



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESTUDIO BROMATOLÓGICO DE MIELES  
ARGENTINAS EN RELACIÓN  
A SU ORIGEN BOTÁNICO**

**TESIS**

**BERTHA MABEL BALDI CORONEL**

**1998**

El presente trabajo de Tesis para optar al título de Doctora de la Facultad de Ciencias Exactas fue realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, y en la Facultad de Bromatología, Universidad Nacional de Entre Ríos, bajo la dirección del Dr Jorge Ricardo Wagner y la codirección de la Dra Cecilia Elena Lupano.



*Nada se obtiene sin lucha, nada sin esfuerzo ni alegría.  
Alegria que renace de sólo saber que mientras hay  
lucha, hay vida; que la vida se reproduce y que las  
probabilidades de vencer aumentan redoblando los  
esfuerzos hasta alcanzar el triunfo.*

*González Pecotche*

*A mis hijos  
Pablo y Maximiliano*

## *Agradecimientos*

*A los Dres Jorge Wagner y Cecilia Lupano quienes me dirigieron este trabajo y me brindaron su apoyo.*

*A las autoridades del Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos y de la Universidad Nacional de Entre Ríos por brindarme la posibilidad de realizar esta carrera.*

*A las autoridades del Instituto de Producción y Salud Animal, Subsecretaría de Asuntos Agrarios de la Provincia de Entre Ríos, por su disposición y colaboración.*

*A mis compañeros de IPROSA, Quico y Alejandra por su apoyo técnico.*

*A mis compañeros de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER, Claudia y Fabián por su disposición y ayuda.*

*A mis compañeros de laboratorio de la Facultad de Bromatología, UNER, Ana, Selva, Gerardo y Adrián por su colaboración y apoyo.*

## INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.</b>	<b>Página</b>
1.1. Argentina como país productor y exportador de miel.....	1
1.2. Importancia comercial de la miel.....	4
1.2.1. Formas de comercialización.....	4
1.2.2. Tipificación de mieles para su comercialización.....	5
1.2.3. Marco legal para la comercialización nacional.....	7
1.2.4. Marco legal para la comercialización externa.....	8
1.3. La miel.....	9
1.3.1. Definición y origen.....	9
1.3.2. Transformación del néctar en miel : formación de la miel.....	12
1.3.3. Breves referencias históricas sobre la utilización de la miel en la alimentación...	18
1.3.4. Procesado de la miel.....	26
1.4. Estudio bromatológico de la miel.....	26
1.4.1. Composición química.....	26
1.4.1.1. Contenido de humedad.....	26
1.4.1.2. Composición de minerales.....	29
1.4.1.3. Acidez libre.....	30
1.4.1.4. Contenido y posterior formación de hidroximetilfurfural.....	31
1.4.1.5. Composición en hidratos de carbono.....	34
1.4.1.6. Composición en proteínas y aminoácidos.....	37
1.4.1.7. Vitaminas.....	38
1.4.1.8. Aromas.....	39
1.4.1.9. Sustancias con actividad antibiótica.....	41
1.4.1.10. Lípidos, composición ácida.....	41
1.4.1.11. Actividad enzimática.....	41
1.4.1.12. Otras sustancias biológicamente importantes, compuestos tóxicos, compuestos fenólicos.....	46
1.4.2. Propiedades físicas.....	48
1.4.2.1. El color de la miel.....	48
1.4.2.2. Densidad.....	49
1.4.2.3. Higroscopicidad.....	50
1.4.2.4. Actividad acuosa.....	51
1.4.2.5. Propiedades reológicas.....	52
1.4.2.5.1. Viscosidad.....	52
1.4.2.5.2. Tixotropía – pseudoplasticidad.....	52
1.4.2.5.3. Reopexia – dilatancia.....	53
1.4.2.5.4. Efecto Weissemberg.....	54
1.4.2.6. Poder rotatorio específico.....	54
1.4.2.7. Conductividad eléctrica.....	55

1.4.2.8. Propiedades térmicas: valor calórico, calor específico y conductividad térmica.....	55
1.4.2.9. La cristalización de la miel como fenómeno físico.....	56
1.4.3. Características microscópicas.....	60
1.4.3.1. Microorganismos.....	60
1.4.3.2. Polen y elementos de mielada.....	61
1.4.3.2.1. Morfología polínica.....	62
1.4.3.2.2. Melisopalinología.....	68
1.4.3.2.3. Elementos indicadores de mielada.....	72
1.4.4. Importancia del origen botánico de las mieles.....	74
1.4.4.1. Flora apícola: principales especies nectaríferas y poliníferas en nuestro país....	75
1.4.4.2. Influencia de la flora en las características de la miel.....	76
1.4.4.3. Mielles monoflorales.....	77
1.4.4.4. Mielles multiflorales.....	78
1.5. Alteraciones.....	78
1.6. Usos de la miel.....	82
1.7. Propiedades atribuidas a la miel desde el punto de vista nutricional y terapéutico..	83
Anexo I: índice de figuras, fotos, gráficos y tablas.....	83
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>87</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	
3.1. Tipos de muestras empleadas.....	88
3.2. Selección y obtención de muestras.....	88
3.3. Tratamientos y almacenamiento de las muestras.....	88
3.4. Caracterización de las mieles:.....	89
3.4.1. Análisis melisopalinológico.....	90
3.4.1.1. Metodología.....	90
3.4.1.2. Principio del método.....	90
3.4.1.3. Material y aparatos.....	90
3.4.1.4. Procedimiento.....	91
3.4.1.5. Expresión de los resultados.....	91
3.4.2. Análisis sensorial.....	92
3.4.2.1. Metodología.....	92
3.4.2.2. Condiciones necesarias para el análisis.....	92
3.4.2.3. Procedimiento.....	92
3.4.2.4. Expresión de los resultados.....	93
3.4.3. Análisis físico químico.....	95
3.4.3.1. Determinación de color.....	95
3.4.3.1.1. Metodología.....	95

3.4.3.1.2. Material y aparatos.....	95
3.4.3.1.3. Procedimiento.....	95
3.4.3.1.4. Expresión de los resultados.....	95
3.4.3.2. Determinación de humedad.....	95
3.4.3.2.1. Metodología.....	95
3.4.3.2.2. Material y aparatos.....	96
3.4.3.2.3. Procedimiento.....	96
3.4.3.2.4. Expresión de los resultados.....	96
3.4.3.3. Determinación de acidez libre.....	97
3.4.3.3.1. Metodología.....	97
3.4.3.3.2. Material y aparatos.....	97
3.4.3.3.3. Procedimiento.....	98
3.4.3.3.4. Expresión de los resultados.....	98
3.4.3.4. Actividad diastásica.....	98
3.4.3.4.1. Metodología.....	98
3.4.3.4.2. Material y aparatos.....	98
3.4.3.4.3. Procedimiento.....	100
3.4.3.4.4. Expresión de los resultados.....	100
3.4.3.5. Cenizas.....	100
3.4.3.5.1. Metodología.....	100
3.4.3.5.2. Material y aparatos.....	101
3.4.3.5.3. Procedimiento.....	101
3.4.3.5.4. Expresión de los resultados.....	101
3.4.3.6. Hidroximetilfurfural.....	101
3.4.3.6.1. Metodología.....	101
3.4.3.6.2. Material y aparatos.....	101
3.4.3.6.3. Procedimiento.....	102
3.4.3.6.4. Expresión de los resultados.....	102
3.4.3.7. Determinación de glucosa y sacarosa.....	103
3.4.3.7.1. Metodología.....	103
3.4.3.7.2. Material y aparatos.....	103
3.4.3.7.3. Procedimiento.....	103
3.4.3.7.4. Expresión de los resultados.....	104
3.4.3.8. Conductividad eléctrica.....	105
3.4.3.8.1. Metodología.....	105
3.4.3.8.2. Material y aparatos.....	105
3.4.3.8.3. Procedimiento.....	105
3.4.3.8.4. Expresión de los resultados.....	106
3.4.3.9. Poder rotatorio específico.....	106
3.4.3.9.1. Metodología.....	106

3.4.3.9.2. Material y aparatos.....	106
3.4.3.9.3. Procedimiento.....	107
3.4.3.9.4. Expresión de los resultados.....	107
3.4.3.10. Temperatura y entalpía de fusión.....	107
3.4.3.10.1. Metodología.....	107
3.4.3.10.2. Material y aparatos.....	108
3.4.3.10.3. Procedimiento.....	108
3.4.3.10.4. Expresión de los resultados.....	109
3.4.3.11. Identificación de flavonoides.....	109
3.4.3.11.1. Metodología.....	109
3.4.3.11.2. Material y aparatos.....	110
3.4.3.11.3. Procedimiento.....	110
3.4.3.11.4. Expresión de los resultados.....	111
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	
<b>4.1. MIELES MONOFLORALES.</b>	
<b>4.1.1. Mieles monoflorales de <i>Lotus corniculatus</i> .....</b>	<b>112</b>
4.1.1.1. Introducción.....	112
4.1.1.2. Resultados.....	114
4.1.1.3. Discusión de resultados.....	147
4.1.1.4. Conclusiones.....	151
Anexo II: Índice de tablas y gráficos.....	153
<b>4.1.2. Mieles monoflorales de <i>Melilotus Albus</i>.....</b>	<b>154</b>
4.1.2.1. Introducción.....	154
4.1.2.2. Resultados.....	156
4.1.2.3. Discusión de resultados.....	182
4.1.2.4 Conclusiones parciales.....	186
Anexo III: Índice de tablas y gráficos.....	187
<b>4.1.3. Mieles monoflorales de <i>Eucalyptus spp</i>.....</b>	<b>188</b>
4.1.3.1. Introducción.....	188
4.1.3.2. Resultados.....	191
4.1.3.3. Discusión de resultados.....	224
4.1.3.4 Conclusiones parciales.....	229
Anexo IV: Índice de tablas y gráficos.....	231
	232
<b>4.1.4. Mieles monoflorales de <i>Echium plantagineum</i>.....</b>	
4.1.4.1. Introducción.....	232
4.1.4.2. Resultados.....	234
4.1.4.3. Discusión de resultados.....	259
4.1.4.4. Conclusiones parciales.....	262
Anexo V: Índice de tablas y gráficos.....	264

---

<b>4.1.5. Estudio de la fracción fenólica de mieles monoflorales y su relación con el origen botánico.....</b>	<b>265</b>
4.1.5.1. Introducción.....	265
4.1.5.2. Resultados.....	266
4.1.5.3. Discusión de los resultados.....	287
4.1.5.4. Conclusiones parciales.....	288
<b>Anexo VI: Índice de tablas y gráficos.....</b>	<b>290</b>

## **4.2. MIELES MONO Y MULTIFLORALES**

<b>4.2.1. Evaluación de las características de cristalización y propiedades térmicas de mieles multiflorales en relación a indicadores químicos y al origen floral.....</b>	<b>291</b>
4.2.1.1. Introducción.....	291
4.2.1.2. Resultados.....	292
4.2.1.3. Discusión de los resultados.....	309
4.2.1.4. Conclusiones.....	312
<b>Anexo VII: Índice de tablas y gráficos.....</b>	<b>313</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>314</b>

<b>5. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>317</b>
---------------------------------------	------------

<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>319</b>
-----------------------------	------------

# *INTRODUCCIÓN*



## I. INTRODUCCIÓN.

### I. I. Argentina como país productor y exportador de miel.

La República Argentina es uno de los países con mayor tradición apícola en Latinoamérica. Con una cantidad de colmenas en producción estimadas en 1.500.000 y con una producción anual de más de 40.000 toneladas de miel, nuestro país se encuentra entre los primeros seis productores mundiales (IPROSA, 1995), debiendo además mencionar que tiene una tradición exportadora que lo ubica definitivamente entre los líderes del mercado internacional de mieles.

Según un informe elaborado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1993), la producción mundial de miel creció cerca de 40 % en la década del 80, alcanzando el volumen de 1.200.000 toneladas en 1990. De acuerdo a lo informado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la producción en Argentina habría alcanzado en 1992 las 61.000 toneladas, las buenas condiciones climáticas de las principales áreas de producción se tradujeron en elevados rendimientos. La cifra del INDEC es para ese año 55.166 toneladas.

La posición de Argentina osciló entre el cuarto y séptimo lugar en la producción mundial desde el año 86 al 96. En la Tabla I se informa sobre la producción de miel de Argentina en relación a otros países.

**TABLA I: PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE MIEL (Tn anuales)**

PAIS	1988	1989	1990	1991	1993	1994	1995	1996
<b>C.E.I.</b>	243000	225000	236000	240000				
<b>CHINA</b>	156000	189000	193000	190000	176000	177000	165000	90000
<b>EEUU</b>	97100	80000	89000	91000	104493	98500	98000	87000
<b>ARGENTINA</b>	46000	40000	46000	54000	60000	64000	70000	57000
<b>MEXICO</b>	46000	48000	51000	53000	48000	41500	38000	60000
<b>RUSIA</b>					49600	43899	43900	

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 1997

De acuerdo a estimaciones realizadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, la producción nacional de miel fue para la campaña 97 de 62.000 tn, un 8 % mayor a 1996, situación producida por una mejora en las condiciones climáticas, observándose una tendencia creciente tanto en la producción por colmena como en el número de colmenas y productores apícolas.

Podemos distinguir distintas regiones apícolas en nuestro país:

1- Pampa húmeda: comprende la provincia de Buenos Aires (exceptuando el Delta), sur de Entre Ríos, centro y sur de Santa Fe y sur de Córdoba. Las especies de plantas melíferas están representadas por cardos, tréboles, eucalyptus y crucíferas.

2- Pampa árida: comprende el sur y sudoeste de Buenos Aires y La Pampa. Las especies melíferas: alfalfa, cardos, "abrepuño amarillo" (*Centaurea solstitialis*), "flor amarilla" (*Diploaxis tenuifolia*), apoyadas en primavera por vegetación arbórea y arbustiva silvestre.

3- Norpatagonia y valles cordilleranos al sur del río Neuquén: especies melíferas: alfalfa, melilotus, crucíferas y salicáceas en zonas de riego; vegetación arbórea, arbustiva y anual, silvestres, donde no hay riego.

4- Andina: al norte del río Neuquén, incluyendo Mendoza, San Juan, La Rioja y Catamarca. Muy poco explotada. Especies melíferas: alfalfa (*Medicago sativa*), melilotus (*Melilotus albus*) en zonas de riego. Vegetación de apoyo: silvestre.

5- Noroeste: incluye las provincias de Tucumán, Salta, Jujuy, oeste del Chaco y de Formosa. Muy poco explotada. Especies melíferas: citrus, eucalyptus y masas boscosas.

6- Bosques chaqueño y serrano: comprende parte norte de San Luis, este de La Rioja, sur, centro y norte de Córdoba, centro y norte de Santa Fe, Santiago del Estero y centro del Chaco. Muy poco explotada en general, salvo excepciones. Especies melíferas: melilotus y alfalfa donde hay riego y buenas lluvias; especies silvestres en general.

7- Noreste: centro y norte de Entre Ríos y Corrientes, especialmente en zonas costeras del Paraná y Uruguay; zonas costeras sobre el Paraná y el Paraguay, de las provincias de Santa Fe, Chaco y Formosa; Misiones. Muy poco explotadas. Especies melíferas: citrus, eucalyptus, melilotus, crucíferas y vegetación silvestre.

8- Delta del Paraná: poco explotada. Especies melíferas: cardos, Salicáceas y vegetación silvestre.

La apicultura argentina se encuentra concentrada en la "pampa húmeda". La provincia de Buenos Aires es la principal productora, representa el 57 % del total, luego le sigue en importancia la provincia de Santa Fe con el 14 %, Córdoba 11 %, Entre Ríos 9 % y La Pampa 9 %. El porcentaje restante se reparte por el resto del país. La miel de las dos primeras provincias se destina básicamente a la exportación, mientras la del resto se destina a consumo interno o a usos industriales (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 1997).

Como vemos, la industria apícola presenta un potencial muy grande de explotación debido a las favorables condiciones agroclimáticas que posee el país en la mayor parte de su territorio.

En base a la dedicación personal de los apicultores, se pueden definir a nivel productivo cuatro categorías de empresas:

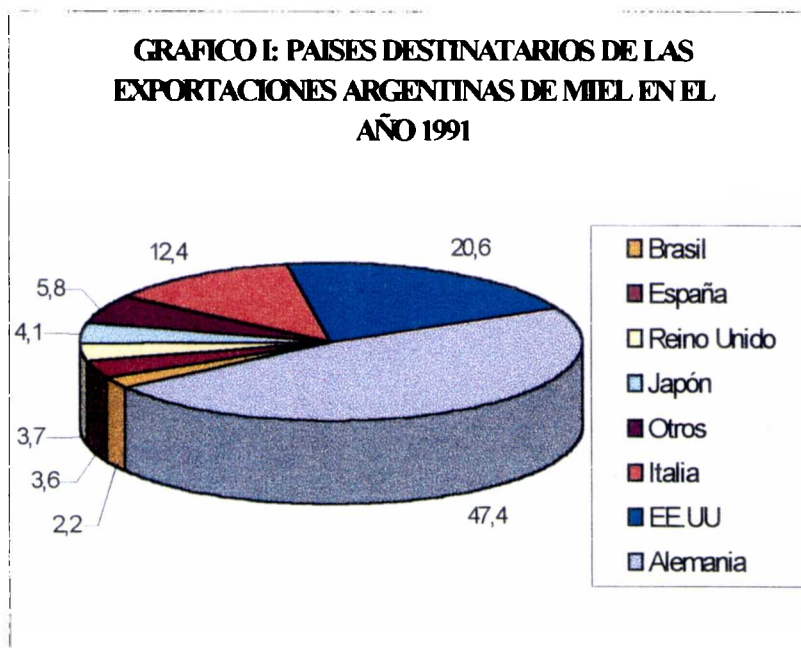
- Apicultura casera: los que poseen menos de 49 colmenas.
- Apicultura de dedicación parcial: con un número de colmenas entre 50 y 199.
- Apicultura de plena dedicación: los que poseen entre 200 y 499 colmenas
- Apicultura industrial: con 500 colmenas.

Se estima que la unidad económica está alrededor de 420 colmenas. El porcentaje mayoritario de productores realiza esta actividad en forma complementaria a una actividad principal. Un 10 % de los productores posee 20 unidades, un 75 % tiene entre 20 y 350 colmenas, un 12% posee entre 350 y 500 y sólo un 3 % supera esta cifra.

En cuanto a la distribución de colmenas por provincia, la mayor cantidad se encuentra en Córdoba y Santa Fe, un 40 %, en Buenos Aires se encuentra un 30 %, Entre Ríos posee un 10 % y el restante 20 % se encuentra distribuido en el resto del País.

Como dijimos anteriormente, Argentina ocupa un importante lugar como exportador de miel. Según datos del Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA), las exportaciones mundiales pasaron de 246.000 toneladas en 1981, valuadas en U\$S 263 millones, a cerca de 300.000 toneladas en 1990, U\$S 325 millones, lo que significa un incremento de 16 % en cantidad y un 23 % en valor.

Los últimos datos señalan a Argentina como segundo exportador mundial. En el año 1991 exportó más de 47.000 toneladas, aproximadamente el 87 % de la cosecha de miel. Su principal cliente, con diferencia respecto al resto, es Alemania, con un 47,4 % del total, seguido de Estados Unidos 20,6 %, e Italia, 12,4 %. España ocupa el sexto lugar entre los destinatarios de la miel argentina, con un 3,6 % del total exportado (Gráfico I). (Vida apícola 58.1993).



Durante 1996 las exportaciones argentinas presentaron un récord de divisas, alcanzando los 90 millones de dólares. El volumen exportado fue de 53.000 toneladas, un 15 % menor al año anterior debido exclusivamente a la menor cosecha de miel que se produjo por factores climáticos adversos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). A diferencia de otros años, el principal destino fue Estados Unidos (68,4 %), seguido por Alemania (22,5 %), Italia y Canadá (5,6 % y 3,4 %) respectivamente.

Como lo ilustra la Tabla II, en el período enero – mayo de 1997 se ha exportado por valor de 53 millones de dólares, manteniendo Estados Unidos el primer lugar como país comprador.

**TABLA II: EXPORTACIONES DE MIEL ENERO – MAYO 1997**

<i>PAÍS</i>	<i>VOLUMEN (TN)</i>	<i>VALOR (MILL. U\$S)</i>
<b>Estados Unidos</b>	22.264	37,1
<b>Alemania</b>	3.919	6,1
<b>Italia</b>	1.784	2,8
<b>Japón</b>	1.040	1,8
<b>Otros</b>	3.055	5,3
<b>Total</b>	<b>32.052</b>	<b>53,1</b>

Fuente: Dirección Nacional de Alimentos en base a datos de INDEC, 1997.

En lo que se refiere al consumo interno de la miel, según un informe de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación no se dispone en el país de información estadística precisa, ni su distribución entre alimento directo e industria. Se calcula que el mercado interno no supera el 14 % de la producción. Las estimaciones indican que llegarían a 6500/7000 toneladas, lo que implica un consumo por habitante de 200 a 250 gr anuales. Es un valor bajo en relación con otros países donde se llega al Kilogramo por persona.

## **1.2. IMPORTANCIA COMERCIAL DE LA MIEL**

### **1.2.1. Formas de comercialización.**

Desde que la apicultura se practica en escala cada vez mayor, en muchos países del mundo, y dado que los métodos modernos de mantenimiento de los apiarios aumentan el rendimiento medio de esta actividad, se ha registrado un aumento notable de la producción de miel. Este desarrollo resulta saludable, dado que la miel es uno de nuestros más valiosos alimentos.

El productor apícola tiene fundamentalmente dos formas de comercialización de su miel: a granel en tambores de 300 Kg, modalidad que se aplica generalmente cuando el destino del producto es la exportación a otros países; o en forma fraccionada, envasada en recipientes de distintas capacidades, para cubrir las necesidades del mercado interno.

En Argentina, por ser un país fundamentalmente exportador, la forma de comercialización a granel es la que más se practica, ya sea que la exportación se concrete directamente desde el productor o que éste le venda a un exportador que luego realiza la operación.

Para la comercialización interna de la miel, es necesario que el apicultor maneje su negocio y la miel de forma tal que este importante alimento goce de la jerarquía que se merece como alimento natural, es decir que no se alteren sus principales características. Se verá afectado por uno o más de los siguientes elementos que constituyen el puente de comercialización entre los productores de miel y los consumidores: compra y venta, normalización: tipificación, envasado, etiquetado; fijación de precios, publicidad; distribución, transporte y almacenamiento, información del mercado y tendencias del mercado.

Generalmente la miel envasada, aquí en Argentina, carece en la mayor parte de los casos, de tipificación. Sólo es acompañada de una rotulación correcta, que toma en cuenta las normas legales y ofrece información concisa sobre el producto. En cambio en otros países como España, Francia, Italia y Alemania, la miel fraccionada y envasada está perfectamente identificada dentro de un tipo, ya sea por su origen floral o por alguna otra característica que la distingue (Kawaguchi, 1995). Es común encontrar por ejemplo, "miel de azahares", "miel de eucalyptus" o "miel de monte", etc. El destino de la miel exportada se traduce en múltiples aplicaciones, para consumo directo, para uso industrial, ya sea en la industria alimenticia (elaboración de bebidas, caramelos, etc.) y para la industria cosmetológica (cremas, champúes, etc). En Argentina, la miel es destinada en el comercio interno a los mismos usos industriales.

### **1.2.2 Tipificación de mieles para su comercialización.**

Como se mencionó anteriormente, la miel argentina destinada al comercio interno se comercializa con el simple nombre de "Miel" o "Miel de Abejas". Aunque hoy día la tendencia del mercado es hacia la tipificación de la miel, a fin de resaltar ciertas características que harían de ella un producto selecto, son muy pocos los ejemplos que podemos encontrar, teniendo en cuenta que Argentina posee un gran potencial en este aspecto.

Nuestro territorio posee una abundante y variada flora melífera que le permitiría ofrecer al mercado mieles tipificadas por su origen botánico. Las mieles así clasificadas se denominan monoflorales, y la miel rotulada solamente como miel, se considera multifloral. Las mieles monoflorales son muy apreciadas en el comercio por tener características especiales, ya sea de sabor, olor o consistencia.

La miel de citrus, por ejemplo, es especialmente valorada por su delicado sabor, su perfume particular, muy aromática y su color claro, lo que le da valor económico y el tipo de cristalización en cristales finos que significan calidad para el producto.

Otras formas de tipificación usadas en muchos países, son la "Denominación de Origen" y la "Indicación Geográfica". La Denominación de Origen se refiere a una miel con el nombre de una región o lugar determinado o en casos excepcionales un país. Se requieren características específicas de producción, obteniendo un producto diferenciable química, física, biológica y organolépticamente; un ejemplo es la miel española identificada como de "La Alcarria". La Indicación geográfica se refiere a una indicación precisa como por ejemplo "Miel de Concordia", ó "Miel de monte". El producto presenta una calidad determinada, o una característica específica que se atribuye al lugar geográfico.

La clasificación de las mieles desde el punto de vista del mercado interno, que tiene en cuenta lo dicho anteriormente y además su modo de obtención, comercialización y presentación, es la siguiente (Kawaguchi, 1995):

- Miel de mielada: es la miel que se obtiene de secreciones de las partes vivas de las plantas o que se encuentra en ellas.

- Miel natural virgen y/o procesada, clasificada:

a) Por su origen floral: monofloral o multifloral.

b) Por su procedimiento de obtención:

. Miel escurrida: obtenida por escurrimiento de los panales desoperculados, sin larvas.

. Miel prensada: obtenida por prensado de los panales, sin larvas.

. Miel centrifugada: obtenida por centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.

. Miel filtrada: sometida a un proceso de filtración sin alterar su valor nutritivo.

c) Por su acondicionamiento: en miel a granel y miel fraccionada, como se explicó anteriormente. A su vez la miel fraccionada puede estar clasificada o no, conforme a la modalidad comercial adoptada, en alguno de los tipos que mencionamos.

d) Desde el punto de vista de la presentación de la miel, y valorando propiedades de orden intrínseco:

. Mieles líquidas.

. Mieles cristalizadas.

. Mieles semi-cristalizadas.

. Mieles cremosas.

Para la comercialización externa se usa la tipificación por color de las mieles. El color de la miel no es una característica de composición, pero tiene una gran importancia comercial, ya que delimita el valor económico o la aceptación o rechazo de muchas partidas de miel. Comercialmente se tiene el criterio de que las mieles de colores claros son de mejor calidad, aceptadas para exportación y se pagan por ellas mejores precios; en cambio las mieles oscuras se consideran de baja calidad e inclusive sufren descuentos de acuerdo al grado de oscuridad.

Es decir, que tenemos para la producción de miel argentina, por un lado, el mercado de las mieles claras, de sabores y aromas suaves, que constituyen la principal oferta por su aceptación, cuyo destino es el fraccionamiento directo, el corte para mejorar otras mieles, o el insumo industrial, en particular las industrias cosmética y farmacéutica.

Por otro lado, el mercado de las mieles oscuras, de sabores y aromas intensos, tiene como destino el reprocesado, el fraccionamiento con destino al consumidor final y/o a granel en envases de tamaño intermedio (5 Kg en adelante), para su utilización como insumo, especialmente en la industria alimenticia.

Internacionalmente los colores de las mieles se refieren siempre a la escala de colores medida con el Colorímetro Pfund. Es la escala oficial, aceptada por la legislación para clasificar la miel. La lectura en el colorímetro se hace sobre una escala milimétrica que está calibrada en divisiones especiales. Para facilitar la comprensión entre las diferentes partes en el mercado mundial se ha establecido este lenguaje internacional, que consiste en una serie de clases de miel por el color, en las que se engloban desde las más claras a las más oscuras. Estas clases se pueden apreciar en la Tabla III.

**TABLA III.**  
**GRADO DE COLOR DE LA MIEL.**

<b>ESCALA INTERNACIONAL</b>	<b>mm PFUND.</b>
<b>Blanco agua</b>	<b>0 - 8 mm</b>
<b>Extra blanco</b>	<b>9 - 17 mm</b>
<b>Blanco</b>	<b>18 - 34 mm</b>
<b>Ámbar extra claro</b>	<b>35 - 48 mm</b>
<b>Ámbar claro</b>	<b>49 - 83 mm</b>
<b>Ámbar</b>	<b>84 - 114 mm</b>
<b>Ámbar oscuro</b>	<b>más de 114 mm</b>

Fuente: Norma IRAM N° 15941. 1995.

Otra posibilidad de tipificación es la "Miel ecológica, biológica u orgánica". El método de producción ecológico (biológico-orgánico) implica importantes restricciones en la utilización de fertilizantes o pesticidas que puedan tener efectos desfavorables para el medio ambiente y dar lugar a la presencia de residuos en la miel. Implica prácticas de producción variadas y un uso muy limitado de productos químicos.

El control del cumplimiento de las normas de producción exige, en principio, controles en todas las fases de producción y comercialización por autoridades designadas y/u organismos autorizados y supervisados.

### **1.2.3. Marco legal para la comercialización nacional.**

La miel, como todo producto alimenticio, para poder ser comercializada debe ajustarse a ciertas normas legales que rigen su autorización y comercialización .

A nivel nacional la legislación alimentaria para la miel, está formada por las disposiciones del Código Alimentario Argentino y Resoluciones de Organismos Oficiales como el Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA), las que se resumen a continuación:

CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO actualizado (1997): Art. 782.

RESOLUCIÓN 1051/94 DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA GANADERÍA Y PESCA, donde se establece un sistema de clasificación de mieles por origen botánico. Boletín Oficial N° 28.084 1ª Sección. 16 de Febrero de 1995.

RESOLUCIÓN N° 217/95 (7 de Abril de 1995) DEL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD ANIMAL. Actualiza determinados aspectos para la inscripción de personas físicas y/o jurídicas interesadas en registrar sus Laboratorios en la Red de Laboratorios autorizados por el SENASA.

RESOLUCIÓN N° 220/95 DE LA GERENCIA DE FISCALIZACIÓN GANADERA DE SENASA. Reglamenta la habilitación, inscripción y funcionamiento de los establecimientos donde se industrialice miel.

RESOLUCIÓN N° 274/95 (6 de noviembre 1995) DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS. Modifica la Resolución 1051/94 (2 de diciembre 1994) que establece la clasificación de mieles por origen botánico.

RESOLUCIÓN N° 111/ 96 DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS. Establece la habilitación, inscripción y funcionamiento de los laboratorios certificadores de origen botánico de la miel.

- Norma IRAM N° 15929. (Muestreo). Boletín Oficial N° 28.351 1ª Sección. 11 de Marzo de 1996.

#### **1.2.4. Marco legal para la comercialización externa.**

La comercialización externa de alimentos está regulada por normas legales internacionales como son: el REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR DE IDENTIDAD Y CALIDAD DE LA MIEL. Res.GMC N° 15/94. Anexo, y el CODEX ALIMENTARIUS MUNDIAL.

El Reglamento Técnico Mercosur incluye:

- Reglamento Técnico Mercosur para rotulación de alimentos envasados. Resolución GMC N° 36/93. Anexo.
- Reglamento Técnico Mercosur para Rotulado Nutricional de Alimentos Envasados. Resolución GMC N° 18/94.
- Norma ISO 7002 para muestreo.

