORNEJO, 1993).

La cantidad de agua está relacionada con la fluidez, así, a más agua, más fluida es la miel. En general se tiene que en España, la humedad de las mieles tiende a estar entre 17 y 18%. Es frecuente que las mieles de primavera tengan humedades más altas, en torno al 18%, mientras que las de verano se sitúen por debajo del 17%. Esto se debe a que la humedad del suelo, a disposición de la planta, y la del ambiente son superiores en primavera que en verano, por lo tanto el néctar tiene más cantidad de agua en primavera y además su concentración, hasta transformarse en miel por evaporación, es más difícil. Las mieles de mielato suelen tener valores que oscilan alrededor del 15,5% al 16% (GOMEZ, 1996a).

Según PERIS (1990), un porcentaje muy elevado de humedad en la miel es perjudicial, debido a que se modifican las características gustativas, con respecto a una miel de humedad normal, lo cual por supuesto es negativo para la aceptabilidad del producto. Una miel con mayor humedad tiene un poder aromático más débil y aparece como diluida, siendo peor su apreciación táctil al degustarla, ya que no cumple con las características apropiadas.

Según CRANE (1990), se puede modificar deliberadamente el porcentaje de humedad de la miel por la exposición a una atmósfera seca o húmeda, por lo general antes de la extracción desde la colmena, y con mucha dificultad, puede ser reducida después de la extracción.

En regiones donde la humedad relativa es alta, las abejas no pueden llegar a los niveles de humedad recomendados para evitar la fermentación de la miel, por lo cual industrialmente se puede corregir este defecto. Esto se consigue con equipos que trabajan al vacío extrayendo así el exceso de humedad; es importante tener en cuenta, al momento de aplicar este método, que no se debe perjudicar la calidad de los aromas y sabores o características del producto (CORNEJO, 1994).

Según GONZALVEZ (1990), para que se produzca la fermentación de la miel, uno de los factores que tiene mayor importancia es la humedad de la miel, pero además hay que considerar la temperatura y el contenido de levaduras. Según PERIS (1990) en tanto, la miel por contener un alto contenido de azúcares, fermenta por las llamadas levaduras osmofílicas *Saccharomyces rouxii* y *Saccharomyces bisporus* var. *Mellis*. En el CUADRO 8 se señalan temperaturas /tiempo recomendadas de pasteurización de la miel para destruir las levaduras.

Según GÓMEZ (1996a), la miel puede sufrir transformaciones debido al tratamiento térmico que se le aplique, entre ellas se señala la disminución del contenido de enzimas (por ser estas termolábiles), aumento en los niveles de HMF por deshidratación de la fructosa) y una reacción de caramelización de los azúcares, lo que produce

oscurecimiento de la miel.

2.4.2.3 Higroscopicidad. Según CORNEJO (1988), la miel puede absorber o ceder humedad, ello está en relación con la humedad relativa del ambiente en que se deposita. En el CUADRO 9 se muestran valores de equilibrio, en los cuales la miel no gana ni pierde humedad.

CUADRO 8. Pasteurización de la miel para destrucción de levaduras.

Temperatura (°C)	Tiempo necesario para destruir las levaduras (minutos)
53,3	470,0
54,4	170,0
57,2	60,0
60,0	22,0
62,8	7,5
65,6	2,8
68,3	1,0
71,1	0,4
FUENTE: PERIS (1990)	

CUADRO 9. Valores de equilibrio para humedad de la miel.

Agua en la miel (%)	Punto de equilibrio (Humedad relativa, %)
16,1	52,0
17,1	58,0
21,5	66,0
28,9	76,0
33,9	81,0
FUENTE: CORNEJO (1988).	

Según GONZALVEZ (1990), si la miel se mantiene en un ambiente de humedad relativa igual o mayor a 60%, se constata una absorción de agua desde la superficie y luego se va profundizando hasta que los fenómenos de fermentación se van iniciando.

Según ROOT (1976), la higroscopicidad es un factor que hay que tener en cuenta cuando se almacena miel, ya que cuando el producto se mantiene a temperaturas relativamente bajas en un ambiente húmedo, absorberá humedad y se diluirá, lo que tiende a provocar fermentación. En cambio, el almacenamiento en un ambiente con poca humedad dará como resultado una pérdida de agua en el producto, de modo que la miel tiende a volverse de cuerpo más denso.

Según CRANE (1990), la fructosa es muy higroscópica, y a temperatura ambiente la tasa de absorción de agua desde el aire aumenta rápidamente cuando la humedad relativa alcanza sobre el 60%. Ni la glucosa ni la sacarosa presentan higroscopicidad para la misma humedad, y esto probablemente se debe enteramente a la higroscopicidad

del contenido de fructosa.

2.4.2.4 Viscosidad. Según ROOT (1976), se denomina “cuerpo” de la miel a la consistencia o la lentitud con que fluye en un recipiente cualquiera. Se dice que una miel espesa de buen cuerpo tiene una viscosidad elevada, mientras que una miel delgada que fluye casi como el agua posee poca viscosidad. La viscosidad en la miel es marcadamente afectada por la temperatura; como es sabido, la miel se vuelve más fluida cuando se calienta.

Según CORNEJO (1993), una miel con humedad del 17 – 18% y a una temperatura de 10°C, dificulta la circulación por tuberías; pero si se calienta hasta alrededor de los 70°C, la viscosidad disminuye de tal manera que asemeja al agua, y la miel puede circular entonces perfectamente por las tuberías. Según este mismo autor, la viscosidad de la miel se debe a la gran concentración de azúcares.

Según CRANE (1990), el factor más importante en la determinación de la viscosidad de distintas mieles es su contenido de agua. Si se presenta una miel con bajo contenido de agua, ésta tendrá una fluidez relativamente baja. Según este mismo autor, el otro factor que afecta considerablemente la viscosidad y fluidez de un líquido es la temperatura, a mayor temperatura menor viscosidad y mayor fluidez.

Según ROOT (1976), la proporción de glucosa y fructosa presentes en la miel ejercen cierta influencia sobre la viscosidad. Una solución de fructosa presenta menor viscosidad que otra de glucosa de la misma densidad y a la misma temperatura, de modo que ciertas mieles que contienen una proporción mucho mayor de fructosa, son algo menos viscosas que otras de igual contenido de agua, pero que encierran cantidades aproximadamente iguales de ambos azúcares. Las proteínas y otras sustancias coloidales tienden a aumentar la viscosidad de la miel, pero debido a que estas sustancias son por lo general cantidades bastante pequeñas, no producen un efecto muy acentuado.

Según GÓMEZ (1996b), la viscosidad de la miel se mide por medio de un viscosímetro, el cual tiene un motor al cual se le acoplan agujas que entran en la miel cuya viscosidad se desea determinar; estas agujas llevan acopladas unos sensores que miden la resistencia que opone la miel a la agitación.

2.4.2.5 Sabor y aroma. Estos dos atributos resultan muy importantes para la aceptación de la miel, ya que determinan que la miel sea gustosa. El sabor y el aroma de la miel dependen de las flores originarias, es decir, de la especie botánica de la que la abeja toma su néctar. Así, las mieles más aromáticas son las procedentes de los bosques, aunque estas pueden tener un aroma y sabor fuertes, lo cual según para lo que se destine la miel, puede ser mezcladas con otras mieles de poco aroma y sabor para así suavizarla. Tanto el sabor como el aroma se deben a varios compuestos presentes en la miel, como son alcoholes y ácidos orgánicos (CORNEJO, 1993).

Según CRANE (1990), las sustancias que dan aroma a la miel son volátiles, comenzando su evaporación alrededor de los 35°C, iniciándose la degradación del aroma cerca de esta temperatura. En el CUADRO 10 se señalan los principales constituyentes de la miel, responsables del aroma.

CUADRO 10. Principales constituyentes de la miel, responsables del aroma.

	Benzil alcohol
Alcoholes	2 – Feniletanol
	Metanol y Etanol
	Formaldehídos
Cetonas y Aldehídos	Propionaldehídos
	Dimetilcetona
	Metilantranilato
Esteres	Metil y Etil formato
	Etil y Propil acetato
FUENTE: Adaptado de Mauricio et al. citado por CRANE (1990).	

Según Shimoda *et al.* citado por BOETTCHER (1998), además de alcoholes, cetonas, ésteres y aldehídos son también responsables del aroma hidrocarburos, furanoides y piranoides.

Según MOLINA (1990), el calentamiento y almacenamiento alteran el sabor y aroma de la miel.

CORNEJO (1994), señala que la miel es un producto que puede captar fácilmente sabores y aromas extraños y desagradables, provenientes de humo, pintura, combustible, etc., pudiendo llegar a estropear sensiblemente al producto, por lo cual se debe tener cuidado en la limpieza de los envases y tanques donde se deposita la miel, tanto en la higiene durante el proceso, como en la manipulación del producto.

Según CORNEJO y LEVERATTO (1992), las características organolépticas juzgan la calidad de la miel hasta en un 50%, demostrando así la importancia de estos parámetros, ya que de nada vale una miel con buen color, acidez, pH, HMF, si el producto al ser degustado, presenta sabores y aromas extraños y/o desagradables.

2.4.2.6 Polarización. Según ROOT (1976), la glucosa y la fructosa cuentan con el mismo número de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, pero la distribución de estos átomos en las respectivas moléculas es diferente según el azúcar. En uno u otro caso la distribución de los átomos es tal que se produce una carencia de simetría, fenómeno que genera el efecto de la polarización de la luz.

Según el mismo autor, a temperaturas ordinarias, la desviación de la luz a la izquierda que provoca la fructosa sobre la luz polarizada, es considerablemente mayor que la producida hacia la derecha por la misma cantidad de glucosa. De modo que una solución que contenga igual proporción de uno y otro azúcar, señalará una marcada desviación a la izquierda. Esta es la razón por la cual la miel presenta una desviación hacia la izquierda, o rotación negativa, aún cuando las proporciones de fructosa y glucosa sean aproximadamente iguales. En el caso de la miel de mielada, que señala una desviación hacia la derecha, la presencia de cantidades relativamente grandes de sustancias gomosas, que en sí mismas poseen rotación positiva elevada, contrarresta la rotación negativa común de los azúcares.

2.5 Cristalización de la miel

La formación de cristales de azúcar en la miel, corrientemente denominada granulación, consiste en la separación de la glucosa en forma sólida. Generalmente se considera que cuando la glucosa cristaliza de una solución acuosa, como lo es la miel, aproximadamente diez partes de ella en peso se combinan químicamente con una parte de agua, conociéndose dicha combinación como glucosa hidratada (ROOT, 1976).

La cristalización de la miel consiste en la cristalización de la glucosa monohidratada con un 10% de agua, que engloba los demás componentes en la estructura cristalina, lo que da lugar a que la miel se transforme en una masa granujienta, tanto más cohesionada y por lo tanto más estable, cuanto menor sea el contenido de agua y mayor sea la proporción de glucosa (PERIS, 1990).

Según CRANE (1990), si al almacenar una miel a temperaturas mucho más bajas que la de la colmena, algún azúcar cristaliza, la miel se presentará granulada. De acuerdo a la naturaleza de la miel, la cristalización puede ocurrir en días, meses o años. La duración de este período es importante para los apicultores, compradores y vendedores de miel. Esto depende ampliamente de las cantidades relativas de los principales azúcares de la miel, lo cual es dependiente de la composición de azúcar del néctar / mielada involucrada.

Según JEAN-PROST (1995), durante la permanencia en el madurador, es necesario preparar la cristalización de la miel. En efecto, en el curso de su conservación, la miel se va a endurecer rápidamente, como por ejemplo la miel de raps, rica en glucosa, o bien lentamente o permanecer líquida como en la miel de acacia y abeto, que son ricas en fructosa. En su masa nacen y crecen, más o menos, cristales que dan al paladar la impresión de granos de azúcar, si son gruesos o de mantequilla, si son finos.

La miel además tiende a granular, si el contenido de glucosa es alto. La razón entre glucosa y el contenido de agua, de una miel en particular, puede ser usada para predecir el comportamiento de la cristalización, lo cual se muestra en el CUADRO 11 (CRANE, 1990).

CUADRO 11. Desarrollo de la cristalización en la miel.

Razón Glucosa / Agua	Desarrollo de cristalización
1,58	Ninguna
1,76	Pocos cristales dispersos
1,79	1,5 – 3 mm de capa de cristales
1,83	6 – 12 mm de capa de cristales
1,86	Pequeño grupo de cristales
1,99	¼ cristalizado (profundidad)
2,06	¾ cristalizado (profundidad)
2,16	Cristalización completa suave
2,24	Cristalización completa dura

FUENTE: White, citado por CRANE (1990).

Según GÓMEZ (1997), en el proceso de cristalización, parte del agua que rodea las moléculas de azúcares queda liberada al agruparse entre sí, por lo cual si la temperatura es muy alta y la miel presenta una humedad por encima de 18% puede formarse una capa líquida en la sección superior del envase, por lo que el riesgo de fermentación es bastante elevado.

Cualquier miel que presente cristalización, cambia su color a uno más claro. En ocasiones, en las mieles envasadas y cristalizadas se producen unas tonalidades veteadas más claras en algún lado del envase. Este fenómeno suele ocurrir en zonas frías y está producido por una disminución brusca de la temperatura, que hace contraerse a la masa de miel y seca los cristales del azúcar en esa porción del producto (GÓMEZ, 1997)

2.5.1 Factores que influyen en la cristalización. Según JEAN – PROST, 1995), la tendencia que presenta la miel a la cristalización depende no solo de su composición, sino también de catalizadores de la cristalización, como pueden ser cristales primarios, polvo, pólenes, choques térmicos, burbujas microscópicas de aire, etc.

A continuación se describen factores importantes en la cristalización de la miel, de los cuales va a depender el aumento o no de la proporción de cristales, así como las características que ellos tendrán.

2.5.1.1 Comportamiento del azúcar. Según GÓMEZ (1997), el azúcar simple, responsable del inicio de la cristalización, es la glucosa, por eso las mieles de otoño, con más concentración de este azúcar, tienen mayor tendencia a la cristalización.

Según BOGDANOV (1987), glucosa y fructosa son azúcares contenidos en solución sobresaturada en la miel, por lo que participarían en la formación de cristales; los otros azúcares no participan en la formación de cristales. Según este mismo autor, la cristalización de la miel depende de la cantidad de glucosa en ésta, siendo esta glucosa menos hidrosoluble que la fructosa, por lo que mientras más alto es el contenido de glucosa en la miel, más rápido cristalizará; por el contrario, mieles con bajo contenido de glucosa y una cantidad de fructosa más alta, presentan una cristalización más lenta.

PERIS (1990), añade que mientras menor sea el contenido de glucosa y mayor la humedad, tanto menor será la tendencia de la miel a granular. Otros azúcares que influyen en la granulación (favoreciéndola) son la melecitosa y en general todos los

polisacáridos, por su baja solubilidad.

La velocidad de cristalización, forma, tamaño y densidad de los núcleos, varían con la composición de la miel y la temperatura ambiental. Se definen como núcleos de cristalización los microcristales de glucosa de distintos tamaños distribuidos en la miel, detectables mediante polariscopio. El núcleo y tamaño de los mismos determina el tipo y facilidad de cristalización, siendo la composición de los azúcares una de las variables de mayor importancia en el proceso (SERRA, 1989).

2.5.1.2 Temperatura. A medida que la temperatura es mayor, la solubilidad del azúcar aumenta y la tendencia a la cristalización disminuye. A bajas temperaturas la solubilidad del azúcar baja, con un aumento simultáneo de la viscosidad, mientras más viscosa sea una solución, menos cristales desarrollará. La temperatura óptima para la cristalización de la miel es 14 – 15°C, donde se aprecia una cristalización rápida, formándose cristales relativamente finos. Con temperaturas más altas la velocidad de cristalización es más baja y los cristales formados son más toscos (BOGDANOV, 1987).

ROOT (1976), señala que una temperatura mayor o menor a la óptima (14 – 15°C), tiende a disminuir la rapidez de la cristalización. Este autor además indica que, a temperaturas menores la miel aumenta su viscosidad, con lo cual la difusión de la glucosa es más lenta.

2.5.1.3 Contenido de agua. Según BOGDANOV (1987), el contenido de la miel se encuentra entre 14 y 19%, el rango entre 15 – 18% es óptimo para la cristalización. Cuando una miel presenta altos contenidos de agua, se impide la formación de cristales debido a la pequeña cantidad de azúcar; para contenidos de agua más bajos, la pequeña tendencia a la cristalización se debe a la alta viscosidad de la miel.

2.5.1.4 Presencia de sólidos. La presencia de partículas sólidas, que se genera por la falta de limpieza, favorece la velocidad de cristalización debido a que estas partículas actúan como núcleos de cristalización, alrededor de las cuales se aglutinan las moléculas de azúcar. Los tipos de colmenas utilizadas por el apicultor pueden tener una relativa importancia, ya que algunas colmenas pueden tener mayor contenido de sólidos, como polen, lo que aceleraría el proceso de cristalización de la miel, en estos casos es importante filtrar adecuadamente la miel (GÓMEZ, 1997).

Según ROOT (1976), la presencia de sustancias no azucaradas como sales, ácidos, dextrinas, proteínas y otras, puede influir sobre la cristalización, aumentando o disminuyendo la solubilidad de la glucosa, con un aumento de la viscosidad de la miel, o depositándose sobre la superficie de los cristales e impidiendo de este modo un engrosamiento regular.

2.5.1.5 Viscosidad. La viscosidad de la miel actúa retrasando la granulación. La viscosidad es tanto mayor, cuanto menor sea el contenido de agua y mayor sea la riqueza en coloides, a una misma temperatura. Estos son los responsables de que las mieles de mielato y la miel de brezo no granulen fácilmente. Esta es la finalidad (retrasar la granulación) de la adición a la miel de sustancias que aumentan su viscosidad, lo que está prohibido por las normas (PERIS, 1990).

2.5.1.6 Elaboración de miel. Según BOGDANOV (1987), la elaboración de miel

también influye en la cristalización de la miel, pero sobre todo la cantidad y forma de los núcleos de los cristales. A través del bombeo se generan burbujas de aire en la miel, las cuales conducen a la escarcha en la miel cristalizada. Se puede conseguir una buena calidad de la miel al colarla y filtrarla, retirando así gran cantidad de formadores potenciales de núcleos de cristalización, como son la suciedad, cera y partículas de polen. Revolver la miel tiene una gran influencia sobre su cristalización.

2.5.2 Tipos de cristalización. La miel cristaliza naturalmente dependiendo los diversos factores mencionados antes; por otra parte, también existe otra forma de cristalización que es dirigida al producto, en la cual la miel es finamente cristalizada, denominándose entonces miel crema (FERNÁNDEZ, 2001).

2.5.2.1 Cristalización natural. La cristalización de la miel responde a un proceso natural, influenciado por la presencia de pequeños corpúsculos que se hallan en suspensión en la miel, como levaduras, granos de polen, restos de cera, corpúsculos de polvo, etc. Las levaduras pueden ser eliminadas por calentamiento; una temperatura de 71°C durante 10 minutos es suficiente para lograr su eliminación. Pero se puede señalar que la formación de cristales responde a un proceso natural de la miel, que se acelera cuando la temperatura se estabiliza en niveles de 13 – 14°C. Estas temperaturas son normales en otoño, por eso se puede observar que la miel cosechada en verano (Enero – Febrero) se mantendrá naturalmente en estado líquido, hasta que aparezcan pequeños puntos opalescentes que luego se van degradando, hasta alcanzar a toda la masa de miel; esta cristalización puede estar integrada por cristales gruesos y una amplia gama de tamaños (CORNEJO, 1988).

2.5.2.2 Cristalización dirigida. Si la miel es perfectamente filtrada y se le agrega miel finamente cristalizada, se logra inducir la cristalización conformando cristales finos; esta miel luego de un tiempo de ser sometida a temperaturas adecuadas (13 – 14°C) brinda un producto que en 8 – 10 días puede ser comercializado bajo el nombre de miel crema (CORNEJO, 1988).

Según GOMEZ (1997), la elaboración de miel crema implica una cristalización dirigida hacia un tamaño de cristales muy pequeño. El proceso consiste en calentar la miel para fluidificarla y fundir todos los cristales y microcristales que pueda tener, después se filtra y se inocula con una miel ya cristalizada con un tamaño de cristales deseado. Se homogeneiza a baja temperatura, no más de 27°C, para favorecer la dispersión de los núcleos añadidos y asegurar que la inducción sea global. Finalmente se envasa y se almacena esta mezcla a 14°C, lo cual favorecerá la lenta formación de los cristales.

2.6 Características de la avellana chilena

A continuación se desarrollan aspectos característicos que definen y caracterizan a la especie *Gevuina avellana* Mol.

2.6.1 Características generales. El avellano chileno corresponde a la especie *Gevuina avellana* Mol., conociéndose también como Gevuin, Guevin, Ñefu, Chilean

hazelnut, Chile hazel y Chile nut.

El avellano chileno corresponde a la familia de las proteaceas, constituyendo un solo género y especie endémica de Chile (LOBOS, 1987). Existen especies de esta familia que se destacan en la producción comercial de nueces como es la “macadamia”, especie adaptada a climas tropicales y subtropicales y que posee un alto contenido de aceites (MEDEL y MEDEL, 2000; SAVAGE, 2000).

Su distribución geográfica va desde los 35° y 44° latitud sur. Ocupa territorios entre el nivel del mar y los 700 metros de altura, bajo una condición climática templada con influencia oceánica (MEDEL y MEDEL, 2000), pudiéndose encontrar desde el norte del río Teno por la cordillera de los Andes y desde el sur del río Mataquito por la cordillera de la Costa, hasta las islas Guaitecas (DONOSO, 1978).

La semilla en estado tostada de esta especie, muy rica en sustancias nutritivas, es comestible. La corteza del fruto contiene taninos en abundancia, que se destinan a curtiduría.

Dadas su hermosura y gran durabilidad, las ramas son apreciadas para arreglos florales, además por su rápido crecimiento y su aspecto, este árbol se presta mucho como elemento ornamental en paisajismo y jardinería (HOFFMANN, 1991).

Es importante señalar que la cáscara o endocarpio tiene un poder calórico similar al de la leña, de 4.700 kcal/kg expresado en base seca (LOBOS, 1987).

En la zona central se ha comprobado que es una excelente especie melífera. Además el avellano chileno es conocido como uno de los pocos árboles nativos productores de frutos comestibles (DONOSO, 1978).

2.6.2 Características botánicas. Los árboles de avellano chileno que pueden llegar a 20 metros de altura, son de aspecto hermoso cuando crecen aislados. En el interior del bosque pueden distinguirse por su corteza más o menos lisa con manchas blancas (DONOSO, 1983).

Gevuina avellana Mol. Tiene hojas pinnadas imparipinnadas, con folíolos grandes, dentados irregularmente, de color verde oscuro brillante (DONOSO, 1983).

Entre enero y marzo se pueden ver sus flores blancas en hermosas inflorescencias; al mismo tiempo penden en racimos los frutos comestibles o avellanas derivadas de las flores del año anterior, los que al principio son rojos y cuando maduros, pardos oscuros (DONOSO, 1983). En la polinización actúa una entomofauna diversa y abejas melíferas, atraídas por la gran cantidad de néctar, que visitan flores alternadamente facilitando la fecundación cruzada (MEDEL y MEDEL, 2000).

Entre floración y fruto maduro transcurren de 12 a 14 meses. El fruto es una drupa leñosa, globosa e indehiscente con un peso de 1,7 a 1,9 g; de color inicialmente verde varía del rojo intenso al violáceo, para alcanzar a la madurez un color pardo oscuro a negro (DONOSO, 1978; MEDEL y MEDEL, 2000).

Las plantas de gevuina desarrollan raíces proteiformes o conglomerados de raíces cuya funcionalidad dice relación con el aumento de la capacidad de absorción diferencial de agua y nutrientes (MEDEL y MEDEL, 2000).

2.6.3 Características de clima y suelo. Esta planta se encuentra adaptada a climas mediterráneo y templado húmedo con alta pluviometría anual, aunque en la zona central se encuentran arboles bajo condiciones de pluviometría anual de 700 mm, con temperaturas estivales máximas y medias de 30 a 31°C (MEDEL y MEDEL, 2000).

Posee resistencia a condiciones de clima frío, con temperaturas bajo 0°C producto de heladas por inversión térmica en los meses de mayo a Septiembre, sin embargo, este aspecto puede ser significativo a nivel de producción en terreno con plantas de vivero, como los primeros años de implantación de un huerto. Heladas en este periodo pueden afectar el follaje y el crecimiento apical de las plantas (MEDEL y MEDEL, 2000).

Su desarrollo está asociado a una amplia gama de suelos que comprende los rojo arcillosos, de transición y trumaos, también crece sobre suelos de cenizas volcánicas y buen drenaje, así como en sectores más húmedos en quebradas con gran cobertura de vegetación, especialmente entre los grandes lagos y la precordillera andina del sur de Chile (MEDEL y MEDEL, 2000).

2.6.4 Características productivas. La producción de nueces en plantas de propagación vegetativa se inicia entre los 3 y 5 años de edad luego de la implantación del huerto, para llegar a una producción más estabilizada entre los 8 y 10 años (MEDEL y MEDEL, 2000).

Según DONOSO (1978), los árboles de avellano tienen una producción de frutos que varía de 1,5 a 10 kg por árbol, con un promedio de 4,18 kg/árbol; como promedio, se tiene que el número de frutos por kg es de 588,6. Este autor indica además que la producción por hectárea varía de 1 a 3 toneladas.

2.6.5 Características de usos y potencialidades del fruto. La parte comestible del avellano está formada por los dos cotiledones y puede ser consumida de distintos modos, pero lo más común es como avellana tostada para consumo directo o en productos de confitería, pastelería y alimentos infantiles (MEDEL y MEDEL; 2000), incluso existen posibilidades que indican su uso como alimento de pollas cornish de 0 a 30 días, en forma de harina desgrasada de avellanas (VOULLIEME, 1982; CACERES *et al*, 1982).

La composición nutricional disponible se ha obtenido a partir de muestras aleatorias sin mejoramiento previo, esta se presenta en el CUADRO 12. Se puede observar su alto valor proteico al cual se suma un buen balance aminoacídico, a excepción de lisina y metionina (CUADRO 13).

Además, el fruto del avellano chileno presenta un elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados tales como los ácidos linoleico y linolénico. El valor de estos ácidos grasos esenciales para una dieta saludable y su rol en la disminución del riesgo en serias enfermedades está empezando a ser reconocido por los profesionales de la medicina (HALLOY *et al.*, 1996).

CUADRO 12. Composición química de la semilla de avellano chileno, expresada en base seca (g/100g)

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

Composición	(%)
<i>Agua</i>	7,5 – 8,1
<i>Proteína</i>	12,4 – 12,1
<i>Lípidos</i>	47,7 – 49,3
<i>Hidratos de Carbono</i>	20,0 – 20,5
<i>Fibra cruda</i>	3,6 – 4,9
<i>Cenizas</i>	2,8 – 4,12
<i>Calorías (cal/g)</i>	535 – 680

FUENTE: Karmelic (1982) y Schmidt – Hebben y Pennachiotti (1985) citado por MEDEL y MEDEL (2000).