El Codex Alimentarius Mundial es un ente formado por representantes de gobiernos de todos los países integrantes. Tiene como objetivos:

- Proteger la salud del consumidor.
- Asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de alimentos.
- Unificar criterios para establecer normas o parámetros analíticos de calidad.
- Contribuir al desarrollo del comercio internacional.
- Abarcar todas las normas sobre los principales alimentos para su distribución al consumidor.

El programa mixto FAO/OMS para normas alimentarias, formado por los miembros y miembros asociados de ambas organizaciones elaboró la NORMA DEL CODEX PARA LOS AZUCARES Y LA MIEL. cl. 1996/1- s. javier 1996. (texte transmis par le secrétariat du royaume uni).



### **1. 3. LA MIEL**

#### **1.3.1 Definición y origen.**

La definición legal en nuestro país es la siguiente: “Se entiende por miel el producto alimenticio producido por las abejas melíferas a partir del néctar de las flores o de las secreciones procedentes de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan y dejan madurar en los panales de la colmena” (Código Alimentario Argentino, 1997).

Podemos mencionar otras definiciones como: “La miel es la sustancia azucarada producida por las abejas a partir del néctar, mielato y otras materias azucaradas que ellas recolectan de los vegetales vivos, enriquecida con sustancias propias de la abeja, transformada en su propio cuerpo, depositada en los alvéolos y finalmente operculada” (Ortiz y col., 1996).

Como se puede desprender de las definiciones, la miel es un producto muy complejo que varía notablemente en su composición, según la flora de origen, zona, condiciones climatológicas, etc, por lo tanto, consideramos que sería más oportuno hablar de mieles, y no de miel, por las distintas características que pueden presentar.

#### **Origen.**

En un sentido general, la miel es considerada como un alimento de origen animal, pero en realidad, su origen es vegetal, ya que la abeja no produce la miel por sí misma sino que transforma dos tipos de materias primas, el néctar de las flores y los mielatos de las plantas (Louveau, 1985). Ambos se originan en la savia elaborada que distribuye los nutrientes en las plantas vasculares.

A partir del néctar de las flores se obtiene lo que denominamos miel de flores, y a partir de la mielada, la miel de mielada, cuyo origen es indirecto. Ciertos hemípteros, se alimentan del floema (rico en materias orgánicas) de distintos árboles o arbustos y excretan un líquido dulce que es recogido por las abejas dando lugar a la miel de mielada.

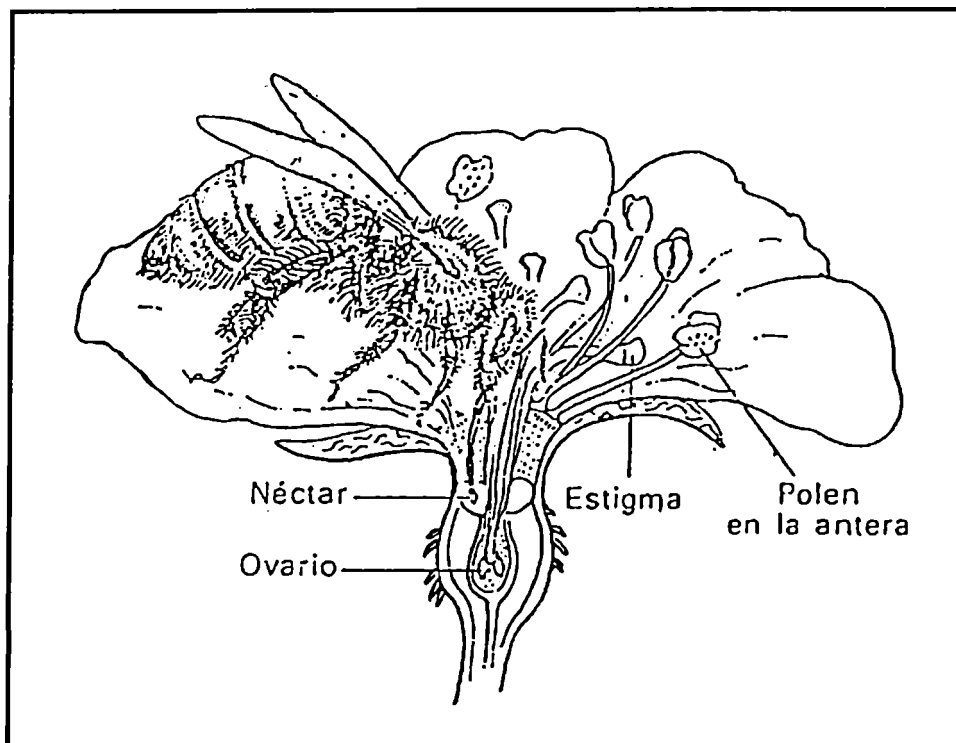
En las flores, los nectarios se encuentran situados en el eje floral, generalmente en la base de la corola.

Las abejas acceden al néctar floral por el interior de la corola, por consiguiente toman contacto con los órganos reproductores de la flor y se impregnan de polen, por esta razón se habla de un beneficio mutuo: el insecto obtiene alimento, y la propia planta aumenta la probabilidad de ser polinizada.

Este último aspecto es muy importante industrialmente, por el papel que cumplen las abejas en la polinización de cultivos.

En la Figura I se observa el nectario, el cual es alcanzado fácilmente por una abeja posada en los pétalos de la flor.

FIGURA I: CORTE TRANSVERSAL DE UNA FLOR.



Fuente: Crane, 1985.

La mielada es producida por ciertos insectos; según distintos autores la mayoría pertenece al orden Rhynchota (Root, 1976; Maurizio, 1985). Se caracterizan principalmente por la estructura de su aparato bucal, que posee unas piezas adaptadas para la perforación y la succión formadas por cuatro agujones que mueven uno contra otro perforando los tejidos que protegen los haces vasculares del floema, así llegan a los vasos conductores, y succionan las materias nitrogenadas que se encuentran en él.

Cada uno de los dos agujones centrales tiene dos muescas que al unirse forman un doble tubo. A través del de mayor diámetro, (o tubo alimenticio) son absorbidos los jugos de la planta, lo que se ve favorecido por la presión de salida del líquido vegetal (savia elaborada), y por el bombeo que realiza el propio insecto. Por el tubo estrecho, o tubo salivar, la saliva con sus enzimas es incorporada al hacecillo conductor en el lugar de la perforación.

El insecto succiona tal cantidad de savia que excede varias veces su propio peso, y expulsa en forma de pequeñas gotitas los azúcares que no puede digerir junto a otros elementos resultantes de la transformación digestiva.

Estas gotitas de sabor dulce caen sobre las hojas y otras partes del vegetal, constituyendo la mielada que la abeja recogerá y transformará en lo que llamamos miel de mielada. Esta miel presenta características propias, que las diferencian de la miel de flores.

Los insectos productores de mielada son aquellos grupos de hemípteros (*Rhynchota*), tales como Cochinilla (*Coccina*), mosca blanca (*Aleyrodina*), Psílicos (*Psillina*), pulgón (*Aphidina*), cigarra (*Cicadina*), que chupan directamente de los haces vasculares. Por ejemplo, el individuo adulto *Tuberolanchus salignus* (pulgón) produce unos dos microlitros de mielato por hora (Del Baño Breis y col., 1996).

La producción de mielada por parte de estos insectos no es constante y depende de la dinámica de población de dichos pulgones (áfidos), de la planta huésped y de las condiciones del medio. Las especies de árboles huéspedes que se encuentran frecuentemente son álamos (*Populus spp*), robles (*Quercus spp*), sauces (*Salix spp*), olmo (*Ulmus spp.*) y frutales en general.

En nuestro país, las mieles de mielada no constituyen un volumen de producción importante y son consideradas de mala calidad. Argentina es un país muy poco consumidor de miel, pero las preferencias se orientan hacia mieles claras, aromáticas, de sabores suaves; y la miel de mielada es muy oscura, de sabor fuerte, ácido y agresivo. No ocurre lo mismo en otros países, donde se la prefiere. Inclusive su producción es importante en países como Nueva Zelanda, Norte de América y ciertos lugares de Europa como Alemania (Selva Negra). En Turquía y Grecia tienen por costumbre extender el área de las fuentes de mielada, para ello, en el verano cuando los insectos (*Marchalina Hellenica*) aparecen en gran cantidad, los productores cortan las ramas de pino (*P. halepensis*), y las colocan en pinares libres de este insecto. Allí, si las condiciones son favorables, pueden multiplicarse aumentando el área de producción de mielada (Crane, y Walker, 1985).

Al igual que con mieles de origen floral, existen mieles provenientes de mieladas tóxicas, como lo que ocurre en Nueva Zelanda con la mielada del árbol "tutu" (*Coriaria arborea*), producida por *Scolypopa australis*, que debe su toxicidad a la presencia de tutina (White, 1981)

Para las mieles de flores, según recopilaciones de Pérez Arquillé y col. (1997), las familias y especies más representativas de intoxicaciones son: la familia *Ericaceae*, que produce las intoxicaciones más frecuentes por miel; los géneros son *Rhododendron*, *Kalmia*, *Andromeda*, *Pieris* y *Tripetaleia*. Contienen los compuestos tóxicos diterpenoides, grayanatoxinas (XII), que ejercen su acción sobre el corazón, sistema nervioso central y aparato digestivo. La familia *Coriaceae*, que posee el género *Coriaria* con 15 especies, contiene en sus hojas y frutos sustancias químicas como la tutina, hyenanchina y coriamyrtina de acción convulsivante similar a la estricnina.

Otras familias citadas son *Solanaceae* y *Compositae*. La familia *Solanaceae*, comprende varias especies tóxicas muy extendidas como son *Atropa belladonna* (belladona), *Datura stramonium* (estramonio), *Datura metel*, *hyosciamus niger* (beleño). Dentro de sus principios activos se incluyen alcaloides del tipo hyosciamina, scopolamina, de acción parasimpaticolítica.

En la familia *Compositae*, la mayoría de las especies aportan nectarios muy visitados por las abejas, produciendo mieles de buena calidad.

No obstante varios géneros de esta familia contienen alcaloides que provocan lesiones progresivas e irreversibles sobre el hígado. Se mencionan también plantas como la *Serjania lethalis* (*Acantaceae*), que abunda en Brasil, y produce una miel con una fuerte acción narcótica que puede causar la muerte. En Sudáfrica, se registraron casos de intoxicación con mieles provenientes de *Euphorbia sp*, siendo sus síntomas fuerte irritación de boca y garganta.

Existen también otras fuentes de néctar formadas por nectarios extraflorales (presentan nectarios en los foliolos), que pueden ser aprovechados por las abejas, como es el caso de la *Centaurea* o algunas especies del género *Vicia*. Aunque existe discrepancia en cuanto al origen de la miel que producen, de flores o de mielada, debemos decir que este aprovechamiento es poco importante. Los factores que determinan su significación real se traducen en influencias meteorológicas, la propia abundancia, los períodos de escasez, y el instinto de recolección.

Otro aspecto a considerar en el origen de la miel, es la atracción de las plantas por sí mismas hacia las abejas. Se ha comprobado que plantas ricas en sacarosa, flores grandes intensamente coloreadas y mayor número de flores abiertas, ejercen mayor atracción hacia las abejas melíferas.

También, la preferencia que demuestra una abeja al recolectar el néctar de una especie vegetal en vez de otra, depende de varios factores, como la concentración y composición del azúcar del néctar, la facilidad con que la abeja pueda llegar a él, etc. (Crane, 1985).

El aroma y el color de las flores juegan un papel importante en la atracción. Las sustancias responsables del aroma varían según las especies vegetales. En lo que se refiere al color, las abejas parecen tener gran sensibilidad a tres tipos de radiaciones: amarillo, azul y ultravioleta; esta sensibilidad se manifiesta en una visión distinta a la humana (Chittka y col., 1992-93-95). De hecho, el color y el aroma actúan conjuntamente. El color es el que guía a las abejas desde lejos, y cuando se encuentran más cerca, el olfato juega un papel esencial para situar al insecto en el lugar adecuado.

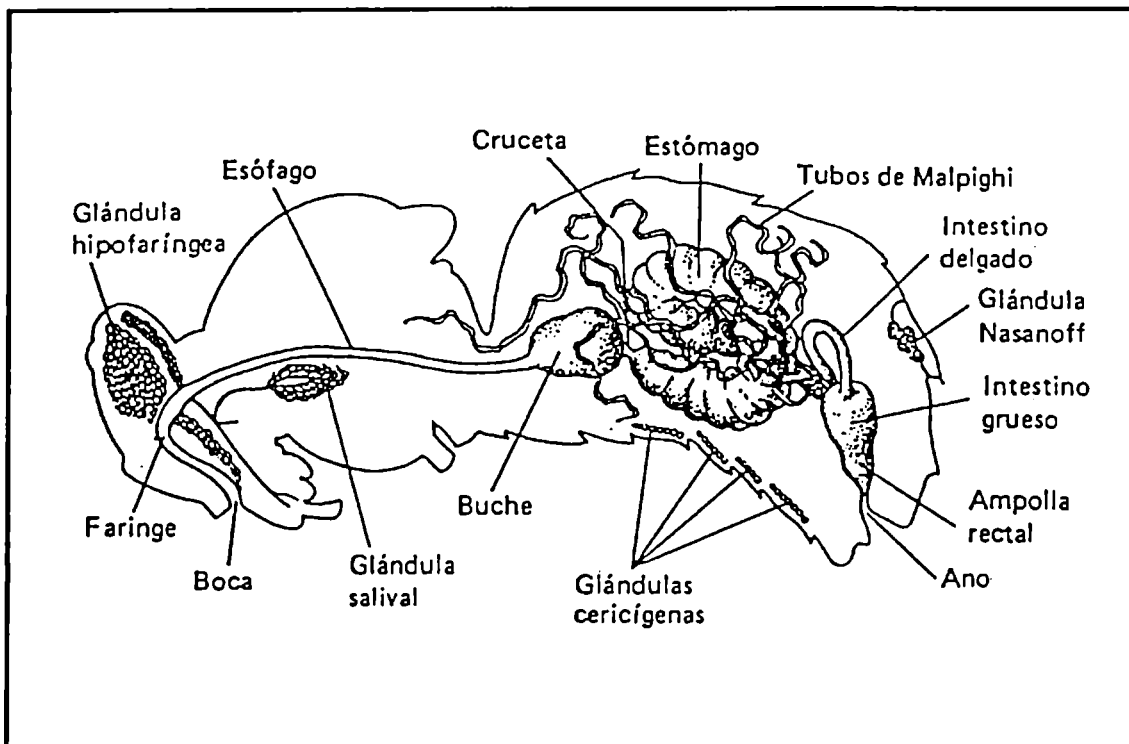
### **1.3.2. Transformación del néctar en miel.**

Para las abejas, la recolección de néctar, mielada y polen, significa un gran esfuerzo en relación a la pequeña cantidad que recogen por día (entre 40 y 70 mg). Cada abeja obrera visita entre cincuenta y mil flores en un solo viaje, realizando de tres a diez viajes diarios. La elaboración de 1 Kg de miel supone para las abejas un recorrido total de unos 26.000 Km (Huidobro, 1983).

La abeja ingiere a través de las piezas bucales el néctar o mielada, y lo transporta hasta la colmena. El aparato digestivo de la abeja comienza en la boca, le sigue la faringe y el esófago, que es un tubo delgado que atraviesa el tórax, llega hasta el abdomen donde se ensancha y forma el buche melario (Figura II). La principal función de este órgano es la de servir como medio de transporte del néctar recolectado. En él se inicia la transformación del néctar en miel. Está formado por paredes muy elásticas, lo que le permite ensancharse considerablemente al llevar la carga de néctar.

Luego viene el proventrículo, que es una pequeña sección entre el buche melario y el ventrículo y que une a ambos.

FIGURA II. ORGANO DIGESTIVO DE LA ABEJA



Fuente: Menéndez, 1981.

Su parte anterior está introducida en el buche y la parte superior se transforma en una válvula, denominada cruceta. Por medio de dos cortes cruzados está dividida en cuatro labios cuyos gruesos bordes están cubiertos por gran cantidad de vello quitinoso, que actúa a la manera de filtro, permitiendo que los líquidos vuelvan al buche, mientras que las partes sólidas, como granos de polen, quedan retenidos. La parte posterior del proventrículo es un tubo pequeño que entra en el ventrículo (estómago de la abeja). En este lugar el néctar recibe el aporte de enzimas de las glándulas de la abeja, que necesita para transformarse en miel (Menéndez, 1981).

En el comienzo de la elaboración, una abeja, llamada pecoreadora, llega del exterior, entra en la colmena y proporciona a una abeja del interior una gota de la materia prima que recolectó.

Al acercarse una a otra, la pecoreadora abre ampliamente sus mandíbulas y en la superficie de la base de su probóscide aparece una gota de néctar, entonces la que recibe extiende completamente su probóscide y toma rápidamente el néctar (Crane, 1980).

Esta gotita se intercambia de una a otra abeja, de tres a diez veces aproximadamente lo que depende de una serie de factores, entre los más importantes la “fuerza” o estado de la colonia y la intensidad de la recolección de néctar.

El número de intercambios varía también de acuerdo al volumen de materia prima que entra en la colmena; si éste es grande, se almacena rápidamente y los intercambios son menores, lo mismo que las secreciones enzimáticas añadidas al néctar original.

La gota de materia prima diluída y mezclada con las secreciones enzimáticas, es transformada en un producto que se conserva eliminando la mayor parte del agua, y finalmente es almacenado como reserva.

En este proceso se observan dos etapas: en la primera, las abejas que se ocupan de la preparación de la miel, se ubican cabeza en alto en forma perpendicular al panal o cuadro, regurgitan el contenido de su estómago, lo recogen bajo la trompa, lo exponen al calor de la colmena y vuelven a succionarlo. Esta práctica se repite por varios minutos en forma rápida, evaporando así el agua y a su vez añadiendo enzimas, producto de sus secreciones glandulares.

En la segunda etapa, la abeja deposita la gota de néctar en la cara interna superior de la celdilla, desde aquí desciende por gravedad a la inferior provocando una corriente en la masa líquida, que favorece nuevamente la evaporación de agua.

Este procedimiento de llenado se repite hasta completar  $1/4$  ó  $1/3$  de la capacidad de cada celdilla. En el caso de que el flujo de néctar fuera muy abundante o existiera falta de lugar, las celdillas se llenarán hasta  $1/2$  ó  $3/4$ .

Cuando este néctar ya está transformado en miel (contiene la humedad correcta), las abejas vuelven a transportar más néctar y repiten el ciclo hasta llenar totalmente la celdilla.

En las Fotos I y II se ilustra este proceso, mostrando las distintas fases que cumple el panal, y su operculación parcial.

Cuando la miel se ha evaporado hasta contener la menor cantidad posible de agua, que es de 15 a 17 % según la humedad y temperatura atmosférica, las abejas sellan las celdillas con un fino opérculo de cera impermeable, que impide que la miel absorba agua. La miel operculada en principio es de color claro y posteriormente más oscuro, posiblemente porque toca por deslizamiento la cara interna de la capa de cera.

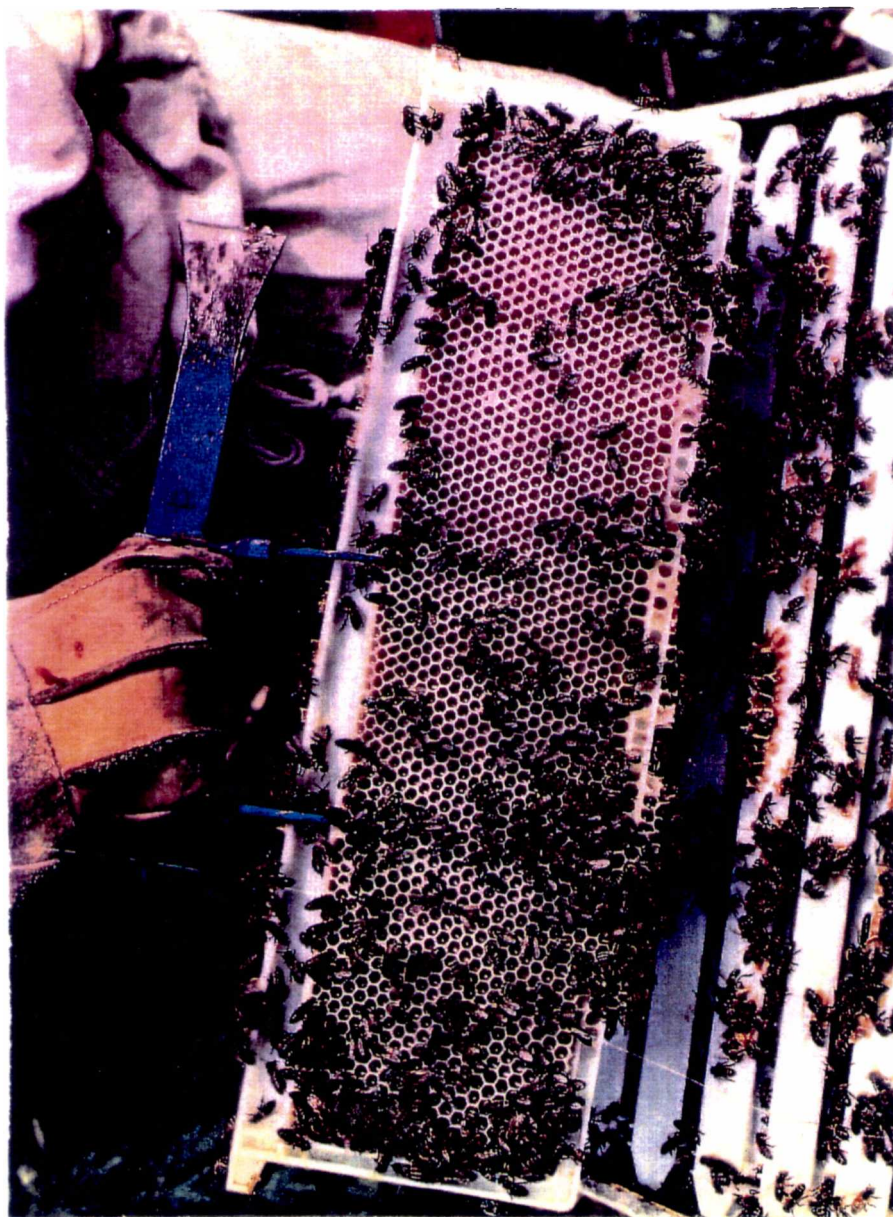
El hecho que el panal se encuentre operculado en por lo menos  $3/4$  partes de su superficie indica que la miel está madura, (es decir que el néctar ya se transformó en miel) y se estaría en condiciones de cosechar. En la Foto III se muestra el panal totalmente operculado con cera, conteniendo miel madura en su interior.

Las modificaciones químicas más importante que ha sufrido el néctar o mielada consisten en la reducción del contenido en agua hasta un 15 - 17 % y la hidrólisis de los azúcares por las secreciones enzimáticas.

Todos los procesos que hemos mencionado, nos dan una idea de la complejidad de la formación de la miel; comienza en los nectarios, sigue en el néctar, con modificaciones enzimáticas en el estómago de la abeja, continúa durante el proceso de maduración en la colmena y finaliza en el almacenamiento y manipuleo por el apicultor.

También se han mencionado modificaciones que se traducen en efectos de eficiencia y actividad enzimática, relacionados con la estación del año, la edad de la abeja pecoreadora (abeja que sale a recoger néctar), la fuerza de la colmena de acuerdo al número de individuos que posee, lo mismo que su condición fisiológica y raza.

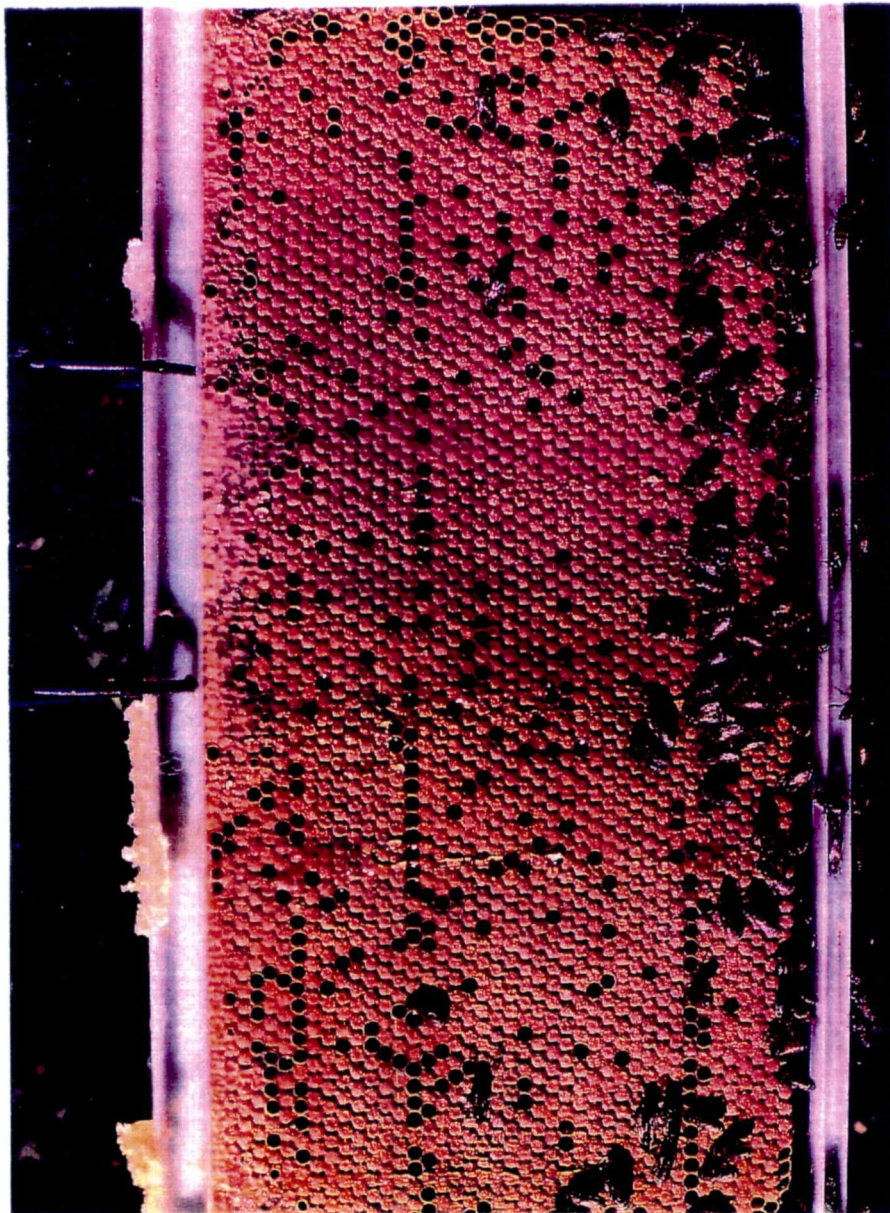
**FOTO I: PANAL SIN OPERCULAR.**



Fuente: SADA (Sociedad Argentina de Apicultores) 1997.



**FOTO II: PANAL PARCIALMENTE OPERCULADO**



Fuente: SADA (Sociedad Argentina de Apicultores) 1997.



**FOTO III: PANAL TOTALMENTE OPERCULADO**



Fuente: SADA (Sociedad Argentina de Apicultores) 1997.

Se ha observado también una relación entre la actividad enzimática y el contenido en prolina con la reducción de granos de polen por el proventriculo (Von Der Hoe, 1994).

### **1.3.3. Breves referencias históricas sobre la utilización de la miel en la alimentación.**

La miel es un alimento que elaboran las abejas desde hace 20 millones de años, mucho antes que existiera el hombre, y su utilización en la alimentación humana se remonta a la prehistoria.

La siguiente escala aproximada de tiempo muestra la antigüedad de las abejas y de la miel en comparación con la del hombre (Crane, 1980):

Hace 150 a 100 millones de años: han aparecido las plantas que dan flores y producen néctar y polen.

Hace 50 a 25 millones de años: aparecen las abejas solitarias, y también los primeros primates (monos).

Hace 20 a 10 millones de años: las abejas sociales producen y almacenan la miel.

Hace diez mil años: el hombre comienza a utilizar la miel, según las crónicas que han sobrevivido.

La historia de la miel es larga y fascinante. Así como el término para designar la miel es más antiguo que el que corresponde a la abeja, así también se consideró sagrada a la miel antes que a las abejas. La miel era un alimento valioso en tanto que las abejas sólo eran una molestia. El hombre primitivo pensó que las abejas obtenían en alguna forma la miel ya preparada de las flores y de los árboles. Fue recién en el siglo XVIII cuando se supo que las flores sólo producían el néctar que juntaban las abejas. Hasta entonces se había supuesto que el néctar (o rocío de miel), caía del aire, que era exudación del cielo y en consecuencia un alimento tanto de los dioses como de los mortales, lo que lo colocaba en una categoría separada del resto de los alimentos (Crane, 1980).

En el siglo I a.C. Aristóteles lo expresó en esta forma: “La miel cae del aire, principalmente cuando salen las estrellas y posa en la tierra el arco iris” (*Historia animalium*, V 22-24), a lo cual Plinio “El Viejo” añadió: “Si este líquido es el dulce de los cielos, o si es una saliva que emana de las estrellas, o un jugo que exuda del aire mientras se purifica a sí mismo .... de todos modos nos llega puro, limpio y genuino” (*Historia naturalis*, XI, 12) (Crane, 1980).

Testimonios de la recolección de miel se conocen en España, en las cuevas de Altamira (Cantabria), donde se han encontrado las primeras pinturas que datan del final de la Edad de Hielo (unos 15.000 o 10.000 años antes de Cristo), que parecen representar panales y escaleras para sacar la miel. En la misma disposición han aparecido otros dibujos en Zimbabwe, realizados posteriormente, en los que se muestra una perspectiva semejante al fondo de una colmena fijista actual cuando se llena de panales (Crane, 1985; Sepúlveda, 1986).

Las Cuevas de Bircop y Barranco Hondo en Castellón, España (Foto IV), también contienen pinturas rupestres del Mesolítico (unos 7.000 años antes de Cristo). En la más antigua se representa a un apicultor sosteniendo una bolsa para llevarse los panales, y en otras, se muestra la recolección de la miel de las colmenas (Crane, 1985).

FOTO IV: PINTURA RUPESTRE DE LA CUEVA DE BIRCOP.



Fuente: Camerini, 1994. Muestra la recolección de la miel del nido de las abejas (con abejas volando alrededor), al cual se llega por medio de una escalera.

La Dra. Eva Crane 1980, afirma: “La miel es el alimento natural más espléndido y, aunque en la actualidad se ha convertido en una mercancía de amplio mercado y se producen casi mil millones de toneladas anuales en todo el mundo, su utilidad y sus cualidades casi mágicas continúan fascinando a los hombres”.

#### **1.3.4. Procesado de la miel.**

Antes de explicar el procesado de la miel que se saca de los panales, debemos hacer mención a algunas consideraciones generales sobre las condiciones higiénico-sanitarias en la etapa de extracción y envasado.

La miel es un producto alimenticio y como tal, requiere de cuidadosas medidas higiénicas para su manipuleo que aseguren una buena conservación durante su almacenamiento y no alteren sus características tan peculiares.

Para obtener una miel selecta, excenta de olores y sabores extraños, hay que suministrar a las abejas cuadros que nunca hayan contenido larvas o polen, ya que en éstos la miel adquiere un sabor desagradable y se oscurece rápidamente (Piana, 1989).

Además este alimento tiende a absorber la humedad, olores, polvo y otros materiales del ambiente en el que se encuentra.