El fruto de avellana bien elaborado, en forma de snack por ejemplo, puede competir en excelente forma con otros productos existentes en el mercado (como maní u otros), ya que nutricionalmente la avellana chilena posee menor cantidad de ácidos grasos saturados, disponiendo además del ácido graso esencial linolénico (MEDEL y MEDEL, 2000).

Por otra parte, HALLOY *et al.*, (1996), indica que una ventaja importante de la avellana chilena en comparación con la macadamia, una nuez de Nueva Zelandia, es su cáscara delgada y fácil de pelar, además señala que esto no solo hace que la extracción de la nuez sea más fácil, sino que también reduce los niveles de pérdida de nueces producidos por rompimiento en el proceso de abertura de las nueces.

CUADRO 13. Composición de aminoácidos (mg/g de nitrógeno) en la harina de avellano.

Aminoácidos	mg/g de nitrógeno
ESENCIALES	
Isoleucina	231,3±5,60
Leucina	487,5±14,7
Lisina	281,3±16,7
Metionina	100,0±9,50
Cistina	118,8±6,20
Metionina + Cistina	218,8
Fenilalanina	287,5±15,2
Tirosina	162,5±8,70
FENILALANINA + TIROSINA	450,0
Treonina	275,0±5,50
Valina	306,3±11,6
Triptofano	406,3±18,3
No esenciales	
ARGININA	568,8±20,9
Ácido aspártico	606,3±16,3
Serina	331,3±15,6
Ácido glutámico	1,325±30,5
Prolina	350,0±13,5
Glicina	312,5±1,20
Alanina	318,8±19,5
Histidina	156,3±11,1
FUENTE: VILLARROEL et al., (1987).	

2.7 Aspectos a considerar sobre los sentidos y las propiedades sensoriales

A continuación se hace referencia a aspectos importantes sobre los sentidos y propiedades sensoriales.

2.7.1 La participación de los cinco sentidos básicos. Según FISHER y SCOTT (2000), en la percepción de propiedades sensoriales de un alimento participan los cinco sentidos básicos: la vista (ojos), el gusto (lengua), el olfato (nariz), el oído y el tacto (los dedos y la sensación bucal). El sentido del tacto, responsable de la sensación bucal, se puede descomponer en tres sensaciones: presión, trigeminal y cinestésica. La presión representa la sensación que se experimenta cuando se aplica una fuerza sobre la superficie de un alimento, la trigeminal se refiere a la sensación de dolor y la cinestésica significa la retroalimentación procedente de los músculos masticadores durante la masticación (FIGURA 2).

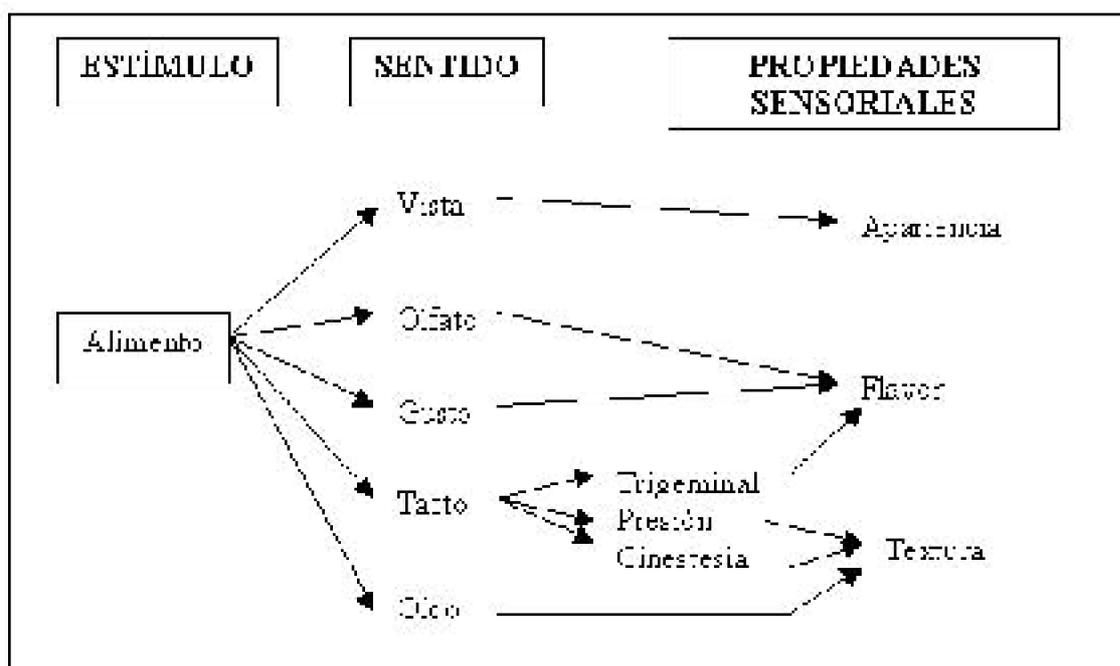


FIGURA 2. Relación entre los cinco sentidos y las propiedades sensoriales.

FUENTE: FISHER y SCOTT, (2000).

2.7.2 Definición de sabor (entendido como flavor). Según FISHER y SCOTT (2000), existen dos definiciones principales de sabor, las cuales dependen del punto de vista del que las define. El sabor se puede referir a una percepción biológica, pues es la sensación producida por un alimento tomado por la boca, o se puede referir a una característica del alimento que se ha percibido. Este atributo es el agregado de características del alimento responsable de la sensación de sabor. El sabor es percibido principalmente por los receptores del aroma de la nariz y por los receptores del gusto de la boca. Sin embargo, los descriptores del sabor como caliente, picante, ardiente y cortante, también se aplican a las sensaciones recibidas por los receptores generales del dolor, táctiles y de temperatura existentes en la boca, la nariz y los ojos.

Los consumidores consideran al sabor como una de las principales propiedades sensoriales decisivas para la selección, aceptación e ingestión de un alimento en particular. Las otras dos propiedades sensoriales son la apariencia y la textura (FIGURA 2) (FISHER y SCOTT, 2000).

2.8 Diseño estadístico de mezcla

El “diseño de mezcla” es una variante de la metodología de superficie de respuesta, método por el cual se pueden obtener las condiciones óptimas de las variables que influyen en una respuesta (y que son objeto de estudio), en las cuales dicha respuesta, o variable dependiente, es máxima, o mínima, según el caso (MONTGOMERY, 1991).

En experimentos de mezcla, los factores son los componentes o ingredientes de una

mezcla, y en consecuencia, sus niveles no son independientes. Por ejemplo, si x_1, x_2, \dots, x_p denota las proporciones de p componentes de una mezcla, entonces:

$$0 \leq x_i \leq 1$$

$$i = 1, 2, \dots, p$$

y

$$x_1 + x_2 + \dots + x_p = 1 \text{ (es decir, 100\%)}$$

Los *diseños simplex* (diseños experimentales) se emplean para estudiar los efectos de componentes de mezclas en la variable de respuesta. Un diseño de red *simplex* (p, m) para p componentes consiste en puntos definidos por las siguientes condiciones de coordenadas (las proporciones asumidas por cada componente toman los valores equiespaciados $m+1$ desde 0 hasta 1):

Y se emplean todas las posibles combinaciones (mezclas) de las proporciones de la ecuación anterior. Por ejemplo, sean $p = 3$ y $m = 2$. Entonces

$$i = 1, 2, 3$$

Y la red *simplex* consiste en las seis corridas siguientes:

En general, el número de puntos en un diseño de red *simplex* (p, m) es

$$N = \frac{(p + m - 1)!}{m!(p - 1)!} \quad (2.1)$$

Una alternativa al diseño de red es el *diseño de centroide simplex*. En un diseño de centroide *simplex* de p componentes hay $2^p - 1$ puntos.

Una crítica a los diseños *simplex* antes descritos es que la mayoría de las corridas experimentales se hacen en la frontera de la región y, en consecuencia, sólo incluyen $p - 1$ de los p componentes. Suelen existir casos, sin embargo, donde es deseable aumentar la red o el centroide *simplex* con puntos extra en el interior de la región en que las mezclas consistirán en todos los p componentes, por lo que el diseño *simplex* es aumentado, añadiendo otros puntos experimentales. Este es, precisamente, el caso de este trabajo (MONTGOMERY, 1991).

$$\text{Lineal:} \quad E(y) = \sum_{i=1}^p \beta_i x_i \quad (2.2)$$

$$\text{Cuadrática:} \quad R(y) = \sum_{i=1}^p \beta_i x_i + \sum_{i,j} \beta_{ij} x_i x_j \quad (2.3)$$

Según lo descrito por HU (1999) se puede usar el diseño experimental "Simplex Lattice", el cual, para una mezcla en que se desea encontrar la combinación óptima de 2 ingredientes, se requiere de 2 ensayos para ajustar el modelo matemático de respuesta a

una forma lineal, mientras que para ajustarlo a una forma cuadrática se necesitan 3 ensayos distintos.

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Material

Se utilizaron dos materias primas: miel de abeja (*Apis mellífera*) proveniente de Paillaco, de la Cooperativa APICOOP, Ltda.; y avellanas chilena (*Gevuina avellana* Mol) recolectada en la zona de Valdivia.

Los materiales y equipos utilizados a lo largo del trabajo se presentan en los ANEXOS 1, 2, 3 y 4.

3.2 Método

La manera de proceder en el trabajo fue, en primer lugar, diseñar la mezcla (obtención de la proporción ideal de miel y avellanas) mediante evaluación sensorial y análisis estadístico, usando la teoría de “diseño de mezclas” (superficie de respuesta).

Luego del paso anterior se realiza un seguimiento en el tiempo de parámetros de calidad importantes (físicos y químicos y sensoriales) y se busca un modelo de regresión adecuada.

3.2.1 Análisis físico y químico de la miel y las avellanas como materias primas. Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Fitoquímica, del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile

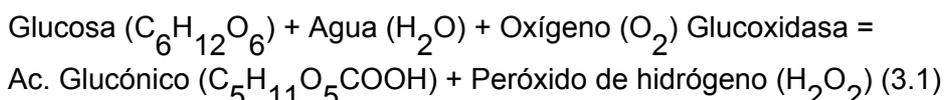
3.2.1.1 Análisis realizados a la miel. Los análisis realizados a la miel son los siguientes:

3.2.1.1.1 Determinación de humedad, peso específico y contenido de sólidos totales. Según Norma Chilena 617 E Of. 68 (CHILE, INN (1968)). Estas mediciones se basan en la determinación del índice de refracción de la miel. De acuerdo a una tabla se determina el contenido de sólidos totales, peso específico y contenido de humedad para los diferentes índices de refracción.

3.2.1.1.2 Determinación de acidez. Según Norma Chilena 617 E Of. 68 (CHILE, INN (1968)). El método se basa en titular la muestra disuelta en agua destilada con hidróxido de sodio, hasta alcanzar un determinado pH.

3.2.1.1.3 Determinación de la actividad diastásica. Según norma AOAC (1995) estadeterminación consiste en que una solución estándar de almidón, capaz de desarrollar con el yodo un color en un rango de intensidad definido, es activado por la acción de la enzima sobre la muestra bajo condiciones estándar. La disminución de color azul es medido en intervalos. Un grado de absorción versus tiempo, o una ecuación de regresión se usa para determinar el tiempo (tx) requerido para alcanzar la absorbancia específica, 0,235. El número de diastasa se calcula como 300 dividido por tx. Por otra parte, la unidad de la actividad de diastasa es la unidad Gothe y se define como la cantidad de enzima que convierte 0,01 g de almidón en un tiempo igual a 1 hora a 40°C. El resultado se expresa en °Gothé por gramo de miel.

3.2.1.1.4 Determinación de glucoxidasa en miel. Según CORNEJO (1989) la metodología permite visualizar la presencia de la enzima glucoxidasa en mieles, gracias a la neutralización con NaOH N/10, del ácido glucónico generado después de 48 horas de reposo a temperatura ambiente, de acuerdo a la siguiente reacción:



La glucoxidasa es una enzima que se encuentra presente en la miel, la cual tiene relación con el grado de frescura que presenta la miel.

3.2.1.1.5 Determinación de pH. Método potenciométrico. Según MOLINA, 1990. Medición en un potenciómetro de la diferencia de potencial o voltaje, registrada por dos electrodos sumergidos en una solución de muestra. Uno de los electrodos es de referencia e independiente del pH de la solución analizada, el otro es sensible a la concentración molar de iones hidrógenos de la solución.

3.2.1.1.6 Determinación de color (Método espectrofotométrico). Según Crane, citado por MOLINA (2002), el método consiste en la medición de la densidad óptica de una muestra de miel contra glicerina a 560 nm. La densidad óptica leída corresponde a un determinado color de la escala del colorímetro PFUND. En el CUADRO 14 se muestra la calificación de color de la miel.

CUADRO 14. Calificación del color de la miel.

Color (Grados de color en Canadá y Australia tienen diferentes definiciones)	Escala PFUND	Densidad óptica (560 nm)
Blanco transparente	Hasta 8 mm	0 – 0,945
Extra blanco	Hasta 17 mm	0,0946 – 0,189
Blanco	Hasta 34 mm	0,190 – 0,378
Ámbar extra claro	Hasta 50 mm	0,379 – 0,595
Ámbar claro	Hasta 85 mm	0,596 – 1,389
Ámbar	Hasta 114 mm	1,390 – 3,008
Ámbar oscuro	Sobre 114 mm	3,009 –

FUENTE: MOLINA (2002).

3.2.1.1.7 Determinación¹ del contenido de azúcares reductores. Según método de ferricianuro para determinación de grupos reductores en carbohidratos.

3.2.1.1.8 Determinación del contenido de cenizas. Según Norma Chilena 617 E Of. 68. (CHILE, INN (1968). El método se basa en la incineración del producto para obtener un residuo incombustible.

3.2.1.1.9 Determinación de Hidroxi metil furfural (HMF). Método espectrofotométrico A. O. A. C. 31.153. (A. O. A. C., 1995).

3.2.1.1.10 Determinación de conductividad eléctrica. Según Seminario Técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. 1990 (IICA, 1990).

3.2.1.1.11 Determinación del origen botánico. Para la determinación del origen botánico de la miel se realizó un análisis de polen, con el cual se determinó el origen vegetal y el número total de granos.

Para la determinación vegetacional se realizó una Acetólisis (KEARNS e INOUE, 1993), siguiendo los siguientes pasos:

¹ **MANQUIAN, N. Laboratorista Químico. Laboratorio de Fotoquímica. Fac. de Cs. Agrarias. Instituto de producción y sanidad vegetal. Universidad Austral de Chile. Trabajo no publicado.**

- Preparar la mezcla de acetólisis bajo campana mezclando nueve partes de anhídrido acético con una parte de ácido sulfúrico concentrado. Poner el envase con el anhídrido en un vaso de agua fría mientras se agrega el ácido.

- A 10 g de miel agregar 10 ml de mezcla de acetólisis al tubo de centrifuga y calentar el tubo en un baño de agua hirviendo (dentro de la campana) durante 15 minutos, agitando el contenido pocas veces durante el proceso.

- Enfriar los tubos durante unos pocos minutos y luego centrifugar a aproximadamente 2400 r.p.m.

■ Agregar 5 ml de agua destilada y volver a centrifugar a 2400 r.p.m., luego retirar el líquido y dejar solo el sedimento.

■ Para el recuento de los granos de polen se utilizó un hemocitómetro en el cual se pusieron alícuotas de 0,05 ml. Con una pipeta Pasteur. El cálculo del número total de los granos es obtenido siguiendo la metodología propuesta por Uslar, citado por VISCARRA (1996), el cual consiste en contabilizar todos los granos de polen existentes en el total de los retículos del hemacitómetro, descartando los que se encuentran en el margen inferior izquierdo y aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{P * Vol.}{0,99} \quad (3.2)$$

Donde:

P = promedio del número total de granos de polen contabilizados en las repeticiones.

Vol. = volumen llevado a microlitros.

0,99 = constante que corresponde al área de recuento del hemocitómetro.

Para la determinación de los granos de polen se consultaron los siguientes autores: VILLAGRAN (1980), HOFFMANN (1978 y 1982), HEUSER (1971), MARTICORENA y QUEZADA (1985).

3.2.1.2 Análisis realizados a las avellanas como materia prima. Los análisis realizados a la avellana como materia prima son los siguientes:

3.2.1.2.1 Determinación de materia seca. Según método gravimétrico A. O. A. C. 10.136. (A. O. A. C., 1984). El método se basa en la diferencia de dos pesadas, una antes y otra después del secado de la muestra en estufa.

3.2.1.2.2 Determinación del porcentaje de lípidos. Según método Soxlet A. O. A. C. 14.019. (A. O. A. C., 1984).

3.2.1.2.3 Determinación de cenizas. Según método de calcinación A. O. A. C. 14.006. (A. O. A. C., 1984). El método se basa en la diferencia de dos pesadas, una antes y otra después de la calcinación de la muestra en mufla.

3.2.1.2.4 Determinación de humedad residual. Según método gravimétrico A. O. A. C. 10.136. (A. O. A. C., 1984). El método se basa en la diferencia de dos pesadas, una antes y otra después del secado de la muestra, ya seca, en estufa.

3.2.1.2.5 Determinación de proteínas (base húmeda). Según el método Kjeldhal A. O. A. C. 2.055, 2.056. (A. O. A. C., 1984).

3.2.1.2.6 Determinación de fibras. Según método Wende A. O. A. C. 7.066, 7.070. (A. O. A. C., 1984).

3.2.1.2.7 Determinación de acidez libre en aceite como % de ácido Oleico. Según método de titulación ácido – base del extracto etéreo A. O. A. C. 28.032. (A. O. A. C., 1984).

3.2.1.2.8 Determinación de índice de peróxidos. Según método de titulación con

tiusulfato de sodio del extracto etereo A. O. A. C. 28.025, 28.026. (A. O. A. C., 1984).

3.2.2 Pruebas preliminares. Antes de iniciar el trabajo se realizaron pruebas preliminares para determinar el grado de tostado (en estufa Heraeus) y molido (en aparato Moulinex) de las avellanas, así como la manera de añadirlas a la miel ya cristalizada por el método Dirigido (FERNÁNDEZ. 2001).

Además en esta parte se seleccionaron y entrenaron a los panelistas que participaron en el diseño de la mezcla y seguimiento evaluativo en el tiempo (LARMOND, 1997).

3.2.3 Preparación de la miel con avellana. La miel se crema independientemente de la avellana por el método dirigido; mientras que las avellanas se tuestan y muelen también independientemente. Luego los dos ingredientes se mezclan según la proporción requerida. En el ANEXO 6 de muestra un esquema del proceso.

3.2.3.1 Cristalización dirigida de la miel. Aquí se usa el método descrito por Dyce citado por CRANE (1975), el cual consiste en la preparación de una miel finamente cristalizada; el proceso comienza a partir de miel líquida, que se inocula con miel cristalizada. La cantidad de inóculo es de 5% como mínimo y de 15% como máximo, para trabajos prácticos se usa 10%, y adiciona cuando la temperatura de la miel es 24°C o inferior. Después que está completamente mezclada, se deja por una o dos horas para que las burbujas de aire suban a la superficie de la miel, evitando así el aspecto espumoso del producto final. Luego se almacena la miel a una temperatura de 15°C, con un rango entre 15 y 10°C, la miel tiene una consistencia firme en unos tres días y lista para el consumo como miel crema en unos seis días.

Procedimiento experimental: se describe la forma práctica de proceder:

a) Se prepara aproximadamente 11 kg de miel crema que será usada tanto para el diseño de la mezcla como para el seguimiento en el tiempo.

b) La miel usada como inóculo era miel ya cristalizada, proveniente de la cooperativa APICOOP.

c) En un recipiente de plástico se adiciona 10 kg de miel, la cual se mantuvo a 24°C; se agrega un 10% del inóculo anterior, agitando hasta su completa homogeneización.

d) Luego de mezclar, se deja reposar por 2 horas, para que las burbujas de aire suban a la superficie (Dyce citado por CRANE, 1975).

e) La miel es almacenada a una temperatura de 15°C ± 2°C, durante seis días. Al final de este periodo se mezcla con las avellanas tostadas y molidas y se sigue con el proceso.

En la FIGURA 3 se muestra la miel cremada por el método señalado.



FIGURA 3. Miel cremada por método dirigido.

3.2.3.2 Preparación de las avellanas. Las avellanas para ser usadas, deben ser tostadas y molidas previamente:

Tostado: las avellanas con que se cuenta están libres de su cáscara, por lo que se tuestan sin hacerles ningún proceso adicional. El tostado se realiza en una estufa termostregulada a 185°C durante 30 minutos, revolviendo cada 5 minutos, hasta que se tiene un color café rojizo. En la FIGURA 4 se ven la avellanas ya tostadas.



FIGURA 4. Avellanas tostadas.

El molido se realiza en una máquina Moulinex (se muelen con cuchillos), moliendo las avellanas durante 15 segundos. Luego de esto las avellanas están listas para ser mezcladas con la miel ya cremada. En la FIGURA 5 y 6 se muestran las avellanas tostadas y molidas.



FIGURA 5. Equipo para moler las avellanas.

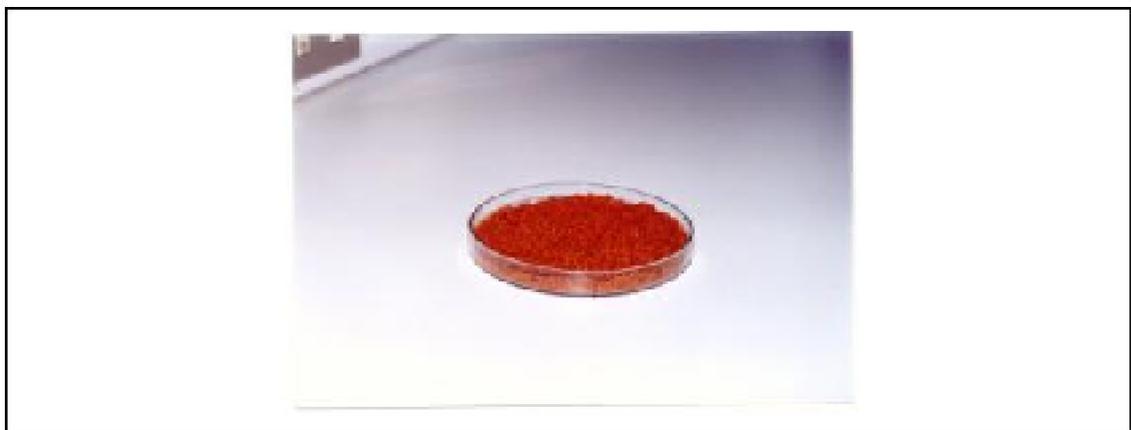


FIGURA 6. Avellanas tostadas y molidas.

3.2.4 Diseño de la mezcla. Luego de determinar los parámetros que no serán objeto de estudio mediante pruebas preliminares, se procede al diseño de la mezcla. Esta se desarrolla usando el programa computacional Statgraphics plus 5.0. El fin es usar específicamente la metodología de “Diseño de mezcla” para estimar la proporción más idónea sensorialmente, de miel y avellanas (HU, 1999).

3.2.4.1 Diseño experimental. En esta investigación se usará un diseño de “Simplex Lattice” aumentado, el cual consta con 6 ensayos (3 del diseño “Simplex Lattice” original + 3 adicionales). Este diseño entrega mayor número de mediciones por lo que se pueden obtener mejores conclusiones.

Según lo descrito anteriormente, los 6 ensayos a usar para la evaluación se muestran en el CUADRO 15.

CUADRO 15. Niveles a usar para el diseño de mezcla.

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

ENSAYOS	NIVELES (%)	
	Miel (X_1)	Avellanas (X_2)
A	95	5
B	87,5	12,5
C	80	20
D	87,5	12,5
E	91,25	8,75
F	83,75	16,25

Cabe señalar que los niveles extremos fueron definidos por pruebas preliminares (En cada ensayo la suma de los dos componentes debe ser 1, es decir, 100%).

De forma gráfica, el diseño corresponde a lo indicado en la FIGURA 7.

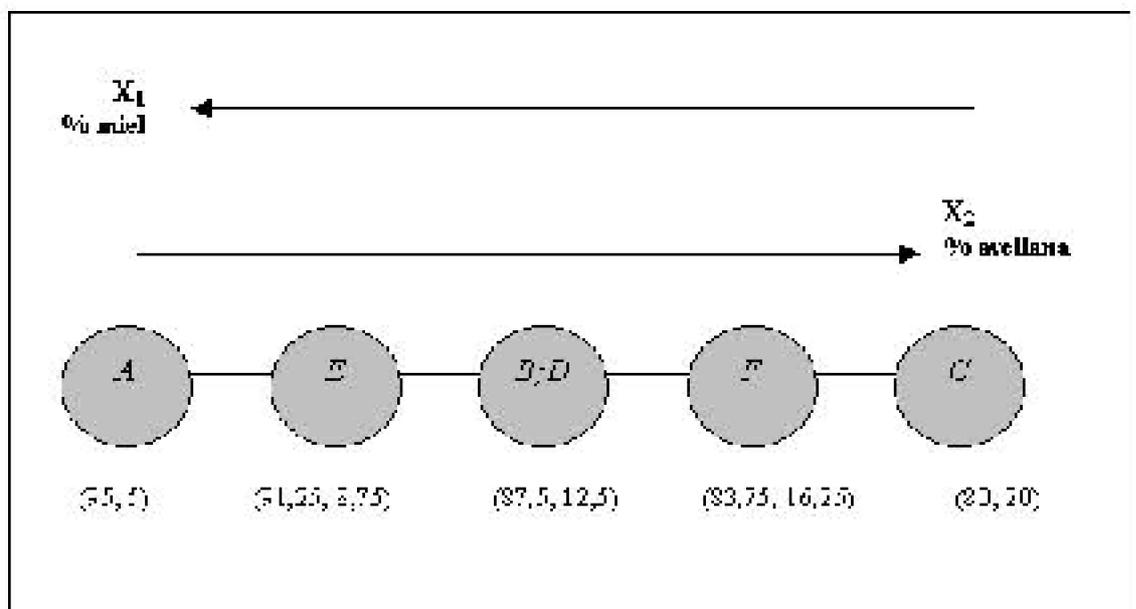


FIGURA 7. Descripción geométrica de diseño “Simplex Lattice” para un sistema con dos componentes X_1 (miel) y X_2 (avellana).

Los datos usados para el análisis estadístico serán proporcionados por evaluación sensorial de las muestras preparadas según el diseño “Simplex Lattice” aumentado (se usa un panel semientrenado).

Cada panelista corresponde a una repetición del diseño indicado.

En la FIGURA 8 se muestran las muestras listas para preparar según el diseño experimental usado.



FIGURA 8. Miel crema y avellanas listas para preparar las muestras.

3.2.4.2 Evaluación sensorial. Para la evaluación sensorial se procedió a emplear un grupo de 10 panelistas consumidores (semi - entrenados), siendo siempre los mismos al momento de evaluar, lo que llevó a obtener un mejor seguimiento de los paneles (este grupo fue el mismo utilizado a lo largo del seguimiento en el tiempo). La ficha de respuesta se muestra en el ANEXO 5; en esta ficha se aprecia que todas las escalas son iguales y que sus magnitudes y diferencias se corresponden la una con la otra. Todas las evaluaciones se llevaron a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICYTAL) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. En la FIGURA 9 y 10 se muestran las condiciones de evaluación.



FIGURA 9. Muestras listas para evaluar.



FIGURA 10. Panelista evaluando las muestras.

3.2.4.3 Atributos sensoriales a considerar. Cada una de las 6 muestras se evalúan considerando 6 atributos. Estos atributos sensoriales a considerar para optimizar la mezcla de miel crema y avellanas tostadas y molidas son los siguientes:

- **Untabilidad:** se refiere a la facilidad con que el panelista puede untar el producto con la ayuda de una paleta.
- **Apariencia (relación miel/granos):** se refiere a la apreciación que tiene el panelista respecto a la apariencia visual del producto, de la homogeneidad de los granos de avellana en la mezcla.
- **Color:** se refiere a la percepción del color general del producto, se evalúa si es adecuado para el producto.
- **Textura bucal:** se refiere a la textura que logran captar los panelistas al masticar el producto (en una galleta) y al presionarlo contra el paladar con la lengua (al probar el producto solo). Se debe considerar la homogeneidad del producto.
- **Sabor:** se refiere a la mezcla de olor, aroma y gusto, es decir, todas las características de olor captadas por la nariz y del aroma y gusto, captadas por la boca.
- **Apreciación general:** se refiere a una percepción general del producto, considerando todos los atributos como un todo.

Cada uno de estos atributos es objeto de optimización

Todos estos atributos corresponden a características hedónicas, es decir dependen del gusto y preferencias personales de cada panelista; por esta razón es que se realizó una selección, con el fin de asegurar que los panelistas gustan de sabores dulces y responden de manera similar.

3.2.4.4 Análisis estadístico. Luego de la evaluación sensorial se analizan

estadísticamente los datos y se obtiene un modelo matemático (región Simplex) con el cual se puede obtener la mezcla que mejor optimiza los atributos medidos por el panel.

3.2.5 Descripción física y química. Luego de obtener la mezcla en el paso anterior, se realizaron análisis físicos y químicos con el fin de tener una descripción del producto. La metodología usada es la misma descrita en los análisis hechos a la miel y avellana por separado. Los análisis a realizados son los siguientes:

- Humedad por método gravimétrico.
- Determinación de humedad, peso específico y contenido de sólidos totales (Por índice de refracción).
- Determinación de pH.
- Determinación del porcentaje de proteínas.
- Determinación del porcentaje de cenizas.
- Determinación de la conductividad eléctrica.
- Determinación de Hidroxi metil furfural (HMF).
- Determinación de la actividad de la glucoxidasa.
- Determinación de la acidez, expresada en % de ácido fórmico.
- Determinación de la actividad de agua. Se usa el equipo “ a_w – Value Analyzer, Model 5803”. Marca “G. Lufft Mess – Und”, del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. Este aparato entrega directamente el valor de la actividad de agua de una muestra.
- Determinación de la actividad diastásica.
- Determinación de acidez en los aceites, expresada como % de ác. Oleico.
- Determinación índice de peróxidos.
- Color según sistema C.I.E. Se usa el Colorímetro HUNTER del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. Según MOLINA (2002), este método se basa en el sistema CIE-XYZ (Comisión Internationale d'Eclairage.). El principio del equipo se basa en medir la reflexión de la luz a través de filtros X, Y y Z de una muestra colocada en un depósito (X = rojo, Y = verde y Z = azul a la sensibilidad del ojo humano). La muestra es iluminada con una lámpara halógena para obtener valores de medida exactos y reproducibles de cualquier semisólido claro y coloreado. Con estos resultados se calculan dos valores X e Y, con los cuales se busca el color correspondiente de la muestra en un mapa de colores.

3.2.6 Seguimiento en el tiempo de parámetros de calidad. En este paso se siguen, a lo largo del tiempo (17 semanas), distintos parámetros de calidad, tanto sensoriales como físicos y químicos, para luego realizar un análisis estadístico de los datos. En este caso la variable dependiente sería el parámetro medido, mientras que la variable independiente sería el tiempo que va transcurriendo. Para realizar este seguimiento la muestra de producto es mantenida a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, vale decir, a la temperatura normal de mantenimiento en los supermercados.

3.2.6.1 Parámetros físicos y químicos. La metodología usada es la misma descrita en los análisis hechos a la miel y avellana por separado. Los parámetros físicos y químicos que son objeto de estudio en esta etapa son los siguientes:

- Determinación de humedad, peso específico y contenido de sólidos totales.
- Determinación de pH
- Determinación de la Acidez, como % de ácido Fórmico.
- Determinación de Hidroxi metil furfural (HMF)
- Determinación de acidez libre en aceite, como % de ácido Oleico.
- Índice de peróxidos
- Actividad de agua. El procedimiento es el mismo indicado para el producto en tiempo cero.
- Color según sistema C.I.E. El procedimiento es el mismo indicado para el producto en tiempo cero.

3.2.6.2 Atributos sensoriales. Los atributos sensoriales a evaluar en esta parte son los mismos que en el diseño de la mezcla y la idea es registrar las variaciones de estos a lo largo del tiempo. En el ANEXO 7 se muestra la ficha de respuesta usada en este paso.

3.2.6.3 Análisis estadístico. Para los parámetros físicos y químicos se realizó un análisis de regresión simple por cada parámetro a lo largo del tiempo, eligiendo en cada caso el modelo matemático que más se ajuste a los datos recolectados. En este caso se obtendrá la ecuación y se discutirá sobre los parámetros calculados, tales como el valor R² que indica el grado en que el modelo puede explicar la variabilidad de la variable dependiente; y el coeficiente de correlación, que indica el grado de asociación lineal entre las variables. Además se realizará análisis de Varianza para determinar si existe o no relación estadísticamente significativa entre la variable independiente (tiempo de almacenamiento en semanas) y la variable dependiente (parámetro medido). (COCHRAN y SNEDECOR, 1971).

Por otro lado, para los atributos sensoriales se hará, por atributo, una comparación de dos grupos, entre el tiempo cero y cada tiempo evaluado, evaluando las varianzas de los grupos según F-test (se usa varianzas iguales o distintas según el caso) (COCHRAN y SNEDECOR, 1971); la recolección de datos en este caso se hará cada dos semanas de almacenamiento.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Análisis físicos y químicos de la miel y avellanas como materia prima

4.1.1 Resultados obtenidos al analizar la miel. En el CUADRO 16 se muestran los resultados de todos los análisis hechos tanto a la miel líquida como a la miel cristalizada usada para el inóculo. En el ANEXO 8 se muestran los datos recolectados, que originan los resultados.

4.1.1.1 Origen botánico. Los resultados obtenidos para la miel líquida usada indican que esta tiene su origen principalmente en las siguientes especies, *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) con 55,6% y *Luma apiculata* (Arrayán) con un 3,7%. Existieron otras especies presentes, pero su aparición fue esporádica (ANEXO 18).

CUADRO 16. Valores de análisis obtenidos en las mieles usadas como materia prima, promedio (X) y desviación estándar (s).

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

Análisis	Miel líquida		Miel cristalizada	
	(X)	(s)	(X)	(s)
índ. De refracción	1,497	0	1,492	0
% sól. Totales	84,2	0	82,2	0
Peso esp.	1,4324	0	1,4184	0
% humedad	15,8	0	17,8	0
pH	4,195	0,0495	4,165	0,0212
Conductividad mS/cm (a 21,5°C)	0,5445	0,0021	0,3935	0,0021
% cenizas	0,39	0,0141	0,32	0,0141
Diastasa I.D. (°Gothe)	22,353		10,7212	1,6804
Acidez (% Ác. Fórmico)	0,0913	0,0003	0,0895	0,0016
Act. Glucosidasa	si existe		si existe	
mg HMF/100g de miel	0,462	0,0767	1,329	0,1369
Color (método de densidad óptica) (560 nm)	ámbar claro 0,596-1,389		ámbar claro 0,596-1,389	

4.1.1.2 Porcentaje de humedad. El valor obtenido para ambas mieles cumple con las exigencias de la Norma Chilena (ANEXO 17.1) que indica humedades menores o iguales a 18%, así como las de la Norma regional europea recomendada para la miel (ANEXO 17.2) que indica valores bajo 23% y 21% (miel calentada y otras mieles, respectivamente).

Según autores como SANZ et al. (1995), mieles con más de 20% de humedad podrían fermentar y mieles con un 17% o menos no tendrían riesgo de fermentación. En el caso de la miel líquida usada, esta presenta un 15,8% de humedad y no presentaría riesgo de fermentación; mientras que la miel cristalizada presenta una humedad de 17,8%, lo que puede indicar un riesgo bajo de fermentación.

4.1.1.3 Acidez. Los valores obtenidos para las dos mieles cumplen con la Norma Chilena (ANEXO 17.1) que indica valores bajo 0,2% calculado como ácido fórmico.

4.1.1.4 Peso específico. Ambas mieles tienen valores que se enmarcan dentro de la Norma Chilena (ANEXO 17.1), que indica valores entre 1,400 y 1,600 a 20°C.

4.1.1.5 Porcentaje de ceniza. Ambas mieles tienen valores que se enmarcan dentro de la Norma Chilena (ANEXO 17.1), que indica valores menores o iguales a 0,8.

4.1.1.6 HMF. Ambas mieles tienen valores que se enmarcan dentro de la Norma Chilena (ANEXO 17.1), que indica valores menores o iguales a 40 mg / kg.

4.1.1.7 Diastasa. Ambas mieles tienen valores que están dentro de la Norma Chilena (ANEXO 17.1), que indica valores mayores a 8 (Escala de Gothe)

4.1.1.8 pH. Los valores obtenidos en ambas mieles concuerdan con los rangos

propuestos por diversos autores: MOLINA (1988), cita rangos entre 3,5 y 5,5; y PERIS (1990), indica rangos entre 3,5 y 4,8.

4.1.1.9 Color (método de densidad óptica). Ambas mieles presentan valores de densidad óptica entre 0,596 – 1,389, por lo que caen en el rango de ámbar claro. En el CUADRO 14 se muestra las categorías de color de la miel.

4.1.2 Resultados obtenidos al analizar las avellanas. En el CUADRO 17 se muestran los resultados de todos los análisis hechos a las avellanas usadas como materia prima. En el ANEXO 9 se muestran los datos recolectados, que originan los resultados.

4.1.2.1 Porcentaje de acidez libre (g ác. Oleico/100 g aceite). De acuerdo al Reglamento Sanitario de los alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1994), para aceites puros comestibles, el valor máximo permitido es 0,25%, por lo que si se aplica esta norma al aceite extraído, tenemos que sobrepasa la normativa (1,53% en el aceite de la avellana tostada).

4.1.2.2 Índice de peróxidos. De acuerdo al Reglamento Sanitario de los alimentos (1994), para aceites puros comestibles, el valor máximo permitido es 2,5 meq de oxígeno peróxido/kg de grasa a la fecha de elaboración, por lo que las muestras analizadas cumplen con este criterio (0 meq de oxígeno peróxido/kg de grasa).

CUADRO 17. Valores de análisis obtenidos en las avellanas usadas como materia prima, promedio (X) y desviación estándar (s).

Análisis	Avellana sin tostar		Avellana tostada	
	(X)	(s)	(X)	(s)
% humedad	48,65	3,6502	2,2325	0,8143
% Materia seca	51,35	3,6502	97,7675	0,8143
% aceite (b. s.)	41,465	22,535	45,01	1,202
% cenizas (b. s.)	3,68	0,0707	3,82	0,1273
% humedad residual	1,87	0,4525	1,38*	---
% proteínas (b. s.)	13,56	0,1838	13,255	0,6152
% fibra (en materia sin aceite)	5,022	0,0905	5,3395	0,1520
% acidez libre (g ác. Oleico/100 g aceite)	1,745	0,2899	1,5259	0,0379
Ind. De peróxidos	---	---	0	0
*solo una muestra por pérdida de materia en el duplicado				

4.2 Resultados en el diseño de mezcla

Luego de realizar las evaluaciones de las muestras de miel crema con avellanas tostadas y molidas, se obtienen los siguientes resultados en diseño de mezcla (optimización).

4.2.1 Untabilidad. En este caso se escogió el modelo lineal por tener un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) más alto que los otros modelos probados. En la FIGURA 11 se muestra la gráfica obtenida según el modelo usado, mientras que en el CUADRO 18 se muestran los valores óptimos según este mismo modelo. En el ANEXO 10 se muestra el análisis estadístico.

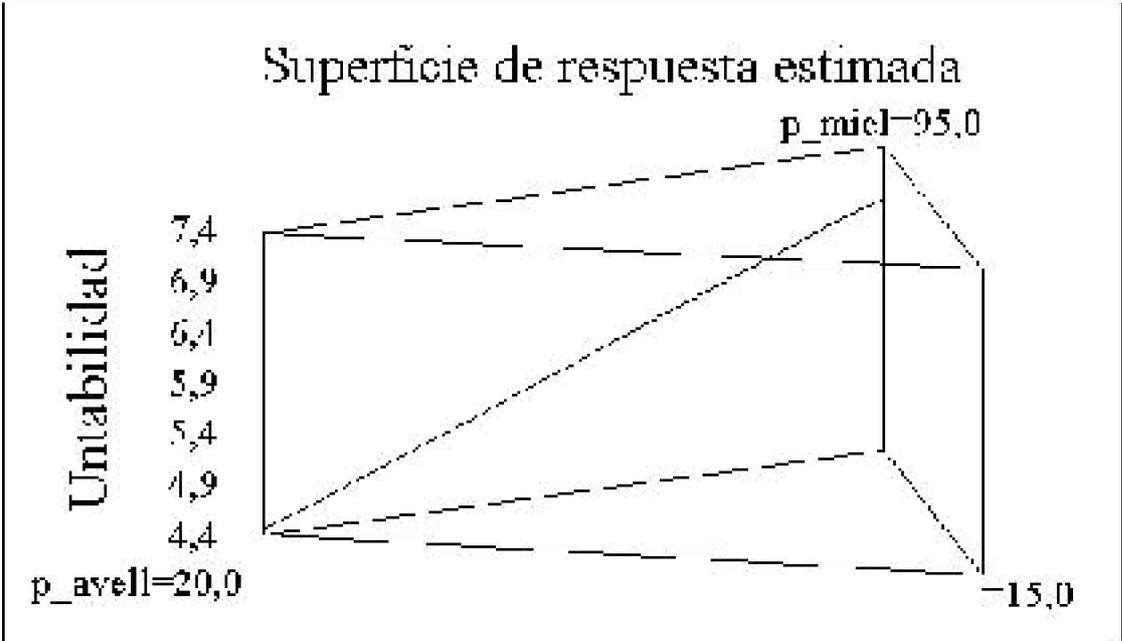


FIGURA 11. Superficie de respuesta estimada para untabilidad, según modelo lineal.

CUADRO 18. Valores óptimos según Modelo Lineal, untabilidad.

Óptimo Untabilidad	6,91
% miel óptimo	95,0
% avellana óptimo	5,0

Al observar la FIGURA 11 se puede apreciar que la respuesta se ve mejorada, siguiendo una tendencia lineal, a medida que el porcentaje de avellanas decrece; esto indicaría que al ir aumentando el contenido de avellanas el producto tiende a hacerse más espeso y difícil de untar, lo que no es bien evaluado por los panelistas.

Por otra parte se puede señalar que para el atributo Untabilidad, el óptimo posible de obtener en teoría, según el modelo usado, es de 6,91, lo que se aproxima a la categoría “Me gusta moderadamente”, según la escala hedónica usada en la evaluación. Esto ocurrirá cuando el porcentaje de miel sea de 95% y el de avellana de 5% (CUADRO 18).

4.2.2 Apariencia. En este caso se escogió el modelo cúbico por tener un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) más alto que los otros modelos probados. En la FIGURA 12 se muestra la gráfica obtenida según el modelo usado, mientras que en el CUADRO 19 se muestran los valores óptimos según este mismo modelo. En el ANEXO 10 se muestra el análisis estadístico.

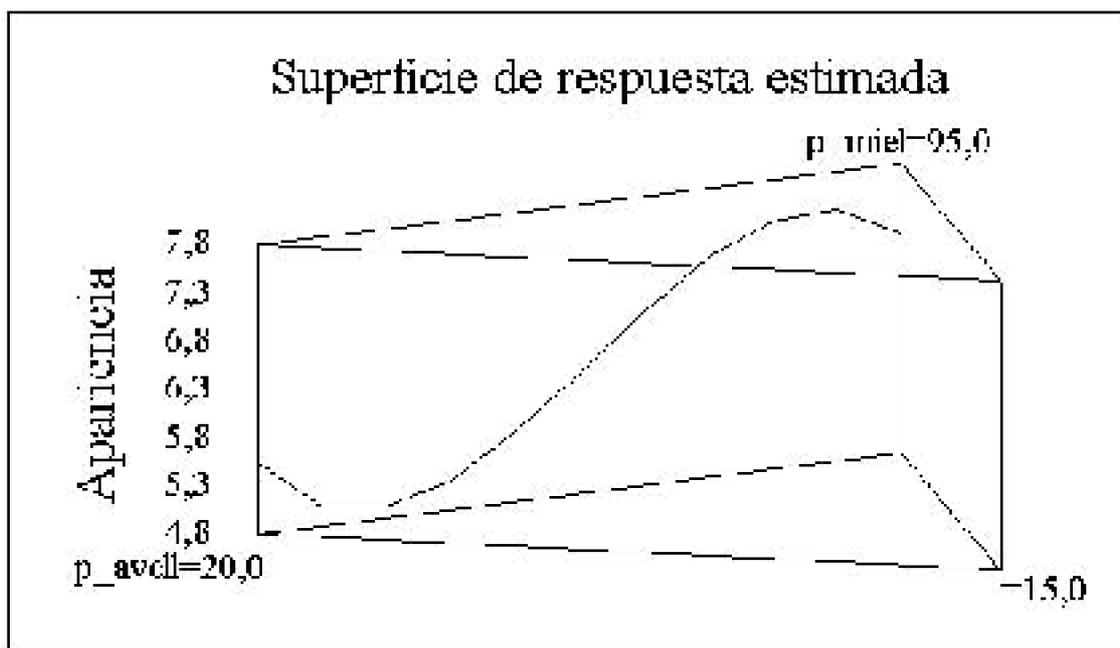


FIGURA 12. Superficie de respuesta estimada para apariencia, según modelo cúbico.

CUADRO 19. Valores óptimos según Modelo Cúbico, apariencia.

Óptimo Apariencia	7,45
% miel óptimo	92,9152
% avellana óptimo	7,0848

Al observar la FIGURA 12 se puede apreciar que la respuesta se ve mejorada, siguiendo una tendencia cúbica, a medida que el porcentaje de avellanas decrece hasta un 7,08%, luego del cual la respuesta tiende a decrecer. Asimismo, a concentraciones altas de avellanas, cercanas al 20%, la respuesta tiende a mejorar sin que se logre una respuesta óptima. Todo esto indicaría que al ir disminuyendo el contenido de avellanas hasta un 7,08% el producto tiende a presentar una mejor apariencia (una relación miel/granos que es mejor evaluada por los panelistas), mientras que cerca de un 18% se encuentra un mínimo, es decir se logra la calificación más baja de toda la región testada.

Por otra parte, se puede señalar que para el atributo Apariencia, el óptimo posible de obtener en teoría, según el modelo usado, es de 7,45, lo que se encuentre entre las categorías “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”, según la escala hedónica usada en la evaluación. Esto ocurrirá cuando el porcentaje de miel sea de 92,92% y el de avellana de 7,08% (CUADRO 19).

4.2.3 Color. En este caso se escogió el modelo lineal por tener un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) más alto que los otros modelos probados. En la FIGURA 13 se muestra la gráfica obtenida según el modelo usado, mientras que en el CUADRO 20 se muestran los valores óptimos según este mismo modelo. En el ANEXO 10 se muestra el análisis estadístico.

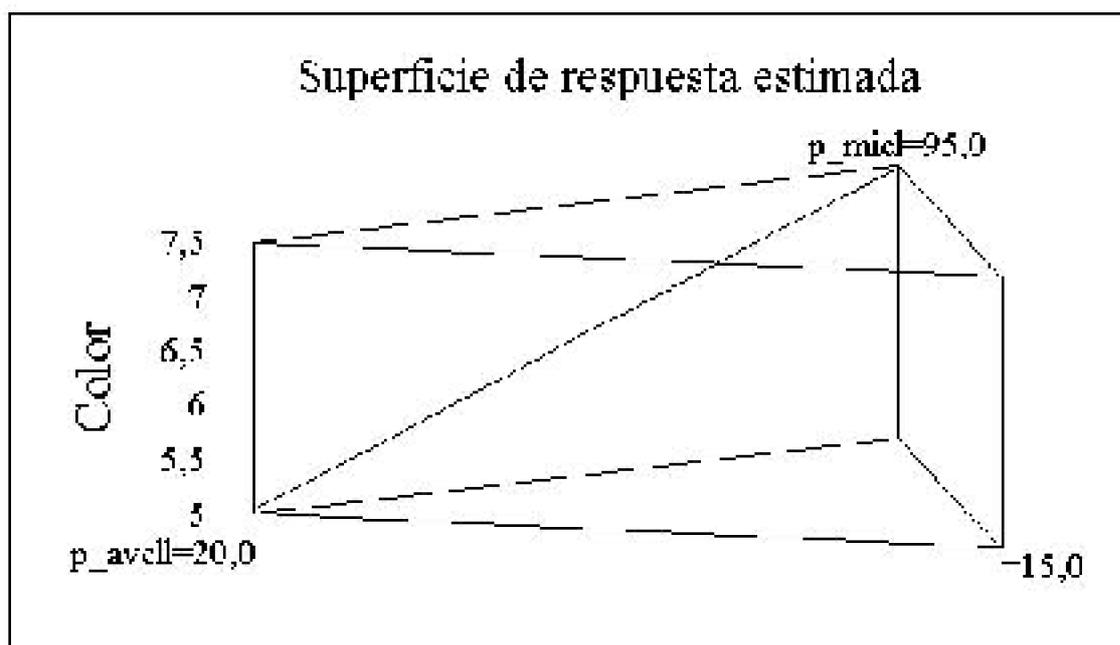


FIGURA 13. Superficie de respuesta estimada para color, según modelo lineal.

CUADRO 20. Valores óptimos según Modelo Lineal, color.

Óptimo Color	7,49
% miel óptimo	95,0
% avellana óptimo	5,0

Al observar la FIGURA 13 se puede apreciar que la respuesta se ve mejorada, siguiendo una tendencia lineal, a medida que el porcentaje de avellanas decrece; esto indicaría que al ir aumentando el contenido de avellanas el producto tiende a presentar un color que es peor evaluado por los panelistas (se hace cada vez más oscuro).

Por otra parte se puede señalar que para el atributo Color, el óptimo posible de obtener en teoría, según el modelo usado, es de 7,49, lo que se encuentra entre las categorías “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”, según la escala hedónica usada en la evaluación. Esto ocurrirá cuando el porcentaje de miel sea de 95% y el de avellana de 5% (CUADRO 20).

4.2.4 Textura bucal. En este caso se escogió el modelo cúbico por tener un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) más alto que los otros modelos probados. En la FIGURA 14 se muestra la gráfica obtenida según el modelo usado, mientras que en el CUADRO 21 se muestran los valores óptimos según este mismo modelo. En el ANEXO 10 se muestra el análisis estadístico.

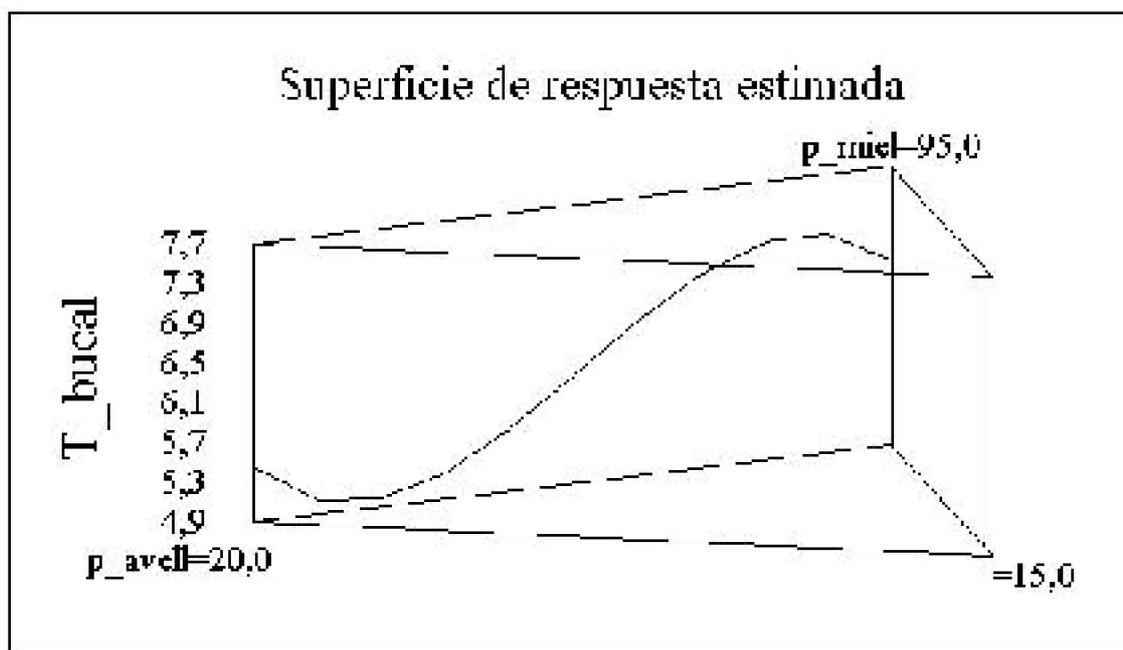


FIGURA 14. Superficie de respuesta estimada para textura bucal, según modelo cúbico

CUADRO 21. Valores óptimos según Modelo Cúbico, textura bucal.

Óptimo Textura bucal	7,12
% miel óptimo	92,7664
% avellana óptimo	7,2336

Al observar la FIGURA 14 se puede apreciar que la respuesta se ve mejorada, siguiendo una tendencia cúbica, a medida que el porcentaje de avellanas decrece hasta un 7,23%, luego del cual la respuesta tiende a decrecer. Asimismo, a concentraciones altas de avellanas, cercanas al 20%, la respuesta tiende a mejorar sin que se logre una respuesta óptima. Todo esto indicaría que al ir disminuyendo el contenido de avellanas hasta un 7,23% el producto tiende a presentar una mejor textura bucal, mientras que cerca de un 18% se encuentra un mínimo, es decir se logra la calificación más baja de toda la región testada.

Por otra parte, se puede señalar que para el atributo Textura bucal, el óptimo posible de obtener en teoría, según el modelo usado, es de 7,12, lo que se aproxima a la categoría "Me gusta moderadamente", según la escala hedónica usada en la evaluación. Esto ocurrirá cuando el porcentaje de miel sea de 92,77% y el de avellana de 7,23% (CUADRO 21).