Por ello, los apicultores deben evitar apoyar los panales llenos de miel en el suelo, ya que su cera es blanda y a ella se adhieren elementos como hierbas, tierra, arena, parásitos y otros cuerpos extraños que quedan como impurezas en la miel.

El procesado de la miel comprende las siguientes etapas: a) Desoperculado, b) Prensado, escurrido o centrifugación, c) Filtrado, d) Decantación y e) Envasado.

a) Desoperculado: para extraer la miel, es necesario previamente desopercular el panal. Consiste en retirar la capa de cera y miel que recubre las celdillas del panal. Esta operación que se lleva a cabo en forma manual con un cuchillo llamado desoperculador, calentado por vapor o por resistencia eléctrica (foto V), o bien en forma mecánica mediante máquinas que pasan los panales por un dispositivo desoperculador.

b) El prensado es uno de los procedimientos más antiguos practicados en la extracción de la miel de los panales. Hoy día, las mieles obtenidas por prensado se encuentran en franca desaparición; además de ser un procedimiento engorroso y poco práctico, dejan en la miel un sabor muy acentuado a polen y cera sobre todo si provienen de panales viejos. Además las mieles prensadas contienen impurezas que, debido a su naturaleza y cantidad, las hacen impropias para la comercialización y consumo.

El escurrido, es también un proceso de extracción poco utilizado. Presenta como inconveniente los intercambios higrométricos de la miel con el ambiente, puesto que si el local es húmedo, la miel absorberá agua con el tiempo, y si es seco, se forma en la superficie una película deshidratada que impide el sucesivo escurrido, por lo que el rendimiento será menor.

La centrifugación es el proceso de extracción más idóneo y difundido (foto VI). Con mieles poco viscosas el sistema más utilizado es el de centrifugado radial. Cuando la miel es muy viscosa (como la de brezo), se deben utilizar extractores tangenciales empezando a una velocidad moderada que se irá aumentando progresivamente.

c) Filtrado: la extracción de la miel debe ser seguida de una filtración a través de un tamiz de 1,8 - 2 mm de luz (Piana, 1989), para eliminar fragmentos de cera y restos de abejas u otras impurezas que se mezclan inevitablemente con la miel durante la centrifugación (Foto VII).

d) La decantación consiste en dejar en reposo la miel filtrada. Es un proceso necesario pues con él se eliminan las burbujas de aire y las impurezas no eliminadas en las etapas anteriores. El tiempo de decantación puede oscilar desde unos días hasta un mes o más dependiendo del tipo de miel y de la temperatura.

e) Envasado: a la hora de elegir el tipo de envase para la miel, hay que tener presente la naturaleza de este producto, su alta concentración de azúcar y su alta acidez. Los metales como el zinc y el hierro son atacados por los ácidos de la miel. El material más adecuado para los recipientes de gran capacidad es el acero inoxidable o bien el hierro revestido de teflón o barnices para alimentos.

Deben evitarse siempre los envases de segundo uso, que hayan contenido otras sustancias, como aceite por ejemplo, o los pintados con linzas cocidas o salitres ya que todos ellos comunican malos olores y sabores a la miel y los últimos tienen pigmentos metálicos tóxicos.

**FOTO V: ETAPA DE DESOPERCULACIÓN**



Fuente: Piana, 1989

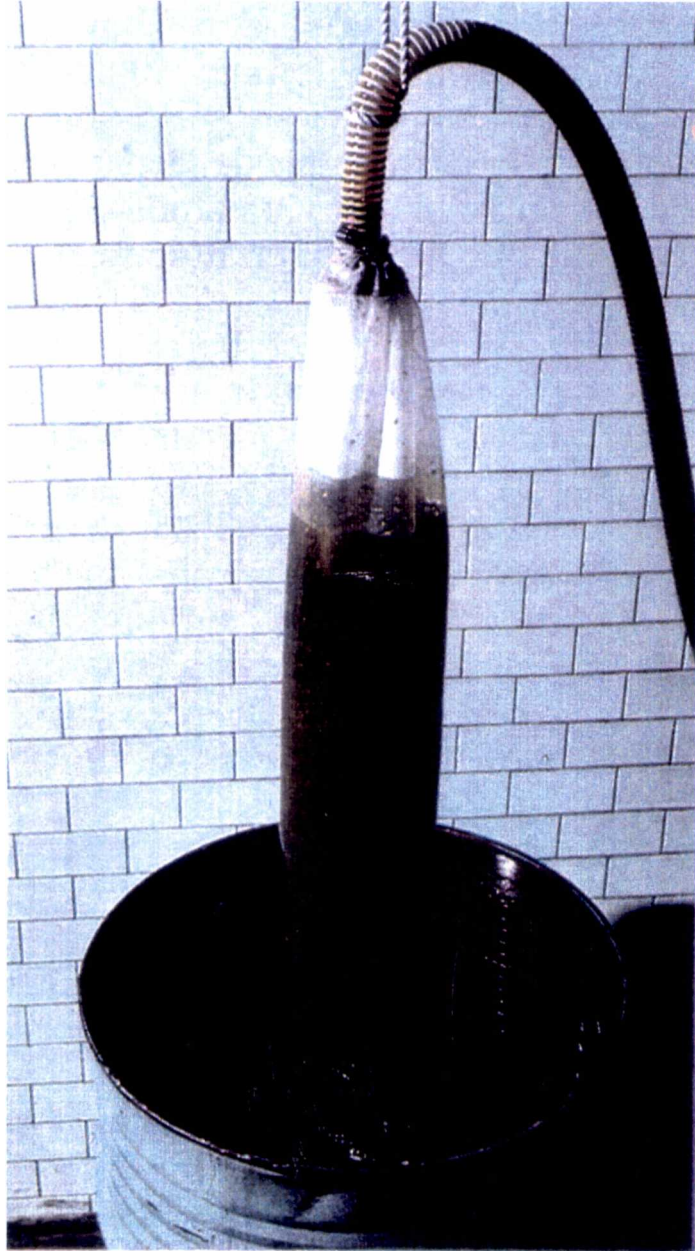


**FOTO VI: ETAPA DE CENTRIFUGACIÓN**



Fuente: Piana, 1989.

**FOTO VII: FILTRADO DE LA MIEL.**



Fuente: Piana, 1989.

La miel que se va a destinar para consumo directo, pasa por las siguientes etapas (Peris 1984):

a) Fundido: los tambores de miel, desde los depósitos de almacenamiento, se introducen en una cámara de fundido en la que se mantienen a una temperatura de 40°C; una vez que la miel está perfectamente fundida, se la somete a una primera filtración grosera y se bombea a los depósitos de homogeneización.

b) Homogeneización: en esta etapa se consigue homogeneizar toda la miel contenida en los tambores manteniendo una determinada viscosidad, la que facilitará los procesos posteriores.

c) Decantación y segunda filtración: en los depósitos de maduración se deja la miel en reposo durante un tiempo adecuado, dos o tres días aproximadamente, a temperatura controlada. Durante este período se separan las impurezas por diferencia de densidad y también las burbujas de aire que estuvieran ocluidas en la miel. Por último, se somete el producto a una filtración más fina, usando filtros de luz de malla de 0,2 mm para eliminar el resto de las impurezas pequeñas.

d) Pasteurización: este procedimiento es opcional, aunque siempre es recomendable. Para realizarlo se utiliza un intercambiador de placas a 78 - 80°C durante 6 a 7 minutos. La finalidad de este procedimiento es eliminar hongos y levaduras y refundir los cristales primarios de glucosa. Destruye alrededor del 30 % de la invertasa y el 25 % de la amilasa, no modifica la naturaleza química de los azúcares, no invierte la sacarosa, pero puede aumentar sensiblemente el color y el contenido de hidroximetilfurfural (Gonnet, 1990).

e) Envasado: el envasado de la miel para consumo interno, se realiza en envases bromatológicamente aptos, de vidrio o plástico, a una temperatura de 35 - 40°C, lo que evita la formación de nuevas burbujas. El vidrio parece ser el mejor envase para la miel, pero su peso, su fragilidad y su transparencia que permite ver las estelas blanquecinas causadas por las burbujas de aire en la miel cristalizada, dejan lugar al plástico como mejor opción.

De la forma descripta anteriormente, se obtiene lo que llamamos “miel líquida”, que es la forma habitual de presentación de la miel en el comercio porque responde a las preferencias del consumidor común.

Otras formas de preparación lo constituye la “miel crema”, es decir la miel cristalizada a la que se le ha modificado su estructura cristalina ya sea por agitación intensa y ruptura de cristales hasta obtener la consistencia cremosa, o sembrando en mieles no cristalizadas mieles de cristales muy finos, que sirven de modelo a la glucosa de la nueva miel que cristaliza de igual forma.

En la Foto VIII se muestran ejemplos de miel pasteurizada que se mantiene líquida y miel parcialmente cristalizada, envasadas en frascos de vidrio y plástico.



**FOTO VIII: MIEL PASTEURIZADA LÍQUIDA  
Y PARCIALMENTE CRISTALIZADA**



Fuente: Piana, 1989

## **1.4. ESTUDIO BROMATOLÓGICO DE LA MIEL**

### **1.4.1. Composición química.**

Tanto las mieles de néctar de flores como las mieles de mielada son productos muy complejos, debido principalmente a su doble origen animal – vegetal.

Puede considerarse a la miel como una dispersión acuosa de partículas de tamaños muy diferentes, desde iones inorgánicos y azúcares en disolución y macromoléculas de proteínas en dispersión coloidal hasta granos de polen procedentes de la flora melífera, que son los constituyentes de mayor tamaño (Piana, 1989). La Tabla IV muestra la composición química media de la miel.

La composición en azúcar es mucho más compleja en las mieles de mielada que en las de flores (White y col., 1962), de aquí que hay dos tipos principales de miel de mielada, un tipo melecitosa que puede cristalizar rápidamente, y un tipo erlosa que no cristaliza. La fructosa, glucosa, sacarosa y melecitosa son los azúcares mayoritarios (principalmente la fructosa); otros azúcares encontrados en menor cantidad son la trehalosa (que es un disacárido característico del metabolismo del insecto), y trisacáridos como fructomaltosa, algunos de los cuales son producidos por la propia abeja. Para diferenciar una miel de flores de una miel de mielada, se utilizan algunos parámetros químicos como conductividad eléctrica, poder rotatorio, contenido de cenizas y espectro de azúcares.

Si bien los azúcares son los principales componentes de la miel, gran parte de las características que distinguen tan especialmente a la miel, como su aroma, su sabor y su color, no son atribuidos a estos componentes mayoritarios, sino a otros que se encuentran en cantidades muy pequeñas.

La composición exacta de una miel determinada depende principalmente de las plantas de las que proviene, pero también depende del estado del tiempo, de la tierra y de otros factores. No hay dos mieles idénticas. Se han identificado 181 sustancias diferentes en la miel, algunas de las cuales no se han encontrado en ninguna otra parte (Crane, 1980).

#### **1.4.1.1. Contenido de humedad.**

El contenido de agua de una miel está relacionado a varios factores, a saber, el clima, la humedad ambiental, la flora, zona geográfica, proximidad y abundancia de la fuente de néctar y el manejo de la miel por parte del apicultor. El rango puede variar desde el 14 % al 25 %; en las zonas tropicales, estos valores pueden llegar a superarse, debido a que la abeja se ve incapacitada físicamente para el esfuerzo de deshidratar la miel frente a la alta humedad atmosférica.

TABLA IV: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL (%).

COMPONENTE	VALOR MEDIO	VALORES EXTREMOS
<i>Agua</i>	17,2	13,4 – 25,0
<i>Fructosa</i>	38,2	27,3 – 44,3
<i>Glucosa</i>	31,3	22,0 – 40,8
<i>Sacarosa</i>	1,3	0,3 – 7,6
<i>Maltosa</i>	7,3	2,7 – 16
<i>* Azúcares superiores</i>	1,5	0,1 – 8,5
<i>Nitrógeno</i>	0,04	0 – 0,13
<i>Minerales</i>	0,17	0,02 – 1,03
<i>Acidos libres</i>	22,0 meq/Kg	6,8 – 47,2
<i>Lactonas</i>	7,1 meq/Kg	0 – 18,8
<i>Acidos totales</i>	29,1 meq/Kg	8,7 – 59,5
<i>Valor pH</i>	3,9	3,4 – 6,1
<i>Indice de Diastasa</i>	20,8 ND ♦	2,1 – 61,1

\* Azúcares superiores: se refiere a otros oligosacáridos con  $n \geq 3$  y polisacáridos. Fuente : Beliz, H.D.; Grosch, W. (1988).

♦ND: Número de diastasa.

Los valores de contenido de humedad en las mieles son muy variables. Esto permite explicar el que se produzca fermentación en los panales operculados en lugares tropicales con climas cálidos y húmedos; y otras veces, el que la miel madura no sea operculada, como ocurre al finalizar una estación o dependiendo también de la actividad de la abeja.

El contenido de agua de la miel influye en su conservación, por determinar en gran medida la actividad acuosa, interviene en la viscosidad y comportamiento reológico, palatabilidad, sabor, peso específico, solubilidad y valor comercial. Es un parámetro de clasificación de calidad por cuanto condiciona la cristalización, e indirectamente la fermentación ya que al aumentar el contenido de agua superficial, facilita el ataque microbiano.

Hay que tener en cuenta que la miel es un producto higroscópico y por tanto puede variar su contenido en humedad, aumentando o disminuyendo, hasta encontrarse en equilibrio con la humedad del ambiente. Los intercambios de humedad con la atmósfera, constituyen un fenómeno de superficie en principio, pero con una difusión progresiva hacia el interior de la masa. En la miel cristalizada el intercambio es mucho más lento por estar dificultados estos fenómenos de difusión interna.

Las mejores condiciones para la cristalización, evitando la fermentación, se producen en las mieles con contenidos de agua del 17,5 % al 18 %, con una humedad relativa del ambiente del 60 % (Piana, 1989). La temperatura de almacenamiento más adecuada oscila entre los 10°C y 15°C. Fuera de estas condiciones, las mieles tienden a cristalizar de manera defectuosa, afectando las características visuales y por ende su valor comercial, como se ilustra en la Foto IX.

#### FOTO IX: MIELES INCORRECTAMENTE CRISTALIZADAS



Fuente: Vida Apícola 68.1994.

Las mieles con contenidos de agua inferiores al 14 % son excesivamente viscosas y difíciles de extraer y utilizar, cristalizan en una masa excesivamente dura y son poco apreciadas por los consumidores.

La legislación alimentaria permite la venta de miel hasta con un 20 % de humedad excepto para la miel de brezo (*Calluna*), que puede comercializarse con un 23 % de agua. Las mieles con valores superiores (no maduras) sólo se pueden destinar a productos de industria y pastelería.

### **1.4.1. 2. Composición en minerales.**

El residuo inorgánico que queda después de calcinar la miel, constituye las cenizas de este alimento y en ellas se encuentran las sales minerales. En la miel se han hallado más de veinte elementos minerales, algunos en muy pequeña cantidad (trazas), y provienen del néctar de la planta y/o fuente de mielada así como del polen que contiene la miel.

El contenido final de elementos minerales en una miel, está influenciado por el origen botánico, las condiciones del suelo, el clima y las distintas técnicas de extracción que pueden incorporarlos por una inadecuada manipulación.

También su contenido tiene marcada relación con el color, sabor y acidez. Las mieles de mielada tienen mayor contenido mineral y suelen ser más oscuras, de mayor acidez y sabor más fuerte que las florales.

En la Tabla V se muestra el contenido medio de los principales elementos presentes en una miel. Se observa que en las mieles oscuras el contenido de todos los elementos es muy superior al correspondiente a mieles claras. En ambos casos el elemento mayoritario es el potasio, que constituye la tercera parte de las cenizas y el sodio representa como máximo la décima parte de los minerales.

**TABLA V: COMPOSICIÓN DE MINERALES EN LAS MIELES**

<i>Elemento mineral</i>	<i>Promedio en miel clara (ppm)</i>	<i>Promedio en miel oscura (ppm)</i>
<i>Potasio</i>	205	1676
<i>Cloro</i>	52	113
<i>Azufre</i>	58	100
<i>Sodio</i>	18	76
<i>Calcio</i>	49	51
<i>Fósforo</i>	35	47
<i>Magnesio</i>	19	35
<i>Silicio (como SiO<sub>2</sub>)</i>	9	14

Fuente: Grane, 1985.

Se han encontrado, además hierro, silicio, y cristales de oxalato de calcio en las mieles que provienen totalmente del tilo, del castaño europeo y de la yerbabuena, esos mismos minerales se han identificado también en los néctares de estas plantas (Crane, 1980).

Estudios realizados sobre mieles españolas revelan la presencia de sodio, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cloro, silicio y azufre (Sanz y col., 1995; Rodríguez Otero y col., 1992, 1994).

En mieles de Bulgaria se detectó además la presencia de aluminio, berilio, boro, bismuto, bario, germanio, galio, oro, estaño, cobalto, litio, molibdeno, níquel, estroncio, titanio, cromo, vanadio y cinc; en tanto que en mieles del bosque de Ucrania se encontraron cantidades variables de hierro, cromo, cobre, manganeso y cinc. Para mieles francesas se detectó una relación entre rubidio/hierro y rubidio/cinc menor que 1 en mieles claras y mayor o igual que 1 en mieles oscuras (Rodríguez López, A. y Rodríguez López, C. 1990).

Los minerales que se encuentran a manera de elementos traza son de gran interés para detectar cualquier contaminación del producto o inadecuada manipulación. Así, un nivel elevado de cinc puede deberse a una contaminación industrial en las proximidades del terreno de ubicación de la colmena o por la disolución ocasionada por la acidez de la miel sobre conductos o recipientes de procesado. El vanadio es un indicador de zonas urbanas (Zoller y col., 1973); el plomo y cobre pueden proceder en parte del envase (Mitchell y col., 1954; White Jr. 1975) al igual que el cinc, pero parece que no tienen una relación directa con el grado de contaminación ambiental como podría pensarse (Jones, 1987). La disminución del contenido de cenizas se puede utilizar como orientativo para poner de manifiesto la adición fraudulenta de jarabes de azúcar invertido al estar estos preparados con azúcar de caña muy refinada (Root, 1976; Serra y Gómez, 1986).

El Código Alimentario Argentino y las Normas Mercosur establecen un contenido máximo de 0,6 % de cenizas. En miel de mielada y su mezcla con mieles de flores se tolera hasta el 1 %.

El contenido medio de cenizas en mieles americanas (White Jr. y col., 1962) varía desde 0,17 %, en las de origen floral, hasta 0,74 % en las mieles de mielada. Estas cifras pueden variar dependiendo del área geográfica. En mieles de flores japonesas, para el contenido de cenizas se informaron valores más bajos, con una media de 0,06 % (Echigo, 1977).

#### **1.4.1.3. Acidez libre.**

En la miel se encuentran ácidos en una proporción pequeña, 0,5 % aproximadamente. Todas las mieles presentan reacción ácida, carácter que tiene un efecto en el sabor.

La acidez contribuye junto con los azúcares, el peróxido de hidrógeno, y otros factores, a proporcionar estabilidad microbiológica al producto.

La acidez de la miel tiene varios orígenes, el principal es causado por los ácidos orgánicos libres, como por ejemplo, láctico, butírico, acético, fórmico, málico, succínico, piroglutámico, maleico, cítrico y oxálico (Stinson y col., 1960). Algunos de estos ácidos provienen de los vegetales, producidos por el ciclo de oxidación biológica de Krebs, encontrándose finalmente en el néctar (Crane, 1975). Otro origen de la acidez, mucho menos importante, es la presencia de iones inorgánicos como fosfatos, cloruros y sulfatos que pueden formar los correspondientes ácidos.

Durante el proceso de maduración del néctar hasta convertirse en miel, los niveles de acidez aumentan, esto se debe a la actividad enzimática de la D-glucosa-oxidasa ( $\beta$ -D-glucosa:oxígeno-óxidoreductasa) que produce la oxidación de la glucosa a temperatura ambiente. La lactona obtenida se hidroliza rápidamente a ácido glucónico en solución acuosa lo que contribuye a aumentar la acidez de la miel (Robinson, 1991).

La formación del ácido glucónico es extremadamente lenta en mieles muy densas pero rápida en mieles ricas en agua (Ortiz, 1992).

La cantidad de ácido glucónico que se forma está influenciada por varios factores, el principal es el tiempo que transcurre entre la recolección del néctar y el momento que el panal se encuentra completo; otros factores menos importantes son la calidad y flujo de néctar a la colmena, como así también la fortaleza de la colmena (abundante número de abejas, buen estado sanitario que proporcionan buen trabajo) (White y Rudy, 1978). Otros autores opinan que parte del contenido de ácido glucónico tiene origen bacteriano (Ruíz-Argüeso y Rodríguez-Navarro, 1973). En este caso las bacterias involucradas serían las que se encuentran en el intestino de la abeja y en la miel en maduración.

En mieles fermentadas, los valores de acidez también aumentan, en este caso debido a la transformación de los alcoholes en ácido acético por acción de levaduras y bacterias (Frazier, 1993).

Los valores de acidez varían además con el origen de la miel. Las mieles de mielada que son ricas en minerales presentan valores altos de acidez comparados con las mieles de flores.

#### **1.4.1.4. Contenido y formación de hidroximetilfurfural (HMF).**

Desde el punto de vista químico, el hidroximetilfurfural (5-(hidroximetil)-2-furancarboxialdehído) es un aldehído cíclico que se forma a partir de la deshidratación de los azúcares. En la miel, se relaciona con el envejecimiento, alteraciones de color (White, 1994), y desarrollo de sabores y olores extraños, por lo que su valor puede tomarse como índice de vejez y deterioro del producto.

La miel normalmente contiene trazas de HMF. Las mieles frescas raramente sobrepasan los 10 mg/Kg, aunque condiciones adversas de almacenamientos prolongados y sobrecalentamientos pueden hacer que esta cantidad exceda de 30-40 mg/Kg y aumente incluso hasta 100 mg/Kg o más.

El hidroximetilfurfural puede tener distinto origen en la miel. Las mieles frescas, recién extraídas, tienen naturalmente un bajo contenido de HMF. Durante el almacenamiento y la pasteurización de la miel se forma HMF a través de una reacción que es favorecida por el pH ácido y el calentamiento. Consiste en la deshidratación sucesiva de glucosa o fructosa en medio ácido, con liberación de tres moléculas de agua, principalmente de la fructosa la que es más propensa a sufrir esta reacción (Fennema, 1993). El HMF se forma también por la condensación de azúcares con grupos amino libres - aminoácidos, proteínas, etc. lo que se conoce con el nombre de reacción de Maillard o más comunmente pardeamiento no enzimático de los alimentos (Figura III).

La adición fraudulenta de azúcar invertido en la miel, aumenta también los niveles de hidroximetilfurfural (White y col, 1980); la explicación es que la hidrólisis ácida industrial de la sacarosa para producir azúcares invertidos (mezcla de glucosa y fructosa) a temperaturas elevadas forma cantidades de HMF que pueden alcanzar los 300 mg/Kg (Serra Bonvehí y Gómez Pajuelo, 1986).

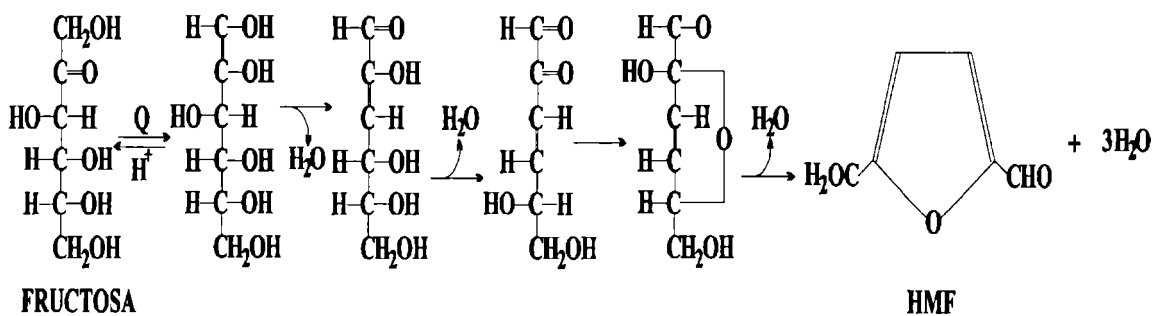
Junto a otros análisis, la determinación de HMF, es uno de los parámetros actualmente considerados para valorar la frescura y genuinidad de la miel (Piro y col., 1996).

El aumento de HMF en las mieles, depende de varios factores: el tiempo de exposición al calor, la temperatura, la acidez del medio, el contenido de agua de la miel, la presencia de potasio, calcio, magnesio y el contenido de aminoácidos.

Muchos trabajos donde se ha estudiado la formación de HMF (Resnik y Chirife, 1979; Shallenberger y Mattick, 1983), mostraron una cinética de reacción no lineal. Los resultados de otros trabajos se orientan hacia una reacción autocatalítica de segundo orden o exponencial de primer orden, por la cual el propio producto acelera el proceso.

La temperatura es uno de los factores más importantes en el aumento del contenido de HMF en las mieles, lo que ha sido objeto de numerosos trabajos, (White y Siciliano, 1980; Bosh Callis y Serra Bonvehí, 1986; White, 1994), lo que se puede observar en el Gráfico II. La acidez del medio es también importante en este aspecto, las mieles más ácidas sufren mayores aumentos de HMF en función del tiempo, porque la reacción de deshidratación de la fructosa se ve favorecida por el medio ácido.

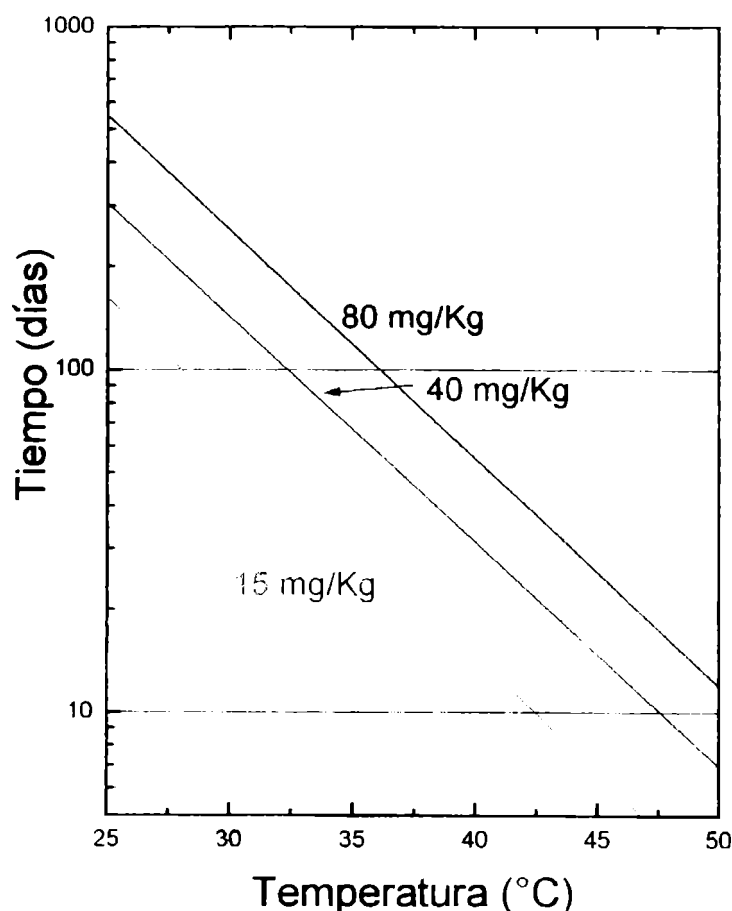
FIGURA III: FORMACIÓN DE HMF EN LAS MIELES



Fuente: Fenemma 1993.



**GRAFICO II: EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO DE HMF EN LA MIEL.**



Fuente: White, 1994.

El Código Alimentario Argentino y la Normas Mercosur establecen un valor máximo del contenido de HMF en mieles de 40 mg/Kg, sin embargo la Comisión del Codex Alimentarius, en Junio 1997, en su Proyecto de Normas revisadas para los azúcares y la miel, ha fijado el límite máximo de HMF para mieles, en 80 mg/Kg. Según White (1994), esta modificación atiende al reclamo de países subtropicales que producen mieles con una tasa natural de HMF más alta (debido a las altas temperaturas ambientales) sin llegar a estar adulteradas o sobrecalentadas, lo que crea dificultades en la comercialización internacional.

El mismo autor opina que al elevar a 80 mg/Kg el valor de HMF se podrían generar cuestionamientos en cuanto al nivel de toxicidad de este compuesto, ya que el límite fijado anteriormente (40mg/kg) atendía a una consideración de la salubridad pública. La toxicidad del HMF ha sido estudiada en ratas. Fennema (1993) cita que en un experimento con estos animales se demostró que la ingestión de HMF en la dieta no posee efectos adversos, incluso a niveles tan altos como 450 mg/Kg de peso corporal.

### 1.4.1.5. Composición en Hidratos de Carbono.

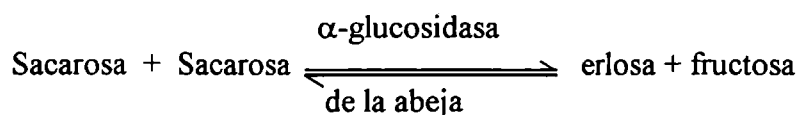
La miel es la sustancia natural más compleja en su composición de azúcares. Estos son los componentes mayoritarios, representan entre el 95 y el 99 % del total de sólidos de este producto y contribuyen a darle su sabor dulce. Además son los responsables de muchas de las características físico-químicas como el poder rotatorio, viscosidad, higroscopicidad y tendencia a la cristalización. Por otra parte, las propiedades antibacterianas de la miel dependen en gran parte de la concentración de azúcares.

El origen de los azúcares de la miel es el néctar o las mieladas, pero también se forman por la acción de las enzimas segregadas por la abeja. Actualmente se conocen aproximadamente cuarenta azúcares diferentes; con el envejecimiento de la miel la composición de azúcares se modifica, aumentando los polisacáridos y disminuyendo los monosacáridos.

Los hidratos de carbono de la miel se pueden clasificar en: monosacáridos, disacáridos reductores y no reductores, trisacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Entre los monosacáridos más importantes por su cantidad se encuentran la dextrosa (D-glucosa) y fructosa (D-fructosa) que representan el 90 % de todos los presentes; la proporción de cada uno de ellos varía según el origen floral de la miel, predominando generalmente la fructosa en casi todas las mieles, lo que les da el carácter de ser levorrotatorias. A partir de estos azúcares simples, principalmente de la glucosa, como veremos más adelante, se forman otros azúcares superiores por fenómenos de transglucosidación, debido a la acción de enzimas segregadas por las glándulas hipofaríngeas de las abejas.

Entre los disacáridos se destacan la maltosa (formada por dos moléculas de D-glucosa) y la sacarosa (una molécula de D-glucosa y una de D-fructosa). A la sacarosa en la miel se le suele llamar "residual", por ser resto de la transformación del néctar por las abejas. El Código Alimentario Argentino establece contenidos máximos para este azúcar; valores altos de sacarosa pueden deberse a varios factores como por ejemplo falta de madurez de la miel, gran intensidad de flujo de néctar, una alimentación artificial de las abejas, también se asocia a ciertas floraciones.