4.2.5 Sabor (mezcla de olor, gusto y aroma). En este caso se escogió el modelo cúbico por tener un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) más alto que los otros modelos probados. En la FIGURA 15 se muestra la gráfica obtenida según el modelo usado, mientras que en el CUADRO 22 se muestran los valores óptimos según este mismo modelo. En el ANEXO 10 se muestra el análisis estadístico.

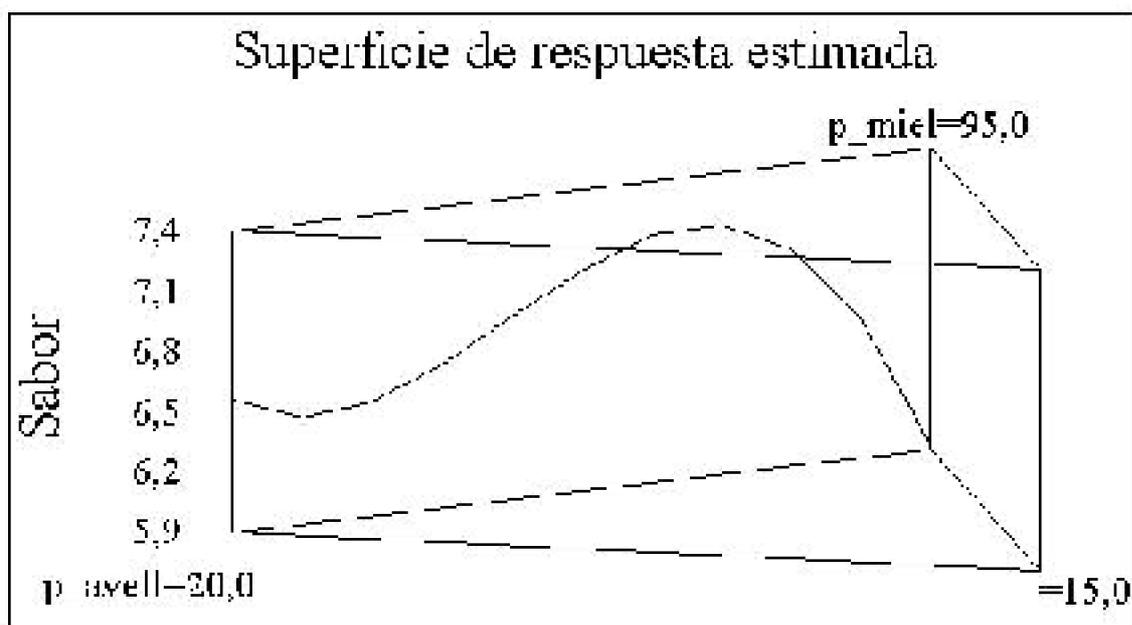


FIGURA 15. Superficie de respuesta estimada para sabor, según modelo cúbico.

CUADRO 22. Valores óptimos según Modelo Cúbico, sabor.

Óptimo Flavor	7,15
% miel óptimo	89,8906
% avellana óptimo	10,1094

Al observar la FIGURA 15 se puede apreciar que la respuesta se ve mejorada, siguiendo una tendencia cúbica, a medida que el porcentaje de avellanas decrece hasta un 10,11%, luego del cual la respuesta tiende a decrecer fuertemente. Asimismo, a concentraciones altas de avellanas, cercanas al 20%, la respuesta tiende a mejorar sin que se logre una respuesta óptima. Todo esto indicaría que al ir disminuyendo el contenido de avellanas hasta un 10,11% el producto tiende a presentar un mejor sabor, mientras que cerca de un 19% se encuentra un mínimo, es decir se logra la calificación más baja de toda la región testeada.

Considerando este caso se debería, al momento de toma una decisión, evitar elegir un porcentaje de avellanas muy por debajo del 10,11%, debido a la brusca baja en la respuesta que presenta este intervalo. Esto además considerando que se trata de un atributo tan importante como el sabor.

Por otra parte se puede señalar que para el atributo sabor, el óptimo posible de obtener en teoría, según el modelo usado, es de 7,15, lo que se aproxima a la categoría “Me gusta moderadamente”, según la escala hedónica usada en la evaluación. Esto ocurrirá cuando el porcentaje de miel sea de 89,89% y el de avellana de 10,11% (CUADRO 22).

4.2.6 Apreciación general. En este caso se escogió el modelo cúbico por tener un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) más alto que los otros modelos

probados. En la FIGURA 16 se muestra la gráfica obtenida según el modelo usado, mientras que en el CUADRO 23 se muestran los valores óptimos según este mismo modelo. En el ANEXO 10 se muestra el análisis estadístico.

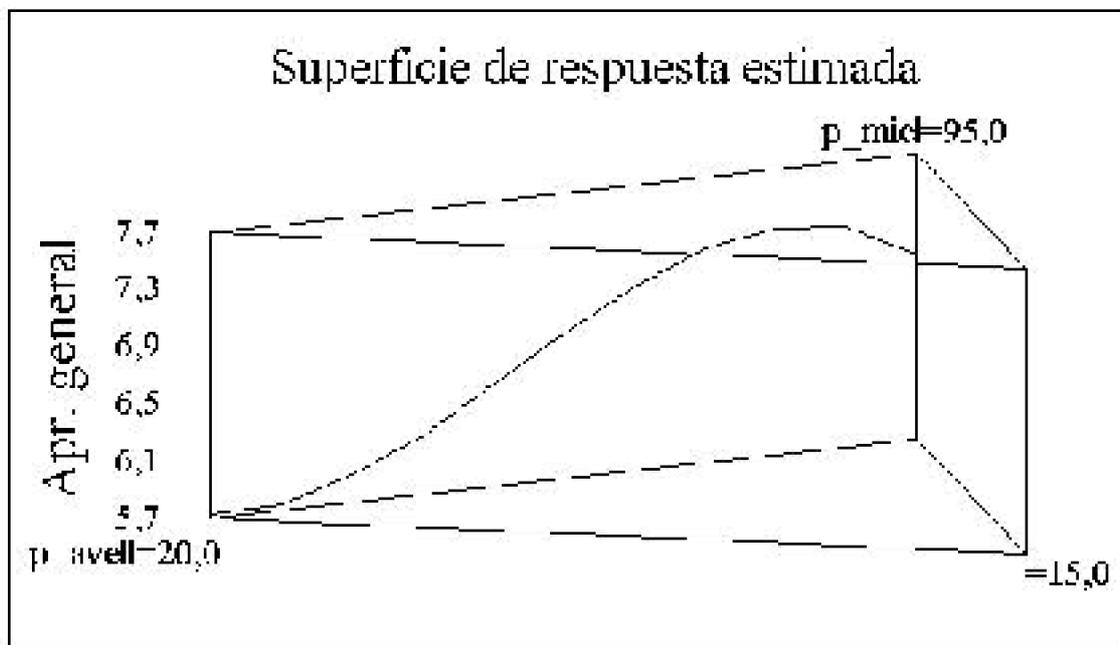


FIGURA 16. Superficie de respuesta estimada para apreciación general, según modelo cúbico.

CUADRO 23. Valores óptimos según Modelo Cúbico, apreciación general.

Óptimo Apr. General	7,29
% miel óptimo	92,2883
% avellana óptimo	7,7117

Al observar la FIGURA 16 se puede apreciar que la respuesta se ve mejorada, siguiendo una tendencia cúbica, a medida que el porcentaje de avellanas decrece hasta un 7,71%, luego del cual la respuesta tiende a decrecer.

Por otra parte se puede señalar que para el atributo apreciación general, el óptimo posible de obtener en teoría, según el modelo usado, es de 7,29, lo que se aproxima a la categoría "Me gusta moderadamente", según la escala hedónica usada en la evaluación. Esto ocurrirá cuando el porcentaje de miel sea de 92,29% y el de avellana de 7,71% (CUADRO 23).

4.2.7 Relación elegida de miel y avellanas. De acuerdo al análisis estadístico, se tiene que los valores de los atributos evaluados tienden a optimizarse a bajas proporciones de avellana, entre un 10,1 y 5 % de avellana. Debido a que cada atributo se optimiza a distintas proporciones de miel y avellana, se consideró, según los criterios usados en la toma de decisiones, la importancia relativa de cada atributo, es decir, se consideró que se podía elegir una proporción que optimizara de mejor forma un determinado atributo en desmedro de otro, cuya proporción óptima se encontraba

relativamente más lejos, tratando siempre de lograr un valor intermedio que optimice cada atributo de la mejor forma posible. Así fue como, para fines prácticos, se eligió una relación de 8% de avellana y 92% de miel como mezcla optimizada. Se considera que a esta relación de miel y avellanas se logra una optimización adecuada de todos los atributos evaluados. A estos porcentajes de miel y avellanas se tiene que los atributos deberían presentar los siguientes valores, según los modelos individualmente elegidos:

- **Untabilidad:** 6,5 aproximadamente, lo que se encuentra entre las categorías “Me gusta levemente” y “Me gusta moderadamente”.
- **Apariencia:** 7,3 aproximadamente, lo que se encuentra entre las categorías “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”.
- **Color:** 7,1 aproximadamente, lo que se aproxima a la categoría “Me gusta moderadamente”.
- **Textura bucal:** 7,1 aproximadamente, lo que se aproxima a la categoría “Me gusta moderadamente”.
- **Sabor:** 6,95 aproximadamente, lo que se aproxima a la categoría “Me gusta moderadamente”.
- **Apreciación general:** 7,25 aproximadamente, lo que se encuentra entre las categorías “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”.

De acuerdo a estos resultados el atributo que cuenta con la calificación más baja es untabilidad (6,5), mientras que el que resulta con la calificación más alta es apariencia (7,3), no existiendo ningún atributo que baje de la categoría “Me gusta levemente” (6). En la FIGURA 17 se muestra la mezcla obtenida.

De acuerdo a un estudio de desarrollo de una mezcla de Mantequilla de maní con miel (NATIONAL HONEY BOARD²) los resultados obtenidos usando un diseño distinto pero con la misma escala de respuesta para los panelistas, muestra resultados de los óptimos similares, cerca del valor 6,0 (“me gusta levemente”); esto indicaría que, en general, es difícil obtener valores más altos en la respuesta optimizada, enmarcándose los resultados dentro de lo esperado.



FIGURA 17. Mezcla obtenida por la optimización de sus atributos sensoriales.

² <http://www.nhb.org/download/factsht/peanutbu.pdf>(1995)

4.3 Análisis físicos y químicos de la mezcla de miel crema y avellana, tiempo cero

CUADRO 24. Valores obtenidos del análisis en tiempo cero de la mezcla optimizada de miel crema y avellanas, promedio (X) y desviación estándar (s).

Análisis	(X)	(s)
% de humedad (gravimetría)	16,3014	0,1901
Índ. De refracción	1,4985	0
% sol. Totales	84,8	0
peso específico	1,4367	0
% humedad	15,2	0
pH	4,58	0
% de proteínas	1,4351	0,1586
% de cenizas	0,629	0,0339
Conductividad eléctrica (mS/cm (a 23°C))	0,8645	0,0021
mg HMF/100g de miel	0,4892	0,0066
Actividad de la glucoxidasa	si existe	
Acidez (% de ácido fórmico)	0,1711	0,0019
a_w	0,589	0,0071
Actividad diastásica (I.D. (°Gothe))	11,6257	0,6627
Acidez en aceites (% de ác.oleico en aceite)	2,0356	0,4281
Ind. De peróxidos	0	
% azúcares reductores	73,85	0,2121
% sacarosa	1,34	0,1697
Color según sistema C.I.E.	“naranja rosa”	

4.3.1 Proteínas. Según Amor, Michelotti y Biino citado por GARCIA *et al* (1986) el contenido de proteínas en la miel es muy bajo, inferior a un 0,25%; mientras que en el producto final se tiene un contenido de proteínas de $1,4351 \pm 0,1586\%$ (mayormente aportadas por el contenido de avellanas), lo que representa aumentar aproximadamente en 5,7 veces el contenido de proteínas, con relación a la miel pura. Se debe señalar además que estas proteínas tienen un buen balance aminoacídico con excepción de lisina y treonina (VILLARROEL *et al*, 1987), lo que junto con el contenido de fibra otorgado por las mismas avellana, hace que este producto sea atractivo desde el punto de vista nutricional.

4.3.2 Aceite. El contenido de aceite también sería mayor respecto a la miel pura.

Este contenido final se hallaría alrededor de 3,6% aproximadamente, si se tiene en cuenta que la avellana tostada, agregada en un 8%, cuenta con un $45,01 \pm 1,202\%$ de aceite (CUADRO 17). El aporte nutricional de estos aceites está dado por su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados tales como los ácidos linoleico y linolénico (el aceite de avellana contiene entre un 5,7 y un 11,1 % de estos ácidos, según MEDEL y MEDEL, 2000), ácidos grasos esenciales cuyo valor para una dieta saludable y su rol e la disminución del riesgo en serias enfermedades está empezando a ser reconocido por los profesionales de la medicina (HALLOY *et al*, 1996).

Según MASANA³ (2002), la acción beneficiosa del aceite de los frutos secos parece recaer en su composición en ácidos grasos: los saturados elevan el colesterol, mientras que los poliinsaturados (ácido linoleico) descienden el LDL y el HDL. Los monoinsaturados (ácido oleico) descienden el LDL, es decir, el “colesterol malo”, y no modifican o incluso elevan el HDL, o “colesterol bueno”. Ese “colesterol malo” es el culpable de que se acumule la grasa en las paredes de las arterias, mientras que el “bueno” ayuda a limpiarlas.

Por otra parte cabe destacar un aspecto muy importante, que es la presencia de de tocoferoles (alfa, beta y gama) en el aceite de avellana, en especial la presencia de la fracción alfa, comúnmente expendida como vitamina E, que cumple un rol protector de las membranas celulares del cerebro, anticolesterol, retrasador de la sintomatología de Alzheimer, además de ser un activador del sistema inmunológico (MEDEL y MEDEL, 2000).

4.3.3 Porcentaje de humedad. Se obtuvo un valor de $15,2 \pm 0$, lo que se enmarca a la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1).

4.3.4 Porcentaje de ceniza. Se obtuvo un valor de $0,629 \pm 0,0339\%$, lo que se enmarca a la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1).

4.3.5 HMF. Se obtuvo un valor de $0,4892 \pm 0,0066$ mg / 100g, lo que se enmarca a la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1).

4.3.6 Acidez (% de ácido fórmico). Se obtuvo un valor de $0,1711 \pm 0,0019\%$, lo que se enmarca a la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1).

4.3.7 Actividad de agua (a_w). Según BOURGEOIS *et al* (1994), valores de actividad de agua del orden de $0,589 \pm 0,0071$ (valor obtenido) no representan condiciones favorables de crecimiento para ningún microorganismo. En el CUADRO 25 se muestran los valores mínimos de actividad de agua de algunos microorganismos. Según BELITZ y GROSCHE (1987), la miel tiene una actividad de agua de 0,75, lo que significa que la miel usada tiene una actividad e agua menor a la esperada.

³<http://> (2002)

Por otra parte, según GEOCITIES⁴ (2001) la miel es un alimento con una actividad de agua inferior a 0,60 (lo que se ajusta más a los valores obtenidos). A este nivel (a_w menor a 0,60) los microorganismos no se multiplican, pero pueden permanecer vivos durante largos periodos de tiempo.

4.3.8 Actividad diastásica I.D. (°Gothe). Se obtuvo un valor de $11,6257 \pm 0,6627^\circ$, lo que se enmarca a la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1).

CUADRO 25. a_w mínima para el crecimiento de algunos microorganismos.

Bacterias	> 0,910	Levaduras	> 0,87
<i>Acinetobacter</i>	0,990	<i>S. cerevisiae</i>	0,90 – 0,94
<i>C. botulinum E</i>	0,970	<i>Rhodotorula</i>	0,90
<i>C. perfringes</i>	0,970	Levaduras osmofílicas	0,62
<i>P. fluorescens</i>	0,957	Mohos	> 0,70
<i>E. coli</i>	0,950	<i>Botrytis cinerea</i>	0,93
<i>Salmonella sp</i>	0,950	<i>Fusarium</i>	0,90
<i>C. botulinum A, B</i>	0,950	<i>Mucor</i>	0,80 – 0,90
<i>B. subtilis</i>	0,900	<i>A. clavatus</i>	0,85
<i>S. aureus</i>	0,860	<i>P. expansum</i>	0,85
Bacterias halófilas	0,750	<i>A. flavus</i>	0,78

⁴[http:// www.geocities.com/ohcop/adobleve.html](http://www.geocities.com/ohcop/adobleve.html) (19 Mayo 1999)

4.3.9 Porcentaje de acidez libre (g ác. Oleico/100 g aceite). De acuerdo al Reglamento Sanitario de los alimentos (1994), para aceites puros comestibles, el valor máximo permitido es 0,25%, por lo que si se aplica esta norma al aceite extraído, tenemos que sobrepasa la normativa ($2,0356 \pm 0,4281\%$ en el aceite del producto).

4.3.10 Índice de peróxidos. De acuerdo al Reglamento Sanitario de los alimentos (1994), para aceites puros comestibles, el valor máximo permitido es 2,5 meq de oxígeno peróxido/kg de grasa a la fecha de elaboración, por lo que las muestras analizadas cumplen con este criterio (0 meq de oxígeno peróxido/kg de grasa).

4.3.11 Porcentaje de azúcares reductores. Se obtuvo un valor de $73,85 \pm 0,2121\%$, lo que se enmarca dentro de la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1), que indica un 70% como mínimo.

4.3.12 Porcentaje de sacarosa. Se obtuvo un valor de $1,34 \pm 0,1697\%$, lo que se enmarca dentro de la Norma chilena para calidad de miel pura (ANEXO 17.1), que indica un valor máximo de 5%.

4.4 Análisis físicos y químicos de la mezcla de miel crema y avellana, seguimiento en el tiempo

Con el fin de seguir en el tiempo la variación de ciertos atributos físicos y químicos considerados importantes, se hizo una regresión simple de los valores obtenidos. En este caso la variable dependiente son los valores obtenidos de los análisis, mientras que la

variable independiente es el tiempo de almacenamiento a 20°C. En cada análisis se elige el modelo matemático que más se ajuste a los datos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos respectivos. En el ANEXO 14 se muestran todos los datos recolectados, los cuales originan los resultados.

4.4.1 Seguimiento del índice de refracción. En este caso se escogió el modelo lineal, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 18 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 26 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

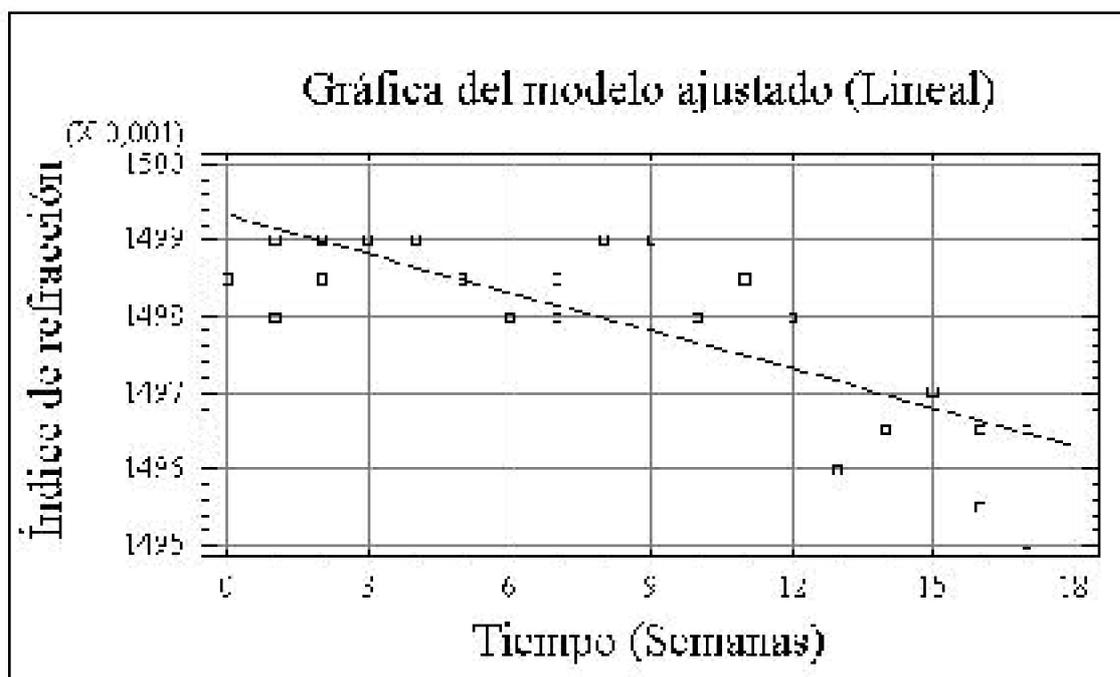


FIGURA 18. Gráfica de regresión simple de Índice de refracción respecto del tiempo en semanas, según modelo lineal.

CUADRO 26. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del Índice de refracción respecto del tiempo en semanas, según modelo lineal.

Ecuación modelo lineal	$Y = a + b \times X$
Ecuación obtenida	Índ. De refracción = 1,4993 - 0,0001685 x Tiempo
Valor R^2	59,9071 %

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre el Índice de refracción y Tiempo a un nivel de confianza de 99%; la variable tiempo influye significativamente sobre el índice de refracción.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 59,9071% de la variabilidad del Índice de refracción. El coeficiente de correlación es -0,7739, e indica una relación

moderadamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del índice de refracción se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C.; se puede ver que el índice de refracción disminuye su valor a lo largo del tiempo, con una tasa de disminución de 0,0001685 por semana (pendiente de la recta).

4.4.2 Seguimiento del porcentaje de sólidos totales. En este caso se escogió el modelo lineal, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 19 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 27 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

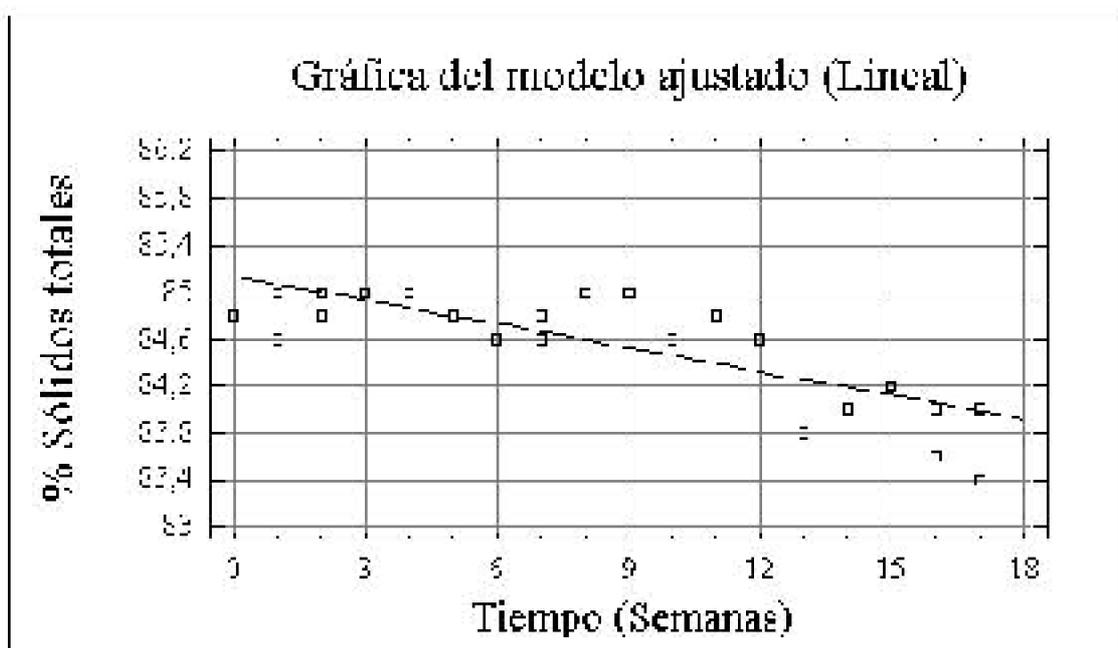


FIGURA 19. Gráfica de regresión simple de % de sólidos totales respecto del tiempo en semanas, según modelo lineal.

CUADRO 27. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del % de sólidos totales respecto del tiempo en semanas, según modelo lineal.

Ecuación modelo lineal	$Y = a + b \times X$
Ecuación obtenida	% de Sólidos totales = 85,1339 – 0,0674 x Tiempo
Valor R^2	59,9071 %

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre el % de sólidos totales y Tiempo a un nivel de confianza de 99%; la variable tiempo influye significativamente sobre el porcentaje de sólidos totales.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 59,9071% de la variabilidad

del % de Sólidos totales. El coeficiente de correlación es -0,7739, e indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del porcentaje de sólidos totales se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C.; se puede ver que el porcentaje de sólidos totales disminuye su valor a lo largo del tiempo, con una tasa de disminución de 0,0674 por semana (pendiente de la recta).

4.4.3 Seguimiento del peso específico. En este caso se escogió el modelo lineal, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 20 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 28 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

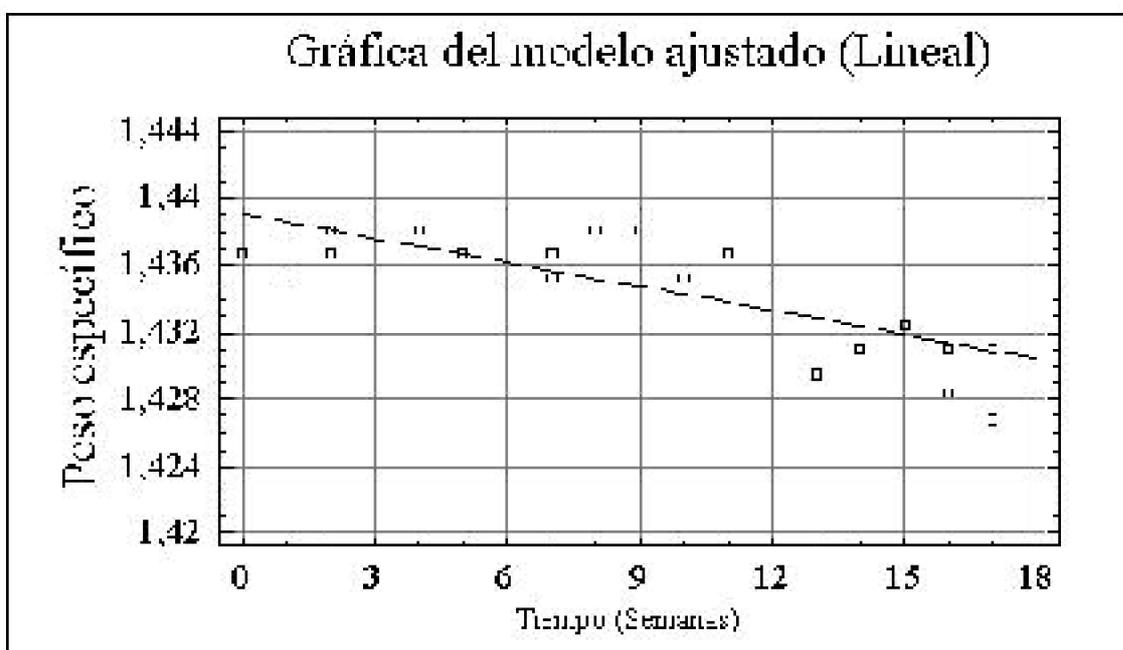


FIGURA 20. Gráfica de regresión simple de peso específico respecto del tiempo en semanas, según modelo lineal.