Por ser la miel un alimento derivado de las plantas, la complejidad de los oligosacáridos aumenta. Los oligosacáridos del néctar recogido por las abejas están sujetos a la hidrólisis enzimática por las enzimas presentes en las plantas y a la de enzimas transferasas e hidrolíticas del tracto digestivo del animal. Los tri y polisacáridos son grupos muy complejos de hidratos de carbono, que se encuentran en la miel en muy pequeñas cantidades. El trisacárido mayoritario de las mieles es la erlosa, que se obtiene por la actividad transglucosidasa de la  $\alpha$ -glucosidasa de la abeja, que transfiere un residuo de glucosa de la sacarosa al hidroxilo 4 de la glucosa de una segunda molécula de sacarosa (Robinson, 1991).



Se cree que los demás tri- y disacáridos presentes en la miel se obtienen de una forma similar mediante la acción de transglucosidasas.

La transferencia preferencial de residuos de glucosa a disacáridos ofrece una explicación bioquímica de por qué la relación fructosa/glucosa de la miel es mayor que uno. La cristalización de la glucosa en la miel, que finalmente produce el deterioro microbiano de la fase acuosa, es inhibida por concentraciones elevadas de fructosa y por tanto es menos probable que se produzca en la miel con actividad transglucosidasa apreciable.

Los áfidos, productores de la miel de mielada, son insectos que también son capaces de producir hidrólisis, y posiblemente la síntesis, de oligosacáridos pequeños. El trisacárido melecitosa presente en muchas plantas y particularmente en la miel de mielada, pueden originarse en reacciones de transferencia glicosídica que necesitan una transglucosidasa de los áfidos y otros insectos (Robinson, 1991).

Accorti y col. (1986) señalaron que además de la glucosa, la melecitosa es el único azúcar conocido que cristaliza en la miel de mielada, aunque es relativamente raro encontrar concentraciones suficientemente altas de melecitosa para producir la cristalización.

Serra y col. (1989) estudiaron los azúcares de mieles monoflorales, multiflorales y de mielada. Identificaron para mieles multiflorales los siguientes azúcares: los monosacáridos fructosa y glucosa, disacáridos no reductores como la sacarosa, disacáridos reductores como la trehalosa, isomaltosa, maltosa, turanosa, kojibiosa, gentibiosa, melibiosa, maltulosa, isomaltulosa, nigerosa, neotrehalosa y entre trisacáridos y azúcares superiores se mencionan la rafinosa, erlosa, melecitosa, isopanosa, 6-glucosisacarosa, dextrantriosa, maltotriosa, isomaltopentosa, panosa, isomaltotriosa y 3- $\alpha$  isomaltosil-glucosa. Las fórmulas de algunos de ellos se muestran en la Figura IV. Martínez (1992), informó además la presencia de los trisacáridos theandoerosa, 1-cetosa y centosa. Se encuentran también trazas de un tetrasacárido, isomaltotetraosa y un pentasacárido isomaltopentaosa.

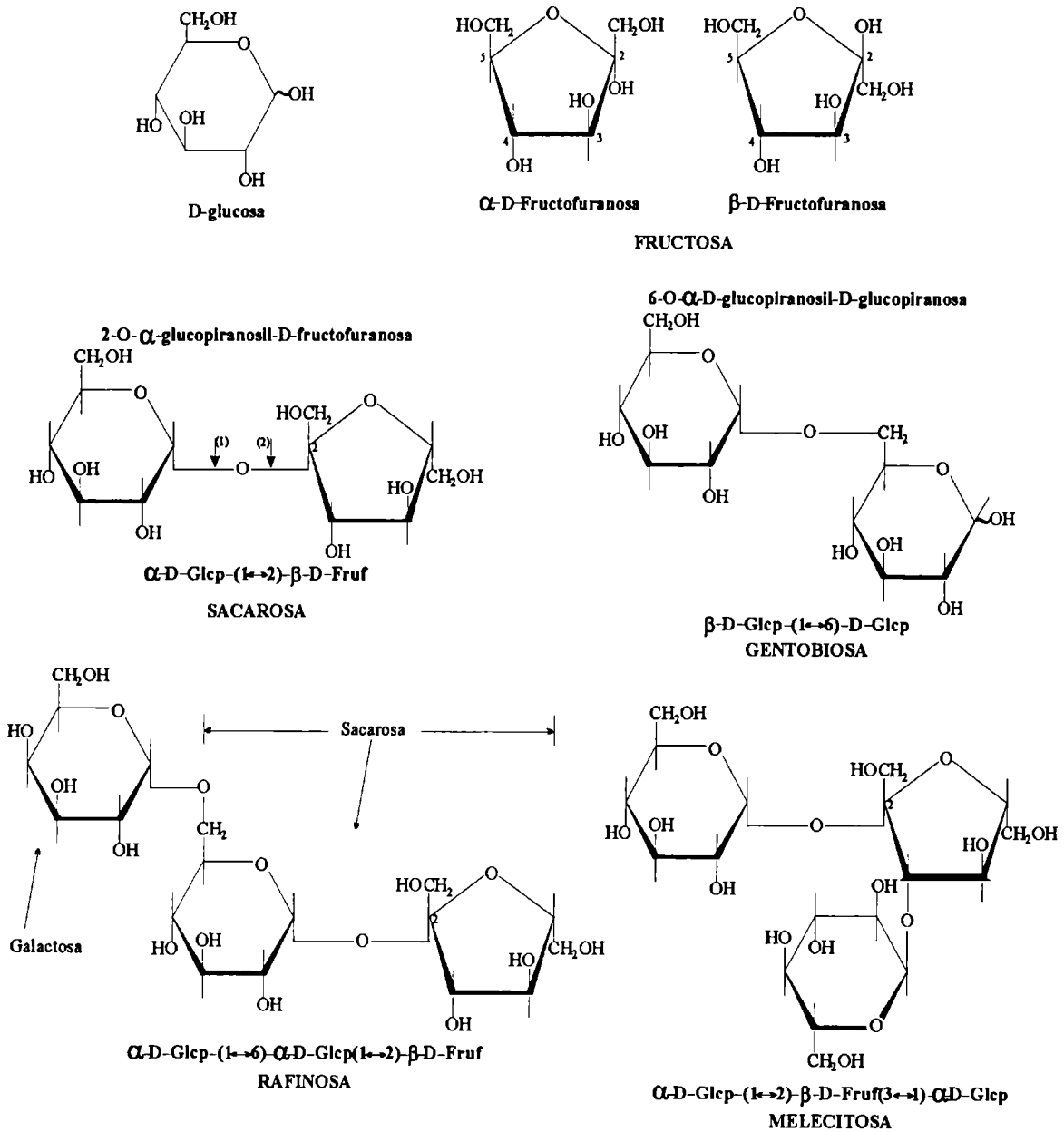
En las mieles monoflorales aparecen los mismos azúcares aunque con diferencias en su concentración. Las mieles de mielada se destacan por contener concentraciones más elevadas de melecitosa que el resto de las mieles estudiadas.

El conocimiento de los azúcares de la miel es útil porque orienta sobre el tipo y grado posible de cristalización de este producto, como se dijo anteriormente, por tal razón distintos autores han propuesto la relación fructosa/glucosa como índice que predice la futura cristalización. Generalmente las mieles que cristalizan más rápido tienen valores bajos de este índice y valores altos se encuentran en mieles que permanecen líquidas por mucho más tiempo (Serra Bonvehí, 1988).

En la mayoría de las mieles la fructosa es predominante, pero en algunos tipos como la miel de diente de león (*Taraxacum officinale*) y colza (*Brassica napus*) la glucosa es más abundante, lo que influye en su tendencia a la cristalización rápida. Las mieles de mielada tienen un contenido menor de fructosa y glucosa pero un contenido mayor de oligosacáridos que las de flores (White y col., 1963).

Nuestra legislación alimentaria indica que la miel de flores debe tener un contenido mínimo en azúcares reductores de 65 % mientras que la miel de mielada y su mezcla con miel de flores, un mínimo de 60 %, ambos calculados como azúcar invertido.

FIGURA IV: FORMULAS DE LOS AZÚCARES DE LA MIEL.



Fuente: Robinson (1991), Fennema (1993).

También se establecen valores máximos para la sacarosa aparente (conjunto de azúcares que producen un aumento del poder reductor cuando se hidrolizan con un ácido en caliente) del 5 % para las mieles de flores y del 10 % para las mieles de mielada y sus mezclas con mieles de flores.

#### **1.4.1.6. Composición en proteínas y aminoácidos.**

Las proteínas se encuentran en la miel en proporciones muy bajas ya que el contenido máximo es de 0,1 - 0,2 %. Se han identificado siete proteínas en la miel, de las cuales cinco provienen de la abeja y dos de las plantas. Son las proteínas las que influyen en las características reológicas de este producto, como se verá más adelante (1.4.2.5) En las mieles extraídas por prensado de los panales, el contenido de proteínas es anormalmente elevado debido a que dicho proceso de extracción puede arrastrar larvas, abejas y otras sustancias orgánicas (White, 1974; Dadant, 1975; Crane, 1985).

En la fracción nitrogenada de la miel además de proteínas hay aminoácidos en estado libre. Se han encontrado desde 11 a 21 aminoácidos libres distintos. Davies y Harris (1982) establecieron el origen geográfico de algunas mieles en función de la relación entre los distintos aminoácidos presentes y White (1978) encontró que las mieles oscuras poseían un contenido algo mayor de aminoácidos que las claras. El análisis de prolina ha sido propuesto para indicar el origen de la miel ya que las mieles de flores presentan un contenido promedio de 53 mg/100 g, mientras que las mieles de mielada contienen un valor medio de 83,5 mg/ 100 g. También el contenido de prolina fue propuesto como criterio de calidad en las mieles (Von der Ohe y col., 1991).

Se han aislado e identificado los siguientes aminoácidos: arginina, lisina, valina, serina, alanina, prolina, ácido glutámico, ácido aspártico, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, etc. (Palma de Maldonado y col., 1982; Gilbert y col., 1981). De los aminoácidos mencionados el más abundante es la prolina constituyendo entre el 50 y el 85 % de esta fracción (Boniffacia y col., 1984).

Trabajos desarrollados por Lipp (1990) han puesto de manifiesto que el contenido de prolina en la miel, depende en gran parte del trabajo de las abejas en la transformación del néctar en miel, por tal razón refleja en forma indirecta la humedad del néctar y las condiciones ambientales que determinan la deshidratación del néctar.

Los aminoácidos de la miel tienen tres orígenes: el néctar o mieladas, el polen y la propia abeja durante el proceso de maduración del néctar.

El néctar contiene aminoácidos que utiliza la abeja como fuente para la síntesis de proteínas. La prolina, que es muy soluble en agua, se encuentra en la mayoría de los néctares aunque las concentraciones son bastante variables, incluso en la misma planta según se trate de néctar floral o extrafloral (Hanny y Elmore, 1974).

La contribución del polen como fuente de origen de la prolina es discutida por distintos autores; Serra Bonvehí y col. (1991), afirman que por ser la prolina, un constituyente común de las partes vegetativas de las plantas, en el polen es generalmente mayoritario; sin embargo Davies (1975) opina que este origen no es importante al existir una baja cantidad de polen en las mieles.

Por otro lado, Louveaux (1985) comprobó que la mayor parte de la prolina que contiene la miel proviene de las secreciones salivares de la *Apis mellifera* L.

En cambio otros autores opinan que la miel elaborada por *Apis cerana* L. presenta una cantidad mucho menor en este aminoácido y posee una gran cantidad de otros aminoácidos no identificados (Davies, 1975).

Recopilaciones realizadas por Ortiz (1996) justifican la presencia de prolina adicionada por la abeja a la miel, por el rol que presenta en algunos procesos metabólicos, donde actúa como fuente de energía en el funcionamiento muscular aerobio del insecto. Y además, basándose en la función que desempeña en organismos vegetales, propone que la función de la prolina es contrarrestar el aumento de la presión osmótica del néctar (debido a la formación de monosacáridos por hidrólisis de azúcares superiores) y en otro aspecto, regular la transferencia de enzimas desde las glándulas hipofaríngeas.

Los contenidos de prolina de mieles de flores y mieles de mieladas son diferentes. Para reconocer las mieles de mielada se ha propuesto un valor de contenido de prolina  $\geq 100$  mg/ 100 g (White, 1979a) y también la presencia de otros aminoácidos no encontrados en mieles de flores (Crane y Walker, 1985).

Nuestra legislación alimentaria no contempla actualmente ningún valor para el contenido de aminoácidos en mieles, lo mismo que las normas Mercosur y la legislación Internacional.

#### **1.4.1.7. Vitaminas.**

En la miel existen cantidades pequeñas pero mensurables de varias vitaminas. La más importante es la vitamina C, la que se encuentra en una concentración media de 2 mg/100g. Otras vitaminas encontradas son: el complejo B y los grupos A, D y K, en cantidades sumamente variables debido a la diferente fuente floral y al contenido de polen de la miel (Crane, 1985). Algunas mieles contienen concentraciones más altas de determinadas vitaminas, debido fundamentalmente a su origen floral; por ejemplo, la miel de menta de agua (*Mentha aquatica*) y la de tomillo (*Thymus spp*) poseen un elevado contenido en vitamina C.

En la Tabla VI se ilustran los contenidos de las distintas vitaminas de la miel.

**TABLA VI: VITAMINAS DE LA MIEL.**

<b>VITAMINA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CONTENIDO PROMEDIO EN 100 g DE MIEL</b>
<b>B<sub>1</sub> (Tiamina)</b>	mg	0,004 – 0,006
<b>B<sub>2</sub> (Riboflavina)</b>	mg	0,02 – 0,06
<b>Acido nicotínico (Niacina)</b>	mg	0,11 – 0,36
<b>B<sub>6</sub> (Piridoxina)</b>	mg	0,008 – 0,320
<b>Acido pantoténico</b>	mg	0,02 – 0,11
<b>B<sub>12</sub> (Cianocobalamina)</b>	µg	3 – 4
<b>C (Acido ascórbico)</b>	mg	2,2 – 2,4

Fuente: Crane, 1985.

Igual que la mayor parte de los alimentos con un elevado contenido en azúcares, la miel es pobre en tiamina, pero contiene cantidades apreciables de riboflavina y ácido nicotínico. Teniendo en cuenta las necesidades vitamínicas en relación con la cantidad de miel que normalmente se consume por día, este contenido es de poca importancia práctica. Cálculos realizados teniendo en cuenta el contenido más elevado de vitaminas en miel, indican que la miel suministra 1/10 de la tiamina, 1/3 de la riboflavina y 1/2 del ácido nicotínico necesarios para el metabolismo de la energía ingerida con una cantidad determinada de miel; no obstante esto, cuando se consume este producto, no se necesita contar con los otros alimentos de la dieta para disponer de todas las vitaminas requeridas para metabolizar el azúcar ingerido con la miel.

#### **1.4.1.8. Aromas**

Independientemente de su dulzura, el sabor de la miel está estrechamente relacionado con su aroma, y ambas características dependen de cantidades diminutas de sustancias complejas de la miel, que provienen de sus vegetales de origen (Crane, 1980).

Actualmente, no se ha abordado de manera exhaustiva el estudio de los aromas de la miel. Se han encontrado más de 120 compuestos aromáticos, de los cuales se han podido identificar unos 80 aproximadamente (Aguilar, 1991).

Entre ellos se encuentran ésteres de ácidos alifáticos (formatos de metilo y etilo, acetatos de metilo, etilo y propilo, propionato de etilo), ésteres de ácidos aromáticos (benzoatos de metilo y etilo, fenil acetato de metilo y etilo), aldehídos (formaldehído, acetaldehído), cetonas (metil y etil cetona) y alcoholes (metanol, etanol, propanol, alcohol benzílico) (Crane, 1980).

En la Tabla VII se resumen los distintos componentes aromáticos de la miel.

El ácido antranílico y/o metilantranilato de metilo es típico de la miel de *Citrus sp.* (Serra Bonvehí 1988); formaldehído y acetaldehído en las de colza (*Brassica*) y trébol (*Trifolium*), y dehidrovomifoliol en las de brezo (*Erica*).

El origen de los componentes aromáticos de la miel es diverso. Algunos se hallan en el néctar original (Chogovadze y col., 1973) y otros dependen de la fisiología de la abeja. Particular importancia se le asigna a los ésteres del ácido fenilacético, que tienen sabor y olor similares a los de la miel.

También encontramos una serie de compuestos que se originan por reacciones químicas y enzimáticas que ocurren en la miel a partir de distintos compuestos como los azúcares (aldehídos furánicos), aminoácidos diversos (algunos alcoholes son producidos por reacciones enzimáticas a partir de aminoácidos; la fenilalanina es precursor de sustancias como 2-feniletanol, ácido fenilacético y sus ésteres) o bien de ambos a la vez, a través del pardeamiento no enzimático que encuentra las condiciones propicias para desarrollarse en la miel, fundamentalmente actividad acuosa intermedia.



TABLA VII: COMPONENTES DEL AROMA DE LA MIEL

ALCOHOLES	CETONAS Y ALDEHÍDOS	ACIDOS	Y SUS ESTERES
Metanol	Metanal	Metanoico	Metilo Etilo
Etanol	Etanal	Etanoico	Metilo Etilo Propilo Isopropilo
Propanol – 1 Propanol – 2	Propanal Propanona	Propanoico	Etilo
Butanol – 1	Butanal	Butanoico	Metilo Etilo Isoamilo
1- Metil 1- propanol	Metilpropanal		
2- Butanol	Butanona		
1- Pentanol	Pentanal	Pentanoico	Metilo Etilo
2- Pentanol			
2- Metil 1- butanol			Metilo
3- Metil 1- butanol 3- Metil 2- butanol	3- metil butanal	Butanoico	
	Hexanal	Glucónico	Metilo
	Propenal Butanodiona 3-hidroxi 2-butanona		
Alcohol bencílico	Benzaldehído	Benzoico	Metilo Etilo
2- fenil etanol		Feniletanoico	Metilo Etilo
3- fenil I propanol 4- fenil 1-butanol			
Alcohol furfurílico	Furfural	Antranílico	Metilo
2- Fenil etanol Dehidrovomifoliol			

Fuente: Crane, 1985



#### **1.4.1.9. Sustancias con actividad antibiótica.**

Se sabe que la miel ha sido utilizada en medicina naturista para el tratamiento de heridas y como antiinflamatorio. Una de sus propiedades más destacadas es su efecto antibacteriano. Los primeros investigadores que trabajaron en este tema (Dold y col., 1937), llamaron "inhibina" a las sustancias con actividad antibiótica de la miel. Se mide por el efecto que produce una muestra de miel diluída sobre el crecimiento de bacterias que fueron inoculadas sobre una placa. El efecto "inhibina" se debe al peróxido de hidrógeno producido y acumulado en la miel diluída por la enzima glucosa-oxidasa, durante su acción sobre la glucosa de la miel para formar gluconolactona (que se equilibra con el ácido glucónico). Es sensible al calor, las cantidades varían según el tipo de flor y el procesamiento previo de la miel (White, 1963).

Estudios realizados sobre la variabilidad de la actividad antibacteriana de la miel (Allen y col., 1991) han demostrado que existe un campo de actividad muy amplio; la actividad antibacteriana de las mieles más potentes llega a equivaler al fenol a 58 % (g/v). Es un nivel muy elevado de actividad teniendo en cuenta que el fenol es utilizado como desinfectante (ácido carbólico) al 5 % (g/v). Por otro lado, los autores encontraron mieles cuya actividad antibacteriana se situó por debajo del nivel de detección (equivalente, aproximadamente, a menos de 2 % g/v fenol en la miel original).

Los altos niveles de actividad se los asocia a determinados tipos florales, y los bajos a otros. Se sugirió que la miel de ciertos tipos florales tiene mayor actividad que otras, porque el nivel de peróxido de hidrógeno varía con la actividad de la catalasa, presente en cantidades diferentes en diferentes especies de plantas. También se comprobaron diferencias muy grandes entre las mieles de diversas fuentes florales en lo que respecta a la estabilidad térmica y lumínica exhibida por la glucosa-oxidasa. También se sugirió que las fuentes florales asociadas a mieles con alta actividad antibacteriana, suministrarían factores antibacterianos suplementarios (Allen y col., 1991).

#### **1.4.1.10. Lípidos, composición en ácidos grasos.**

La miel es muy pobre en lípidos. Los que se pueden extraer provienen en su mayoría de micropartículas de cera incorporadas durante el procesado, que por ser tan pequeñas no son eliminadas por filtración o decantación.

Se han detectado los ácidos palmítico, oleico junto a pequeñas cantidades de laurico, esteárico y linoleico. (Smith y Mc Caugey, 1966).

Estudios realizados sobre miel de abeja de producción nacional (Pereyra González, 1994), informaron sobre la presencia de los siguientes ácidos grasos: 12:0, 14:0, 16:0, 18:0, 18:1, 18:2 y 18:3, ácido n-decanodioico y en algunas de ácido dicarboxílico monoetilénico en C10. La presencia de ácidos dicarboxílicos, en especial la del ácido n-decanodioico, se considera como índice de genuinidad en mieles de abeja.

#### **1.4.1.11. Actividad enzimática.**

Una de las numerosas características que diferencian la miel de otros edulcorantes es la presencia de enzimas. Desde el punto de vista alimenticio no tienen importancia; sin embargo, tienen un gran valor como indicadores de calidad, identidad y respuesta al calor y al almacenamiento de la miel (Crane, 1985).

La mayoría de las reacciones que se producen en la miel son enzimáticas; las enzimas provienen de los jugos salivares y secreciones hipofaríngeas de la abeja. Las mieles frescas, recién extraídas acusan una importante actividad enzimática. Se ha informado sobre las siguientes enzimas: diastasa (amilasa), invertasa ( $\alpha$ -glucosidasa), glucosa-oxidasa, fosfatasa ácida, lactasa, proteasas y lipasas; siendo las tres primeras las principales (Robinson, 1991). Se utilizan como indicadores de calidad porque su actividad puede verse disminuida por calentamiento o envejecimiento de la miel (White, 1994).

En general, cuando la miel proviene de un flujo de néctar rápido y abundante, contiene menos enzimas que la que proviene de flujos menos ricos ya que en el primer caso, las abejas tienen poco tiempo para transformar el néctar. De igual forma, la miel que procede de néctares con un alto contenido en azúcares, tiene menos enzimas (sobre todo diastasa y  $\alpha$ -glucosidasa) que la que proviene de néctares más diluidos puesto que aquella ha necesitado menos manipulación para elaborarse.

Por otra parte, el producto procedente de la alimentación artificial de las abejas con azúcar, tiene un alto contenido en enzimas porque las abejas deben humedecer y diluir el azúcar antes de llevarlo a la colmena y almacenarlo. Esto hace que algunos países hayan adoptado la medida de las actividades enzimáticas de la miel para descubrir la adulteración de este alimento con azúcares industriales (Serra Bonvehí, 1996).

**Diastasa:** el nombre genérico de diastasa se asigna al grupo:  $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa. En la miel se ha demostrado que está presente únicamente  $\alpha$ -amilasa (1,4  $\alpha$ -D glucano glucanohidrolasa) y es producida principalmente en las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras (Stadelmeier y Bergner, 1986a).

La  $\alpha$  amilasa escinde los polímeros  $\alpha$ -1,4 de glucosa en posiciones internas (endoataque), al azar, para dar oligosacáridos con el hidroxilo del C1 en configuración  $\alpha$  (Wong, 1995).

La presencia de esta enzima es cuestionada, porque el néctar prácticamente no contiene almidón, pero se cree que la abeja, insecto que se adapta muy bien al medio, tiene la capacidad de aprovechar el almidón como sustancia de reserva que se encuentra abundantemente en el reino vegetal.

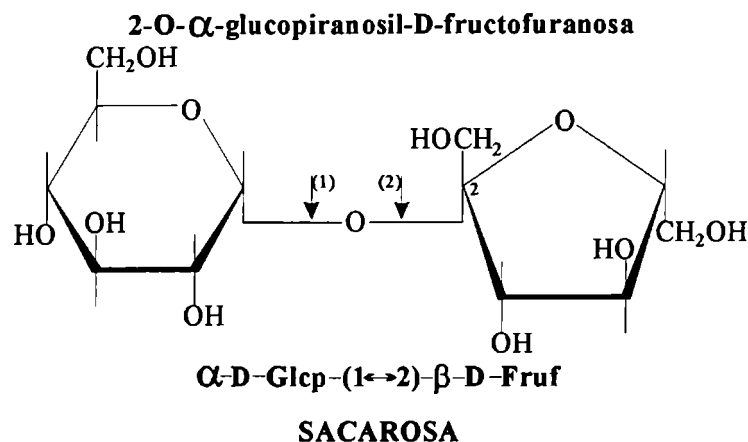
La actividad de diastasa en la miel es variable dependiendo de la temperatura y el pH. También varía con el origen floral de la miel, se conocen mieles como la de Citrus que normalmente poseen muy baja actividad de diastasa, situación que es contemplada por la legislación alimentaria nacional e internacional. Para mieles normales las normas alimentarias exigen un índice de diastasa no inferior a 8 en la escala de Gothe (escala adoptada por las normas del Codex Alimentarius para medir la actividad de diastasa), pero se admite para aquellas mieles con contenidos bajos de esta enzima, un mínimo de 3, siempre que el HMF no sea superior a 15 mg/Kg.

La variabilidad en el contenido de diastasa de la miel ha sido explicado atendiendo a varios factores. Primeramente a la menor o mayor secreción de néctar disponible para la abeja como se explicó anteriormente. Hay que tener en cuenta el origen de esta enzima, o sea las glándulas hipofaríngeas de la abeja que pueden tener diferente capacidad de secreción enzimática por distintas razones, a saber, la edad de la abeja y la actividad de hormona juvenil (JH), función en la colmena, alimentación, tipo de polen, etc. (Ricciardelli D'Albore y col., 1987).

En el caso de las mieles de mielada, generalmente la actividad diastásica es superior a las mieles de flores (Persano Oddo y col., 1990), se cree que la causa es que además de la abeja, el áfido realiza su aporte enzimático.

$\alpha$ -glucosidasa ( $\alpha$ -D-glucósido glucohidrolasa): esta enzima se produce al igual que las diastasas en las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras, cataliza la ruptura del enlace  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 2 glicosídico de la sacarosa (Robinson, 1991) (Figura V).

**FIGURA V: ENLACE  $\alpha$ , 1 $\rightarrow$ 2 GLICÓSIDO DE LA SACAROSA**



Fuente: Robinson (1991).

Es la enzima que produce el cambio químico más importante al transformar el néctar en miel. La sacarosa abunda en el reino vegetal, se hidroliza más fácilmente que otros disacáridos y constituye una fuente de energía importante para la abeja que la aprovecha sin dificultad.

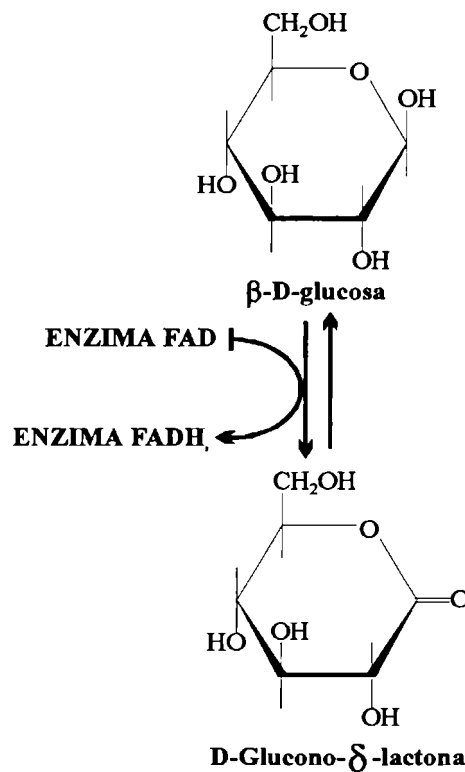
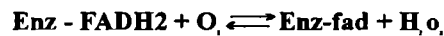
En forma simultánea a la inversión de la sacarosa se sintetizan otros azúcares, lo que explica en parte la complejidad de los azúcares que están presentes en la miel en menor proporción. Aunque el trabajo de la  $\alpha$ -glucosidasa termina cuando la miel ha madurado, la enzima permanece en la misma y conserva su actividad por algún tiempo.

La acción enzimática de la  $\alpha$ -glucosidasa en la miel permite producir una concentración de azúcar más alta de la que podría lograrse sin la acción de la enzima. Crane (1985) opina que es éste el "secreto" de la miel. Lo explica de este modo: "a la temperatura a la que se encuentran los panales en la colmena (30°C), la solubilidad de la glucosa en una solución de fructosa aumenta súbitamente si la concentración de este último aumenta a más de 1,5 gramos por gramo de agua. Al ocurrir esto, 1 g de agua es capaz de contener en solución, además de la fructosa, 1,25 g de glucosa, lo cual es 50 % más de lo que podría contener una solución de fructosa diluida. Por otra parte, la glucosa no puede alcanzar este grado de solubilidad a temperaturas más altas ni más bajas. Además, la sacarosa no tiene esta propiedad de ser sumamente soluble. Al invertir la sacarosa a glucosa y fructosa a la temperatura de la colmena, las abejas producen una solución de azúcares más concentrada que la que podría lograrse por ningún otro método; una solución sobresaturada que contiene solamente alrededor de 18 % de agua".

Este hecho es doblemente importante para la abeja, porque el alimento que almacena es resistente a la fermentación, y además es un producto de gran valor energético que ocupa un espacio mínimo en la colmena. La  $\alpha$ -glucosidasa es sensible a la radiación visible, sobre todo a longitudes de onda comprendidas entre 425 y 525 nm, cosa que no ocurre durante el tiempo que la miel permanece en el panal debido a que la parte de almacenamiento de la colmena está siempre en una oscuridad casi total. A concentraciones altas de azúcar disminuye la actividad de la  $\alpha$ -glucosidasa, se inactiva en mieles con densidad normal (1,40 - 1,44 g/ml a 20°C) y se reactiva cuando éstas se diluyen.

**Glucosa-oxidasa** ( $\beta$ -D-glucosa:oxígeno1-oxidoreductasa): Esta enzima cataliza la oxidación reversible de la glucosa a temperatura ambiente produciendo peróxido de hidrógeno y gluconolactona, esta última a su vez puede originar por hidrólisis ácido glucónico en medio acuoso. La reacción es pH dependiente y puede expresarse como dos semirreacciones redox (Wong, 1995). Esta reacción se produce rápidamente en mieles no maduras o con elevado contenido de humedad; en mieles con poco contenido de agua, la actividad de esta enzima es baja. El peróxido de hidrógeno formado de esta manera en la miel en el proceso de evaporación en la colmena le confiere propiedades antimicrobianas, la protege contra la descomposición por bacterias, hongos y levaduras hasta que el contenido de azúcar alcanza una concentración suficiente para evitar dicha descomposición. En la Figura VI se ilustra el mecanismo de reacción de oxidación de la glucosa por la enzima glucosa oxidasa.