CUADRO 28. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del peso específico respecto del tiempo en semanas, según modelo lineal.

Ecuación modelo lineal	$Y = a + b \times X$
Ecuación obtenida	Peso específico= 1,4390 - 0,0004791 x Tiempo
Valor R^2	59,889 %

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0=0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre el Peso específico y Tiempo a un nivel de confianza de 99%; la variable tiempo influye significativamente sobre el peso específico.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 59,889% de la variabilidad del Peso específico. El coeficiente de correlación es $-0,7739$, e indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del peso específico se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C .; se puede ver que el peso específico disminuye su valor a lo largo del tiempo, con una tasa de disminución de $0,0004791$ por semana (pendiente de la recta).

4.4.4 Seguimiento del porcentaje de humedad. En este caso se escogió el modelo Reciprocal-Y, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 21 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 29 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

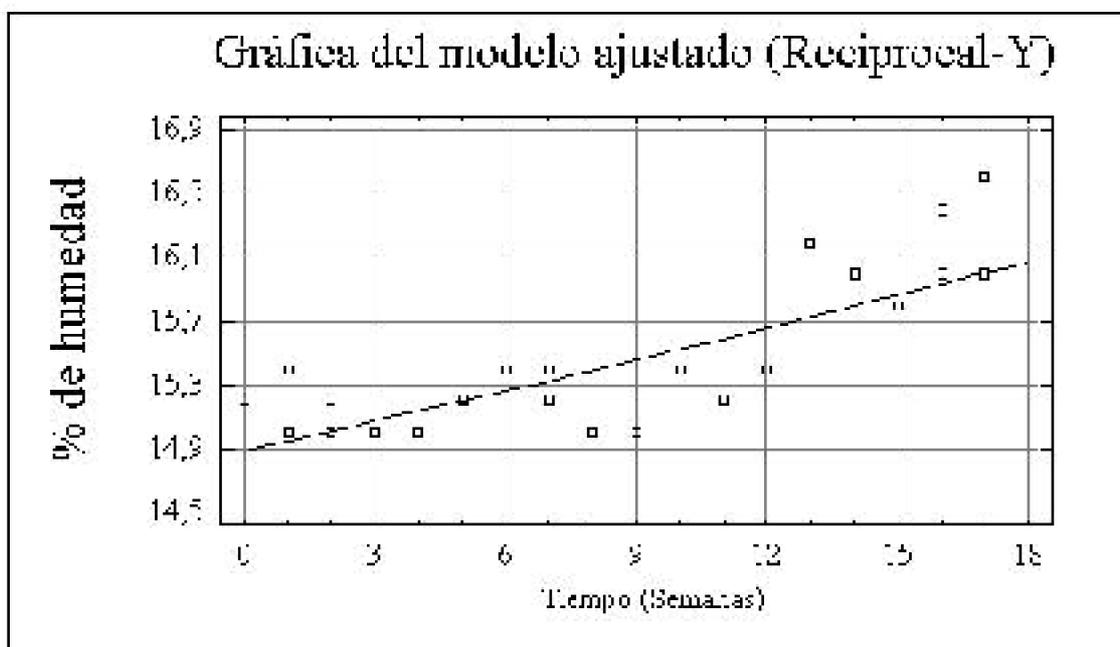


FIGURA 21. Gráfica de regresión simple de porcentaje de humedad respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

CUADRO 29. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del porcentaje de humedad respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

Ecuación modelo Reciprocal-Y	$Y = 1 / (a + b \times X)$
Ecuación obtenida	% de humedad = $1 / (0,06717 - 0,0002761 \times \text{Tiempo})$
Valor R^2	60,1458

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0=0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre el % de humedad y Tiempo a un nivel de confianza de 99% ; la variable tiempo influye significativamente sobre el porcentaje de

humedad.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 60,1458% de la variabilidad del % de humedad después de linealizar los datos. El coeficiente de correlación es -0,7755, e indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del porcentaje de humedad se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C.; se puede ver que el porcentaje de humedad aumenta a lo largo del tiempo, con una tasa de crecimiento aproximada de 0,061% por semana. Esto implica que hipotéticamente, si se mantienen un almacenamiento muy prolongado se podría llegar a sobrepasar la barrera del 18% establecido por norma (ANEXO 17.1). A la luz de los resultados se puede señalar que es fundamental el porcentaje de humedad inicial de la miel usada y del producto recién elaborado ya que si se asegura una humedad inicial baja, se podrá mantener al producto durante un buen tiempo con valores de humedad que eviten riesgo de fermentación (CORNEJO, 1993).

Si se considera válida para este producto la Norma Chilena (ANEXO 17.1), se cumple con un contenido de humedad menor a 18%, ya que el producto nunca sobrepasa este valor.

Según JERIA (2001), al almacenar mieles en tambores durante 6 meses a 10 – 20°C, no se presentaron variaciones estadísticamente significativas en el contenido de humedad, aunque si se constató un pequeño aumento.

El aumento que se aprecia en el contenido de humedad se puede deber a la higroscopicidad mencionada por CORNEJO (1993), ayudado esto por el hecho de que cada semana se abría el mismo recipiente para sacar una muestra.

4.4.5 Seguimiento del pH. En este caso se escogió el modelo Reciprocal-Y, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 22 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 30 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

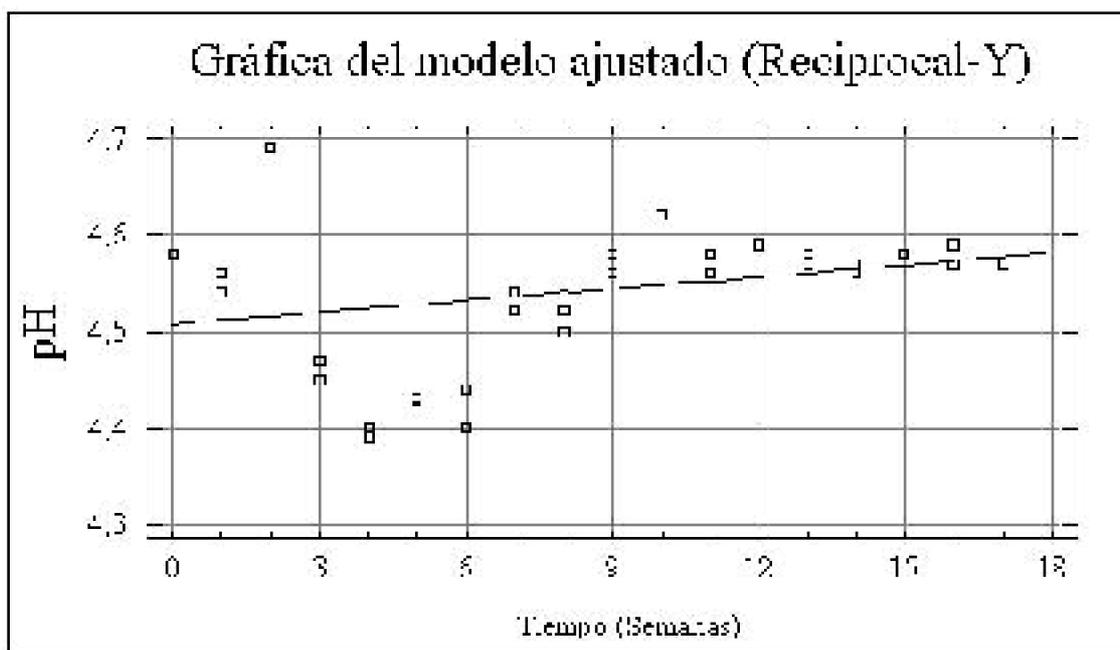


FIGURA 22. Gráfica de regresión simple del pH respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

CUADRO 30. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del pH respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

Ecuación modelo Reciprocal-Y	$Y = 1/(a + b \times X)$
Ecuación obtenida	$\text{pH} = 1/(0,2219 - 0,0002 \times \text{Tiempo})$
Valor R^2	8,303 %

P-valor de la ANDEVA es mayor a 0.05 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que no existe una relación estadísticamente significativa entre el pH y Tiempo a un nivel de confianza de 95% o mayor; la variable tiempo no influye significativamente sobre el pH.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 8,303% de la variabilidad del pH después de linealizar los datos. El coeficiente de correlación es -0,2881, e indica una relación relativamente débil entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del pH no se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C.; se puede ver que el pH tiende a permanecer más bien constante a lo largo del tiempo, alrededor del valor 4,52.

Los valores obtenidos de pH se encuentran dentro de los indicados en la literatura que varían entre 3,2 y 5,5 (CRANE, 1990; MOLINA, 1990).

Según JERIA (2001) al almacenar miel en tambores a 10 – 20°C el pH no presenta diferencias estadísticamente significativas a lo largo del tiempo (6 meses de almacenamiento), lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos. En otros estudios realizados se almacenaron muestras de miel en un lugar oscuro a una temperatura entre 15 y 22°C por 1 año y se mantuvieron los valores de pH iniciales sin mayores variaciones

(Consentido y Tuberoso citado por JERIA, 2001).

Por otra parte White citado por JERIA (2001) menciona que al existir un periodo de almacenamiento de la miel, el pH disminuye durante este periodo, debido al aumento de la acidez.

4.4.6 Seguimiento del HMF. En este caso se escogió el modelo Square root-X, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 23 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 31 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

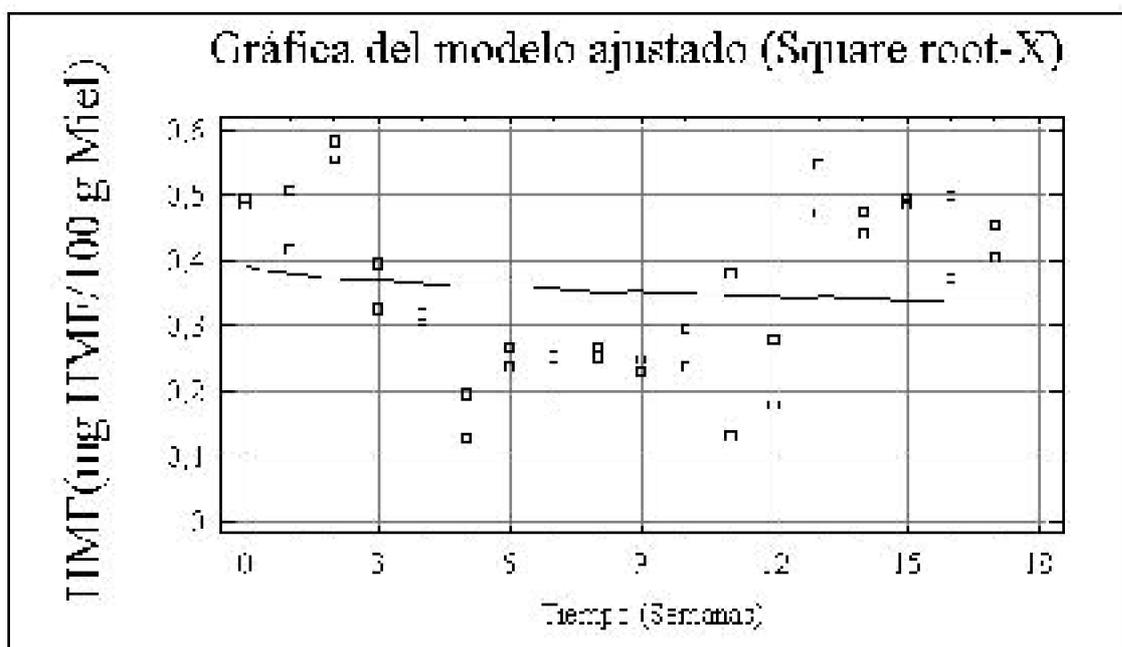


FIGURA 23. Gráfica de regresión simple del HMF respecto del tiempo en semanas, según modelo Square root-X.

CUADRO 31. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del HMF respecto del tiempo en semanas, según modelo Square root-X.

Ecuación modelo Square root-X	$Y = a + b \times \sqrt{X}$
Ecuación obtenida	HMF (mg HMF/100 g de miel) = $0,3928 - 0,01361x \sqrt{\text{Tiempo}}$
Valor R^2	1,3666 %

P-valor de la ANDEVA es mayor a 0.10 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que no existe una relación estadísticamente significativa entre el HMF y Tiempo a un nivel de confianza de 90% o mayor; la variable tiempo no influye significativamente sobre el HMF.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 1,3666% de la variabilidad

de HMF. El coeficiente de correlación es $-0,1169$, e indica una relación relativamente débil entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del contenido de HMF no se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C .; se puede ver que, a lo largo del tiempo, el contenido de HMF si presenta fluctuaciones entre los valores $0,6$ y $0,1$ mg/100 g de miel, pero estas fluctuaciones no presentan una tendencia clara más que a la de permanecer constante alrededor del valor $0,35$ mg/100 g de miel. Esto queda corroborado por la gráfica obtenida, la cual presenta una línea de tendencia que tiende a la horizontalidad.

Según WHITE (1994), el contenido de HMF se ve incrementado debido al tiempo de almacenamiento, al efecto de la temperatura ambiente y al pH. Resultado similar obtuvo JERIA (2001), el cual constató un aumento claro del contenido de HMF a lo largo de un periodo de almacenamiento. En este caso se aprecia que el contenido de HMF no sufre variaciones estadísticamente significativas debido al tiempo de almacenamiento, con valores muy por debajo del límite máximo establecido por la Norma Chilena (ANEXO 17.1), que indica 40 mg/kg.

4.4.7 Seguimiento de la acidez, expresada en porcentaje de ácido fórmico. En este caso se escogió el modelo Square root-Y, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 24 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 32 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

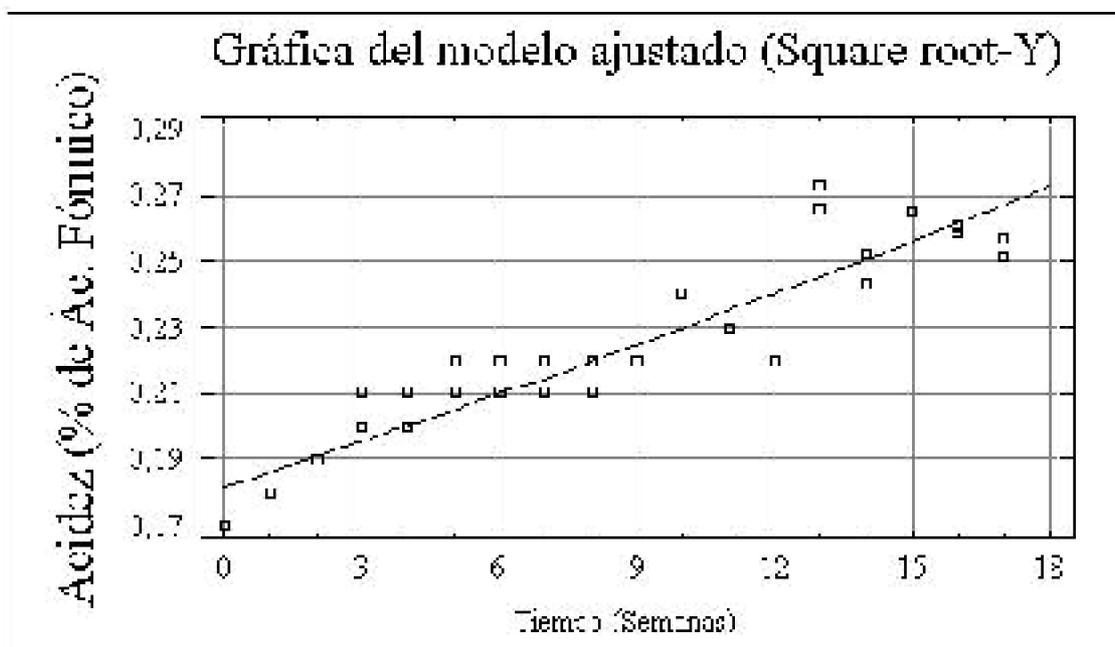


FIGURA 24. Gráfica de regresión simple de la acidez (% de Ác. Fórmico) respecto del tiempo en semanas, según modelo Square root-Y.

CUADRO 32. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento de la acidez (% de Ác. Fórmico)

respecto del tiempo en semanas, según modelo Square root-Y.

Ecuación modelo Square root-Y	$Y = (a + b \times X)^2$
Ecuación obtenida	Acidez (% de Ác. Fórmico) = $(0,4262 + 0,005326 \times \text{Tiempo})^2$
Valor R²	86,2076 %

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre la Acidez (expresada como % de Ácido Fórmico) y Tiempo a un nivel de confianza de 99%; la variable tiempo influye significativamente sobre la acidez.

El estadístico R² indica que el modelo puede explicar el 86,2076% de la variabilidad de la Acidez después de linealizar los datos. El coeficiente de correlación es 0,9285, e indica una relación relativamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación de la acidez fórmica se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C.; se puede ver que la acidez aumenta a lo largo del tiempo, con una tasa de crecimiento aproximada de 0,005 unidades por semana.

Si se considera válida para este producto la Norma Chilena (ANEXO 17.1), no se cumple con el valor de acidez máxima de 0,2% (calculada como ácido fórmico) ya que, según el modelo, aproximadamente a la semana 5 se sobrepasa el límite, para luego seguir aumentando en el tiempo. Para tratar de cumplir con la norma por un tiempo de almacenamiento más prolongado se podría usar una miel con menos acidez inicial, así, al aumentar la acidez, esta tardaría más en sobrepasar el límite establecido.

Según White citado por JERIA (2001), al existir un periodo de almacenamiento la acidez aumenta, esto concuerda con los resultados obtenidos, en donde la acidez aumenta claramente a lo largo del tiempo. Según el mismo autor, acompañando al aumento de acidez debería constatar una baja en el pH, cosa que no sucede en este estudio.

4.4.8 Seguimiento de la actividad de agua. En este caso se escogió el modelo Reciprocal-Y, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R² ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 25 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 33 se muestran la ecuación de regresión y el valor R² obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

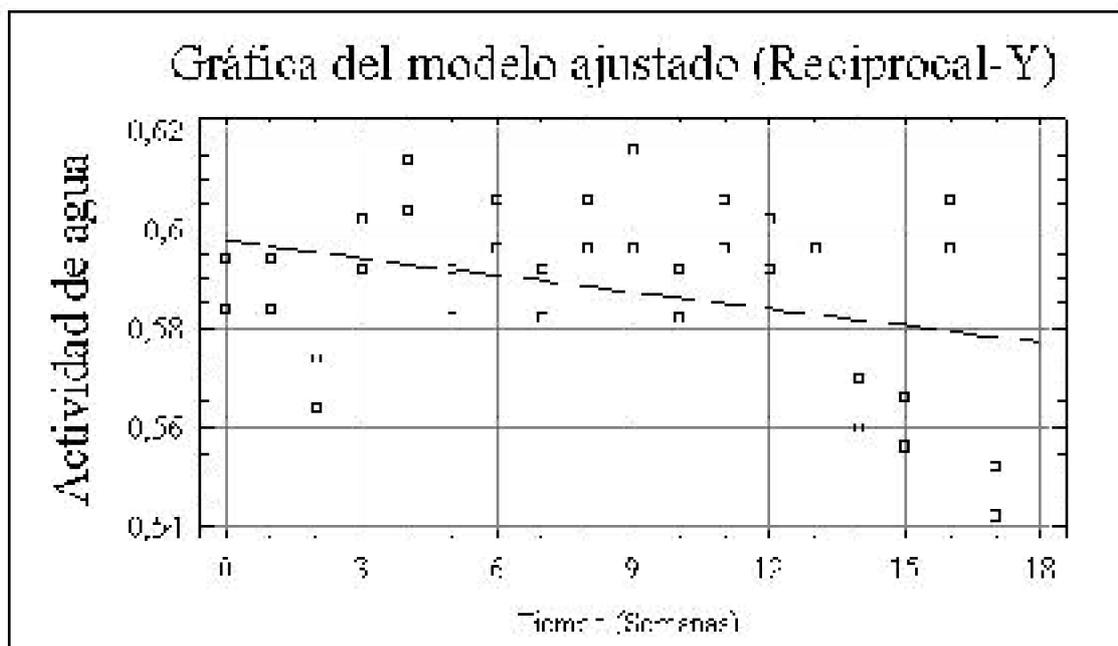


FIGURA 25. Gráfica de regresión simple de la actividad de agua respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

CUADRO 33. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento de la actividad de agua respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

Ecuación modelo Reciprocal-Y	$Y = 1/(a + b \times X)$
Ecuación obtenida	Actividad de agua = $1/(1,6733 + 0,003288 \times \text{Tiempo})$
Valor R^2	10,8247 %

P-valor de la ANDEVA es mayor a 0.05 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que no existe una relación estadísticamente significativa entre la Actividad de agua y Tiempo a un nivel de confianza de 95% o mayor; la variable tiempo no influye significativamente sobre la actividad de agua.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 10,8247% de la variabilidad de la Actividad de agua después de linealizar los datos. El coeficiente de correlación es 0,3290, e indica una relación relativamente débil entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación de la actividad de agua no se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C. Se puede ver que si bien existen variaciones en los valores de actividad de agua entre las distintas semanas, que originan una pequeña tendencia a la baja (gráfico), esta no es clara ni comprobable con los cálculos hechos.

Los valores obtenidos de actividad de agua se encuentran por debajo de 0,75, que es el valor indicado por BELITZ y GROSCH (1987), para el producto miel. Otros autores indican que la miel es un producto con una actividad de agua inferior a 0,6, lo que se aproxima más a los resultados obtenidos (GEOCITIES⁴, 2001).

Según Banwart (1981), Sperber (1983), Beuchart (1983), citados por BOURGEOIS et

al (1994), a los niveles obtenidos de actividad de agua no se desarrolla ningún microorganismo que pueda contaminar al producto.

4.4.9 Seguimiento del color según sistema xyz - C.I.E. Valor X. En este caso se escogió el modelo Reciprocal-Y, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 26 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 34 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

⁴ [http:// www.geocities.com/ohcop/adobleve.html](http://www.geocities.com/ohcop/adobleve.html) (19 Mayo 1999)

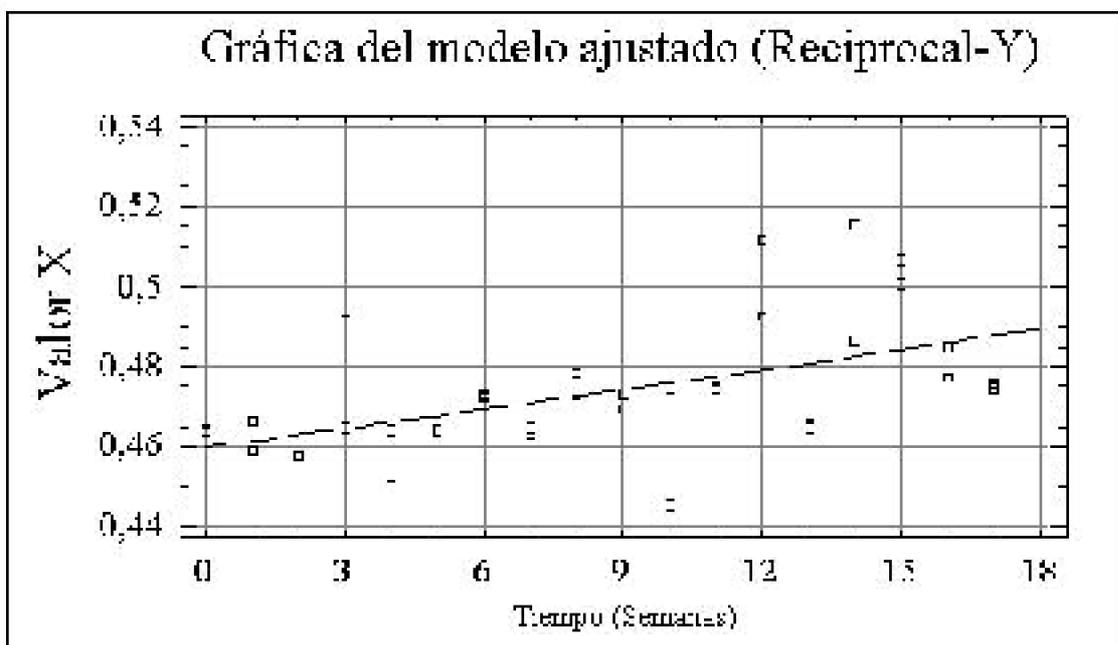


FIGURA 26. Gráfica de regresión simple del valor X respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

CUADRO 34. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento del valor X respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

Ecuación modelo Reciprocal-Y	$Y = 1/(a + b \times X)$
Ecuación obtenida	Valor X = $1/(2,1756 - 0,007356 \times \text{Tiempo})$
Valor R^2	30,5108 %

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre el valor X y Tiempo a un nivel de confianza de 99%; la variable tiempo influye significativamente sobre el valor X.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 30,5108% de la variabilidad del valor X después de linealizar los datos. El coeficiente de correlación es -0,5524, e indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del valor X se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C. De acuerdo con los resultados se tiene que el valor X aumenta levemente a lo largo del tiempo sin que esto conlleve un cambio en el color del producto, ya que al usar cada dato pronosticado en conjunto con su contraparte de valor Y (iguales tiempos) siempre resulta el mismo color (“Naranja Rosa”).

4.4.10 Seguimiento del color según sistema xyz - C.I.E. Valor Y. En este caso se escogió el modelo Reciprocal-Y, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R² ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 27 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 35 se muestran la ecuación de regresión y el valor R² obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

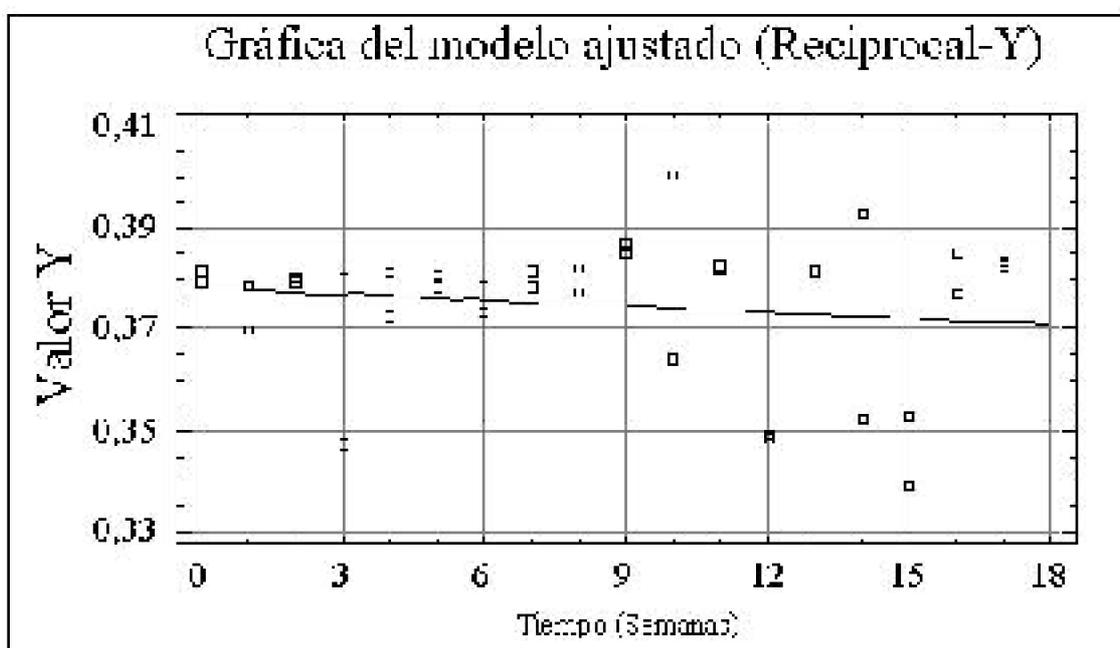


FIGURA 27. Gráfica de regresión simple del valor Y respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

CUADRO 35. Ecuación de regresión y valor R² obtenidos del seguimiento del valor Y respecto del tiempo en semanas, según modelo Reciprocal-Y.