**FIGURA VI: OXIDACIÓN DE LA GLUCOSA POR LA GLUCOSA-OXIDASA.**

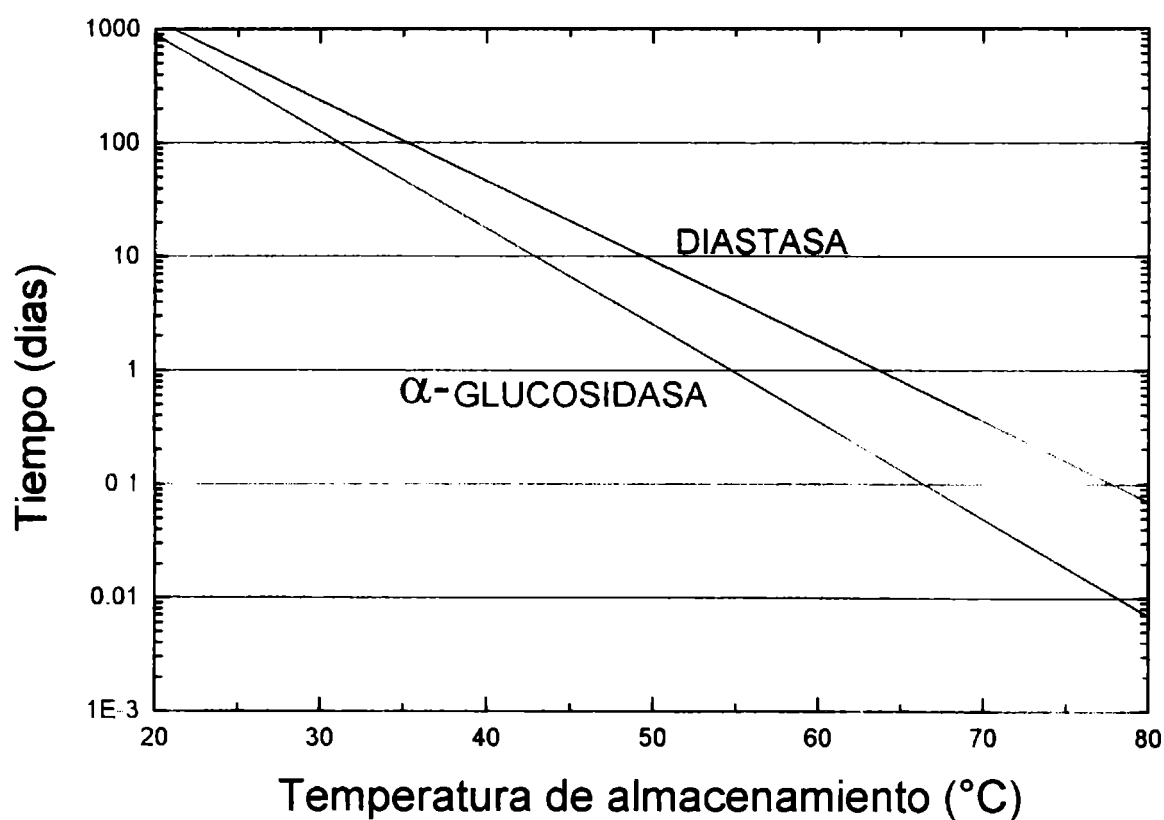


Fuente: Robinson, 1991.

A temperaturas mayores de 55° C la glucosa-oxidasa se inactiva completamente al igual que la  $\alpha$ - glucosidasa. Debido a que son termolábiles pueden utilizarse para controlar tratamientos de pasteurización.

La actividad de las enzimas presentes en la miel es afectada por la temperatura y tiempo de almacenamiento, un ejemplo de esto se muestra en la Gráfico III para las enzimas diastasas y  $\alpha$ -glucosidasa.

**GRAFICO III: VARIACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE DIASTASA Y  $\alpha$ -GLUCOSIDASA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO DE LA MIEL**



Fuente: White, 1994

**1.4.1.12. Otras sustancias biológicamente importantes, compuestos tóxicos y compuestos fenólicos.**

**Compuestos tóxicos:** Los compuestos tóxicos presentes en las mieles provienen de las plantas donde las abejas liban el néctar. En el punto 1.3.1. (Origen de la miel), se trató detalladamente este tema.

**Compuestos fenólicos:** Las mieles contienen compuestos polifenólicos, los que se pueden dividir en tres grupos: ácidos benzoicos, ácidos cinámicos y flavonoides (flavonas, flavonoles y flavononas). La naturaleza y cantidad de estos componentes parece estar en función del origen botánico y/o geográfico de las mieles. De los tres grupos mencionados el más importante es el de los flavonoides.

Los flavonoides son un grupo de sustancias vegetales (metabolitos secundarios) que está ampliamente distribuido en el Reino Vegetal. Se encuentran de forma universal en las plantas vasculares, su estructura deriva de un núcleo de flavona (2-fenil-benzopirona). Estas sustancias son responsables de una gran parte de la pigmentación de los vegetales. Las funciones de los flavonoides en las plantas las podríamos agrupar en tres categorías: defensa, señal química y efecto sobre enzimas. El papel de señal química es el más importante en este campo, ya que actúan como señales o marcadores de flores que sirven para guiar a las abejas y otros insectos polinizadores hacia el néctar facilitando indirectamente la polinización.

La familia de los flavonoides han ocupado un lugar preferente entre los marcadores químicos que se han empleado con finalidades quimiotaxonómicas en vegetales. El descubrimiento de estos compuestos en la miel es reciente (Bogdanov, 1989), y han llamado la atención de los investigadores al poder ser considerados como marcadores objetivos del origen floral y/o geográfico en miel, en polen y complementariamente como criterio de valor alimenticio.

Las fuentes de flavonoides en la miel tienen un doble origen: se ha demostrado que la mayor parte proviene del propóleo que se encuentra extendido en la colmena impregnando la cera como así también la miel. Sus constituyentes, se encuentran desigualmente distribuidos entre la cera (lipolítica) y la miel (hidrofilica). Esta diferencia de afinidad hace que los más hidrófilos (agliconas) quercetina, kaempferol e isohramnetina se encuentren en mayor cantidad en la miel (Ferrerres y col., 1992; García Viguera, 1991).

Los pólenes que se encuentran en la miel constituyen la otra fuente, aunque de menor importancia. Contienen alrededor de un 3 - 4 % sobre el peso seco en flavonoides, los que se encuentran situados fundamentalmente en la exina.

También se ha demostrado, que los pólenes contienen glicósidos de flavonoides, mientras que los que se encuentran en las mieles son agliconas. La explicación es que se produce una hidrólisis causada por los enzimas presentes en la saliva de las abejas (Barberán y col., 1996).

Los flavonoides influyen en las cualidades organolépticas y medicinales de la miel.

Entre las propiedades que concretamente se han atribuido a algunos de los flavonoides presentes en la miel se citan: actividad espasmolítica (similar a la papaverina), actividad antiinflamatoria, acciones sobre los capilares sanguíneos disminuyendo su fragilidad, efecto protector sobre las vitaminas C y E al evitar su oxidación, y finalmente una disminución de la agregación de los eritrocitos, característica útil en la prevención de las trombosis.

Se considera que los flavonoides de las mieles serían los responsables de algunas de las propiedades biológicas atribuidas a las mismas; como son el poder expectorante y antimicrobiano de utilidad en afecciones respiratorias al igual que la acción cicatrizante, tan empleada desde la antigüedad en el tratamiento de heridas infectadas.

La actividad antibacteriana y antifúngica de la miel, se relaciona con determinados flavonoides como la pinocembrina y la pinobanksina, y la antivírica con la quercetina y el kaempferol 3-metil éter (Tomás Barberán, 1994).

Los trabajos sobre contenidos de flavonoides en la miel son muy escasos y en todos los casos sobre mieles extranjeras; en nuestro país no se conocen estudios orientados a este tema. Una de las razones, es quizás la baja proporción en que se encuentran en las mieles, 0,005 - 0,05 % (Riveiro Campos y col., 1990).

Bogdanov (1984) identificó la flavanona pinocembrina en 11 muestras de mieles suizas. Sabatier y col. (1988) estudiaron la fracción de flavonoides de mieles francesas de girasol, informando la presencia de quercetina, kaempferol y galangina y las flavononas naringina, pinocembrina y pinobanksina.

Barberán y col. (1996) detectaron 18 flavonoides en mieles españolas de La Alcarria, concretamente, flavononas como la pinobanksina y la pinocembrina, flavonas como la luteolina, apigenina, chrysin y tectochrysin y los flavonoles quercetina, kaempferol, 8-metoxikaempferol y galangina. También identificaron éteres metílicos de algunas de estas sustancias como los éteres metílicos en posición 7 de las flavonas luteolina y apigenina (genkwanina), y los éteres metílicos en posición 3 de los flavonoles quercetina y kaempferol.

Los flavonoides se han utilizado con buenos resultados como marcadores químicos en taxonomía vegetal (Harbone y col., 1967) y en los últimos años se está demostrando la utilidad del análisis de los flavonoides y otros compuestos fenólicos en la caracterización de distintos alimentos vegetales como por ejemplo en vinos (Etievant y col. 1988; Lorente y col. 1989) y en zumos de frutas (Elkins y col., 1988).

En el área de los productos apícolas las investigaciones actuales sobre este tema se orientan a caracterizar las mieles monoflorales a través de sus flavonoides utilizados como marcadores quimiotaxonómicos de ese origen floral, y comprobar la posibilidad de utilizarlos en análisis de control de calidad y denominaciones de origen.

Además de los flavonoides, las mieles contienen una cantidad importante de otras sustancias fenólicas biológicamente activas, concretamente derivados de ácidos fenólicos (benzoico, cafeico, ferúlico, p-cumárico, etc), y que también podrían contribuir al conjunto de la actividad biológica de la miel y servir para su caracterización.

## **1.4.2. Propiedades físicas.**

### **1.4.2.1. El color de la miel.**

El color de las mieles puede definirse como el resultado de los distintos grados de absorción de luz a diferentes longitudes de onda por parte de los componentes de este alimento. La mayoría de las mieles son también fluorescentes ya que emiten luz visible en varios colores cuando son iluminadas por la luz ultravioleta (Dadant, 1975). El color de la miel no es una característica de composición, pero tiene una gran importancia comercial, ya que delimita el valor económico de ella. Técnicamente ayuda a clasificar las mieles por su origen botánico y es además un parámetro de calidad.

El color de las mieles oscila mucho, entre el blanco casi transparente que se obtiene de algunas floraciones (romero, citrus, nabo, acacia, salvia, trébol rojo, etc) hasta el oscuro, casi negro de otras (mieles de mielada de encina y/o roble). Generalmente la mayoría de las mieles presentan tonalidades ámbar, desde el ámbar muy claro hasta el muy oscuro, pero algunas mieles especiales tienen tonos de color característicos que ayudan a su identificación, como es el caso de las mieles de brezo (*Erica*) y brecina (*Calluna vulgaris, L*), que tienen tonos rojizos o pardo-rojizos; las mieles de mielada de encina-roble, que tienen tonos grisáceos o pardo-grisáceos; las mieles griegas de mielato de pino con tonos verdosos o pardo-verdosos, etc. (Gómez Pajuelo, 1995).

Las mieles color blanco perlado provienen de la *Ipomea* (enredadera de campanillas); las de color dorado claro provienen de *Echium* (vipérina o flor morada); la de color dorado intenso es de *Solidago* (vara de oro o plumero amarillo), y la de color dorado muy intenso de *Taraxacum* (diente de león). Alguno de los colores poco usuales son el amarillo grisáceo de la miel de borraja, el verdoso de la miel de tilo y el café verdoso de la miel del árbol del cielo o ailanto (*Alianthus altissima*) (Crane, 1980). Haciendo un poco de historia, en el libro de apicultura de Luis Méndez de Torres "Tratado breve de la cultivación y cura de las colmenas", publicado en España, Alcalá de Henares, 1586, ya se habla de los diferentes colores de las mieles. El autor prefiere las mieles de primavera, pero dice que: "..... la que se hace por el invierno,..... es más cozida (de color más oscuro), como trementina y es de muy buen gusto....".

Gómez Pajuelo (1995) afirma que en el correr del tiempo este criterio se mantiene, y se ha arraigado de manera general el concepto de que las mieles claras son de mejor calidad que las mieles oscuras. Menciona que en un libro de autor desconocido, de finales del siglo pasado, se dice que: "Es preferible la blanca (la miel) á la amarilla y esta á la que tira a colorado, que es la que procede del brezo....". Y Dadant (inventor de un tipo de colmena que actualmente lleva su nombre) menciona en sus publicaciones, que la miel de trébol debe retirarse: "..... al terminar la época de floración de esta planta, pues de lo contrario esta miel, que es blanca y de excelente calidad, se mezclaría con la más tardía, ..... que es más oscura y de peor calidad".

El color de la miel depende de varios factores, fundamentalmente se encuentra relacionado con el origen botánico, y en definitiva con la composición del néctar en sales minerales, aminoácidos, carotenoides, polifenoles y otras sustancias solubles en agua (Crane, 1985).



El contenido de minerales es un factor a tener en cuenta. Se ha podido comprobar que las mieles claras tienen un contenido bajo en minerales, del orden del 0,1 %, mientras que las mieles oscuras tienen porcentajes más altos, llegando en el caso de las mieles de mielada a superar a veces el 1 %. La mayoría de las mieles de color ámbar, ni muy claras ni muy oscuras, contienen alrededor del 0,3 % de minerales. El límite máximo legal para las mieles florales es del 0,6 %.

Los minerales que aparecen en la miel provienen casi exclusivamente del arrastre que la planta hace de los minerales del suelo a través de la savia, de donde pasan al néctar. Por eso el potasio es el elemento mayoritario en casi todas las mieles. Los minerales, principalmente los de transición (Fe, Cu, Se, etc) reaccionan con la materia orgánica de la miel formando compuestos pardos que oscurecen la miel, de ahí que a mayor riqueza de minerales más oscura es la miel. Es así que, el origen botánico refleja un contenido en determinado tipo de néctar, o sea, que marca un cierto contenido en minerales, o lo que es lo mismo, marca un determinado color (Gómez Pajuelo, 1996).

Las cosechas de un mismo tipo de miel pueden sufrir variaciones naturales en el color, lo que se debe a diferentes causas a saber, la rapidez del flujo nectarífero, el período de lluvias y contaminación con néctares de otras plantas.

El color original y la turbidez de la miel, también pueden modificarse en la colmena, cuando por ejemplo la cera de los cuadros es vieja o contiene restos de "puesta", lo que produce un oscurecimiento de la misma debido a la acumulación de propóleos y otras sustancias solubles en agua.

También hay que tener en cuenta los procesos de envejecimiento natural, que podríamos considerarlo dentro de las variaciones finales, lo mismo que el calentamiento y/o contacto de la miel con materiales inadecuados debidos a reacciones de los polifenoles, azúcares reductores y aminoácidos con el hierro; tienen en común que la alteración deriva siempre hacia tonalidades no uniformes y más oscuras. (Piana, 1989).

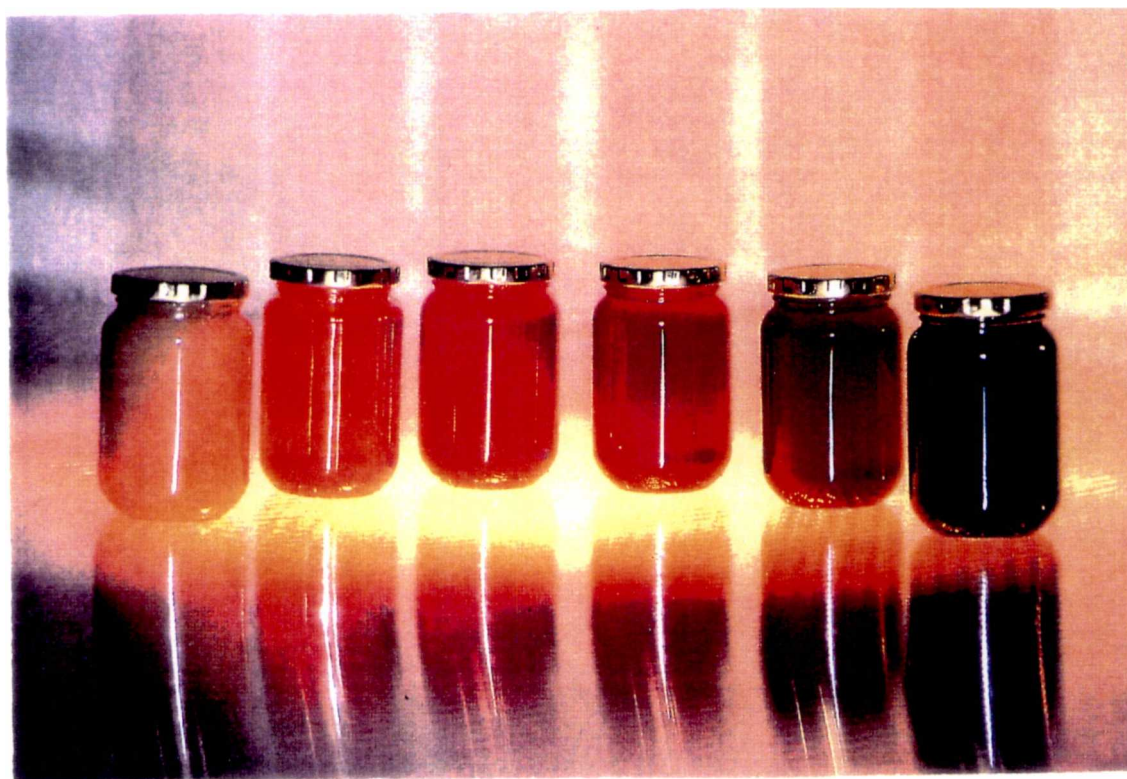
Aunque existen varios métodos para medir el color de la miel, las técnicas actuales de referencia internacional con fines comerciales para definir el color como parámetro de calidad, se basan en comparadores visuales como el Colorímetro de Pfund (Pfund color grader), de origen estadounidense.

Este comparador posee dos prismas, uno de referencia (matiz acaramelado) y otro con la muestra de miel. Ambos se desplazan manualmente a lo largo de una regla graduada hasta alcanzar la equidad visual, la lectura corresponde finalmente a la distancia de desplazamiento en la varilla y se mide en milímetros. Se establecen siete grados de color para las mieles, que forman la Escala Internacional de clasificación de mieles (Tabla III, página 7). En la Foto X se puede apreciar la variación de colores de la miel.

#### **1.4.2.2. Densidad.**

La miel tiene una densidad mayor que la de casi todos los alimentos; es casi 50 % más densa que el agua y ocupa un poco más de las dos terceras partes del espacio que ocupa su mismo peso en agua.

**FOTO X: EL COLOR DE LAS MIELES.**



Fuente: Vida Apícola 76.1996.

La densidad en la miel, varía con el contenido de agua y con la temperatura. Su valor se encuentra comprendido en el margen, 1,3550 Kg/l (21 % de agua) y 1,4404 Kg/l (14 % de agua) a 20°C (Crane, 1980).

Una miel cosechada demasiado pronto o extraída en un local húmedo contiene mucha agua. Las mieles poco densas tienen actividad acuosa elevada, por lo que son propensas a fermentar, y dentro de un tambor, tienden a formar capas debajo de una miel más densa, si no se toman precauciones especiales al mezclarlas.

**1.4.2.3. Higroscopicidad.**

La higroscopicidad de una sustancia es su capacidad de absorber la humedad del aire. El grado de higroscopicidad de la miel depende de su composición específica; como es una solución de azúcar sumamente concentrada es notablemente higroscópica, por lo que absorbe agua muy fácilmente en ciertas condiciones.

El hecho que una miel pueda absorber agua si se deja expuesta al aire depende de su propio contenido de agua y del grado de saturación de vapor de agua que posea el aire. Si la humedad relativa del aire es de 60 %, las mieles que contengan menos de 18,3 % de agua, que corresponde a una actividad acuosa de 0,6, absorberán agua y las que tengan más de 18,3 % de agua perderán agua (Crane, 1980). Cuando absorben agua, en una primera etapa se forma una capa más líquida que se mantiene en la superficie durante bastante tiempo debido a su baja densidad. En esta capa, la alta actividad acuosa favorece el desarrollo de alteraciones químicas y enzimáticas y el crecimiento de microorganismos (Alcala y col., 1990). El almacenamiento prolongado en estas condiciones conducen a la dilución total de la miel, lo que tiende a provocar su fermentación.

En cambio el almacenamiento en un local 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. El cambio de humedad variará hasta que la miel llega a un contenido de humedad que se encuentra en equilibrio con la humedad relativa ambiente.

Las diferentes clases de azúcares tienen la propiedad de absorber y retener la humedad de diferente forma. La fructosa, por ejemplo, que es uno de los azúcares predominantes en la miel, es más higroscópica que la mayor parte de los otros azúcares.

La higroscopicidad de la miel es una propiedad importante, por ejemplo, para usos en repostería, ya que retiene más la humedad que la mayor parte de los azúcares del comercio utilizados corrientemente en esta industria. Contribuye a mantener frescos y blandos los productos de confitería y confituras. Se ha empleado también para evitar que se resequen los productos del tabaco.

#### **1.4.2.4. Actividad acuosa.**

La actividad del agua ( $a_w$ ) de un alimento constituye un importantísimo parámetro físico, de utilidad para predecir el estado y estabilidad relativa de éste con respecto a sus propiedades físicas, velocidad de las reacciones de alteración y crecimiento y desarrollo de microorganismos (Alcalá y col., 1990).

La actividad de agua de un alimento se define como el cociente entre la presión parcial del agua existente en la atmósfera en equilibrio con el alimento,  $P$ , y la presión parcial del agua de la atmósfera en equilibrio con agua pura a la misma temperatura,  $P_0$ . Este cociente es numéricamente equivalente a la humedad relativa de equilibrio (HRE) expresada como fracción en lugar de expresarla como porcentaje:

$$a_w = P / P_0 = \text{HRE} / 100$$

En la miel, la  $a_w$  depende del contenido de agua, la temperatura, el tipo de miel y otros factores. Su valor varía entre 0,5 (16 % de agua) y 0,6 (18,3 % de agua) en un rango de temperatura de 4 – 37°C

Alcalá y col., (1990), estudiaron la relación entre el contenido de agua de la miel, (con valores de humedad que varían desde el 14,8 % al 18,8 %) y su  $a_w$  (dentro de un rango experimental comprendido entre 0,490 y 0,600). Hallaron un coeficiente de correlación entre los dos parámetros altamente significativo:  $r = 0,825$  ( $P < 0,001$ ).

Mediante regresión lineal simple, por el método de los cuadrados mínimos, determinaron la ecuación de la mejor recta de ajuste entre ambas variables, la que quedó definida por la siguiente expresión:

$$a_w = 0,025 \times (\text{g agua}/100 \text{ g miel}) + 0,13$$

La validez de la ecuación se comprobó experimentalmente, encontrándose que las diferencias halladas entre los dos métodos (matemático y experimental) es igual o inferior a 0,02 unidades de  $a_w$  (señalado por otros autores como máximo error admisible entre diferentes métodos de medida).

Esta ecuación permite calcular la  $a_w$  de las mieles sin necesidad de su determinación experimental.

#### **1.4.2.5 Propiedades reológicas.**

##### **1.4.2.5.1. Viscosidad.**

Cuando un líquido fluye, se encuentra sometido a una fricción interna, caracterizada por la viscosidad de ese fluido. Las mieles de gran viscosidad fluyen lentamente y se las describe como de “mucho cuerpo”, en cambio las de baja viscosidad son mieles de “poco cuerpo”.

En las mieles naturales la variación de la viscosidad, depende de factores como su contenido de agua, la temperatura y el origen floral.

La viscosidad de la miel disminuye rápidamente cuando aumenta la temperatura. Un aumento de 1 % de humedad, tiene un efecto sobre la viscosidad, equivalente al aumento de 3,5 °C de temperatura. En cuanto al origen floral, hay mieles, como las de *Calluna vulgaris* L. (Brezo), que son normalmente muy viscosas debido a su alto contenido en proteínas.

Los parámetros humedad, temperatura, y origen floral se relacionan en la Tabla VII con la viscosidad de la miel.

La viscosidad de las mieles y la velocidad con que fluye, es de importancia primordial en la industria apícola, para el diseño y operación de sistemas de transporte de miel por tubos, o cañerías, por ejemplo, en las plantas de procesamiento y envasado.

##### **1.4.2.5.2. Tixotropía – pseudoplasticidad.**

Las mieles en general, presentan propiedades newtonianas, sin embargo muchas de ellas tienen un comportamiento tixotrópico - pseudoplástico debido a un contenido relativamente alto de ciertas proteínas, es decir que cuando son sometidas a una fuerte y prolongada agitación su viscosidad disminuye notablemente y si se las deja en reposo, vuelven a su estado inicial. Otras mieles como es el caso de la miel de brezo (*Ericaceae*) forma un gel en los panales y resulta difícil de extraer por el procedimiento habitual de centrifugación. Su viscosidad desciende al agitarla, pero aumenta de nuevo durante el reposo, este fenómeno se debe al 0,2 - 1,9 % de proteínas presentes en el grupo de componentes minoritarios de la miel.

Al eliminarlas, la miel de brezo se comportaba newtonianamente. Si se le extraen estas proteínas y se añaden a una miel newtoniana, ésta adquiere igual comportamiento tixotrópico que la de brezo.

**TABLA VII: RELACIÓN DE LA VISCOSIDAD  
CON EL CONTENIDO DE AGUA, LA TEMPERATURA  
Y EL ORIGEN FLORAL DE LA MIEL.**

<b>CONTENIDO DE AGUA</b>	<b>VISCOSIDAD (poises) a 25°C</b>
15,5 %	138,0
18,2 %	48,1
20,2 %	20,4
<b>TEMPERATURA</b>	<b>VISCOSIDAD (poises) con 16,1 % de humedad.</b>
13,7 °C	600,0
20,6 °C	189,0
39,4 °C	21,4
<b>ORIGEN FLORAL</b>	<b>VISCOSIDAD (poises) a 25°C y con 16,5 % de humedad.</b>
Salvia ( <i>Vervaceae</i> )	115,0
Trébol de olor ( <i>Leguminseae</i> )	87,5
Trébol blanco ( <i>Leguminseae</i> )	94,0

Fuente: Piana, 1989.

La miel de manuka (*Leptospermum scoparium*) de Nueva Zelanda y la de Karvi (*Carvia callosa*) de la India, son mieles también tixotrópicas debido a su contenido de proteínas (Crane, 1985).

#### **1.4.2.5.3. Dilatancia - Reopexia.**

La dilatancia es notada en muy pocas mieles y está relacionada a la presencia de polisacáridos de alto peso molecular (dextranos). Se observa en la miel de eucalipto que se espesa al agitarla. Este comportamiento de tipo dilatante-reopéctico puede ser tan acentuado que al introducir un dedo en un frasco de miel de *Eucalyptus ficifolia*, la viscosidad aparente aumenta tanto que, al retirarlo, el dedo arrastra tiras de hasta 2 metros de longitud. Estas tiras se rompen rápidamente, lo que indica la dependencia del fenómeno con respecto al tiempo. A este fenómeno se le ha llamado filamentación (Crane, 1985).

#### **1.4.2.5.4. Efecto Weissenberg.**

Si se hace girar una varilla en el seno de un líquido newtoniano, el movimiento circular origina un torbellino. Si el líquido es visco-elástico puede trepar por la varilla; a este fenómeno se lo llama efecto Weissenberg y ha sido observado en miel de eucalipto y otros alimentos como leche condensada almacenada por mucho tiempo, masa de harina de trigo y en general en disoluciones de algunos polímeros.

El efecto Weissenberg se define como una fuerza centrípeta que se produce durante la deformación rotacional. Existe pues un componente de tensión en ángulo recto a la fuerza de cizalladura que es máximo en el centro de la muestra. En un líquido visco-elástico este componente produce el ascenso del líquido a lo largo de la varilla. El hecho que se haya observado en la miel el efecto Weissenberg, hace suponer que ésta posee propiedades visco-elásticas (Muller, 1973).

#### **1.4.2.6. Poder rotatorio específico.**

Cuando la luz polarizada pasa a través de la miel, el plano de polarización cambia en sentido horario o en sentido inverso, según los diferentes azúcares que contenga; esta propiedad se conoce como poder rotatorio o rotación óptica. Los principales azúcares de la miel, la glucosa y la fructosa, rotan el plano de polarización en distintos sentidos. La glucosa es dextrógira y la fructosa es levógira (Robinson, 1991).

Se define a la rotación óptica como el ángulo que gira el plano vibracional de la luz polarizada cuando ésta atraviesa una solución que contiene un compuesto ópticamente activo (Egan y col., 1991).

La rotación óptica específica  $[\alpha]_D^{20}$  (o poder rotatorio específico) se mide a 20°C utilizando la línea D de sodio y se calcula por la fórmula:

$$\text{Rotación óptica específica : } [\alpha]_D^{20} = \frac{100 \cdot \alpha}{l \cdot c}$$

Donde:  $\alpha$  = rotación angular observada,  $l$  = camino óptico dado por la longitud del tubo en dm,  $c$  = concentración de la solución en g/100 ml.

Como la mayoría de las mieles de néctar contienen más fructosa que glucosa, tienen una rotación óptica negativa. Las mieles de mielada que tienen menos fructosa y también las adulteradas, tienen generalmente una rotación óptica positiva (Battaglini y Bosi, 1973; Piazza y col., 1986).

Diferentes autores han propuesto la medida del poder rotatorio específico como parámetro químico indicador de monofloridad en las mieles informando distintos valores para diferentes mieles monoflorales. Persano y col. (1988) informaron que la miel de *Thymus* se caracteriza particularmente por contener valores altos de poder rotatorio específico (entre - 25 y - 20), y las de *Rhododendro* por contener valores muy bajos (entre - 2,5 y - 10). Stefanini (1988) obtuvo para la miel un poder rotatorio específico medio de -12,50. Otros autores han informado para mieles de *Eucalyptus*: - 13,6, para mieles de *Helianthus*: - 18,2 y de *Rhododendro*: -6,1.

#### **1.4.2.7. Conductividad eléctrica.**

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Las soluciones de electrolitos conducen la corriente eléctrica por la migración de iones bajo la influencia de un campo eléctrico.

La miel puede considerarse un conductor eléctrico secundario ya que contiene electrolitos como sales minerales, ácidos orgánicos, aminoácidos, etc, los cuales le confieren una cierta conductividad eléctrica.

Existe una buena correlación entre el valor de la conductividad eléctrica de la miel y su contenido de cenizas. Esto ha servido de base para establecer fórmulas que permitan determinar la proporción de miel de mielada en las mieles de flores, si la fuente de miel es néctar y probablemente también si la miel está adulterada.

La conductividad de la miel es muy baja, del orden de milisiemens (mS), se suele expresar como mS, como  $\mu\text{S}$  o  $\times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ .

En relación con las cenizas, Accorti y col. (1986), informan que un 0,6 % de cenizas corresponde a un valor de conductividad eléctrica de  $11,8 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1} \pm 0,0672$ , y un contenido de cenizas del 1 % a un valor de conductividad eléctrica de  $18,68 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1} \pm 0,1239$ .

Gómez Pajuelo (1996) menciona que las mieles de mielada, por ejemplo de encina, castaño o roble, presentan valores de conductividad eléctrica por encima de 800  $\mu\text{S}$ . Las mieles de mielada siempre tienen valores mayores de conductividad que las mieles de flores. Sólo algunas mieles monoflorales, de brezo, de castaño o de retama, pueden dar conductividades casi tan altas como las de mielada. Generalmente se considera que una miel tiene una parte mayoritaria de mielada cuando su conductividad está por encima de 900  $\mu\text{S}$ .

Sanz y col., (1995) analizando mieles multiflorales españolas encontraron valores de conductividad eléctrica que varían desde 1,73 a  $9,25 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ .

#### **1.4.2.8. Propiedades térmicas: valor calórico, calor específico y conductividad térmica.**

El **valor calórico** mide la energía que produce la miel al ser metabolizada por la abeja, el hombre o cualquier otro organismo. El valor calórico de la miel es aproximadamente de 3,04 Kcal/g (Crane, 1985).

El **calor específico** se puede decir que determina el “efecto amortiguador” de la miel almacenada en la colmena contra las fluctuaciones de la temperatura. Este efecto es importante durante el invierno, cuando las abejas se encuentran apiñadas detrás de la miel almacenada. A bajas temperaturas, la miel es muy viscosa y actúa más como un sólido que como un líquido. El calor específico de la miel líquida es 0,54 - 0,6 cal/g $^{\circ}\text{C}$ , y el de la miel cristalizada es igual a 0,73 cal/g $^{\circ}\text{C}$  (Crane, 1985).

La **conductividad térmica** es otro factor importante ya que nos permite saber el tiempo que demorará la miel en calentarse totalmente cuando se le aplica calor a través de las paredes de un recipiente a altas temperaturas.

La conductividad térmica aumenta con la temperatura en un rango de  $118 \times 10^{-5}$  a  $143 \times 10^{-5}$  cal/cm seg/°C y disminuye al aumentar el contenido de agua; por ejemplo, la miel que contiene 15 % de agua tiene una conductividad térmica de  $123 \times 10^{-5}$  cal/cm seg/°C a 2° C, y de  $143 \times 10^{-5}$  cal/cm seg/°C a 71°C; mientras que para la miel que contiene 12 % de agua, las cifras son de  $118 \times 10^{-5}$  cal/cm seg °C y  $138 \times 10^{-5}$  cal/cm seg °C, respectivamente (Crane 1985). La conductividad térmica de la miel cristalizada es diez veces inferior a la de la miel líquida (Horn, 1992).

#### **1.4.2.9. La cristalización de la miel como fenómeno físico.**

La cristalización de la miel es una de las modificaciones más importantes que se producen en ella. Todas las mieles naturales cristalizan totalmente, ya sea en menor o mayor tiempo, ya sea con tamaño grueso o fino de cristales, dependiendo estas características fundamentalmente del origen floral. Existen mieles, como las que provienen de la colza (*Brassica*), que cristalizan tan rápido que lo hacen cuando todavía se encuentran en el panal, mientras que otras, como la de tilo (*Tilia*), tardan años en cristalizar (Crane, 1985).

El hecho que la miel cristalice totalmente a poco de ser cosechada de los panales es justificable si pensamos que es una solución sobresaturada de azúcares, fundamentalmente glucosa y fructosa. El origen de este proceso es justamente la interacción existente entre los azúcares y el agua; en la miel líquida, la glucosa está soluble en agua y por lo tanto muy hidratada, mientras que en la miel cristalizada, se encuentra en forma de cristales monohidrato (en este estado, dichos cristales no pueden contener más de un 10 % de agua ligada) habiendo liberado agua a la fase líquida. Es este incremento de agua libre el responsable de favorecer el crecimiento de microorganismos. Por tal motivo los fenómenos de cristalización y fermentación muchas veces se encuentran relacionados.

La velocidad de cristalización de la miel depende de la composición de azúcares y de otros factores como el contenido de agua, la temperatura, la viscosidad y efectos catalíticos como choques térmicos, golpes, partículas de polen, cera, etc, que intervienen conjuntamente (White, 1978; Grane, 1985; Serra, 1989).

Los microcristales de glucosa de diferente tamaño son los que comienzan el proceso al transformarse en núcleos de cristalización. El contenido de glucosa y otros azúcares como la melecitosa inciden en la velocidad de cristalización; en general las mieles con una cantidad menor al 30 % de glucosa tienden a cristalizar más lentamente al igual que las que poseen menos del 10 % de melecitosa. Otros azúcares importantes en este proceso son la fructosa y la maltosa, que actúan inhibiendo la cristalización; la fructosa aumenta la solubilidad de la glucosa en la miel.

En lo que se refiere al contenido de agua, las mieles con menos de un 17 % de humedad tienen más posibilidades de cristalizar que las que presentan un porcentaje mayor, y las que tienen más de un 19 % corren peligro de fermentar (Piana, 1989; Frazier, 1993).

La temperatura también influye en la cristalización; valores menores de 10°C retardan la cristalización, alrededor de los 14°C se aumenta el crecimiento de los cristales y a temperaturas superiores a 25°C se redisuelven (Siddiqui, 1970).



El aumento de la viscosidad inhibe el proceso de cristalización ya que retarda la migración de las moléculas de glucosa en la fase líquida. Esto está relacionado con los bajos contenidos de humedad y con las bajas temperaturas que hacen aumentar la viscosidad de la miel. Granos de polen, partículas de cera, burbujas de aire, son también elementos que hay que tener en cuenta como factores extrínsecos; su presencia en la miel acelera la cristalización ya que actúan como núcleos de cristalización (Siddiqui, 1970).

El tamaño y forma de los cristales formados varían de acuerdo a la velocidad de cristalización, la cual varía a su vez con el tipo de miel. Las cristalizaciones rápidas producen una estructura más o menos compacta de cristales finos y mieles de aspecto cremoso, en cambio en las lentas, se forman estructuras no compactas de cristales más gruesos adquiriendo las mieles una consistencia arenosa.

Podemos decir que en el fenómeno de cristalización de la miel intervienen dos procesos: la formación de núcleos de cristalización, llamado nucleación, y el crecimiento de los mismos. Ambos procesos son dependientes de los factores ya mencionados, los más relevantes, contenido de glucosa, humedad, temperatura de conservación, viscosidad y coeficiente de sobresaturación (Serra, 1989).

Varios autores relacionaron distintos parámetros químicos entre sí, para establecer fórmulas o índices que permitan predecir la cristalización de la miel. Así, White y col., (1962) señalaron como válida la relación glucosa/agua (G/W), y elaboraron una Tabla, haciendo corresponder a cada valor una tendencia a la cristalización (Tabla VIII).

**TABLA VIII: ESCALA DE WHITE (1962)**

<i>GRADOS DE CRISTALIZACIÓN</i>	<i>ASPECTO DE LA CRISTALIZACIÓN</i>	<i>GLUCOSA/ AGUA</i>
0	Líquida	1,58
1	Algunos cristales aislados	1,76
2	Capas de cristales de 2 a 3 mm	1,79
3	Volvas de cristales	1,83
4	Capas de cristales de 8 a 12 mm	1,86
5	1/4 del envase cristalizado	1,98
6	1/2 del envase cristalizado	1,99
7	3/4 del envase cristalizado	2,06
8	Cristalización completa pero blanda	2,16
9	Cristalización completa pero dura	2,24

Cuando el índice glucosa/agua es menor a 1,7 la miel se mantendrá líquida y cuando es mayor a 2,16 la cristalización será completa. Posteriormente, se observó que esta relación tiene un valor dudoso para predecir la cristalización, ya que en mieles de bajo contenido en agua la cristalización es menor que la que corresponde según la relación glucosa /agua establecida (Serra, 1989).

Otros índices propuestos fueron:

**Relación fructosa/glucosa (F/G):** Martínez (1992), menciona que las mieles cristalizan con cocientes fructosa/glucosa de 1,00 a 1,20 y con valores superiores a 1,30 este proceso casi no se produce. Sin tener en cuenta otros factores que influyen en la cristalización, se considera que la miel con una relación fructosa/glucosa mayor que 2 no cristalizará; no obstante ello se sabe que muy pocas mieles cumplen esta condición. Serra (1989) ha colocado esta relación en último lugar, de acuerdo a su validez como indicador de cristalización en las mieles.

**Coefficiente de sobresaturación:** Se determina en base a un diagrama ternario constituido por fructosa, glucosa y agua, en el cual cada vértice representa un componente. Los lados del triángulo una mezcla binaria de cada uno de los azúcares y los puntos de intersección todas las composiciones ternarias posibles.

Este parámetro además de estar condicionado por la temperatura, no tiene en cuenta que la miel suele cristalizar fraccionadamente (la miel es una solución sobresaturada de glucosa y fructosa en la que coexisten dos sistemas inestables que pueden provocar fenómenos de cristalización fraccionada) lo que hace que el coeficiente de sobresaturación disminuya durante el proceso de cristalización. A 20°C se considera que una miel estará libre de cristalización con un coeficiente de sobresaturación menor a 1,80 y cristalizará completamente con un coeficiente mayor de 2,60. No obstante ello, Serra (1989) lo coloca en segundo lugar, respecto de su validez para predecir la cristalización de las mieles.

**Relación (glucosa-agua)/fructosa (G-W/F):** Es un buen parámetro para indicar la cristalización ya que tiene en cuenta la acción inhibidora de la fructosa. Se considera que la miel tardará mucho en cristalizar con una relación menor que 0,30 y estará completamente cristalizada con una relación mayor de 0,49 (Serra, 1989).

**Índice de Tabouret (IT):** Dicho índice fue propuesto por Tabouret en 1979 y expresa la relación entre el parámetro G/W y la actividad de agua de la miel ( $a_w$ ). En este índice se tiene en cuenta la composición de la miel y la actividad de agua, por lo que se considera que proporciona mejores resultados.

Responde a la fórmula general:

$$\text{Ind. Tabouret} = \frac{(G/W)}{(1 - a_w)^n}$$

Donde:

G = % de glucosa.

W = % de agua.

$a_w$  = Actividad de agua.

El valor de  $n$  depende de la humedad de la miel ( $n=1$  para humedades superiores al 17 %, y  $n=2$  para inferiores).

En relación al valor del índice de Tabouret se ha podido determinar que mieles con valores inferiores a 9,80 estarán líquidas mientras que si este índice es superior a 12,60 habrán cristalizado completamente. La Tabla IX muestra la relación entre los grados de cristalización definidos de 0 a 8 según White (1962) y los diferentes índices propuestos incluyendo el coeficiente de sobresaturación, ordenados por Serra (1989) de mayor a menor validez para predecir el grado de cristalización de la miel.

**TABLA IX: CORRELACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES DE CRISTALIZACIÓN Y EL COEFICIENTE DE SOBRESATURACIÓN CON EL GRADO DE CRISTALIZACIÓN DE LA ESCALA DE WHITE.**

I.T.	COEF.			GRADOS CRISTALIZACIÓN	
	SOBRESAT. (20°C)	G/W	G-W/F		
<9,80	< 1,80	<1,70	< 0,30	>1,33	0
<10,70	< 1,95	<1,79	< 0,36	>1,21	2
<11,30	< 2,20	<1,86	< 0,38	>1,18	4
<12,10	< 2,40	<1,99	< 0,42	>1,16	6
>12,60	> 2,60	>2,16	> 0,49	<1,11	8

Fuente: Serra, 1989.

Los resultados presentados indican que si se determina la composición, coeficiente de sobresaturación e índices de cristalización, comenzando por el Índice de Tabouret, podrá estimarse el grado de cristalización que puede alcanzar una miel con más certeza.

### **1.4.3 Características microscópicas.**

Desde el punto de vista microscópico, las mieles contienen una serie de elementos naturalmente presentes en ella, observables solamente al microscopio entre los cuales se encuentran los granos de polen y los microorganismos. Los granos de polen proceden fundamentalmente de los caídos de las anteras en el néctar libado por las abejas; otra vía indirecta son los adheridos al cuerpo de los insectos o los recolectados por ellos para la alimentación de la colmena (Carretero, 1989). La observación microscópica con la finalidad de reconocer los pólenes presentes en la miel es una técnica útil para el estudio del origen botánico de las mieles. En tanto, los microorganismos presentes son importantes por su relación con la higiene y conservación del producto. Otros elementos microscópicos nos permiten valorar la pureza de la miel, como pelos, tejidos vegetales, granos de almidón, fibras de celulosa y sintéticas, escamas de mariposa, restos de abeja, hollín, cristales de oxalato cálcico, etc. (Del Baño Breis, 1996).

#### **1.4.3.1. Microorganismos.**

Como se sabe, existen condiciones desfavorables y factores limitativos para el crecimiento de los microorganismos en un alimento, entre ellos el pH, la actividad de agua, la presión osmótica, la presencia de peróxido de hidrógeno, los flavonoides y la acidez.

Los microorganismos de la miel proceden principalmente del néctar de las flores y de las abejas obreras. Se ha demostrado que las levaduras y las bacterias que contiene proceden tanto del néctar como del contenido intestinal de las abejas (Frazier, 1993).

Como consecuencia de la elevada concentración de azúcar de la miel, y de su acidez, (pH comprendido entre 3,2 y 4,2), las levaduras osmofílicas son la principal causa de su alteración: especies del género *Zygosaccharomyces*, por ejemplo, *Z. mellis*, *richteri* o *mussbaumeri*, o la especie *Torula (Cryptococcus) mellis*. La mayoría de los mohos no crecen bien en la miel, si bien en este alimento se han aislado especies de crecimiento lento pertenecientes a los géneros *Penicillium* y *Mucor* (Frazier, 1993).

Se ha comprobado que la miel contiene lisozima, enzima que ejerce una acción bacteriostática y lítica sobre la mayoría de las bacterias gram negativas. Se debe tener en cuenta también que en apicultura es habitual el empleo de antibióticos para tratar las enfermedades de las abejas, de aquí que se encuentran presentes en la miel residuos de los mismos que influyen en la composición de su flora microbiana.

En casos de botulismo en niños, especialmente en lactantes, la miel es uno de los alimentos sospechosos de ser vehículo de esporas de *Clostridium botulinum* (Centorbi y col., 1997). Las esporas pueden ser acarreadas ya sea en el tracto digestivo de la abeja o en el polen que transporta en las patas y así incorporarse a la miel; pero más probablemente procedan del ambiente externo. Los métodos empleados corrientemente en el procesamiento de la miel no destruyen las esporas y si se aplicaran temperaturas de esterilización, se alteraría la calidad del producto; no obstante, la elevada osmolaridad y acidez, impiden la germinación, multiplicación y toxicogénesis (Centorbi y col., 1997). Diversas investigaciones sobre la presencia de esporas botulínicas en mieles no asociadas a botulismo del lactante detectaron una incidencia de 10 % (Midura y col., 1979) y 7,5 %, (Midura, 1996). Centorbi y col., (1997) estudiando mieles argentinas, concretamente de la Provincia de San Luis, obtuvieron resultados de 1,1 %.

El mismo autor opina que el índice de contaminación de mieles con esporas botulínicas es inferior al observado en otros países, sin embargo se encuentra dentro del rango considerado como de alto riesgo para su empleo en la dieta de lactantes.

Ruiz Argüeso y Rodríguez Navarro (1973) indican que los dos principales grupos de bacterias existentes en el néctar durante la fase de maduración para convertirse en miel pertenecen a los géneros *Gluconobacter* y *Lactobacillus*.

Tysset y Rousseau (1981), dividen a la flora microbiológica de la miel en tres grupos principales:

- Flora miceliana: formada principalmente por hongos filamentosos, del género *Aspergillus*, o bien esporas del “Moho del polen” *Pericystis alvei*.

- Flora osmófila: en las que se encuentran las levaduras citadas precedentemente, del género *Saccharomyces* que se reúnen en tres taxas y que son las principales causantes de la fermentación en la miel, *S. bisporus* var *mellis*; *S. Rouxii* y *S. bailii* var *osmophilus*).

- Flora bacteriana: está formada por bacilos del género *Bacillus*. Entre ellos se encuentran el *Bacillus larvae* y el *Bacillus alvei* causantes respectivamente de enfermedades de la abeja llamada “Loque americana”, y “Loque europea”.

Debido a que la miel no es un medio favorable para el crecimiento de los microorganismos por su elevada concentración de azúcares, se han propuesto varias teorías para explicar la iniciación del crecimiento de las levaduras (Frazier, 1993):

- La miel, por ser higroscópica, se diluye en la superficie, en la que las levaduras empiezan a multiplicarse y enseguida se adaptan a las elevadas concentraciones de azúcar.

- La cristalización del hidrato de glucosa hace descender la concentración de azúcares que se encuentran disueltos en la miel, provocando un considerable aumento de la actividad acuosa.

El porcentaje de humedad crítico para que las levaduras puedan crecer es alrededor del 21 %. También influye en la posibilidad de crecimiento de las levaduras el grado de la inversión de la sacarosa y la cantidad de nitrógeno disponible.

La fermentación producida por las levaduras es la alteración microbiológica más frecuente en la miel; es un proceso lento que dura varios meses (Snowdon y col., 1996).

#### **1.4.3.2. Polen y elementos de mielada.**

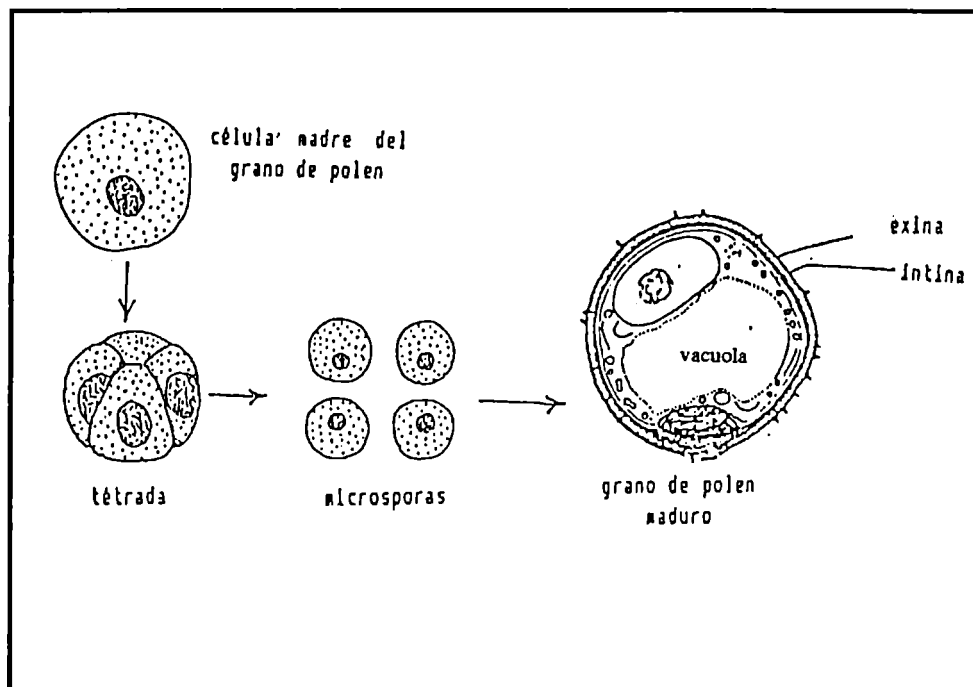
Como se explicó anteriormente, la miel floral es una sustancia viscosa que producen las abejas transformando en su estómago el néctar de las flores y devolviéndolo por la boca para llenar con él los panales y servir de alimento a las crías. Durante su complejo proceso de elaboración y posterior manipulación se incorpora a la miel gran número de partículas microscópicas, entre ellas el polen, que quedan en la masa viscosa y pueden fácilmente extraerse mediante una centrifugación, constituyendo lo que se denomina sedimento.

El estudio del sedimento demuestra que todas las mieles contienen polen y/o elementos de mielada, cuya identificación, cuantificación y análisis permiten conocer sus orígenes geográfico y botánico, método de extracción, grado de filtración, etc.

### 1.4.3.2.1. Morfología polínica.

En las plantas, las células madres de los granos de polen se hallan dentro de los sacos polínicos. Por meiosis cada una de ellas dará origen a cuatro células (tétrada), las que luego constituirán los granos de polen maduros, como se muestra en la Figura VII.

FIGURA VII: FORMACION DEL GRANO DE POLEN

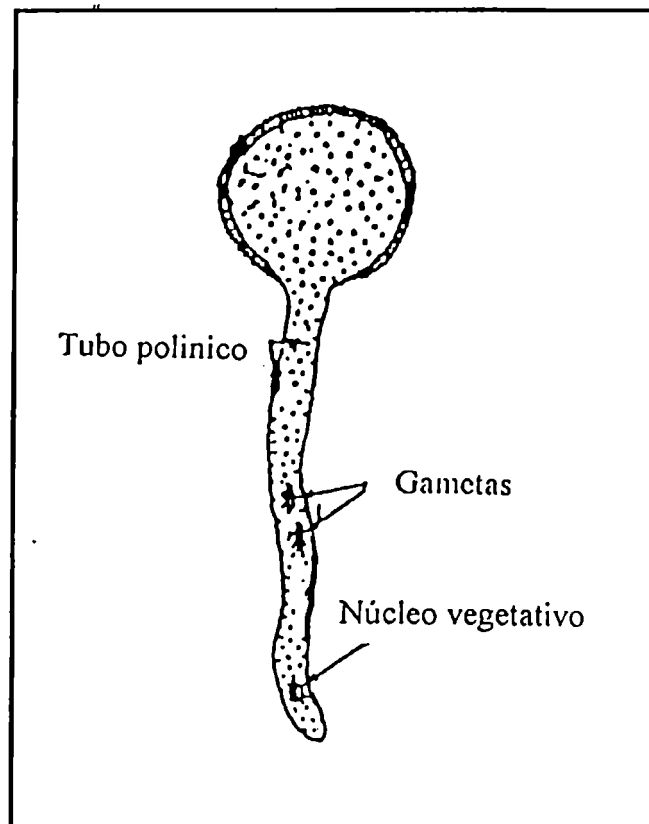


Fuente: Rost y col, 1979.

Cada grano queda rodeado por dos membranas: la exina, dura, gruesa, parcialmente interrumpida por poros o surcos germinales, y la intina, que es lisa y está compuesta por celulosa y sustancias pécticas.

El núcleo de cada grano de polen se divide en dos por mitosis: el núcleo vegetativo, que durante la germinación del grano de polen dirigirá la formación del tubo polínico, y el núcleo generativo, que originará las gametas masculinas. La Figura VIII muestra un grano de polen en germinación.

**FIGURA VIII:**  
**GRANO DE POLEN EN GERMINACIÓN**

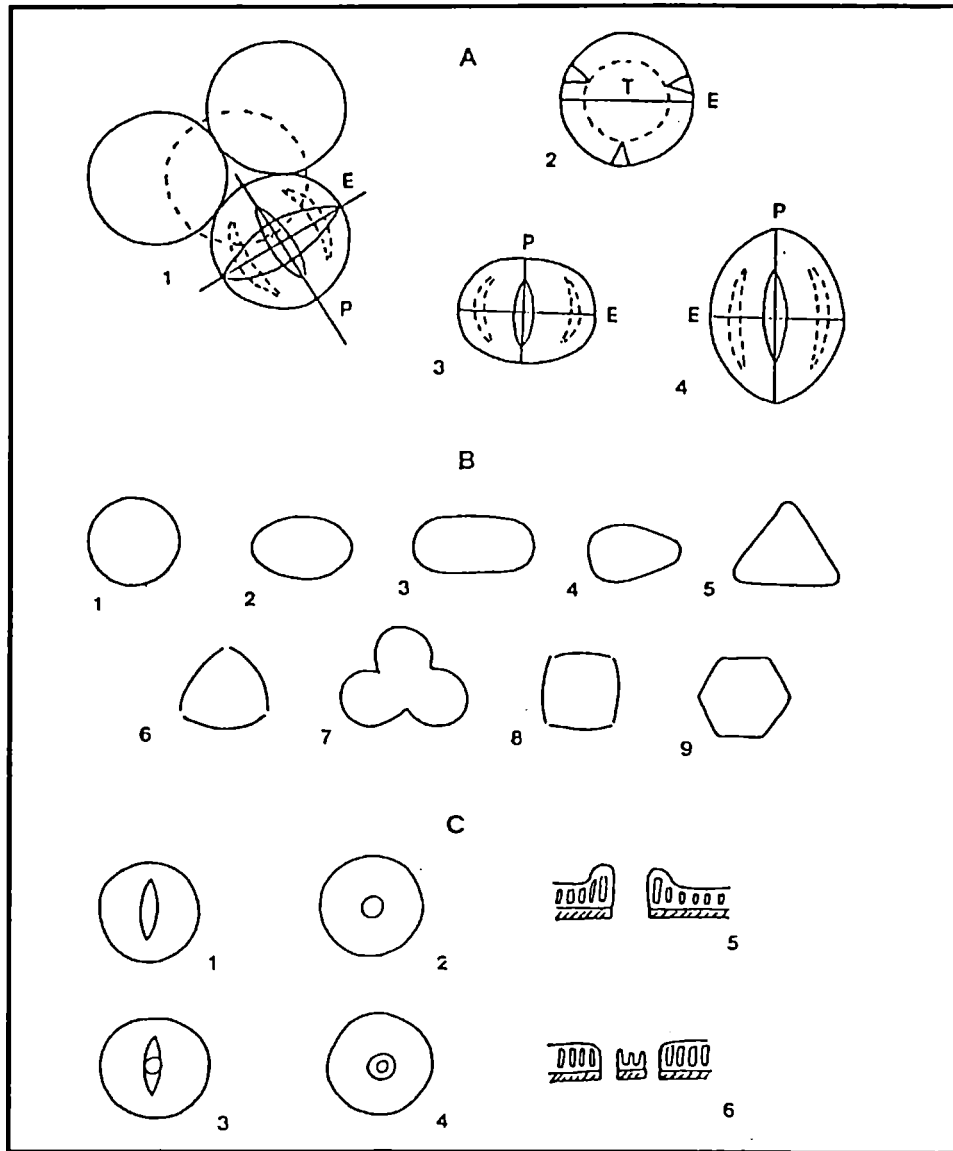


Fuente: Rost y col, 1979.

La cubierta externa de los granos de polen está constituida por un biopolímero de gran resistencia, la esporopolenina, cuyas unidades son carotenoides.

Los granos de polen presentan morfología sumamente variada y en general específica para cada grupo de vegetales. Los principales parámetros morfológicos se pueden apreciar en la Figura IX.

FIGURA IX: PARAMETROS MORFOLÓGICOS DEL POLEN



A. Polaridad del grano de polen. 1. Tétrada. 2. Vista polar. 3. Vista ecuatorial (grano oblado). 4. Vista ecuatorial (prolado). P: Eje polar. E: Diámetro ecuatorial. T: Placa polar.

B. Contornos. 1. Circular. 2. Elíptico. 3. Oblongo. 4. Ovado. 5. Triangular. 6. Triángulo-circular. 7. Trilobulado. 8. Cuadrangular. 9. Hexagonal.

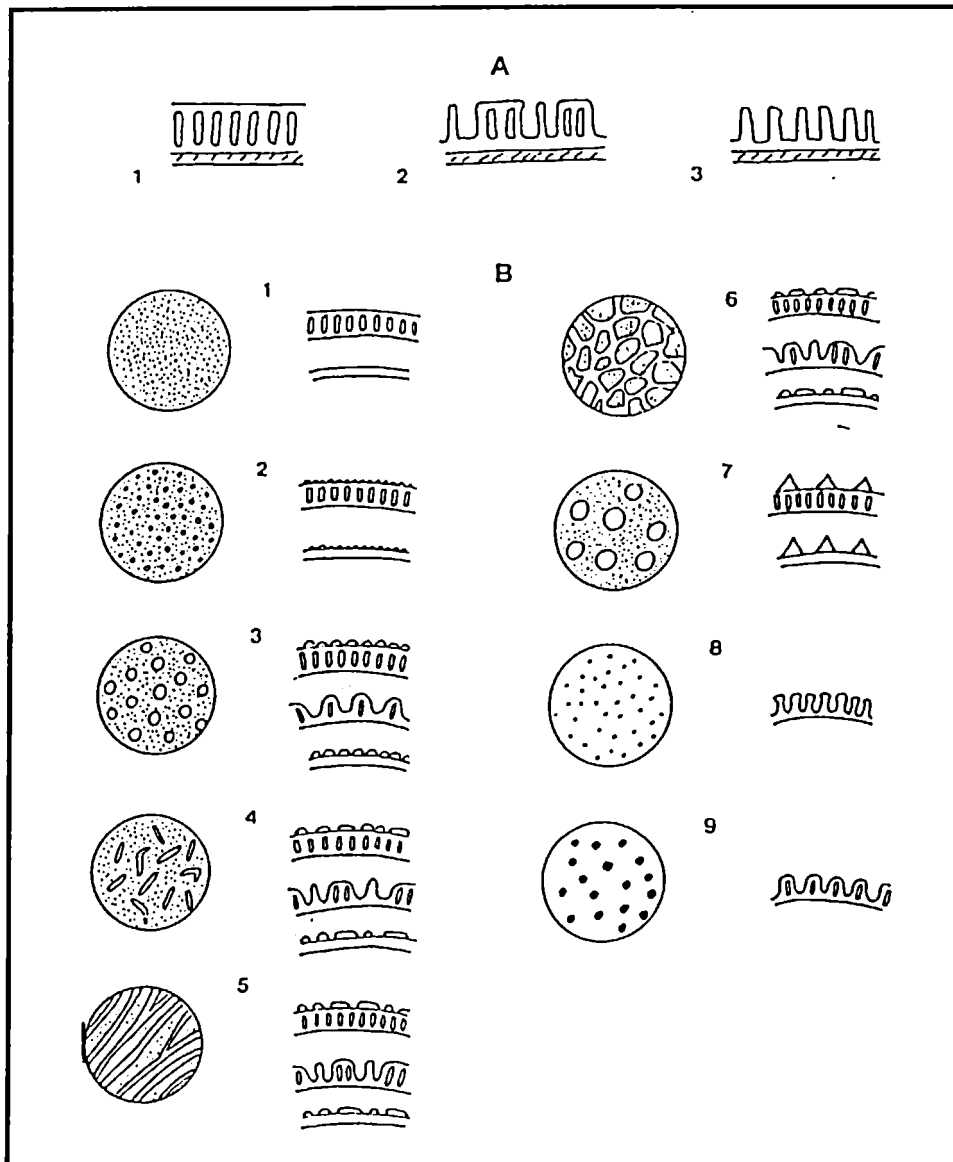
C. Grano según las aberturas. 1. Colpado. 2. Porado. 3. Colporado. 4. Pororado. 5. Inoperculado. 6. Operculado.

Fuente: Carretero, 1989.

Frecuentemente la exina presenta espinas, areolaciones o depresiones. Estas características son utilizadas para la identificación de los distintos pólenes (Figura X).