Ecuación modelo Reciprocal-Y	$Y = 1/(a + b \times X)$
Ecuación obtenida	Valor Y = 1/(2,6444 + 0,002909 x Tiempo)
Valor R²	2,2415 %

P-valor de la ANDEVA es mayor a 0.10 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que no existe una relación estadísticamente significativa entre el valor Y y Tiempo a un nivel de confianza de 90% o mayor; la variable tiempo no influye significativamente sobre el valor Y.

El estadístico R² indica que el modelo puede explicar el 2,2415% de la variabilidad

del valor Y después de linealizar los datos. El coeficiente de correlación es 0,1497, e indica una relación relativamente débil entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación del valor Y no se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C.; se puede ver que el valor Y tiende a permanecer constante alrededor del valor 0,375 (gráfica tiende a la horizontalidad).

Si se consideran los valores X e Y tenemos que el producto tiene color “Naranja Rosa” según el espacio de color en el Sistema C.I.E. esto porque aunque se puede considerar que el valor X varía de una manera estadísticamente significativa con el tiempo de almacenamiento, el producto entre el valor X e Y siempre es el mismo, color “Naranja Rosa”.

Según JERIA (2001) el color de la miel no se ve modificado significativamente tras un almacenamiento de 6 meses, lo que concuerda con los resultados obtenidos.

Según otros autores como CRANE (1990) y MOLINA (1990), la miel tiende a oscurecerse durante el almacenamiento, cosa que no alcanza a constatarse en el periodo de estudio.

4.4.11 Seguimiento de la acidez de los aceites como porcentaje de ácido oleico (g ác. Oleico / 100 g de aceite). En este caso se escogió el modelo Square root-X, ya que tiene un coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) mayor en comparación con otros modelos probados, es decir, los datos se ajustan mejor a este modelo que a otro. En la FIGURA 28 se muestra la gráfica obtenida según el modelo elegido, mientras que en el CUADRO 36 se muestran la ecuación de regresión y el valor R^2 obtenidos. En el ANEXO 12 se muestran los análisis estadísticos.

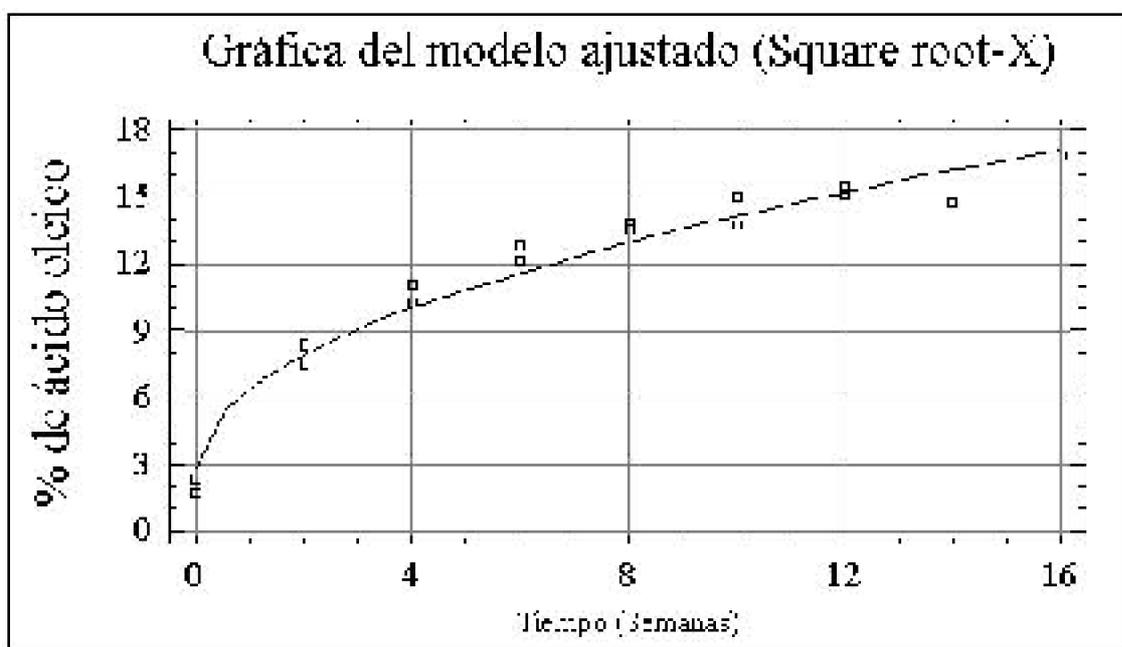


FIGURA 28. Gráfica de regresión simple de la acidez de los aceites como % de ácido oleico (g ác. Oleico / 100 g de aceite) respecto del tiempo en semanas, según modelo Square root-X.

CUADRO 36. Ecuación de regresión y valor R^2 obtenidos del seguimiento de la acidez de los aceites como % de ácido oleico (g ác. Oleico / 100 g de aceite) respecto del tiempo en semanas, según modelo Square root-X.

Ecuación modelo Square root-X	$Y = a + b \times \sqrt{X}$
Ecuación obtenida	Acidez de aceites (% de Ác. Oleico) = $2,8823 + 3,5618x$ $\sqrt{\text{Tiempo}}$
Valor R^2	96,6762 %

P-valor de la ANDEVA es menor a 0.01 ($H_0: \beta_0 = 0$ v/s $H_1: \beta_0 \neq 0$), por lo que existe una relación estadísticamente significativa entre la acidez oleica y Tiempo a un nivel de confianza de 99%; la variable tiempo influye significativamente sobre la acidez de aceites.

El estadístico R^2 indica que el modelo puede explicar el 96,6762% de la variabilidad de la acidez oleica. El coeficiente de correlación es -0,9832, e indica una relación relativamente fuerte entre las variables.

Al observar la gráfica y los resultados numéricos obtenidos se puede decir que la variación de la acidez de aceites se ve significativamente influenciada por el tiempo de almacenamiento a 20°C y que la dispersión de los datos es muy baja respecto del modelo escogido, por lo que el modelo se ajusta claramente a los datos recolectados; se puede ver además que la acidez de aceites aumenta a lo largo del tiempo, siendo este aumento mayor entre la semana 0 y 4, para luego aumentar de manera cada vez más lenta. Este aumento en los valores de la acidez estarían denotando una sostenida liberación de ácidos grasos libres (lipólisis), influenciada posiblemente por la humedad del medio, temperatura de almacenamiento, presencia de enzimas, catalizadores, etc. (FENNEMA, 1992).

De acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos (1994), para aceites refinados comestibles, el valor máximo permitido es 0,25%, por lo que si se aplica esta norma al aceite extraído (no refinado), tenemos que sobrepasa por mucho la normativa, llegando a niveles cercanos al 17% en la semana 16. Sin embargo este dato es solo referencial ya que el aceite analizado no corresponde a un aceite puro, sino a un aceite que se encuentra formando parte de otro alimento; si se transforma el valor obtenido a porcentaje respecto del producto completo, se tiene que el valor máximo alcanzado se encuentra solo cerca del 0,3% (23,1% de aceite en las avellanas tostadas según CUADRO 17; 8% de avellanas tostadas en el producto y 17% de acidez en el aceite según FIGURA 28).

4.4.12 Seguimiento del índice de peróxidos. A lo largo del tiempo de almacenamiento a 20°C (17 semanas) no se constata presencia de peróxidos, por lo que este parámetro no resiste ningún análisis estadístico. De acuerdo con estos resultados se puede decir que probablemente los bajos niveles de oxidación que se constatan (no percibidos por el análisis desarrollado) se deberían principalmente a la baja presencia de oxígeno en el producto (burbujas), a la baja superficie libre (área expuesta al aire), y a los valores intermedios de actividad de agua del producto (0,58 aprox.) que reducirían la

actividad de los catalizadores metálicos y/o impediría el acceso del oxígeno al alimento (FENNEMA, 1992).

En el ANEXO 13 se muestra una tabla resumen de la relación entre las variables consideradas (parámetro y tiempo de almacenamiento) según el análisis estadístico descrito.

4.5 Evaluación sensorial de la mezcla de miel crema y avellana, seguimiento en el tiempo

Cada dos semanas se evaluó sensorialmente al producto mantenido a 20°C, comparando cada muestra con un control que corresponde al tiempo cero. El ensayo consta de la muestra a tiempo X y una muestra que corresponde al tiempo cero; junto con estas dos muestras (las cuales están codificadas al azar) se sirve un control que corresponde al tiempo cero (identificado como tal). Los jueces evalúan cada muestra comparándolas con el control, indicando la magnitud de diferencia respecto a atributos determinados. Luego se hace un análisis estadístico de los datos recolectados. En el CUADRO 37 se muestra un resumen de los análisis estadísticos de la evaluación. En el ANEXO 15 se muestran dos ejemplos de análisis estadísticos (en cada caso se evalúan las varianzas según F-test). En el ANEXO 16 se muestran los datos originales de la evaluación sensorial.

CUADRO 37. Resumen de resultados de evaluación sensorial a lo largo del tiempo.

Parámetro	Tiempo (semana)							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Untabilidad	a	a	a	a	a	a	a	a
Apariencia (relación miel granos)	a	a	a	a	a	b	a	a
Color	b	a	b	a	b	a	a	a
Textura bucal	a	a	a	a	a	a	a	a
Sabor (mezcla de olor, aroma y gusto)	a	a	a	b	a	a	a	a
Apreciación general	a	a	a	a	a	a	a	a

a = indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la muestra y el control (tiempo cero). b= indica que si existe diferencia estadísticamente significativa entre la muestra y el control (tiempo cero).

4.5.1 Untabilidad. De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que la untabilidad no sufre una variación estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero, a lo largo de 16 semanas de almacenamiento.

4.5.2 Apariencia (relación miel granos). De acuerdo a los análisis estadísticos el panel solo detecta diferencia con el tiempo cero en la semana 12, razón por la cual no se puede indicar que luego de un cierto tiempo de almacenamiento la apariencia del

producto cambia sensiblemente.

4.5.3 Color. De acuerdo a los análisis estadísticos el panel solo detecta diferencia con el tiempo cero en las semanas 2, 6 y 10, razón por la cual no se puede indicar que el color del producto cambie efectivamente por causa del tiempo de almacenamiento

4.5.4 Textura bucal. De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que la textura bucal no sufre una variación estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero, a lo largo de 16 semanas de almacenamiento.

4.5.5 Sabor (mezcla de olor, aroma y gusto). De acuerdo a los análisis estadísticos el panel solo detecta diferencia con el tiempo cero en la semana 8, razón por la cual no se puede indicar que luego de un cierto tiempo de almacenamiento el sabor del producto cambia sensiblemente.

4.5.6 Apreciación general. De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que la apreciación general no sufre una variación estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero, a lo largo de 16 semanas de almacenamiento.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la respuesta sensorial optimizada, la relación de miel y avellana en el nuevo producto fue de 92% de miel crema y 8% de avellana tostada y molida, respectivamente.

El producto es más rico en proteínas y lípidos respecto a la miel pura, debido al aporte de las avellanas.

El producto presenta buena estabilidad según parámetros físicos y químicos, presentando pequeñas o nulas variaciones debido al tiempo de almacenamiento considerado en la evaluación, siendo las únicas excepciones la acidez fórmica y la acidez oleica, las cuales presentan una relación fuerte entre sus valores y el tiempo de almacenamiento, además de variar considerablemente a lo largo de éste.

Los atributos sensoriales evaluados a lo largo del tiempo demuestran que el producto es estable.

El riesgo de contaminación microbiana es mínimo debido a los valores de a_w ($<0,6$).

Se puede elaborar, de manera sencilla, un producto novedoso, a base de miel de abeja y avellana chilena, que ayudaría a diversificar el consumo de miel.

6. RESUMEN

El objetivo es desarrollar una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol), para el consumo humano, la cual deberá tener una buena aceptación organoléptica.

La hipótesis de trabajo es que se puede obtener una mezcla de miel y avellana chilena para consumo humano.

Como objetivos específicos se tienen, **(a)** la búsqueda de una proporción ideal de miel y avellana, que maximice la respuesta de aceptación sensorial de los consumidores; **(b)** estimación de la estabilidad del producto final (funcionalidad comercial); **(c)** caracterización físico – química del nuevo producto.

Se obtiene una mezcla de 92% de miel cremada y 8% de avellana tostada y molida. Esta relación es la que mejor optimiza los atributos sensoriales medidos.

De acuerdo a los atributos sensoriales y a los parámetros físicos y químicos evaluados, el producto es estable almacenado durante 17 semanas a 20°C. Teniendo este producto, desde un punto de vista físico y químico, características especiales respecto a la miel pura (proteínas y aceites).

SUMMARY

The objective is develop a mixture of bee's “cream honey” (*Apis mellifera*) with Chilean hazelnut (*Gevuina avellana* Mol), for human consumption, which it will must to have a good organoleptic acceptance.

The job hypothesis is the it be able to obtain a honey and Chilean hazelnut mixture for human consumption.

How specifics objectivesit have, **(a)** the search of honey and hazelnut ideal proportion , then it maxim the consumer's response of sensory acceptance; **(b)**estimate of the end product stability (shelf – stability); **(c)** new product characterization the (physical – chemical aspects).

It obtain a mixture of 92% of cream honey and 8% of toast and grinded hazelnut. This relation is the best optimize sensory attributes measured.

In accordance to sensory attributes and physical – chemical parameter assessed, the product is stable stored for 17 weeks to 20°C; havening this product, for a point of view physical and chemical, specials characteristics about cigar honey (proteins and oils).

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Official Methods of Analysis, Arlington, USA. 1141 p.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMIST. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th Ed. Arlington Virginia, USA, Volumen I y II, Cap. 3 y 44.0
- BELITZ, H., GROSCH, W. 1987. Food Chemistry. Translation from the second German Edition. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo. 774p.
- BIANCHI, E. 1990. Control de calidad de la miel y cera. Centro de Investigaciones Apícolas. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 69p.
- BOETTCHER, J. 1998. Caracterización físico – química y botánica de miel de abejas (*Apis mellifera L*) de la zona de Chiloé. Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 146p.
- BOGDANOV, S. 1987. Honigkristallisation und Honigqualität. Schweizerische Bienen – Zeitung. 3: 84 – 92.
- BOURGEOIS, C., MESCLE, J., ZUCCA, J. 1994. Microbiología alimentaria, 1) Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria. Acribia, S.A. 437p.
- CACERES, O.; ANRIQUE, R; VOULLIEME, S. y MENDEZ, C. 1982. Utilización del fruto de avellano (*Gevuina avellana Mol*) en alimentación de pollas cornish de 0 a 30 días de edad. SIMIENTE 52(3-4):161.

- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1968. Norma chilena. Miel de abejas. Clasificación y registros generales. Instituto Nacional de Normalización. Santiago. Chile.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 1997. Reglamento sanitario de los alimentos. Diario oficial N° 35764. Párrafo IV de la miel. Art 393.32p.
- COCHRAN, W. y SNEDECOR, G. 1971. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental, S. A., México. 703 p.
- CORNEJO, L. 1988. Miel de abejas: Algunas consideraciones sobre su composición y cualidades. En: Neira, M. y Seemann, P. Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. pp. 163-171.
- CORNEJO L. G, 1989. Tecnología de miel. En: Neira y Seemann (Eds.) Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. pp. 153.
- CORNEJO y LEVERATTO. 1992. Análisis sensorial y la calidad de las mieles. Industria Apícola. 10 (2): 14 – 18.
- CORNEJO, L. 1993. Apicultura Práctica en América Latina. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Roma, Italia. 167p.
- CORNEJO, L. 1994. Procesado de la miel de abeja. Los cuidados que hay que tener presente para conservar la calidad. En: Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ciencias Agrarias. IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola. Olmué, Chile. pp. 15 – 18.
- CRANE, E. 1975. Honey: a comprehensive survey. Heinemann. London, England. 608p.
- CRANE, E. 1990. Bees and beekeeping: science, practice and world resources. Cornell University Press. Ithaca, New York. 614p.
- DADANT, A. 1979. La colmena y la abeja melífera. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 936p.
- DONOSO, C. 1978. Antecedentes sobre producción de avellanas. Bosque 2(2): 105-109.
- DONOSO, C. 1983. Árboles nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Alborada CONAF. Valdivia, Chile. 115p.
- FENNEMA, O. 1992. Química de los Alimentos. Acribia, S. A., Zaragoza, España. 1095p.
- FERNANDEZ, T. 2001. Elaboración de miel crema mediante dos métodos alternativos. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias agrarias. 128p.
- FISHER, C. y SCOTT, T. 2000. Flavores de los Alimentos, biología y química. Acribia, S. A., Zaragoza, España. 212p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / HEALTH WORLD ORGANIZATION (FAO/WHO). 1992. Codex Alimentarius. Texto abreviado. Roma, Italia. 459p.
- FRIAS, I., HARDISSON, A. y CORRALES, J. 1994. Color y contenido mineral en mieles

- de consumo frecuente en Santa Cruz de Tenerife. *Alimentación*. 55: 93 – 98.
- GARCÍA, A., SOTO, D., ROMO, C. 1986. La miel de abejas: composición química, propiedades y usos industriales. *Revista chilena de Nutrición*. 3: 183-191.
- GÓMEZ, A. 1995. El color de la miel. *Vida Apícola*. 73: 20 – 25.
- GÓMEZ, A. 1996 a. Análisis sensorial de mieles: influencia de la composición y el procesado. *Vida Apícola*. 80: 15-20.
- GÓMEZ, A. 1996 b. Conductividad eléctrica, acidez y tixotropía. *Vida Apícola*. 77(3): 48-52.
- GÓMEZ, A. 1997. Análisis sensorial de mieles: Cristalización y proceso de cata. *Vida Apícola*. 81: 18 – 21.
- GONZALVEZ, F. 1990. Agroindustria de la miel. Aspectos técnicos. En: IICA. Seminario técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago, Chile. pp. 5 – 11.
- HALLOY, S.; GRAU, A. Y MCKENZIE, B. 1996. Gevuina nut (Gevuina avellana, Proteaceae), a cool climate alternative to macadamia. *Economic botany* 50(2): 224-235.
- HEUSSER, C. 1971. Pollen and spores of Chile. Modern types of the pterodophita, gymnospermae and angiospermae. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 167p.
- HOFFMANN, A. 1978. Flora silvestre de Chile. Zona central. 3º Ed. Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 253p.
- HOFFMANN, A. 1982. Flora silvestre. Zona araucana. Árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Ediciones Claudio Gay. Santiago, Chile. 257p.
- HOFFMANN, A. 1991. Flora silvestre de Chile: zona araucana. 2ª ed. Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 258p.
- HU, R. 1999. Food Product Design, a Computer –Aided Statistical Approach. Technomic Publishing Co, Lancaster, Pennsylvania 17604, USA. 225p.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. (IICA). 1990. Seminario técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. Santiago, Chile. 87p.
- JEAN – PROST, P. 1995. Apicultura: Conocimiento de la abeja – manejo de la colmena. Mundi – Prensa. Madrid, España. 551p.
- JERIA, C. 2001. Características de calidad de la miel de exportación en condiciones reales de almacenamiento y reproducidas de transporte. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- KEARNS, C. E INOUYE, D. 1993. Techniques for pollination biologists. University Press of Colorado. USA. 583p.
- LARMOND, E. 1997. Método de Laboratorio para Evaluación sensorial de Alimentos. Food Research Institute. Canada. 80p.
- LOBOS, W. 1987. Avellano chileno. Investigación y progreso agrícola, *Carillanca* 6(2): 12-14.

- MARTICORENA, C y QUEZADA, M. 1985. Taxonomía botánica. *Gayana Botánica*. 6 (42): 1 – 2.
- MEDEL, F. Y MEDEL, R. 2000. *Gevuina avellana* Mol: Características y mejoramiento genético de un frutal de nuez nativo para el mercado internacional. *Revista frutícola* 21(2):37-46.
- MOLINA, L. 1988. Análisis de calidad de miel. En: Neira, M y Seeman, P. *Tecnología de la producción apícola*. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia Chile. pp. 124 – 144.
- MOLINA, L. 1989. Análisis de calidad de miel. *Alimentos*. 14(4): 55-60.
- MOLINA, L. 1990. Control de calidad de la miel de exportación. En: II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. pp. 41 – 52.
- MOLINA, L. 2002. Laboratorio curso ITCL 243, Análisis de Alimentos I. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Valdivia Chile. pp. 52 – 56.
- MONTGOMERY, D. 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 589p.
- PERIS, J. 1990. La calidad de los productos apícolas. Medidas para su protección. En: IICA. Seminario técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago, Chile. pp. 11 – 27.
- PIRO, R., CAPOLONGO, F., BAGGIO, A. y MUTINELLI, F. 1996. Cinética de formación del HMF y degradación de las enzimas de la miel. *Vida Apícola*. 80: 44 – 48.
- PRIOR, M. 1989. La miel en la alimentación humana. *Divulgación Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España* 7: 1 – 20.
- ROOT, A. 1976. ABC y XYZ de la apicultura. *Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas*. Librería Hachette. Buenos Aires, Argentina. 670p.
- SANZ, S. GRADILLAS, G. JIMENO, F. PEREZ, C. y JUAN, T. 1995. Fermentation problem in spanish north – coast Money. *Journal of Food Protection*. 58 (5): 515 – 518.
- SAVAGE, G. 2000. *The nutritive value and composition of nuts commonly eaten by humans*. Lincoln University. Canterbury, New Zealand.
- SERRA, J. 1989. Estudio de la validez de los índices que predicen la cristalización de la miel. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. 29 (1): 47 – 62.
- VILLAGRAN, C. 1980. *Vegetationsgeschichtliche und Pflanzensoziologische Untersuchungen in Vicente Perez Rosales National Park*. Chile. Ed. J. Cramer. 165p.
- VILLARROEL, M.; BIOLLEY, E.; SCHNEELEGER, R.; BALLESTER, D. y RAMIREZ, S. 1987. Aminoacid composition of Chilean Hazelnuts. *Food Chemistry* 25: 155-158.
- VISCARRA, R. 1996. Comportamiento de insectos asociados a las flores de frambueso (*Rubus ideaus* L) en relación a su actividad como agentes bióticos de polinización. Tesis Lic. Cs. Biológicas. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias. 115p.
- VOULLIEME, A. 1982. Posibilidades industriales del fruto de avellano chileno (*Gevuina*

avellana Mol). *Simiente* 52(3-4):161.

WHITE, J. 1994. The role of H.M.F. and assays in Honey quality evaluation. *Bee World*. 75: 104 – 117.

ANEXOS

ANEXO 1. Equipos utilizados para análisis físicos y químicos de miel, avellana y miel con avellana

- Agitador magnético marca Cenco, hecho en Estados Unidos, además con la opción de calentador.
 - Refractómetro, marca Bausch & Comb, hecho en Estados Unidos.
 - Espectrofotómetro UV visible, marca Milton Roy Spectronic 3000 Array.
 - Cubetas de vidrio y de cuarzo de 1 cm de paso de luz.
 - Baño termostático, marca Haake D1, con temperatura regulable hasta 100°C.
 - Baño María, marca Heraus, temperatura regulable hasta 100°C.
 - pH – metro digital marca Cole Parmer.
 - Horno de mufla, marca Thermolyne, Furnace 48000, reloj control de temperatura hasta 700°C.
 - Balanza analítica, Sartorius, de sensibilidad de décima de mg.
 - Estufa de secado, marca Memert con temperatura regulable hasta 220°C.

- Mezclador Vortex.
- Conductímetro, marca Universidad Austral de Chile, modelo SCTP 101.
- Colorímetro Hunter Dr. Lange GMBH - Berlin, Color – Tester LFM1, Typ – Nr. Hecho en Alemania
- Aparato para medir la actividad de agua. a_w – Value Analyzer, Model 5803. marca G. Lufft Mess – Und.

ANEXO 2. Materiales utilizados para análisis físicos y químicos de miel, avellana y miel con avellana

- Cloruro de Potasio, solución saturada.
 - Solución de Carrez I.
 - Solución de Carrez II.
 - Etanol 1%, 2%, 5%, 7%, 90%.
 - Hidróxido de sodio (NaOH) 0,01; 0,1 N.
 - Ácido clorhídrico (HCl) 0,05 N.
 - Fenolftaleína Alcohólica (1% en etanol).
 - Soluciones tampón de pH 4 y de pH 7.
 - Solución de bisulfito de sodio 0,2%.
 - Solución de yoduro de potasio.
 - Solución de Almidón 1%.
 - Solución valorada de tiosulfato de sodio 0,05 N.
 - Benceno.
 - Ácido sulfúrico 7,8 N.
 - Agua destilada.
 - Agua desionizada.
 - Glucosa.
 - Solución de sulfato de zinc y ácido acético.
 - Solución de ferricianuro 0,05 N.
 - Crisol de porcelana.
 - Varillas de vidrio.
 - Papel filtro.
 - Vasos precipitados de vidrio de 50 y 100 ml..

-
- Bureta graduada 25 ml.
 - Matraces Erlenmeyer de 250 ml.
 - Matraces aforados 50, 100, 500 y 1000 ml.
 - Pipetas graduadas de 1, 5, 10 ml.
 - Pipetas aforadas de 1, 3, 5, 10 y 20 ml.
 - Tubos de vidrio 70 ml.
 - Espátulas de acero inoxidable.
 - Probeta de 100 ml.
 - Cronómetro digital.
 - Glicerina 87%.
 - Cubetas para espectrofotómetro de 1cm de paso de luz, de vidrio y de cuarzo.

ANEXO 3. Materiales utilizados para la preparación de la miel con avellana

- Taladro con pedestal, marca Bosch, modelo CSB 620 IP, sensor control, 2600 rpm.
- Refrigerador, marca Fensa, regulado a 14°C.
- Estufa Heraeus instruments, type T6030.
- Moulinex, Type D56, “La Moulinette”, hecha en España.
- Paleta de madera.