**FIGURA X: ESTRUCTURAS DE LA EXINA Y SUPERFICIE DE LA PARED DEL GRANO DE POLEN.**

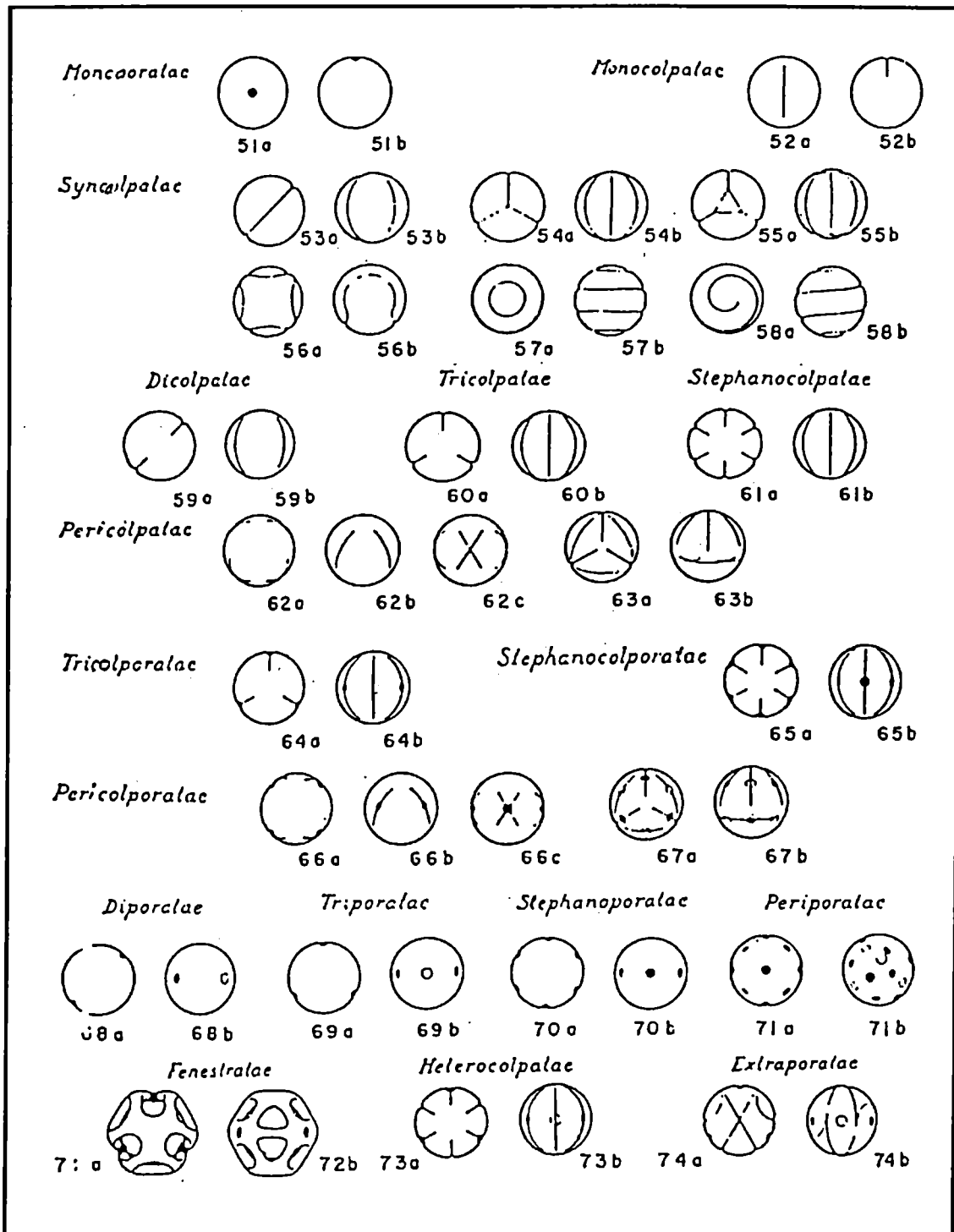


**A.** Estructura de la exina. 1. Tectada. 2. Semitectada. 3. Intectada.  
**B.** Superficie de la pared: 1. Lisa. 2. Granulosa. 3. Verrugosa. 4. Rugulada. 5. Estriada. 6. Reticulada. 7. Equinada. 8. Perforada. 9. Foveolada.

Fuente: Carretero, 1989.

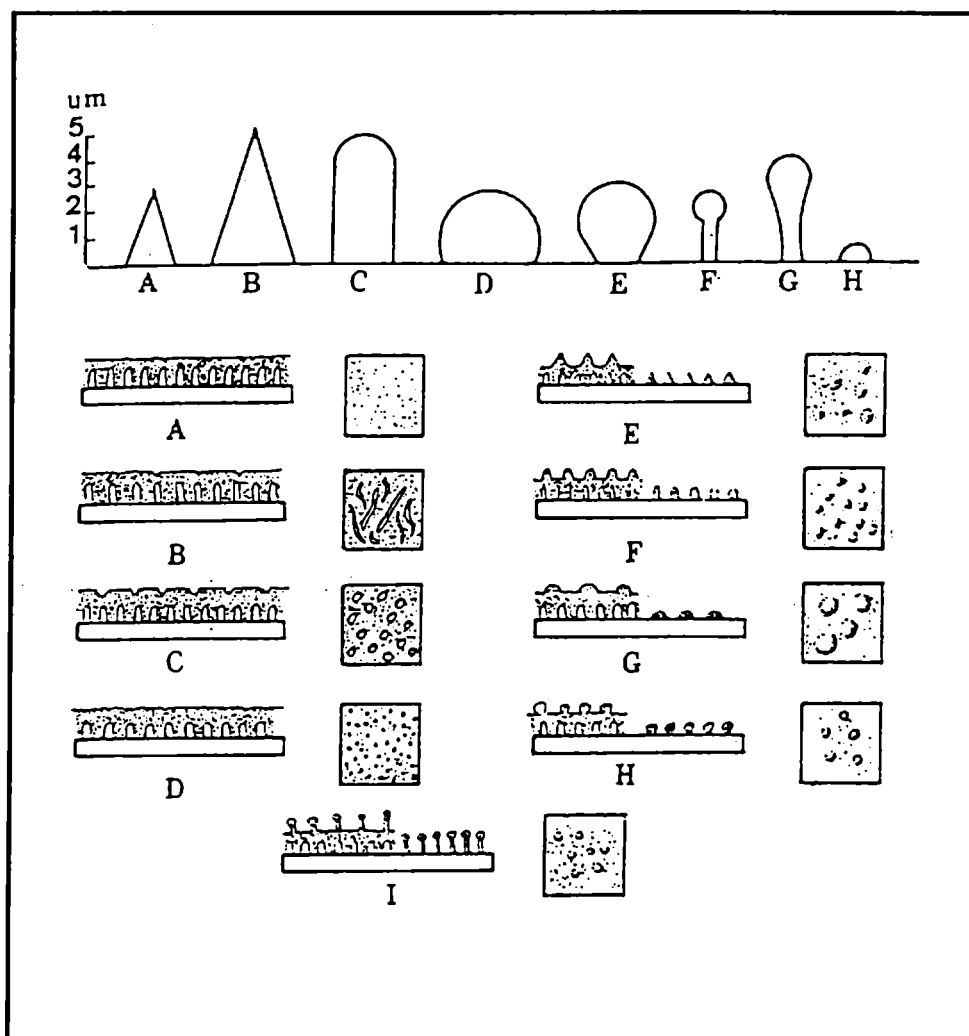
Las características más útiles a los fines de su identificación son el tipo y disposición de aperturas (Figura XI), los tipos de ornamentación de la pared (Figura XII) y la presencia de sacos aéreos (expansiones de la pared que favorecen su dispersión por el viento).

FIGURA XI: DISTINTOS TIPOS DE APERTURAS



Fuente: Carretero, 1989.

FIGURA XII: DIVERSOS TIPOS DE ORNAMENTACIÓN DE LA PARED DE LOS GRANOS DE POLEN.



Fuente: Sanez de Rivas, 1980.

Diagrama de las diversas formas de los elementos esculturales: A: espínula. B: espina. C: báculo. D: verruga. E: gema. F: pelo. G: clava. H: gránulo.

Diagrama de la ornamentación del polen en vistas longitudinal y radial: A: psilado. B: fosulado. C: foveolado. D: escábrido. E: equinado. F: baculado. G: verrugoso. H: gemado. I: pilato.

En E, F, G, H, I, se representan polen tectado e intactado simultáneamente.

#### **1.4.3.2.2. Melisopalinología.**

La melisopalinología es una rama de la palinología cuyo objeto es estudiar el origen botánico y geográfico de las mieles, y cuya base fundamental reside en el análisis microscópico del sedimento.

Recopilaciones de Ortiz (1992) mencionan que en 1895 se conoce el primer trabajo, debido a Pfister, concerniente al análisis polínico de la miel; posteriormente muchos otros estudios fueron dedicados a este tema (Fehlmann, 1911; Armbruster, 1929, 1934-35; Griebel, 1930-31), destacándose los trabajos del Profesor Enoch Zander (1935, 1937, 1941, 1949, 1951) quien publicó una importante obra sobre morfología del polen e identificación de los orígenes florales de la miel.

Si bien el análisis melisopalinológico constituye una herramienta fundamental para conocer el origen botánico de las mieles, muchas veces ese origen no se corresponde con la cantidad de granos de polen presentes en las mieles (Adams y Smith, 1981); es decir que la relación entre la cantidad de néctar y el contenido en granos de polen, no es la misma para cada especie vegetal.

Existen varios factores influyentes en el contenido polínico de las mieles florales y que guardan cierta relación, en un mayor o menor grado, con su riqueza polínica. En efecto, al hacer las abejas la miel, en forma general, se puede considerar la incorporación del polen bajo tres aspectos y lugares diferentes del proceso (Del Baño Breis y col., 1997):

- Generalmente, la abeja, en la misma flor, se encuentra simultáneamente con los nectarios y las anteras. Si melificando en esta zona se produce un ajustado sincronismo entre la máxima secreción nectarífera y la dehiscencia total (cuando la flor se encuentra totalmente abierta), correlativamente debe aumentar el número de cargas de néctar y el enriquecimiento polínico del mismo.

- El néctar y el polen que recoge la abeja, llegan a la colmena cuando las celdillas están operculadas, es decir que están llenas de miel. En esta situación, el enriquecimiento del néctar, contenido en la bolsa melífera de la abeja, con el polen adherido a sus pelos y patas, dependerá de la cantidad de néctar y polen que entren en contacto durante la obstaculizada melificación.

- La otra posibilidad de enriquecimiento polínico de la miel, sucedería durante el proceso de extracción, con polen almacenado en la colmena (cámara de cría), sobre todo cuando es miel obtenida por centrifugación.

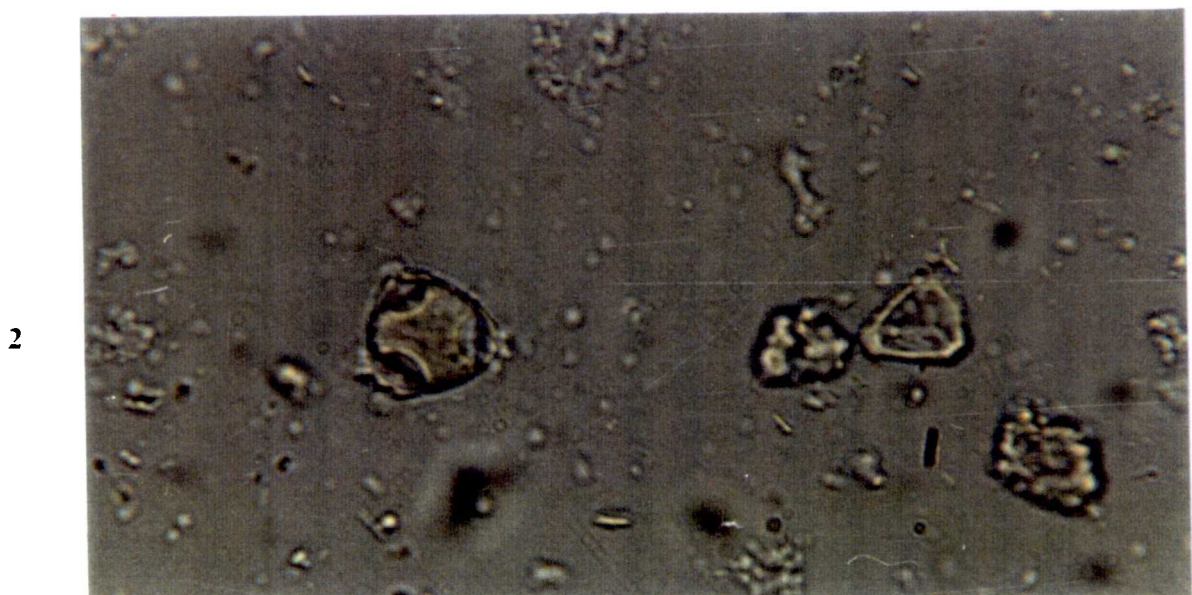
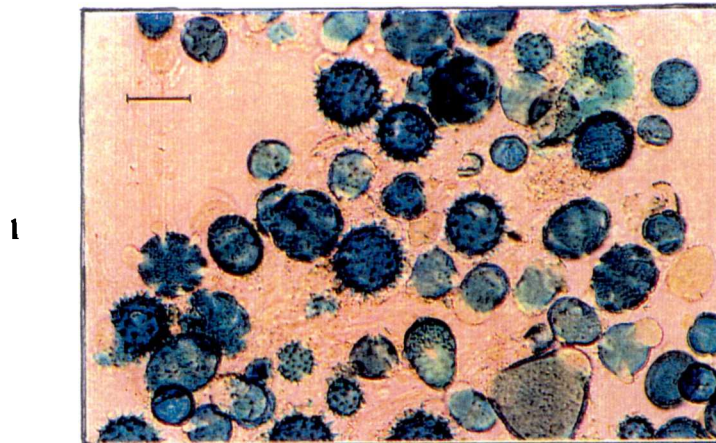
Los tres aspectos considerados pueden complementarse con otros. Por otro lado, ciertas flores son susceptibles de aportar néctar y polen y otras únicamente polen o néctar.

De lo expuesto se infiere que los resultados de los análisis melisopalinológicos, dada la incidencia de muchos factores variables, no garantizan una precisión absoluta en la determinación del origen monofloral o multifloral de la miel.

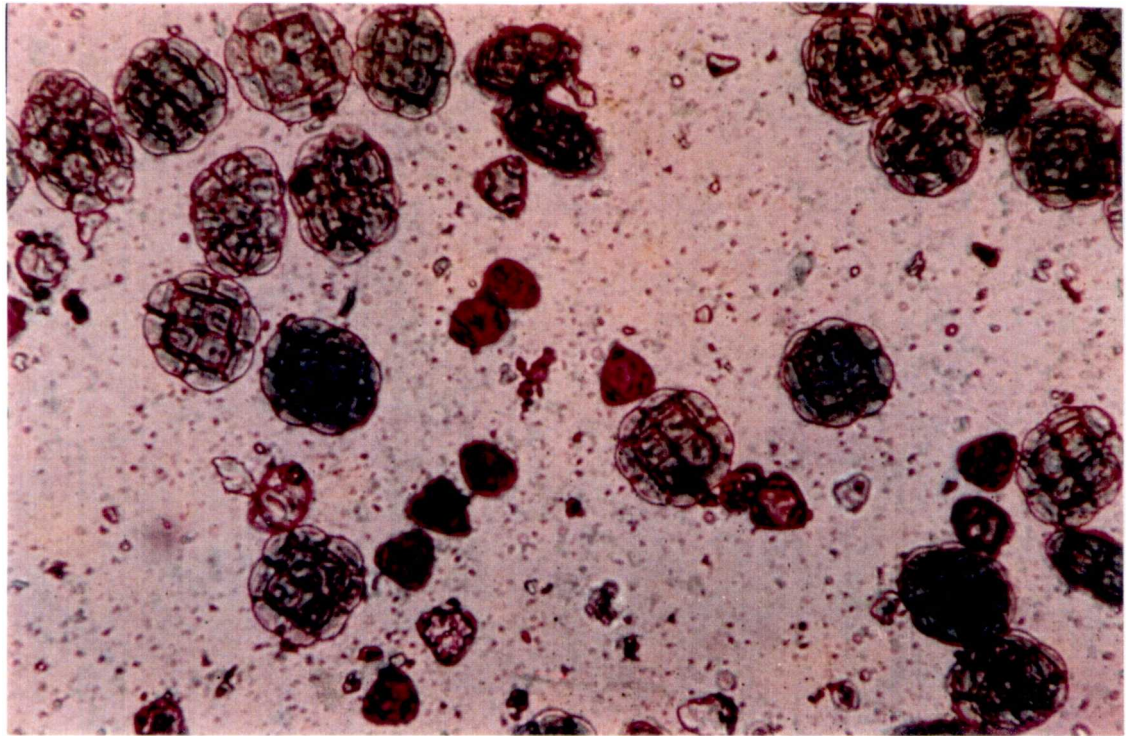
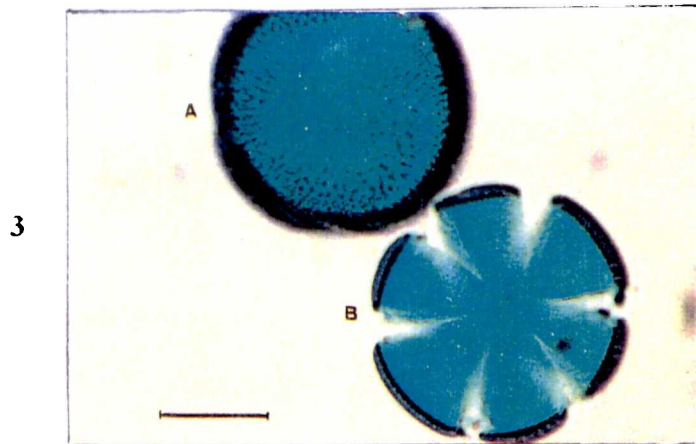
Para la evaluación de los contenidos de polen en las mieles, se utilizan los métodos de trabajo normalizados por la "International Commission for Bee Botany", ICBB (Louveaux y col., 1978). Según esta comisión se pueden realizar dos tipos de análisis: análisis polínico cualitativo y cuantitativo.

Análisis polínico cualitativo: permite la identificación de los pólenes presentes a través del reconocimiento de determinados parámetros como forma, tamaño, simetría, aperturas, etc, y los porcentajes de presencia correspondientes que se calculan a partir de la suma total de granos de cada especie, género, familia y, si existen, elementos de mielada. En la Foto XI se pueden observar distintos tipos polínicos que se encuentran en la miel.

**FOTO XI: MICROFOTOGRAFÍAS DE VARIOS TIPOS POLÍNICOS PRESENTES EN UNA MUESTRA DE MIEL.**







1- Microfotografía al microscopio óptico de varios tipos polínicos contenidos en una muestra de miel. ( Escala: 30  $\mu\text{m}$ ). Fuente: Del Baño Breis, (1993).

2 - Muestra de miel que contiene polen de *Eucalyptus sp.* (400 aumentos). Fuente: Héctor Monti. IPROSA (Instituto de Producción y Salud Animal de Entre Ríos), (1993).

3 - Polen de *Lavandula latifolia* (espliego), extraído de una muestra de miel. A: vista ecuatorial, B: vista polar. Escala : 10  $\mu\text{m}$ .

4- Muestra de miel que contiene polen de *Acacia cavens* (espinillo). (400 aumentos). Fuente: Héctor Monti. IPROSA (Instituto de Producción y Salud Animal de Entre Ríos), (1993).

En este tipo de análisis los resultados se expresan de acuerdo a lo recomendado por la ICBB (Louveaux y col., 1978) divididos en cuatro categorías a saber:

- Polen predominante (D): Más de 45 %.
- Polen secundario (S): Entre el 16 - 45 %.
- Polen minoritario importante (s): Entre el 3 - 16 %.
- Polen minoritario (r): Menos del 3 %.

En general el criterio que se aplica para considerar una miel como monofloral, es que contenga el 45 % de polen de una misma especie floral. No obstante ello, entre los autores existen opiniones encontradas en cuanto al porcentaje mínimo de polen necesario para considerar la monofloridad.

Esto también depende de la especie botánica de la cual se trate, lo que hace a numerosas excepciones en cuanto al porcentaje establecido. Por ejemplo, una miel de *Citrus sp* se considera monofloral si contiene solamente entre el 10 y el 20 % de polen de esta especie. La explicación es que las anteras de algunas especies son estériles y no producen polen, además el *Citrus* da néctar antes que polen, por lo tanto la presencia de polen será escaso, pero la miel presenta las características organolépticas que corresponden a la especie y es efectivamente monofloral.

En otros casos, el polen de una especie floral se encuentra supra representado, como en el *Eucalyptus*, por lo que esta miel para ser considerada monofloral debe contener un 70 % de polen de *Eucalyptus*.

Por tales motivos, la caracterización de las mieles debe contemplar, además, las propiedades físico-químicas y organolépticas, y un buen conocimiento de la flora de la zona de estudio y de las prácticas apícolas.

Análisis polínico cuantitativo: nos permite conocer la cantidad total de sedimento por unidad de peso. Sus resultados también nos orientan sobre el modo de extracción.

Para la expresión de los resultados nos remitimos al método de Maurizio (1939) el cual establece 5 categorías conocidas como las clases de Maurizio (Tabla X).

**TABLA X: ANÁLISIS POLÍNICO CUANTITATIVO DE LA MIEL:  
CLASES DE MAURIZIO.**

CLASES	Nº ABSOLUTO DE ELEMENTOS VEGETALES / 10 g DE MUESTRA
I	Menos de 20.000
II	20.000 – 100.000
III	100.000 – 500.000
IV	500.000 – 1.000.000
V	Más de 1.000.000

Generalmente las mieles tienen una cantidad de sedimento que le es característico y que se encuentra relacionado con el origen floral principalmente, pero puede llegar a variar dependiendo de factores como la distancia a la fuente de néctar, las distintas prácticas apícolas (procedimientos de extracción), etc.

La Comisión de Botánica Apícola (1978), ha establecido el volumen de sedimento para las mieles obtenidas por distintos procedimientos. Cuando son obtenidas por centrifugación contienen 1,5-3,5 ml/10g de sedimento; un valor superior a 10 ml/10 g correspondería a una miel prensada o con impurezas, y un valor menor a 1,5 ml/10 g indicaría un excesivo tratamiento de filtrado (filtros de arena o tierra de diatomeas).

En general, las mieles de *Eucalyptus* siempre presentan más sedimento que las mieles de *Citrus*. Otras mieles pobres en sedimentos son las de romero (*Rosmarinus officinalis*) y espliego (*Lavandula latifolia*) (Serra, 1984).

#### **1.4.3.2.3. Elementos indicadores de mielada.**

Recordemos que las mieladas son secreciones azucaradas que ciertos insectos parásitos y chupadores de las plantas depositan, en forma de pequeñas gotas, sobre la superficie de las hojas y tallos de una gran variedad de árboles y arbustos, y que las abejas liban para elaborar lo que se llama miel de mielada.

La miel de mielada, al no ser floral, prácticamente carece de polen. En cambio, hay presente en ella ciertos microorganismos procedentes del plancton aéreo (esporas de hongos, algas microscópicas), polvo atmosférico y, a veces, polen anemófilo (Del Baño Breis y col., 1996).

La presencia de estos microorganismos se debe a que las gotas de mielada son depositadas en lugares de la planta como hojas y tallos, sobre los que estos microorganismos viven como epífitos (que crecen sobre una planta) y en los que la concentración de líquidos azucarados les permite su permanencia o desarrollo. Estos elementos son recolectados por la abeja al libar la mielada que recubre ramas y hojas.

Los elementos distintos del polen identificados en una miel, que constituyen los indicadores de mielada, pueden ser: algas clorofíceas *Pleurococcus*, agregados de *Chlorococcus*, células simples de *Cystococcus* (Maurizio, 1965) y algas cianofíceas o diatomeas. Entre las esporas de hongos se distinguen, *fumago*, *fungi imperfecti*, etc.

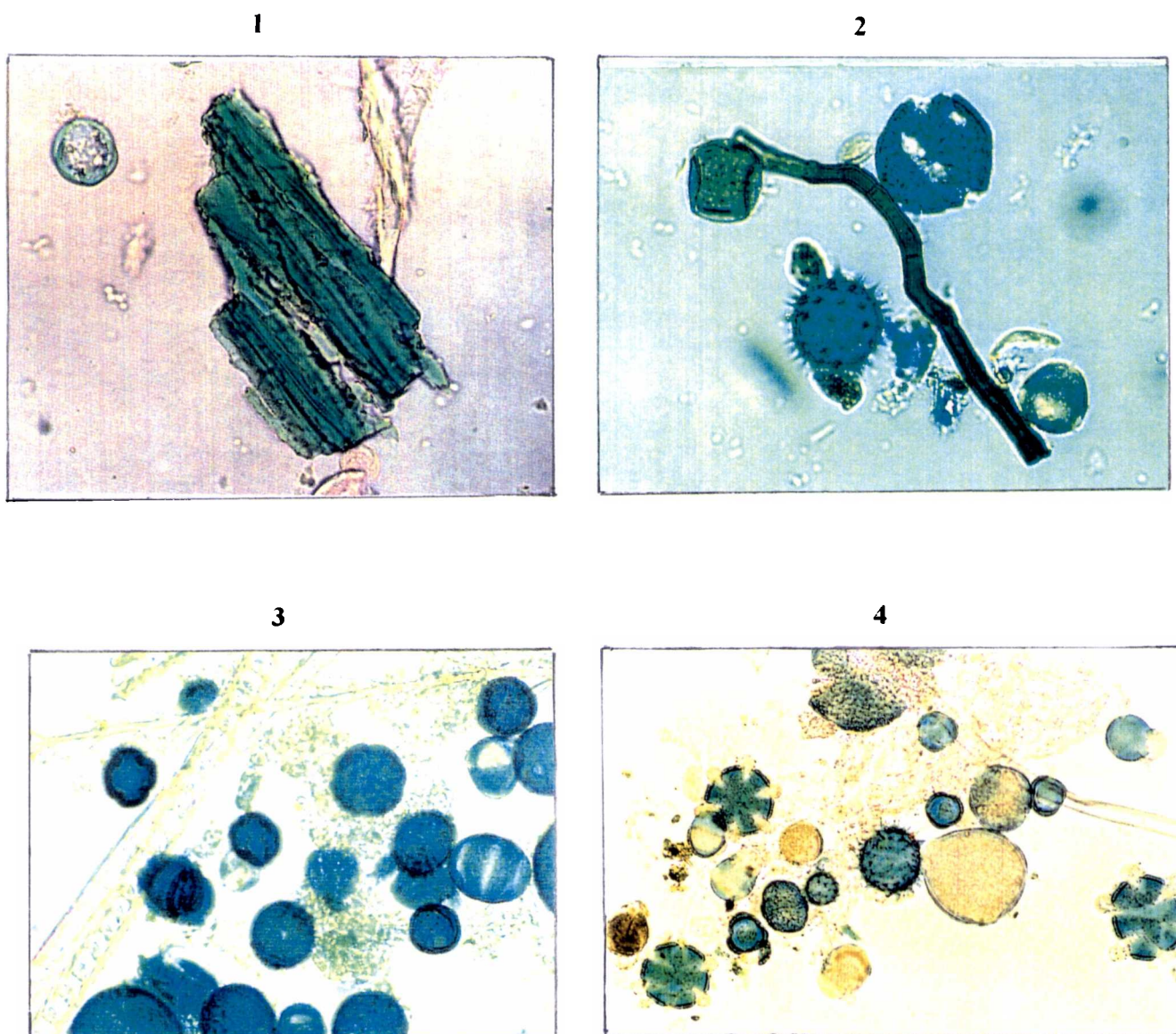
En el análisis polínico, se registra la presencia de estos elementos con lo que se determina el índice de mielada (Louveaux y col., 1978); lo que se calcula son las frecuencias de los elementos de mielada, según el cociente: HDE/P, donde:

HDE es el número de elementos de mielada (algas, esporas e hifas de hongos, (las hifas multicelulares son contadas como único elemento) y P es el número de granos de polen de especies nectaríferas.

Un ejemplo de estos elementos los podemos observar en la Foto XII.



**FOTO XII: MICROFOTOGRAFÍA DE DISTINTOS ELEMENTOS INDICADORES DE MIELADA EN UNA MUESTRA DE MIEL.**



- 1- Tejidos vegetales.
- 2- Una fibra vegetal entre los granos de polen.
- 3- Talos de algas pluricelulares (pueden tener forma de filamento, de cinta o lámina y ser ramificado), y granos de polen.
- 4- Fibra de celulosa y granos de polen.

Fuente: Del Baño Breis, 1996.

En la cuantificación de los elementos de mielada se utiliza la clasificación que se muestra en la Tabla XI:

**TABLA XI: CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE MIELADA**

<b>INDICE DE MIELADA</b>	<b>HDE/P</b>
Practicamente ninguno (N)	Menos de 0,09
Pocos (P)	0,10 – 1,49
Cantidad media (M)	1,50 – 2,99
Numerosos (N)	3,00 – 4,49
Muy numerosos (MN)	Más de 4,50

Según la Comisión Internacional de Botánica Apícola (Louveau y col., 1978) se considera que la miel es de mielada cuando la relación HDE/P es igual o superior a 3, y es de flores cuando es menor que 1. El contenido de elementos de mielada muchas veces depende de varios factores como las condiciones climáticas del lugar de producción, entre ellos la humedad ambiental, por lo que el índice de mielada se considera de valor aproximado.

Además de los elementos de mielada mencionados, se pueden encontrar en el sedimento otros constituyentes como cristales de oxalato en mieles de tilo (*Tilia*), castaño (*Castanea*), menta (*Mentha*), trocitos de cera, pelos de abeja, gránulos de almidón o aleurona (indicaría restos de alimentación artificial de las abejas con sucedáneos de harinas o féculas), etc.

#### **1.4.4. Importancia del origen botánico de las mieles.**

El conocimiento del origen botánico de las mieles es muy importante tanto para el productor como para el consumidor. Para el productor, si bien significa un trabajo extra de manejo de su producción, a fin de cosechar una miel de un determinado origen floral, le abre una nueva posibilidad comercial con un valor agregado al producto que ofrece para la venta.

Sabemos que en nuestro país, la miel se cotiza por su color, característica óptica que nada tiene que ver con la calidad del producto, pero está establecido, con un criterio muy comercial, que las mieles de colores claros se pagan mejor que las mieles oscuras, las que sufren inclusive descuentos cuanto más oscuras son.

Sin embargo, si la miel se comercializara clasificada por su origen botánico, la apreciación del color pasaría a un plano secundario. Un claro ejemplo lo constituye la miel de *Eucalyptus*, ya que esta miel es de color oscuro lo que haría disminuir su valor, sin embargo, rotulada como “Miel de Eucalyptus”, conseguirá mejores precios en el mercado y además se resaltarían ciertas propiedades que la planta le confiere a este tipo de miel.

En lo que se refiere al consumidor, el consumo de productos alimenticios actualmente ha experimentado una serie de cambios importantes. Uno de los más notables es la información que el consumidor tiene y requiere sobre los niveles de calidad, origen del producto y valor nutricional.

Esta información es automáticamente asimilada con una determinada marca, o con un determinado rótulo, a la cual recurre el consumidor habitualmente.

El sector apícola no es ajeno a estas constantes del mercado actual, y tanto el sector encargado de la producción, como el envasador e industrial, se encuentran hoy día muy interesados en la caracterización botánica de estos productos, a fin de abrir una puerta a la comercialización tipificada de mieles, no sólo para conocer mejor las propiedades beneficiosas de la miel para el organismo humano, sino también para que las diferentes denominaciones sean un instrumento de prestigio y revalorización al esfuerzo productivo.

#### **1.4.4.1. Flora apícola: principales especies nectaríferas y poliníferas en nuestro país.**

Los distintos microclimas existentes en la República Argentina y su inmediata consecuencia, la presencia de diferentes formaciones fito-geográficas, proveen a la apicultura una variada floración de especies de interés para esta actividad económica.

Actualmente, el conocimiento detallado de la flora apícola del país es incompleto y su abordamiento escaso y dificultoso. Las publicaciones más importantes nos remiten a investigadores extranjeros.

Autores como Markgraf y D'Antoni (1978) reconstruyeron la historia vegetacional del Cuaternario argentino mediante el análisis del polen. Los autores le han dado gran importancia al aspecto fitogeográfico de la flora polínica estudiada, presentando en su obra taxones descritos de acuerdo a la región fitogeográfica a la que pertenecen (Cabrera 1956, 1971).