ANEXO 4. Materiales utilizados para determinación de origen botánico de miel

- Anhídrido acético.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Ácido acético glacial.
- Centrifuga Christ, de 16 tubos, fabricada en Alemania.
- Tubos para centrifuga.
- Agua destilada.
- Hemacitómetro.

- Microscopio óptico resolución 10 x / 20 marca Nikon.
- Pipetas Pasteur.
- Glicerina.

ANEXO 5. Ficha respuesta calificación

Tesis “Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellífera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol), para consumo humano” (Trabajo financiado por Proyecto # 71 Fondo SAG.)

Instrucciones : sírvase evaluar las siguientes muestras de Miel crema con avellanas. Marque con una línea vertical (sobre la línea punteada) el lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

Recuerde que:

9 = Me gusta extremadamente

8 = Me gusta mucho

7 = Me gusta moderadamente

6 = Me gusta levemente

5 = No me gusta ni me disgusta

4 = Me disgusta levemente

3 = Me disgusta moderadamente

2 = Me disgusta mucho

1 = Me disgusta extremadamente

Las muestras a evaluar son :

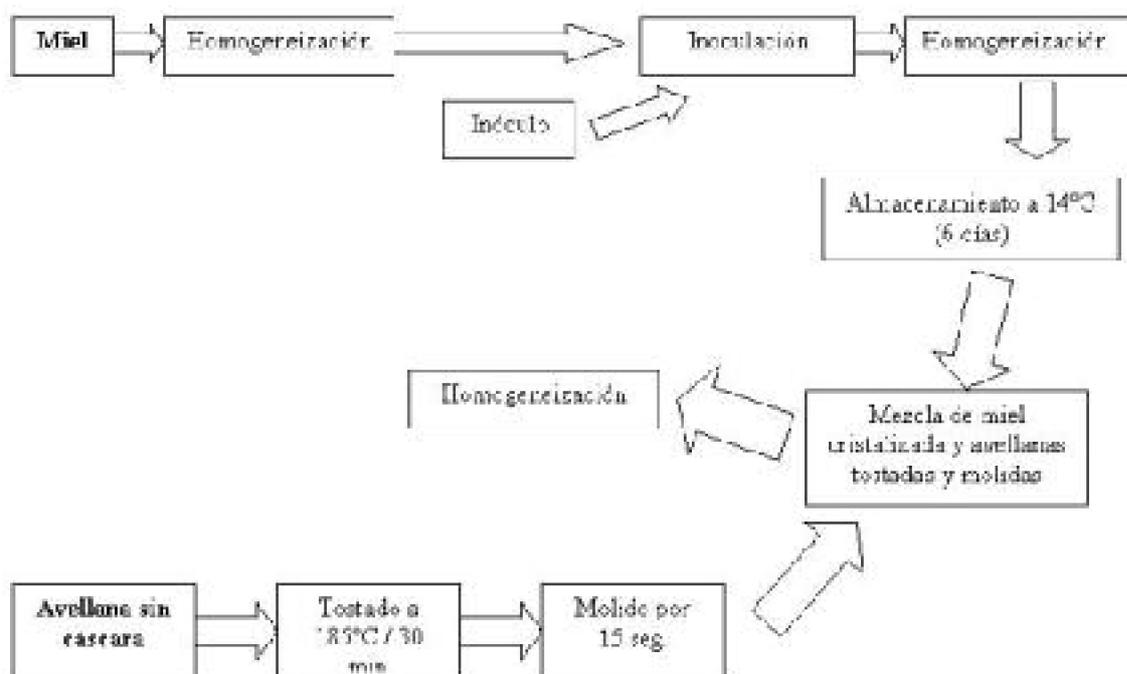
Atributo	1) Muestra _____								
Untabilidad (unte usted mismo con el cuchillo)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia (relación miel/granos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura bucal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flavor (mezcla de aroma y sabor)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apreciación general	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Atributo	2) Muestra _____								
Untabilidad (unte usted mismo con el cuchillo)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia (relación miel/granos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura bucal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flavor (mezcla de aroma y sabor)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apreciación general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo	3) Muestra _____								
Untabilidad (unte usted mismo con el cuchillo)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia (relación miel/granos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura bucal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flavor (mezcla de aroma y sabor)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apreciación general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo	4) Muestra _____								
Untabilidad (unte usted mismo con el cuchillo)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia (relación miel/granos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura bucal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flavor (mezcla de aroma y sabor)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apreciación general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo	5) Muestra _____								
Untabilidad (unte usted mismo con el cuchillo)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia (relación miel/granos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura bucal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flavor (mezcla de aroma y sabor)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apreciación general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo	6) Muestra _____								
Untabilidad (unte usted mismo con el cuchillo)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia (relación miel/granos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura bucal	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flavor (mezcla de aroma y sabor)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apreciación general	1	2	3	4	5	6	7	8	9

¡¡¡ gracias por su participación!!!

ANEXO 6. Esquema del proceso de preparación de la miel crema con avellana



ANEXO 7. Ficha respuesta diferencias

Tesis “Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellífera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol), para consumo humano” (Trabajo financiado por Proyecto # 71 Fondo SAG.)

Instrucciones : sírvase a evaluar las siguientes muestras de Miel crema con avellanas. Compare cada muestra con el control CO e indique la magnitud de diferencia con este último. Incluya comentarios.

Recuerde que:

- 0 = No hay diferencia
 1 = Diferencia ligera
 2 = Diferencia ligera/moderada
 3 = Diferencia moderada
 4 = Diferencia moderada/grande
 5 = Diferencia grande
 6 = Diferencia muy grande

Las muestras a evaluar son :**1) Muestra _____**

Atributo	Calificación	Comentario
Untabilidad (unte usted mismo con la paleta)		
Apariencia (relación miel/granos)		
Color		
Textura bucal		
Flavor (mezcla de aroma y sabor)		Indique presencia de sabores u olores extraños si los existiese
Apreciación general		

2) Muestra _____

Atributo	Calificación	Comentario
Untabilidad (unte usted mismo con la paleta)		
Apariencia (relación miel/granos)		
Color		
Textura bucal		
Flavor (mezcla de aroma y sabor)		Indique presencia de sabores u olores extraños si los existiese
Apreciación general		

!!!Gracias por su participación!!!!

ANEXO 8. Resultados de los análisis físicos y

químicos de la miel utilizada como materia prima

Anexo 8.1. Valores obtenidos de índice de refracción, sólidos totales, peso específico y humedad para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	índ. De refracción	% sól. Totales	Peso esp.	% humedad
1	1,497	84,2	1,4324	15,8
2	1,497	84,2	1,4324	15,8

Muestra miel cristalizada	índ. De refracción	% sól. Totales	Peso esp.	% humedad
1	1,492	82,2	1,4184	17,8
2	1,492	82,2	1,4184	17,8

Anexo 8.2. Valores obtenidos de pH para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	pH	Muestra miel cristalizada	pH
1	4,23	1	4,18
2	4,16	2	4,15

Anexo 8.3. Valores obtenidos de conductividad para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	mS/cm (a 21,5°C)	Muestra miel cristalizada	mS/cm (a 21,5°C)
1	0,546	1	0,392
2	0,543	2	0,395

Anexo 8.4. Valores obtenidos de ceniza para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	% cenizas	Muestra miel cristalizada	% cenizas
1	0,38	1	0,33
2	0,4	2	0,31

Anexo 8.5. Valores obtenidos de actividad de la diastasa para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	promedio I.D. (°Gothe)	Muestra miel cristalizada	I.D. (°Gothe)
1	22,35298°	1	9,5329698
2		2	11,9094752

Anexo 8.6. Valores obtenidos de acidez para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	% Ác.F.	Muestra miel cristalizada	% Ác.F.
1	0,09154	1	0,09062
2	0,09108	2	0,08832

Anexo 8.7. Valores obtenidos de Act. Glucoxidasa para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	Act. Glucoxidasa	Muestra miel cristalizada	Act. Glucoxidasa
1	si existe	1	si existe
2	si existe	2	si existe

Anexo 8.8. Valores obtenidos de HMF para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	mg HMF/100g de miel	Muestra miel cristalizada	mg HMF/100g de miel
1	0,4077	1	1,4258
2	0,5162	2	1,2322

Anexo 8.9. Valores obtenidos de color (método de densidad óptica) para miel líquida y miel cristalizada de inóculo.

Muestra miel líquida	Color	Muestra miel cristalizada	Color
1	ámbar claro	1	ámbar claro
2	ámbar claro	2	ámbar claro

ANEXO 9. Resultados de los análisis físicos y químicos de las avellanas utilizadas como materia

prima

Anexo 9.1. Valores obtenidos en % de humedad y % de materia seca para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% humedad	% M.S.
1	50,62	49,38
2	50,25	49,75
3	50,55	49,45
4	43,18	56,82

Muestra avellana tostada	% humedad	% M.S.
1	1,32	98,68
2	2,61	97,39
3	1,84	98,16
4	3,16	96,84

Anexo 9.2. Valores obtenidos en % lípidos para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% lípidos	Muestra avellana tostada	% lípidos
1	64	1	46,212
2	18,93	2	43,808

Anexo 9.3. Valores obtenidos en % cenizas para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% cenizas	Muestra avellana tostada	% cenizas
1	3,63	1	3,73
2	3,73	2	3,91

Anexo 9.4. Valores obtenidos en % humedad residual para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% humedad residual	Muestra avellana tostada	% humedad residual
1	2,19	1	19,35*
2	1,55	2	1,38
		*se perdió muestra, el resultado debe ser menor	

Anexo 9.5. Valores obtenidos en % proteínas para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% proteínas	Muestra avellana tostada	% proteínas
1	13,43	1	13,69
2	13,69	2	12,82

Anexo 9.6. Valores obtenidos en % fibra (en materia sin aceite) para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% fibra (en materia sin aceite)	Muestra avellana tostada	% fibra (en materia sin aceite)
1	5,11	1	5,49
2	4,93	2	5,19

Anexo 9.7. Valores obtenidos en % acidez libre (g ác. Oleico/100 g aceite) para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana sin tostar	% acidez libre (g ác. Oleico/100 g aceite)	Muestra avellana tostada	% acidez libre (g ác. Oleico/100 g aceite)
1	1,54	1	1,5528
2	1,95	2	1,4991

Anexo 9.8. Valores obtenidos en Índice de peróxidos para avellanas sin tostar y avellana tostada.

Muestra avellana tostada	Ind. De peróxidos
1	0
2	0

ANEXO 10. Análisis estadístico en el diseño de mezcla

Anexo 10.1. Análisis estadístico para Untabilidad.

Analysis Summary

File name: <Untitled>

Full Model Results

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	1,3795	44,85	33,37
Quadratic	1,38246	45,77	33,08
Cubic	1,39164	46,22	32,19

Se selecciona el modelo Lineal por tener el mayor valor Adjusted R-Squared. En este caso los estadísticos básicos son:

R-squared = 44,8545 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 33,3658 percent

Standard Error of Est. = 1,3795

Mean absolute error = 0,967299

Durbin-Watson statistic = 2,05636

La ecuación según el modelo Lineal es la siguiente:

$$\text{Untab} = 6,90767 * p_{\text{miel}} + 4,45567 * p_{\text{avell}}$$

Valores óptimos según el modelo Lineal:

Modelo Lineal	
Óptimo Untabilidad	6,90767
% miel óptimo	95,0
% avellana óptimo	5,0

Anexo 10.2. Análisis estadístico para Apariencia.

Analysis Summary

File name: <Untitled>

Full Model Results

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	1,44548	47,16	36,37
Quadratic	1,45532	47,53	35,50
Cubic	1,40182	52,33	40,16

Se selecciona el modelo Cúbico por tener el mayor valor Adjusted R-Squared. En este caso los estadísticos básicos son:

R-squared = 52,3294 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 40,1582 percent

Standard Error of Est. = 1,40182

Mean absolute error = 1,04738

Durbin-Watson statistic = 2,16643

La ecuación según el modelo Cúbico es la siguiente:

$$\text{Apar} = 7,08365 * p_{\text{miel}} + 5,53365 * p_{\text{avell}} - 1,03077 * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}} + 8,13333 * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}} * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}}$$

Valores óptimos según el modelo Cúbico:

Modelo Cúbico	
Óptimo Apariencia	7,44763
% miel óptimo	92,9152
% avellana óptimo	7,08477

Anexo 10.3. Análisis estadístico para Color.

Analysis Summary

File name: <Untitled>

Full Model Results

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	1,52805	38,25	25,64
Quadratic	1,53103	39,27	25,35
Cubic	1,53539	40,20	24,93

Se selecciona el modelo Lineal por tener el mayor valor Adjusted R-Squared. En este caso los estadísticos básicos son:

R-squared = 38,2461 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 25,6432 percent

Standard Error of Est. = 1,52805

Mean absolute error = 1,1745

Durbin-Watson statistic = 2,16301

La ecuación según el modelo Lineal es la siguiente:

$$\text{Color} = 7,49433 * p_{\text{miel}} + 5,04233 * p_{\text{avell}}$$

Valores óptimos según el modelo Lineal:

Modelo Lineal	
Óptimo Color	7,49433
% miel óptimo	95,0
% avellana óptimo	5,0

Anexo 10.4. Análisis estadístico para Textura bucal.

Analysis Summary

File name: <Untitled>

Full Model Results

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	1,35222	44,18	32,55
Quadratic	1,36517	44,29	31,25
Cubic	1,32562	48,59	35,18

Se selecciona el modelo Cúbico por tener el mayor valor Adjusted R-Squared. En este caso los estadísticos básicos son:

R-squared = 48,591 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 35,1799 percent

Standard Error of Est. = 1,32562

Mean absolute error = 0,912497

Durbin-Watson statistic = 2,58132

La ecuación según el modelo Cúbico es la siguiente:

$$\text{T}_{\text{bucal}} = 6,76018 * p_{\text{miel}} + 5,46018 * p_{\text{avell}} - 0,511373 * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}} + 6,93333 * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}} * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}}$$

Valores óptimos según el modelo Cúbico:

Modelo Cúbico	
Óptimo Textura bucal	7,11879
% miel óptimo	92,7664
% avellana óptimo	7,23359

Anexo 10.5. Análisis estadístico para Flavor.

Analysis Summary

File name: <Untitled>

Full Model Results

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	1,1656	52,85	43,23
Quadratic	1,12049	57,32	47,54
Cubic	1,10321	59,49	49,14

Se selecciona el modelo Cúbico por tener el mayor valor Adjusted R-Squared. En este caso los estadísticos básicos son:

R-squared = 59,4858 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 49,1418 percent

Standard Error of Est. = 1,10321

Mean absolute error = 0,728803

Durbin-Watson statistic = 2,46661

La ecuación según el modelo Cúbico es la siguiente:

$$\text{Flavor} = 5,91154 * p_{\text{miel}} + 6,56154 * p_{\text{avell}} + 3,05231 * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}} + 4,66667 * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}} * p_{\text{miel}} * p_{\text{avell}}$$

Valores óptimos según el modelo Cúbico:

Modelo Cúbico	
Óptimo Flavor	7,15258
% miel óptimo	89,8906
% avellana óptimo	10,1094

Anexo 10.6. Análisis estadístico para Apreciación general.

Analysis Summary

File name: <Untitled>

Full Model Results

Model	SE	R-Squared	Adj. R-Squared
Linear	1,03756	53,39	43,88
Quadratic	1,03486	54,58	44,17
Cubic	1,0298	55,96	44,71

Se selecciona el modelo Cúbico por tener el mayor valor Adjusted R-Squared. En este caso los estadísticos básicos son:

R-squared = 55,9588 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 44,7143 percent

Standard Error of Est. = 1,0298

Mean absolute error = 0,725201

Durbin-Watson statistic = 2,25782

La ecuación según el modelo Cúbico es la siguiente:

$$A_gene = 6,99615 * p_miel + 5,72615 * p_avell + 1,40923 * p_miel * p_avell + 3,33333 * p_miel * p_avell * p_miel * p_avell$$

Valores óptimos según el modelo Cúbico:

Modelo Cúbico	
Óptimo Apr. general	7,29044
% miel óptimo	92,2883
% avellana óptimo	7,71172

ANEXO 11. Resultados de los análisis físicos y químicos de la mezcla optimizada de miel crema con avellana, tiempo cero

Anexo 11.1. Valores obtenidos en % de humedad por método gravimétrico.

Muestra	% de humedad
1	16,4358
2	16,1669

Anexo 11.2. Valores obtenidos en índ. De refracción, % sol. Totales, peso

específico y % de humedad.

Muestra	índ. De refracción	% sol. Totales	peso específico	% humedad
1	1,4985	84,8	1,4367	15,2
2	1,4985	84,8	1,4367	15,2

Anexo 11.3. Valores obtenidos en pH.

Muestra	pH
1	4,58
2	4,58

Anexo 11.4. Valores obtenidos en % de proteínas.

Muestra	% de proteínas
1	1,5472
2	1,3229

Anexo 11.5. Valores obtenidos en % de cenizas.

Muestra	% de cenizas
1	0,605
2	0,653

Anexo 11.6. Valores obtenidos en conductividad eléctrica.

Muestra	mS/cm (a 23°C)
1	0,863
2	0,866

Anexo 11.7. Valores obtenidos en HMF.

Muestra	mg HMF/100g de miel
1	0,4845
2	0,4939

Anexo 11.8. Valores obtenidos en actividad de la glucoxidasa.

Muestra	Actividad de la glucoxidasa
1	si existe
2	si existe

Anexo 11.9. Valores obtenidos en acidez, expresada en % de ácido fórmico.

Muestra	% de ácido fórmico
1	0,1697
2	0,1725

Anexo 11.10. Valores obtenidos en actividad de agua.

Muestra	aw
1	0,584
2	0,594

Anexo 11.11. Valores obtenidos en actividad diastásica.

Muestra	I.D. (°Gothe)
1	11,157063
2	12,0943177

Anexo 11.12. Valores obtenidos en acidez en los aceites, expresada como % de ác. Oleico.

Muestra	% de ác. oleico en aceite
1	1,7329
2	2,3383

Anexo 11.13. Valores obtenidos en índice de peróxidos.

Muestra	Índice de peróxido
1	0
2	0

Anexo 11.14. Valores obtenidos en % de azúcares reductores.

Muestra	% de azúcares reductores
1	74,0
2	73,7

Anexo 11.15. Valores obtenidos en % de sacarosa.

Muestra	% sacarosa
1	1,46
2	1,22

Anexo 11.16. Valores obtenidos en color según sistema C.I.E.

Muestra	Valor X	Valor Y
1	0,4638	0,3793
2	0,464	0,3814

ANEXO 12. Análisis estadístico de regresión simple, de los atributos físicos y químicos respecto del tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana

Anexo 12.1. Seguimiento del índice de refracción.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Linear	-0,7740	59,91%
Square root-Y	-0,7740	59,91%
Exponential	-0,7740	59,90%
Reciprocal-Y	0,7739	59,90%
Square root-X	-0,6564	43,08%

Se elige el modelo Lineal, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Lineal:

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: Índice de refracción

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1,49933	0,000235379	6369,87	0,0000
Slope	-0,000168473	0,0000236366	-7,12762	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0000275032	1	0,0000275032	50,80	0,0000
Residual	0,0000184066	34	5,41369E-7		
Total (Corr.)	0,0000459097	35			

Correlation Coefficient = -0,773996

R-squared = 59,9071 percent

Standard Error of Est. = 0,000735778

La ecuación del modelo lineal ajustado es:

Índ. De refracción = 1,49933 - 0,000168473*Semana

Anexo 12.2. Seguimiento del porcentaje de sólidos totales.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Linear	-0,7740	59,91%
Square root-Y	-0,7739	59,89%
Exponential	-0,7738	59,88%
Reciprocal-Y	0,7736	59,85%
Square root-X	-0,6564	43,08%

Se elige el modelo Lineal, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Lineal:

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

 Dependent variable: % Sólidos totales

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	85,1339	0,0941516	904,221	0,0000
Slope	-0,0673891	0,00945464	-7,12762	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	4,40051	1	4,40051	50,80	0,0000
Residual	2,94505	34	0,0866191		
Total (Corr.)	7,34556	35			

Correlation Coefficient = -0,773996

R-squared = 59,9071 percent

Standard Error of Est. = 0,294311

La ecuación del modelo lineal ajustado es:

% de Sólidos totales = 85,1339 - 0,0673891*Semana

Anexo 12.3. Seguimiento del peso específico.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Linear	-0,7739	59,89%
Square root-Y	-0,7738	59,88%
Exponential	-0,7738	59,88%
Reciprocal-Y	0,7737	59,87%
Square root-X	-0,6571	43,18%

Se elige el modelo Lineal, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Lineal:

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: Peso específico

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1,43904	0,00066955	2149,27	0,0000
Slope	-0,000479051	0,0000672357	-7,12494	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,000222375	1	0,000222375	50,76	0,0000
Residual	0,000148937	34	0,0000043805		
Total (Corr.)	0,000371312	35			

Correlation Coefficient = -0,77388

R-squared = 59,889 percent

Standard Error of Est. = 0,00209296

La ecuación del modelo lineal ajustado es:

Peso específico= 1,43904 - 0,000479051*Semana

Anexo 12.4. Seguimiento del % de humedad.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0,7755	60,15%
Exponential	-0,7749	60,04%
Square root-Y	-0,7744	59,98%
Linear	0,7740	59,91%
Square root-X	-0,6564	43,08%

Se elige el modelo Reciprocal-Y, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Reciprocal-Y:

Regression Analysis - Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b*X)$

Dependent variable: % de humedad

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0,0671722	0,0003838	175,019	0,0000
Slope	-0,000276075	0,0000385409	-7,16317	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0000738549	1	0,0000738549	51,31	0,0000
Residual	0,0000489381	34	0,00000143936		
Total (Corr.)	0,000122793	35			

Correlation Coefficient = -0,775537

R-squared = 60,1458 percent

Standard Error of Est. = 0,00119973

La ecuación del modelo Reciprocal-Y ajustado es:

% de humedad = 1/(0,0671722 - 0,000276075*Semana)

Anexo 12.5. Seguimiento del pH.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0,2881	8,30%
Exponential	0,2842	8,08%
Square root-Y	0,2823	7,97%
Linear	0,2802	7,85%
Square root-X	0,1664	2,77%

Se elige el modelo Reciprocal-Y, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Reciprocal-Y:

Regression Analysis - Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b*X)$

Dependent variable: pH

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0,221863	0,0011365	195,217	0,0000
Slope	-0,000200246	0,000114126	-1,7546	0,0883

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0000388554	1	0,0000388554	3,08	0,0883
Residual	0,000429114	34	0,000012621		
Total (Corr.)	0,000467969	35			

Correlation Coefficient = -0,288149

R-squared = 8,30299 percent

Standard Error of Est. = 0,0035526

La ecuación del modelo Reciprocal-Y ajustado es:

$$pH = 1/(0,221863 - 0,000200246 * \text{Semana})$$

Anexo 12.6. Seguimiento del HMF.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Square root-X	-0,1169	1,37%
Reciprocal-Y	-0,0591	0,35%
Exponential	0,0571	0,33%
Square root-Y	0,0519	0,27%
Logistic	0,0477	0,23%
Linear	0,0441	0,19%

Se elige el modelo Square root-X, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Square root-X:

Regression Analysis - Square root-X model: $Y = a + b * \sqrt{X}$

 Dependent variable: HMF (mg HMF / 100 g de miel)

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0,392776	0,0577965	6,79584	0,0000
Slope	-0,0136064	0,019824	-0,686358	0,4971

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,00807983	1	0,00807983	0,47	0,4971
Residual	0,583149	34	0,0171514		
Total (Corr.)	0,591229	35			

Correlation Coefficient = -0,116902

R-squared = 1,36662 percent

Standard Error of Est. = 0,130963

La ecuación del modelo Square root-X ajustado es:

$$\text{HMF (mg HMF / 100 g de miel)} = 0,392776 - 0,0136064 \cdot \sqrt{\text{Semana}}$$

Anexo 12.7. Seguimiento de la acidez, expresada en % de ácido fórmico.

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Square root-Y	0,9285	86,21%
Logistic	0,9283	86,17%
Exponential	0,9281	86,13%
Linear	0,9275	86,03%
Square root-X	0,9242	85,42%
Reciprocal-Y	-0,9228	85,16%

Se elige el modelo Square root-Y, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Square root-Y:

Regression Analysis - Square root-Y model: $Y = (a + b \cdot X)^2$

 Dependent variable: Acidez (% de Ácido Fórmico)

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0,42615	0,00363815	117,134	0,0000
Slope	0,00532587	0,00036534	14,5778	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0274856	1	0,0274856	212,51	0,0000
Residual	0,00439742	34	0,000129336		
Total (Corr.)	0,031883	35			

Correlation Coefficient = 0,928481

R-squared = 86,2076 percent

Standard Error of Est. = 0,0113726

La ecuación del modelo Square root-Y ajustado es:

$$\text{Acidez (\% de \u00c1c. F\u00f3rmico)} = (0,42615 + 0,00532587 * \text{Semana})^2$$

Anexo 12.8. Seguimiento de la actividad de agua.

- Comparaci\u00f3n de los modelos:

Comparaci\u00f3n de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	0,3290	10,82%
Exponential	-0,3230	10,43%
Square root-Y	-0,3200	10,24%
Linear	-0,3170	10,05%
Logistic	-0,3147	9,90%
Square root-X	-0,2155	4,64%

Se elige el modelo Reciprocal-Y, por tener el mayor valor R-Squared.

- An\u00e1lisis estad\u00edstico, modelo Reciprocal-Y:

Regression Analysis - Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b * X)$

 Dependent variable: Actividad de agua

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1,67331	0,0161163	103,827	0,0000
Slope	0,00328782	0,00161839	2,03154	0,0501

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0104746	1	0,0104746	4,13	0,0501
Residual	0,0862917	34	0,00253799		
Total (Corr.)	0,0967663	35			

Correlation Coefficient = 0,329009

R-squared = 10,8247 percent

Standard Error of Est. = 0,0503785

La ecuación del modelo Reciprocal-Y ajustado es:

$$\text{Actividad de agua} = 1/(1,67331 + 0,00328782 * \text{Semana})$$

Anexo 12.9. Seguimiento del valor X (sistema xyz - C.I.E.).

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0,5524	30,51%
Exponential	0,5503	30,29%
Square root-Y	0,5492	30,16%
Logistic	0,5480	30,03%
Linear	0,5479	30,02%

Se elige el modelo Reciprocal-Y, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Reciprocal-Y:

Regression Analysis - Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b * X)$

Dependent variable: Valor X, sistema C.I.E.

Independent variable: Semana

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	2,17557	0,0189603	114,744	0,0000
Slope	-0,00735647	0,00190398	-3,86374	0,0005

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,05244	1	0,05244	14,93	0,0005
Residual	0,119433	34	0,00351275		
Total (Corr.)	0,171873	35			

Correlation Coefficient = -0,552366

R-squared = 30,5108 percent

Standard Error of Est. = 0,0592684

La ecuación del modelo Reciprocal-Y ajustado es:

Valor X = 1/(2,17557 - 0,00735647*Semana)

Anexo 12.10. Seguimiento del valor Y (sistema xyz - C.I.E.).

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	0,1497	2,24%
Exponential	-0,1428	2,04%
Square root-Y	-0,1393	1,94%
Logistic	-0,1387	1,92%
Linear	-0,1357	1,84%
Square root-X	-0,1255	1,58%

Se elige el modelo Reciprocal-Y, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Reciprocal-Y:

Regression Analysis - Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b*X)$

Dependent variable: Valor Y, sistema C.I.E.

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	2,64443	0,0328048	80,6113	0,0000
Slope	0,00290859	0,00329423	0,882934	0,3835

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,00819762	1	0,00819762	0,78	0,3835
Residual	0,357528	34	0,0105155		
Total (Corr.)	0,365726	35			

Correlation Coefficient = 0,149715

R-squared = 2,24146 percent

Standard Error of Est. = 0,102545

La ecuación del modelo Reciprocal-Y ajustado es:

$$\text{Valor Y} = 1/(2,64443 + 0,00290859 \cdot \text{Semana})$$

Anexo 12.11. Seguimiento de la acidez de los aceites como % de ácido oleico (g ác. Oleico / 100 g de aceite).

- Comparación de los modelos:

Comparación de modelos alternativos

Modelo	Correlation	R-Squared
Square root-X	0,9832	96,68%
Linear	0,9024	81,43%
Square root-Y	0,8453	71,45%
Exponential	0,7734	59,82%

Se elige el modelo Square root-X, por tener el mayor valor R-Squared.

- Análisis estadístico, modelo Square root-X:

Regression Analysis - Square root-X model: $Y = a + b \cdot \sqrt{X}$

Dependent variable: acidez de los aceites (g ác. Oleico / 100 g de aceite)

Independent variable: Semana

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	2,88227	0,466988	6,17205	0,0000
Slope	3,56175	0,165105	21,5726	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	327,662	1	327,662	465,38	0,0000
Residual	11,2653	16	0,704081		
Total (Corr.)	338,928	17			

Correlation Coefficient = 0,983241

R-squared = 96,6762 percent

Standard Error of Est. = 0,839096

La ecuación del modelo Square root-X ajustado es:

$$\text{Acidez de aceites (\% de \u00c1c. Oleico)} = 2,88227 + 3,56175*\text{sqrt}(\text{Semana})$$

ANEXO 13. Tabla resumen de an\u00e1lisis estad\u00edsticos, relaci\u00f3n entre las variables: “par\u00e1metros f\u00edsicos y qu\u00edmicos” y “tiempo de almacenamiento”, en el caso del seguimiento en el tiempo

Parámetro	Relación entre variables (según P-value) y nivel de confianza	Relación entre variables según coeficiente de correlación
Índice de refracción	Significativa al 99%	Moderadamente fuerte (-0,7739)
Porcentaje de sólidos totales	Significativa al 99%	Moderadamente fuerte (-0,7739)
Peso específico	Significativa al 99%	Moderadamente fuerte (-0,7739)
Porcentaje de humedad	Significativa al 99%	Moderadamente fuerte (-0,7755)
pH	No significativa al 95% o mayor	Relativamente débil (-0,2881)
HMF	No significativa al 90% o mayor	Relativamente débil (-0,1169)
Acidez, expresada en porcentaje de ácido fórmico	Significativa al 99%	Relativamente fuerte (0,9285)
Actividad de agua	No significativa al 95% o mayor	Relativamente débil (0,3290)
Color según sistema xyz - C.I.E. Valor X	Significativa al 99%	Moderadamente fuerte (-0,5524)
Color según sistema xyz - C.I.E. Valor Y	No significativa al 90% o mayor	Relativamente débil (0,1497)
Acidez de los aceites como porcentaje de ácido oleico (g ác. Oleico / 100 g de aceite)	Significativa al 99%	Relativamente fuerte (-0,9832)

ANEXO 14. Datos de mediciones de los atributos físicos y químicos a lo largo de un tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana

Anexo 14.1. Datos del índice de refracción.

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

Semana	índ. De refracción		Semana	índ. De refracción
0	1,4985		9	1,499
0	1,4985		9	1,499
1	1,498		10	1,498
1	1,499		10	1,498
2	1,499		11	1,4985
2	1,4985		11	1,4985
3	1,499		12	1,498
3	1,499		12	1,498
4	1,499		13	1,496
4	1,499		13	1,496
5	1,4985		14	1,4965
5	1,4985		14	1,4965
6	1,498		15	1,497
6	1,498		15	1,497
7	1,498		16	1,4955
7	1,4985		16	1,4965
8	1,499		17	1,495
8	1,499		17	1,4965

Anexo 14.2. Datos del porcentaje de sólidos totales.

Semana	% sólidos totales	Semana	% sólidos totales
0	84,8	9	85
0	84,8	9	85
1	84,6	10	84,6
1	85	10	84,6
2	85	11	84,8
2	84,8	11	84,8
3	85	12	84,6
3	85	12	84,6
4	85	13	83,8
4	85	13	83,8
5	84,8	14	84
5	84,8	14	84
6	84,6	15	84,2
6	84,6	15	84,2
7	84,6	16	83,6
7	84,8	16	84
8	85	17	83,4
8	85	17	84

Anexo 14.3. Datos del peso específico.

Semana	Peso específico		Semana	Peso específico
0	1,4367		9	1,4381
0	1,4367		9	1,4381
1	1,4352		10	1,4352
1	1,4381		10	1,4352
2	1,4381		11	1,4367
2	1,4367		11	1,4367
3	1,4381		12	1,4352
3	1,4381		12	1,4352
4	1,4381		13	1,4295
4	1,4381		13	1,4295
5	1,4367		14	1,431
5	1,4367		14	1,431
6	1,4352		15	1,4324
6	1,4352		15	1,4324
7	1,4352		16	1,4283
7	1,4367		16	1,431
8	1,4381		17	1,4267
8	1,4381		17	1,431

Anexo 14.4. Datos del % de humedad.

Semana	% de humedad		Semana	% de humedad
0	15,2		9	15
0	15,2		9	15
1	15,4		10	15,4
1	15		10	15,4
2	15		11	15,2
2	15,2		11	15,2
3	15		12	15,4
3	15		12	15,4
4	15		13	16,2
4	15		13	16,2
5	15,2		14	16
5	15,2		14	16
6	15,4		15	15,8
6	15,4		15	15,8
7	15,4		16	16,4
7	15,2		16	16
8	15		17	16,6
8	15		17	16

Anexo 14.5. Datos del pH.

Semana	pH		Semana	pH
0	4,58		9	4,56
0	4,58		9	4,58
1	4,54		10	4,62
1	4,56		10	4,62
2	4,69		11	4,58
2	4,69		11	4,56
3	4,47		12	4,59
3	4,45		12	4,59
4	4,39		13	4,58
4	4,4		13	4,57
5	4,43		14	4,57
5	4,42		14	4,56
6	4,44		15	4,58
6	4,4		15	4,58
7	4,52		16	4,59
7	4,54		16	4,57
8	4,5		17	4,57
8	4,52		17	4,57

Anexo 14.6. Datos del HMF.

Semana	mg HMF/100g de miel		Semana	mg HMF/100g de miel
0	0,4845		9	0,2493
0	0,4939		9	0,2319
1	0,4175		10	0,2387
1	0,5072		10	0,2946
2	0,5536		11	0,1304
2	0,5834		11	0,3803
3	0,3973		12	0,2777
3	0,3261		12	0,1795
4	0,3178		13	0,5485
4	0,3072		13	0,4742
5	0,1944		14	0,475
5	0,1268		14	0,4418
6	0,2382		15	0,4873
6	0,2682		15	0,493
7	0,2539		16	0,3732
7	0,1898		16	0,5008
8	0,253		17	0,4556
8	0,268		17	0,405

Anexo 14.7. Datos de la acidez, expresada en % de ácido fórmico.

Semana	% ácido fórmico	Semana	% ácido fórmico
0	0,17	9	0,22
0	0,17	9	0,22
1	0,18	10	0,24
1	0,18	10	0,24
2	0,19	11	0,23
2	0,19	11	0,23
3	0,21	12	0,22
3	0,2	12	0,22
4	0,21	13	0,2732
4	0,2	13	0,2659
5	0,22	14	0,2525
5	0,21	14	0,2433
6	0,21	15	0,2654
6	0,22	15	0,2649
7	0,22	16	0,2604
7	0,21	16	0,2585
8	0,22	17	0,2571
8	0,21	17	0,2512

Anexo 14.8. Datos de la actividad de agua.

Semana	Aw	Semana	aw
0	0,584	9	0,616
0	0,594	9	0,596
1	0,584	10	0,582
1	0,594	10	0,592
2	0,564	11	0,606
2	0,574	11	0,596
3	0,592	12	0,602
3	0,602	12	0,592
4	0,614	13	0,596
4	0,604	13	0,596
5	0,582	14	0,56
5	0,592	14	0,57
6	0,606	15	0,556
6	0,596	15	0,566
7	0,582	16	0,606
7	0,592	16	0,596
8	0,606	17	0,552
8	0,596	17	0,542

Anexo 14.9. Datos del color según sistema xyz - C.I.E.

Semana	X	Y		Semana	X	Y
0	0,4638	0,3793		9	0,4693	0,3869
0	0,464	0,3814		9	0,473	0,3847
1	0,459	0,3785		10	0,4452	0,4004
1	0,4662	0,3698		10	0,4744	0,3643
2	0,4575	0,3793		11	0,4742	0,3818
2	0,4578	0,3798		11	0,4743	0,3825
3	0,4936	0,3472		12	0,5117	0,3491
3	0,4643	0,3817		12	0,4925	0,3484
4	0,4642	0,3811		13	0,4646	0,3815
4	0,4499	0,3723		13	0,4655	0,3813
5	0,4632	0,3808		14	0,5155	0,3522
5	0,4642	0,3783		14	0,4862	0,3927
6	0,4726	0,3731		15	0,5065	0,3389
6	0,4722	0,3802		15	0,5006	0,3525
7	0,4644	0,3783		16	0,4769	0,3849
7	0,4631	0,3813		16	0,4847	0,3766
8	0,478	0,3772		17	0,4745	0,3831
8	0,4728	0,3819		17	0,4754	0,3825

Anexo 14.10. Datos de la acidez de los aceites como % de ácido oleico (g ác. Oleico / 100 g de aceite).

Semana	% ácido oleico		Semana	% ácido oleico
0	2,3383		8	13,5391
0	1,7329		10	15
2	7,4761		10	13,7226
2	8,3804		12	15,4945
4	10,2769		12	15,0467
4	11,0733		14	14,7753
6	12,8036		14	14,7773
6	12,1552		16	16,8798
8	13,7982		16	16,8796

Anexo 14.11. Datos del índice de peróxidos.

Semana	Índ. De peróxidos	Semana	Índ. De peróxidos	Semana	Índ. De peróxidos
0	0	6	0	12	0
0	0	6	0	12	0
2	0	8	0	14	0
2	0	8	0	14	0
4	0	10	0	16	0
4	0	10	0	16	0

ANEXO 15. Ejemplos de análisis estadístico de los datos de evaluación sensorial recolectados a lo largo del tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana (test de diferencia)

Anexo 15.1. Evaluación con control (t=0) en semana 2, del atributo Untabilidad.

Comparación de Medias

Intervalo de confianza (95,0%) para diferencia entre las medias:

Asumiendo varianzas iguales: 0,222222 +/- 1,77051

El intervalo de confianza para la diferencia entre las medias se extiende de -1,54829 a 1,99274; este intervalo contiene el valor 0,0, por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras a un nivel de confianza de 95%.

t tests para comparación de medias

Hipótesis nula: media1 = media2

(1) Hipótesis alternativa: media1 NE media2

Asumiendo varianzas iguales: t = 0,266076 P-value = 0,793579

(2) Hipótesis alternativa: mean1 > mean2

Asumiendo varianzas iguales: t = 0,266076 P-value = 0,396789

(3) Hipótesis alternativa: mean1 < mean2

Asumiendo varianzas iguales: t = 0,266076 P-value = 0,603211

El t-test indica que no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias.

Conclusión: medias son estadísticamente iguales

Anexo 15.2. Evaluación con control (t=0) en semana 2, del atributo Color.

Comparación de Medias

Intervalo de confianza (95,0%) para diferencia entre las medias:

Asumiendo varianzas iguales: $-1,38889 \pm 1,22958$

El intervalo de confianza para la diferencia entre las medias se extiende de $-2,61847$ a $-0,159305$; este intervalo no contiene el valor $0,0$, por lo que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras a un nivel de confianza de 95%.

t tests para comparación de medias

Hipótesis nula: $\text{media1} = \text{media2}$

(1) Hipótesis alternativa: $\text{media1} \neq \text{media2}$

Asumiendo varianzas iguales: $t = -2,39457$ P-value = $0,0292337$

(2) Hipótesis alternativa: $\text{mean1} > \text{mean2}$

Asumiendo varianzas iguales: $t = -2,39457$ P-value = $0,985383$

(3) Alt. hypothesis: $\text{mean1} < \text{mean2}$

Asumiendo varianzas iguales: $t = -2,39457$ P-value = $0,0146168$

En el t-test se rechaza la hipótesis nula y no se puede rechazar la hip. Alternativa (1) y (3) (P-value menor a $0,05$), por lo que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias.

Conclusión: medias son estadísticamente distintas

*NOTA: en cada caso se evalúan las varianzas para aplicar las pruebas considerando varianzas iguales o distintas, según corresponda.

ANEXO 16. Datos de evaluación sensorial, test de diferencia, a lo largo del tiempo de almacenamiento a 20°C. Producto final con 8% de avellana

Anexo 16.1. Evaluación con control (t=0) en semana 2

untabilidad			apariciencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	1	1	0	0
2	0	3	2	0	1
3	0	0	3	0	1
4	0	3	4	0	1
5	0	0	5	0	2
6	0	5	6	0	3
7	0	1	7	0	0
8	0	1	8	0	0
9	0	0	9	0	1
1	2	0	1	2	2
2	2	4	2	2	2
3	2	0	3	2	1
4	2	1	4	2	2
5	2	3	5	2	4
6	2	0	6	2	3
7	2	4	7	2	3
8	2	0	8	2	0
9	2	0	9	2	1

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	0
3	0	1	3	0	3
4	0	2	4	0	1
5	0	0	5	0	1
6	0	2	6	0	5
7	0	1	7	0	0
8	0	0	8	0	0
9	0	0	9	0	0
1	2	3	1	2	0
2	2	1	2	2	1
3	2	1	3	2	2
4	2	4	4	2	3
5	2	3	5	2	5
6	2	4	6	2	5
7	2	0	7	2	3
8	2	2	8	2	0
9	2	0,5	9	2	0

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	2	2	0	2
3	0	4	3	0	1
4	0	2	4	0	2
5	0	0	5	0	0
6	0	5	6	0	6
7	0	0	7	0	0
8	0	1	8	0	1
9	0	0	9	0	0
1	2	3	1	2	1
2	2	0	2	2	3
3	2	2	3	2	
4	2	3	4	2	3
5	2	4	5	2	4
6	2	4	6	2	4
7	2	1	7	2	3
8	2	0	8	2	1
9	2	1	9	2	0

Anexo 16.2. Evaluación con control (t=0) en semana 4

untabilidad			apariencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	1	2	0	2
3	0	0	3	0	0
4	0	3	4	0	2
5	0	3	5	0	1
6	0	0	6	0	1
7	0	0	7	0	2
8	0	0	8	0	0
1	4	5	1	4	5
2	4	1	2	4	3
3	4	2	3	4	1
4	4	3	4	4	1
5	4	2	5	4	2
6	4	1	6	4	1
7	4	0	7	4	1
8	4	1	8	4	1

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	1	2	0	2
3	0	0	3	0	1
4	0	1	4	0	3
5	0	1	5	0	2
6	0	0	6	0	1
7	0	1	7	0	2
8	0	0	8	0	0
1	4	5	1	4	6
2	4	2	2	4	1
3	4	0	3	4	1
4	4	2	4	4	4
5	4	1	5	4	1
6	4	1	6	4	1
7	4	1	7	4	2
8	4	0	8	4	0

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	1
3	0	0	3	0	0
4	0	5	4	0	4
5	0	2	5	0	3
6	0	2	6	0	0
7	0	2	7	0	2
8	0	0	8	0	0
1	4	6	1	4	5
2	4	1	2	4	1
3	4	1	3	4	1
4	4	5	4	4	5
5	4	0	5	4	2
6	4	1	6	4	1
7	4	2	7	4	3
8	4	4	8	4	4

Anexo 16.3. Evaluación con control (t=0) en semana 6.

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

untabilidad			apariencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	3	1	0	0
2	0	4	2	0	0
3	0	0	3	0	1
4	0	3	4	0	3
5	0	0	5	0	4
6	0	0	6	0	0
7	0	3	7	0	0
8	0	0	8	0	0
1	6	2	1	6	1
2	6	2	2	6	3
3	6	1	3	6	0
4	6	4	4	6	1
5	6	0	5	6	1
6	6	0	6	6	0
7	6	1	7	6	0
8	6	0	8	6	2

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	4
2	0	0	2	0	0
3	0	1	3	0	2
4	0	1	4	0	1
5	0	0	5	0	0
6	0	0	6	0	0
7	0	0	7	0	1
8	0	0	8	0	1
1	6	1	1	6	4
2	6	3	2	6	3
3	6	0	3	6	0
4	6	2	4	6	3
5	6	1	5	6	0
6	6	0	6	6	1
7	6	1	7	6	0
8	6	1	8	6	0

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	4	1	0	4
2	0	0	2	0	1
3	0	0	3	0	1
4	0	3	4	0	3
5	0	1	5	0	3
6	0	1	6	0	0
7	0	0	7	0	1
8	0	0	8	0	1
1	6	4	1	6	4
2	6	1	2	6	1
3	6	0	3	6	0
4	6	4	4	6	4
5	6	2	5	6	2
6	6	0	6	6	1
7	6	0	7	6	1
8	6	1	8	6	2

Anexo 16.4. Evaluación con control (t=0) en semana 8.

untabilidad			apariencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	1	2	0	0
3	0	1	3	0	0
4	0	2	4	0	3
5	0	0	5	0	1
6	0	1	6	0	0
7	0	0	7	0	1
8	0	0	8	0	0
1	8	2	1	8	2
2	8	2	2	8	1
3	8	1	3	8	0
4	8	4	4	8	4
5	8	2	5	8	3
6	8	0	6	8	0
7	8	0	7	8	1
8	8	1	8	8	1

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	0
3	0	0	3	0	0
4	0	2	4	0	3
5	0	0	5	0	1
6	0	0	6	0	0
7	0	0	7	0	0
8	0	0	8	0	0
1	8	1	1	8	3
2	8	1	2	8	3
3	8	0	3	8	1
4	8	2	4	8	3
5	8	2	5	8	2
6	8	0	6	8	0
7	8	1	7	8	0
8	8	0	8	8	0

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	1
3	0	0	3	0	0
4	0	2	4	0	2
5	0	1	5	0	1
6	0	1	6	0	1
7	0	1	7	0	1
8	0	0	8	0	0
1	8	3	1	8	3
2	8	3	2	8	3
3	8	1	3	8	0
4	8	3	4	8	4
5	8	4	5	8	3
6	8	1	6	8	0
7	8	0	7	8	1
8	8	1	8	8	2

Anexo 16. 5. Evaluación con control (t=0) en semana 10.

untabilidad			apariencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	1	1	0	1
2	0	1	2	0	1
3	0	0	3	0	0
4	0	1	4	0	0
5	0	0	5	0	1
6	0	1	6	0	1
7	0	2	7	0	1
8	0	0	8	0	0
1	10	1	1	10	1
2	10	1	2	10	0
3	10	2	3	10	0
4	10	2	4	10	2
5	10	4	5	10	2
6	10	1	6	10	2
7	10	1	7	10	2
8	10	0	8	10	0

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	1	1	0	0
2	0	0	2	0	1
3	0	0	3	0	0
4	0	0	4	0	1
5	0	1	5	0	0
6	0	1	6	0	1
7	0	0	7	0	0
8	0	0	8	0	0
1	10	1	1	10	2
2	10	0	2	10	0
3	10	1	3	10	1
4	10	2	4	10	2
5	10	2	5	10	1
6	10	2	6	10	1
7	10	1	7	10	0
8	10	1	8	10	0

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	1
2	0	3	2	0	2
3	0	0	3	0	0
4	0	1	4	0	1
5	0	1	5	0	0
6	0	0	6	0	1
7	0	1	7	0	2
8	0	0	8	0	0
1	10	2	1	10	2
2	10	2	2	10	1
3	10	0	3	10	0
4	10	3	4	10	3
5	10	0	5	10	2
6	10	1	6	10	2
7	10	1	7	10	1
8	10	1	8	10	1

Anexo 16. 6. Evaluación con control (t=0) en semana 12.

untabilidad			apariencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	2	1	0	0
2	0	0	2	0	0
3	0	1	3	0	0
4	0	3	4	0	1
5	0	1	5	0	2
6	0	0	6	0	0
7	0	1	7	0	1
8	0	1	8	0	0
1	12	3	1	12	2
2	12	1	2	12	2
3	12	0	3	12	0
4	12	2	4	12	3
5	12	1	5	12	3
6	12	1	6	12	2
7	12	0	7	12	1
8	12	0	8	12	2

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	1
2	0	0	2	0	0
3	0	0	3	0	0,5
4	0	3	4	0	3
5	0	1	5	0	1
6	0	0	6	0	0
7	0	1	7	0	0
8	0	0	8	0	0
1	12	1	1	12	4
2	12	2	2	12	1
3	12	0	3	12	0
4	12	0	4	12	1
5	12	3	5	12	2
6	12	3	6	12	1
7	12	0	7	12	0
8	12	1	8	12	0

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	1	1	0	2
2	0	0	2	0	0
3	0	1	3	0	0
4	0	3	4	0	3
5	0	0	5	0	1
6	0	1	6	0	1
7	0	1	7	0	1
8	0	0	8	0	0
1	12	3	1	12	3
2	12	1	2	12	1
3	12	0	3	12	0
4	12	1	4	12	1
5	12	2	5	12	3
6	12	2	6	12	4
7	12	2	7	12	2
8	12	0	8	12	1

Anexo 16. 7. Evaluación con control (t=0) en semana 14.

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

untabilidad			apariciencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	3	1	0	2
2	0	4	2	0	2
3	0	0	3	0	1
4	0	0	4	0	2
5	0	1	5	0	1
6	0	1	6	0	1
7	0	0	7	0	0
8	0	3	8	0	0
1	14	5	1	14	3
2	14	4	2	14	1
3	14	3	3	14	3
4	14	1	4	14	0
5	14	2	5	14	2
6	14	3	6	14	2
7	14	2	7	14	2
8	14	1	8	14	0

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	4
2	0	3	2	0	1
3	0	0	3	0	2
4	0	0	4	0	2
5	0	1	5	0	2
6	0	0	6	0	1
7	0	0	7	0	1
8	0	1	8	0	2
1	14	0	1	14	3
2	14	0	2	14	4
3	14	1	3	14	4
4	14	1	4	14	0
5	14	1	5	14	2
6	14	2	6	14	2
7	14	1	7	14	1
8	14	2	8	14	1

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	0
2	0	1	2	0	2
3	0	0	3	0	4
4	0	2	4	0	1
5	0	1	5	0	1
6	0	1	6	0	1
7	0	0	7	0	0
8	0	2	8	0	3
1	14	0	1	14	1
2	14	2	2	14	3
3	14	0	3	14	5
4	14	1	4	14	1
5	14	1	5	14	2
6	14	3	6	14	3
7	14	1	7	14	1
8	14	1	8	14	2

Anexo 16. 8. Evaluación con control (t=0) en semana 16.

untabilidad			apariciencia (relación miel granos)		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	2	1	0	1
2	0	1	2	0	3
3	0	2	3	0	0
4	0	0	4	0	1
5	0	0	5	0	0
6	0	1	6	0	2
7	0	0	7	0	0
8	0	2	8	0	1
1	16	4	1	16	1
2	16	3	2	16	4
3	16	4	3	16	3
4	16	0	4	16	2
5	16	2	5	16	0
6	16	4	6	16	2
7	16	1	7	16	1
8	16	1	8	16	0

Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano

color			textura bucal		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	0	1	0	2
2	0	2	2	0	4
3	0	0	3	0	2
4	0	0	4	0	1
5	0	0	5	0	1
6	0	3	6	0	2
7	0	0	7	0	0
8	0	1	8	0	1
1	16	0	1	16	3
2	16	2	2	16	3
3	16	2	3	16	2
4	16	1	4	16	2
5	16	1	5	16	1
6	16	1	6	16	2
7	16	1	7	16	1
8	16	2	8	16	1

flavor (mezcla de aroma y sabor)			apreciación general		
panelista	tiempo (semana)	diferencia	panelista	tiempo (semana)	diferencia
1	0	1	1	0	1
2	0	2	2	0	2
3	0	0	3	0	0
4	0	1	4	0	1
5	0	2	5	0	1
6	0	3	6	0	3
7	0	0	7	0	0
8	0	2	8	0	3
1	16	0	1	16	2
2	16	4	2	16	3
3	16	0	3	16	3
4	16	1	4	16	1
5	16	1	5	16	2
6	16	1	6	16	4
7	16	1	7	16	1
8	16	1	8	16	2

ANEXO 17. Normas para calidad de miel

Anexo 17.1. Norma chilena para calidad de miel.

COMPONENTE	CONTENIDO
Agua	18%
Sacarosa	5%
Dextrinas	8%
Acidez	0,2% calculada como ácido fórmico
Azúcares reductores	70% como mínimo
Peso específico	1,400 – 1,600 a 20°C
Sustancias insolubles en agua	1% base seca
Cenizas	Menor o igual a 0,8
Hidrimetil furfural	Menor o igual a 40 mg/kg
Diastasa	Mayor a 8 (escala Gothe)
FUENTE : CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 1997	

Anexo 17.2. Norma regional europea recomendada para la miel, basada en el Codex Alimentarius.

PARÁMETRO	TIPO DE MIEL	NORMA
Agua	Miel calentada	<23%
	Otras mieles	<21%
Azúcares reductores	Miel de flores	>65%
	Miel de mielada	>60%
Sacarosa	Miel de mielada	<10%
	Otras mieles	<5%
Acidez	Todas	<40meq / kg
Cenizas	Miel de mielada	<1,0%
	Otras mieles	<0,6%
Sólidos insolubles en agua	Miel a presión	<0,5%
	Otras mieles	<0,1%
Diastasa	Miel bajo contenido de enzima natural y un máximo de 15 ppm de HMF	≥3 (escala Gothe)
	Otras mieles	≥8
Hidroximetil furfural	Todas	<40 ppm
Fuente : (FAO/ WHO) (1992).		

ANEXO 18. Resultado del análisis polínico de la miel líquida usada. Determinación botánica de granos de polen

Especie	Nº total de granos	Porcentaje (%)
<i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto)	420	55,6
<i>Luma apiculata</i> (Arrayán)	28	3,7
Otros (cerca de 15 especies distintas)	307	40,7