Así, dividieron las claves morfológicas para la determinación de los granos de polen de acuerdo a unidades fitogeográficas: Dominios Amazónico, Chaqueño, Andino-Patagónico y Subantártico, describiendo 374 especies en esta flora, que incluye desde plantas tropicales hasta subantárticas.

Los mismos autores mencionan trabajos previos sobre morfología polínica, de suma utilidad para el conocimiento de especies de la flora argentina, que incluyen las siguientes familias y géneros : *Acanthaceae* (Petriella, 1968); *Anacardiaceae* (Anzotegui, 1971); *Erythroxylaceae* (Oltmann, 1971); *Leguminosae* (Caccavari, 1970, 1972, 1974; Guinet y Barth, 1967; Guinet, 1965; Sorsa, 1968) ; *Malvaceae* (Krapovickas, 1970); *Fagaceae* (*Nothofagus*: Romero y Marona, 1971); *Polypodiaceae* (Morbelli, 1976a); *Oxalidaceae* (Huynh, 1968; Oltmann, 1971); *Phytolaccaceae* (Nowicke, 1968; Bortenschlager, 1973); *Zygophyllaceae* (Oltmann, 1971).

Desde el punto de vista de la explotación apícola podemos definir a la flora melífera como el conjunto de plantas cuyas flores son visitadas por las abejas para la obtención de néctar y/o polen, y así se pueden clasificar a las plantas en tres categorías: plantas nectaríferas, plantas poliníferas y plantas néctar-poliníferas.

Plantas nectaríferas: son aquéllas de las cuales las abejas obtienen sólo néctar (*Baccharis coridifolia* (Mío-mío), *Celtis spinosa* (Tala), *Gephalanthus sarandi* (Sarandí colorado), *Convolvulus arvensis* (Campanilla), etc.

Plantas poliníferas: de éstas solo se obtiene polen: *Trixis praetans* (Tabaquillo), *Verbesina enceliodes* (Girasolillo), *Carduus nutans* (Cardo pendiente), etc.

Plantas néctar-poliníferas: constituyen para las abejas tanto una fuente de néctar como de polen: (*Echium plantagineum* (flor morada), *Eucalyptus sp.*, *Prosopis nigra* (Algarrobo negro), *Eryngium paniculatum* (Caraguatá), *Lotus corniculatus* (Trébol de cuernitos), *Ammi majus* (Biznaguilla), etc.

Contribuciones importantes al conocimiento de la flora argentina se conocen también en nuestro país, como por ejemplo, Pailhe y Popolizio (1973), quienes estudiaron el espectro floral apícola de Tucumán, incluyendo especies silvestres y/o asilvestradas. La flora melífera de la Provincia de Córdoba (Departamento Río Segundo) fue investigada por Costa (1982), informando que las familias mejor representadas son: *Lamiaceae* (15,7 %), *Aplaceae* (12,1 %), *Myrtaceae* (7,9 %), *Asteraceae* (6,9 %), *Oleaceae* (5 %), *Anacardiaceae* (4,4 %), *Fabaceae* (3,6 %), *Tamaricaceae* (3,4 %), *Solanaceae* (3,4 %), *Verbenaceae* (3,3 %), *Zygophyllaceae* (2,7 %), *Lythraceae* (1,9 %), *Ulmaceae* (1,7 %), *Moraceae* (1,4 %), otras familias (26,6 %). Tellería (1987-88-92), a través del análisis polínico de las mieles de la Provincia de Buenos Aires, identificó parte de la flora melífera de la Pampa Argentina.

#### **1.4.4.2. Influencia de la flora en las características de la miel.**

El origen floral de una miel tiene marcada influencia en varios aspectos como el color, el sabor y el aroma, la composición química, la consistencia y la cristalización.

Las mieles de colores oscuros siempre tienen predominancia de una determinada especie floral, lo mismo que las de colores muy claros. Crane (1980) menciona que las mieles transparentes como agua provienen del nabo, la acacia, la salvia y el trébol rojo. Las que presentan color blanco las origina la *Ipomoea*, conocida como enredadera de campanillas o, en México, como “manto”; otras mieles de color dorado claro las produce la flor morada, *Echium plantagineum*, la de color dorado intenso, la flor llamada “vara de oro” o “plumero amarillo”, *Solidago*, y la de color dorado muy intenso, la llamada diente de león, *Taraxacum*. Entre las mieles oscuras están las de color vino violáceo de los brezos del género *Erica*, las de color café rojizo u oscuro del brezo común, *Calluna*. Por otra parte las mieles de mielada generalmente son muy oscuras. Se pueden observar también en la miel otros colores poco habituales como el amarillo grisáceo de la miel de borraja, el verdoso de la miel de tilo, y el café verdoso de la miel del árbol del cielo o alianto, *Alianthus altissima*, y de la de arce.

El sabor y el olor de las mieles también dependen de ciertas sustancias que quedan en ella provenientes de la flor que le dio origen. Existen algunas mieles muy características que pueden identificarse por su sabor y aroma como las de acacia, de nabo, de romero, de azahar, de tilo, de castaño, de tomillo, de eucalipto y de brezo.

En cuanto a la composición química, si bien son muchos los factores que pueden influir en ella, el origen floral lo hará en la composición de minerales, de azúcares y la mayor o menor abundancia de otros componentes menores, como las proteínas, las vitaminas y las sustancias aromáticas.

Así podemos decir que las mieles de mielada poseen más cantidad de minerales que las mieles de flores, las mieles oscuras poseen más cantidad de hierro que las claras. Otro parámetro químico que varía de acuerdo al origen floral es la actividad diastásica; las mieles de Citrus poseen naturalmente una actividad diastásica muy baja respecto de los valores normales encontrados para las demás mieles florales.

En lo que se refiere a la composición de azúcares, se puede observar la presencia de ciertos azúcares como erlosa o melecitosa, existentes en mieles de romero, de citrus, y no encontrados en mieles de otro origen floral (Serra, 1986). Para las mieles florales de bosque, el mismo autor informa que el azúcar turanosa parece caracterizar claramente este tipo de miel, ya que en las mieles exclusivamente florales existe sólo en cantidades mínimas. Esta miel también parece presentar contenidos en glucosa inferiores a los de las mieles exclusivamente florales, y elevados contenidos en maltosa e isomaltosa. La miel de espliego presenta contenidos de fructosa y glucosa superiores a otras mieles de origen floral (Serra, 1986).

Al referirnos anteriormente a la viscosidad de la miel, vimos que la presencia de ciertas sustancias como por ejemplo dextrano, influye marcadamente en las características reológicas de la miel de eucalipto aumentando su viscosidad, lo mismo que la cantidad de proteína que contiene la miel de brezo, que forma un gel en los panales (Muller, 1973).

En cuanto a la cristalización, se sabe que existen mieles que cristalizan en “grano fino”, lo que se refiere al tamaño del cristal, y otras en “grano grueso”. Esta diferencia también se debe en gran medida al origen floral de la miel, pudiendo observarse la consistencia cremosa de la miel de citrus aportada por los pequeños cristales formados, y la consistencia arenosa de la miel de alfalfa, por contener cristales más grandes.

Otras mieles, se caracterizan por la presencia de ciertas sustancias químicas, como la miel de citrus, muy aromática debido al antranilato de metilo que posee, que proviene del néctar de los azahares. Desde este punto de vista se han estudiado otras mieles, entre ellas, de romero, espliego y de bosque, obteniéndose para cada una de ellas, por cromatografía gaseosa, perfiles característicos diferentes de acuerdo al origen floral (Aguilar y col., 1991).

#### **1.4.4.3. Mielles monoflorales.**

Se considera monofloral a la miel que presenta predominancia de polen de una determinada especie vegetal, en general, cuando contiene el 45 % de polen de una misma especie floral, aunque este criterio no es compartido por todos ni adoptado por todos los países productores de miel.

Tampoco se aplica a todas las mieles, dependiendo el porcentaje exigido de la especie botánica, por ejemplo, en nuestro país, para las mieles de citrus es menor, lo mismo que para las de alfalfa, y en otros países, se observa el mismo criterio para mieles de romero, lavanda, etc.

En nuestro país, por primera vez se reglamenta y se establece en la legislación alimentaria a través de la Resolución 1051/94, modificada por Res 274/95, del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, una clasificación de las mieles por origen botánico.

En la misma se determina que “Se consideran mieles monoflorales o uniflorales aquéllas en cuya composición se encuentre, como mínimo, un 45 % de polen de la misma familia, género o especie floral, y posea características organolépticas, físico-químicas y microscópicas propias”.

A esta definición se exceptúan las mieles de *Citrus sp*, las que deben contener entre un 10 y un 20 % de polen de citrus, las de *Eucalyptus sp*, un 70 %, la de tréboles, que pueden contener pólenes de *Medicago sativa*, *Melilotus sp* y *Lotus sp*, alcanzando en su conjunto un contenido mínimo de 45 % y por último para la miel de alfalfa, (*Medicago sativa*) un 20 % como mínimo.

#### **1.4.4.4. Mieles multiflorales.**

En las mieles multiflorales no predomina ninguna especie en particular. Contienen un amplio y variado espectro polínico y sus características organolépticas son más generales lo mismo que su composición físico-química, que responde a la composición general establecida por el Código Alimentario Argentino, comercializándose solamente como “miel”.

#### **1.5. Alteraciones.**

La miel, como cualquier otro producto alimenticio, está sujeta a una serie de alteraciones que van desde la pérdida de calidad por envejecimiento y mala manipulación, a procesos más drásticos que la convierten en otro producto totalmente diferente, como es el caso de la fermentación.

Para comprender mejor este aspecto, vamos a dividir las alteraciones que pueden presentarse en la miel, de acuerdo a su naturaleza, en tres tipos: a) Alteraciones físicas, b) Alteraciones químicas y c) Alteraciones biológicas.

##### **a) Alteraciones físicas:**

1) Descenso de la viscosidad por absorción de humedad del ambiente, por ejemplo al dejar destapados los tambores por mucho tiempo, lo que traerá aparejado una pérdida del cuerpo de la miel, o bien una cristalización no homogénea.

2) Defectos en la cristalización: como consecuencia del punto anterior que acabamos de mencionar. Si una miel es excesivamente rica en agua la cristalización es poco estable, la estructura tiende a romperse con separación en dos capas, una superior líquida y una inferior sólida. Este proceso afecta sobre todo a las mieles viejas conservadas sin precaución, aunque también a mieles cuya relación glucosa/agua sea baja, que sin embargo cristalizan (por ejemplo la miel de castaño). En estos casos es muy frecuente que posteriormente se produzca una fermentación.

El exceso de agua también puede conducir a una cristalización grosera (arenosa), incompleta, en nódulos.

La cristalización incompleta o fraccionada ocurre muy a menudo después de un calentamiento mal controlado de la miel, en la que la mayor parte de los cristales primarios son destruidos. En estas condiciones la cristalización es muy lenta, formándose gruesos cristales que precipitan sobre el fondo o migran hacia las paredes del recipiente produciendo masas cristalinas compactas separadas unas de otras por miel líquida en la que la concentración de agua es alta, ya que al formarse el cristal las moléculas de glucosa pierden algo de agua (Serra, 1989).



3) Escarchado o jaspeado: es una alteración menos importante que aparece frecuentemente en la miel envasada, es la presencia de trazas blancas arborescentes en las paredes del recipiente, que son consecuencia de un envasado defectuoso, caso que se ilustra en la Foto XIII:

**FOTO XIII: ALTERACIÓN DE LA MIEL  
JASPEADO O ESCARCHADO.**



Fuente: Piana, 1989

Durante este proceso se incorporan burbujas de aire a la masa de la miel, que posteriormente migran hacia las paredes y la superficie, dando lugar a una desecación de la miel con la que están en contacto, y consecuentemente, conduce a la aparición de dichas manchas blancas.

Otra causa que origina este fenómeno es el frío, que causa retracción de masa en la miel envasada no adhiriéndose a las paredes, y formándose una delgada bolsa de aire que al estar en contacto con la miel la deshidrata superficialmente. Este defecto no altera la calidad nutricional de la miel, pero puede perjudicar su comercialización, por afectar a la sensación visual que produce al consumidor (Pérez y col., 1988).

b) Alteraciones de orden químico:

1) Contaminación con metales provenientes de los materiales de envasado, recipientes en general, por ejemplo donde se efectúa el calentamiento, incluyendo tapas y cierres. Modifican el color de la miel generalmente oscureciéndolo, por formación de compuestos como tanato de hierro de color negro.

2) Los materiales como extractores, canillas, recipientes mal estañados o galvanizados al tomar contacto con la miel, le confieren sabores no propios del producto.

3) Durante el envejecimiento y calentamiento de la miel, se puede llegar a modificar la composición química apareciendo los siguientes procesos:

- Intensificación del color.
- Aumento de HMF.
- Inactivación de enzimas.
- Aumento de la acidez.
- Pérdida de sustancias volátiles responsables del aroma.

Las reacciones químicas que producen el oscurecimiento de la miel han sido clasificadas en tres categorías:

1) **Reacción de Maillard o pardeamiento no enzimático:** se refiere a la combinación amino-carbonilo lo que forma compuestos que le confieren color oscuro a la miel, reacción que se ve favorecida por el alto porcentaje de azúcares, la presencia de aminoácidos libres y la actividad de agua intermedia de la miel. Para prevenir el oscurecimiento durante el almacenamiento se ensayó la adición de formaldehído a la miel (Ramsay - Milum, 1933), otros autores informan sobre el mismo efecto usando bisulfito de sodio (Wootton y col., 1976a). Otras hipótesis en relación al oscurecimiento eran relacionadas a reacciones de oxidación, que posteriormente fue descartada al intentar prevenirlo con compuestos como ácido ascórbico, no obteniendo resultados favorables. Los grupos aminos los aportan principalmente aminoácidos, péptidos y proteínas; y los carbonilos los azúcares reductores.

2) **Combinación de tanatos y otras sustancias polifenólicas con sales de hierro:** este fenómeno produce color negro en las mieles conservadas en recipientes mal estañados, cuando la miel entra en contacto con el material del envase.

3) **La inestabilidad de los azúcares, principalmente la fructosa, da lugar por deshidratación a la formación lenta de hidroximetilfurfural durante el almacenamiento a través del tiempo, o si se somete a la miel a elevadas temperaturas.**

De acuerdo a la “teoría del aldehído activo” (Badui, 1981), posteriormente ocurre la polimerización de este aldehído con otras moléculas de esta misma naturaleza conduciendo a la formación de compuestos poliméricos coloreados; esto explica las modificaciones corrientemente conocidas como “caramelización”.

c) Alteraciones de naturaleza biológica:

1) Entre las degradaciones biológicas de la miel, la más grave y frecuente es la fermentación de los azúcares que trae aparejada una alteración del olor y sabor, formación de espuma en la superficie y burbujas de gas, y manchas oscuras en la masa cristalizada, como puede observarse en la Foto XIV:



**FOTO XIV: ALTERACIÓN DE LA MIEL  
POR FERMENTACIÓN**



Fuente: Piana, 1989

El gas producido por la fermentación puede acumularse de tal forma que hace explotar las tapas de los envases.

Los principales factores que favorecen la fermentación son tres:

- El elevado contenido de humedad, mayor de 18 %
- La presencia de levaduras en gran cantidad
- La temperatura ambiente de 15 - 25 ° C.

Cuando la humedad es menor de 17 % la miel no fermenta (dentro de 1 año) cualquiera que sea el contenido de levaduras.

Si la humedad es de 17,1 a 18 % el peligro de fermentación subsiste cuando contiene al menos 1000 células/gr.

Con humedad de 18,1 % a 19 % y si las células son al menos 10/gr, se produce fermentación.

Con humedades mayores al 19 % es suficiente con 1 célula/gr para producir el inicio de un proceso fermentativo. La temperatura más favorable para la fermentación se mueve en torno a los 11-12° C, temperaturas del orden de los 26-27° C son las menos favorables a la fermentación. Por encima de 27° C no se produce fermentación (Crane, 1980).

En este proceso se generan a partir de los azúcares, productos como el alcohol etílico, ácidos volátiles y no volátiles, y anhídrido carbónico. También se producen alcoholes superiores (glicerol, D-arabitol, manitol). La miel fermentada tiene sabor ácido y burbujas de anhídrido carbónico, acumuladas mayormente en la superficie y paredes del recipiente (Pérez y col., 1988). Una miel en estas condiciones generalmente es utilizada por la industria para la fabricación de vinagre.

### **1.6. Usos de la miel.**

La miel, como producto elaborado por las abejas desde hace miles y miles de años, fue apreciada por casi todas las antiguas civilizaciones, las cuales tenían a este alimento en alta estima, y consideraban sagradas la miel y las abejas. La utilizaron los egipcios en la taxidermia y para otros pueblos era el ingrediente insoslayable en los ritos mágicos para hacer llover, lo mismo que en ritos de nacimiento, boda y muerte, además de ser considerada por muchos pueblos como símbolo de la fertilidad.

Actualmente, el uso de la miel encuentra varias aplicaciones en diferentes áreas, en la alimentación, con la elaboración de diferentes productos, en el campo farmacéutico, en cosmética, también se ha usado con fines terapéuticos y en la industria tabaquera.

Además de su consumo directo como tal, lo que alcanza a un 90 % de lo que se produce en el mundo, un 10 % se destina a la elaboración de otros productos. En la industria de los alimentos se usa principalmente en pastelería, aprovechando la ventaja de sus propiedades higroscópicas que mantienen frescas y blandas por más tiempo las distintas especialidades.

Crane (1975) hace referencia a un número importante de productos alimenticios que llevan miel en su composición elaborados en distintos países: El “pain d’épices”, elaborado en Francia y Bélgica, es un pan de especias o alfajor, donde se usa principalmente la miel de pipirigallo (*Opobrychis*) y la miel de tilo (*Tilia*). Otro tipo de pan se elabora en Suiza, llamado “Baseler Leckerli” donde la miel es utilizada como aromatizante.

En Alemania se utiliza la miel para elaborar un dulce conocido como Lebkuchen. Dentro de los productos de confitería, en Italia, se elabora un turrón semejante al turrón español, llamado “torone”, en el cual acompañan a la miel almendras, nueces y frutos. En otras aplicaciones se la encuentra acompañando a frutas secas o frescas, como es el caso del “musli”.

Otros productos alimenticios, resultantes de una tecnología más moderna, como cereales para desayuno, tipo “cornflake”, incorpora a la miel dentro de sus ingredientes.

La industria láctea también utiliza miel en la elaboración de yogur; en Alemania se fabrica “Ho-Mi”, que lleva leche y miel en su composición; en Francia, un alimento similar es el “Leomiel”.

Según Crane (1980), en la fabricación de bebidas alcohólicas, se conoce el uso de la miel en la elaboración de hidromiel por fermentación de miel diluida con agua. La adición de hierbas a esta mezcla producía “Metheglin”. La miel añadida al jugo de uvas antes de la fermentación daba “Pymment”; si también se le ponían hierbas, el producto era “hippocras”. La miel con jugo de manzanas se fermenta y forma “Cyser” (que contiene más alcohol que la sidra, como el Pymment contiene más que el vino).

La miel se añade también a otras bebidas alcohólicas después de la fermentación para mejorar su sabor.

En la hidromiel y bebidas semejantes, los azúcares de la miel se fermentan por levaduras formando alcohol, en parte (hidromiel dulce) o totalmente (hidromiel seco). Este licor es conocido desde tiempos muy remotos; más recientemente se emplean para su fabricación levaduras seleccionadas. La hidromiel se clarifica posteriormente, añadiendo limón, lúpulo, etc, que ayudan a precipitar las proteínas que causan parte de la turbidez, haciendo más atractivo el producto.

Además de la fermentación alcohólica, se puede hacer una fermentación acética, obteniéndose vinagre de miel inoculando las bacterias seleccionadas; de esta forma se obtiene un producto de excelencia, que presenta un delicioso aroma y sabor.

En el campo de la cosmetología, se utilizan las propiedades hidratantes y emolientes sobre la piel, lo que la han hecho materia prima imprescindible en muchos cosméticos para el cabello, pies, manos, ojos, labios, etc. y se suele emplear en muchos jabones, geles, champús y pastas de dientes.

En la industria farmacéutica la miel ha sido utilizada desde siempre, además de como principio activo debido a sus propiedades terapéuticas, las que serán comentadas en el punto siguiente, como vehículo de otros medicamentos y como correctivo de sabor, edulcorante y espesante. También es un buen excipiente para preparar píldoras ya que da una masa de color oscuro de gran plasticidad y suavidad (Sala Llinares, 1986).

La miel es también utilizada en la industria del tabaco como aromatizante y endulzante, con la ventaja adicional frente a otros productos de su higroscopicidad.

### **1.7. Propiedades atribuibles a la miel desde el punto de vista nutricional y terapéutico.**

Dentro de los principales principios alimenticios que se destacan en la miel por su cantidad, se encuentran los hidratos de carbono. De aquí deriva la principal propiedad nutritiva de la miel, que es un alimento de alto poder energético que proporciona entre 300 y 320 Kcal/100 g. En cambio no sucede lo mismo con las proteínas, contiene aproximadamente un 0,26 % (N x 6,25), y suele corresponder casi en su totalidad al polen presente en la miel. En cuanto a los aminoácidos presentes se cifran en 18, predominando sobre todo la prolina, pero tienen escaso significado nutritivo, ya que el peso total de los mismos por 100 g de miel es sólo de algunos mg.

Situación similar presentan las vitaminas y las sales minerales, que aún estando presentes en bastante número, sus cantidades son insignificantes. Teniendo en cuenta las necesidades vitamínicas diarias recomendadas en la alimentación humana y el contenido vitamínico en las cantidades de miel que normalmente se consume por día, este contenido es de poca importancia.

De lo expuesto se deduce que la miel es una buena fuente de energía, rápidamente aprovechable debido a su alto contenido en fructosa y glucosa que son absorbidas directamente por el organismo.

Existen ocasiones en que la frontera entre alimento y medicamento no está del todo bien definida y un mismo producto puede ser ambas cosas a la vez. Este es el caso de la miel.

Desde el punto de vista terapéutico, el poder de la miel es mítico. La farmacopea antigua la integraba en numerosas preparaciones medicinales que eran destinadas a curar las afecciones más diversas.

La miel tiene también valores terapéuticos intrínsecos, suma de diferentes propiedades y que de modo impreciso han sido conocidos como efecto "inhibina". Clínicamente, se le atribuyen propiedades cardiotónicas, antitusivas, digestivas, diuréticas y laxantes, entre otras.

Se atribuyen a las distintas mieles monoflorales, procedentes de plantas medicinales, sus propiedades curativas, por ejemplo, a la miel de naranjo, se dice que posee efectos calmantes en general, antiespasmódicas, astringentes y sedantes. Para la miel de eucalyptus, acción contra las afecciones de las vías respiratorias y efectos balsámicos. A la miel de lavanda, se le atribuye poder analgésico y antiséptico pulmonar, expectorante, antiifecciosa, diurética, sudorífera, antiséptica externa y cicatrizante. Miel de romero, para el reumatismo, gota, cirrosis, epilepsia, debilidad, vértigo, síncope, etc. (Sala Llinares, 1986).

Si bien es cierto que la mayoría de las plantas medicinales son melíferas, no es del todo cierto que las mieles obtengan de ellas sus propiedades.

Las sustancias activas que contienen, debido a los diferentes metabolismos de la planta, difícilmente llegan al néctar y cuando lo hacen no es en la cantidad suficiente para que sean eficaces exceptuando en algún caso ciertas esencias y aromas.

Sin embargo se han descrito néctares y mieladas con sustancias farmacológicamente activas, tales como la andromedotoxina, en la miel de *Rhododendron ponticum*,

En realidad no habría que considerar a las mieles como medicinales simplemente por el hecho de que su origen floral sean plantas medicinales. Es sin duda éste un campo abierto a la investigación, con objetivos de identificación de principios activos de los néctares y de verificar en qué concentración pasan éstos a las mieles.

Una propiedad farmacológica sí demostrada es su poder antimicrobiano, debido al efecto "inhibina", del que se habló en párrafos anteriores. También se ha demostrado que las mieles de mieladas poseen mayor actividad antimicrobiana que las mieles de flores.

El poder antiséptico de la miel se debe, como ya se explicó anteriormente, a su alta concentración de azúcares, el poder antimicrobiano de ciertos ácidos orgánicos que posee y a la formación de peróxido de hidrógeno a partir de la glucosa por acción de la glucosa oxidasa (White y col., 1962). Estas propiedades antisépticas, unidas a su poder emoliente, hacen que la miel sea un excelente cicatrizante y protector de la piel, siendo empleada tópicamente en quemaduras, heridas y grietas.

También se ha empleado como laxante suave obteniendo buenos resultados. Otra propiedad farmacológica es su actividad colinérgica que equivale a 0,2-2,5 microgramos de acetil colina por gramo de miel (Neuman y Habermann, 1950-51).

Por último, podemos citar que por el alto contenido en fructosa, la miel ha sido utilizada para acelerar el metabolismo del alcohol en pacientes con intoxicación etílica.

## ANEXO I

**FIGURAS.**

- Figura I: Corte transversal de una flor.  
Figura II: Organo digestivo de la abeja.  
Figura III: Formación de HMF en las mieles.  
Figura IV: Fórmulas de los azúcares de la miel.  
Figura V: Enlace  $\alpha,1 \rightarrow 2$  glicósido de la sacarosa.  
Figura VI: Oxidación de la glucosa por la glucosa-oxidasa.  
Figura VII: Formación del grano de polen.  
Figura VIII: Grano de polen en germinación.  
Figura IX: Parámetros morfológicos del polen.  
Figura X: Estructura de la exina y superficie de la pared del grano de polen.  
Figura XI: Distintos tipos de aperturas.  
Figura XII: Diversos tipos de ornamentación de la pared de los granos de polen.

**FOTOS.**

- Foto I: Panal sin opercular.  
Foto II: Panal parcialmente operculado.  
Foto III: Panal totalmente operculado.  
Foto IV: Pintura rupestre de la cueva de Bircop.  
Foto V: Etapa de desoperculación.  
Foto VI: Etapa de centrifugación.  
Foto VII: Filtrado de la miel.  
Foto VIII: Miel pasteurizada líquida y parcialmente cristalizada.  
Foto IX: Mieles incorrectamente cristalizadas.  
Foto X: El color de las mieles.  
Foto XI: Microfotografías de varios tipos polínicos presentes en una muestra de miel.  
Foto XII: Microfotografías de distintos elementos indicadores de mielada en una muestra de miel.  
Foto XIII: Alteración de la miel: jaspeado y escarchado.  
Foto XIV: Alteración de la miel: fermentación.

**GRÁFICOS.**

- Gráfico I: Países destinatarios de las exportaciones argentinas de miel en el año 1991.  
Gráfico II: Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el contenido de HMF en la miel.  
Gráfico III: Variación de la actividad de la diastasa y  $\alpha$ -glucosidasa en función del tiempo y la temperatura de almacenamiento de la miel.

**TABLAS.**

- Tabla I: Principales países productores de miel (Tn anuales).  
Tabla II: Exportaciones de miel enero-marzo 1997.

Tabla III: Grado de color de la miel.

Tabla IV: Composición química de la miel (%).

Tabla V: Composición de minerales en las mieles.

Tabla VI: Vitaminas de la miel.

Tabla VII: Relación de la viscosidad con el contenido de agua, la temperatura y el origen floral de la miel.

Tabla VIII: Escala de White (1962).

Tabla IX: Correlación entre los índices de cristalización y el coeficiente de sobresaturación con el grado de cristalización de la escala de White.

Tabla X: análisis polínico cuantitativo de la miel: clases de Maurizio.

Tabla XI: Clasificación de elementos de mielada.

# *OBJETIVOS*

**2. OBJETIVOS.**

**2.1.** Contribuir al conocimiento integral de las mieles argentinas, desde el punto de vista físico químico, sensorial y melisopalinológico.

**2.2.** Comprobar la influencia de las especies melíferas presentes en la flora de nuestro país, sobre las características de las mieles.

**2.3.** Caracterizar las mieles monoflorales y establecer parámetros físico-químicos, sensoriales y porcentajes de polen que determinen su monofloridad.

**2.4.** Estandarizar métodos analíticos para la cuantificación de las variables, con alto grado de exactitud que sirvan de referencia a los laboratorios y organismos oficiales de control.

**2.5.** Contribuir con la legislación vigente aportando datos reales de mieles argentinas para su comercialización como mieles monoflorales.

**2.6.** Colaborar con la industria apícola aportando conocimientos sobre la facilidad cristalizadora de nuestras mieles ofreciendo información tendiente a racionalizar los tratamientos tecnológicos.

**2.7.** Determinar la posibilidad de producción de mieles monoflorales como alternativa de expansión del comercio de los productos apícolas tanto a nivel nacional como a nivel mundial.

**2.8.** Contribuir al desarrollo, expansión y diversificación de la industria apícola argentina.



*MATERIALES  
Y MÉTODOS*

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipos de muestras.

Se trabajó sobre mieles producidas por apiarios proporcionados por los productores para el muestreo. Se recolectaron 185 muestras, directamente del panal como lo ilustra la Foto XV.

**FOTO XV: EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS.**



#### 3.2. Selección y obtención de muestras.

Las mismas fueron obtenidas por prensado directo de los panales y posteriormente filtradas a través de un cedazo fino, para eliminar impurezas.

#### 3.3. Tratamiento y almacenamiento de las muestras.

No se les realizó ningún tipo de tratamiento a fin de que los resultados obtenidos se ajustaran al máximo a la naturaleza de las muestras. Se envasaron inmediatamente y se cerraron los frascos herméticamente para evitar la absorción de humedad (Foto XVI).

FOTO XVI: MUESTRAS OBTENIDAS PARA EL ESTUDIO.



#### 3.4. Caracterización de las mieles.

Primeramente se procedió a determinar su origen botánico a través del análisis melisopalinológico, lo que permitió clasificar las muestras de acuerdo a la predominancia de polen de una determinada especie floral. De esta forma se obtuvieron: 55 muestras de mieles de *Lotus corniculatus*, 13 de mieles de *Melilotus albus*, 46 de mieles de *Eucaliptus sp*, y 18 muestras de mieles de *Echium plantagineum*.

Se analizaron también desde el punto de vista sensorial por medio de exámenes visual, táctil, olfativo y gustativo

Desde el punto de vista físico-químico se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: color, humedad, actividad acuosa, hidroximetilfurfural, acidez libre, actividad diastásica, cenizas, conductividad eléctrica y poder rotatorio específico.

Para completar el estudio se seleccionaron seis muestras de miel de *Eucaliptus sp*, cuatro de *Lotus corniculatus*, y dos de *Echium plantagineum*, a las que se les realizó un estudio de la fracción fenólica, por cromatografía líquida de alta presión. También se estudiaron 40 muestras de mieles mono y multiflorales, a fin de poder brindar más información sobre el fenómeno de cristalización de las mieles en relación a la especie floral predominante en ellas, a través de índices determinados químicamente como el cociente glucosa/humedad. Se relacionó este índice y las características de los cristales con otros parámetros como la actividad acuosa y determinaciones de temperatura y entalpía de fusión por calorimetría diferencial de barrido.

### **3.4.1. Análisis melisopalinológico.**

**3.4.1.1. Metodología:** Método de Louveaux, Maurizio y Worwohl (1978). Esta metodología fue normalizada por la “ International Commission for Bee Botany ICBB” y adoptada como oficial por nuestra legislación alimentaria y la Norma Mercosur. Se basa en el examen microscópico del sedimento de una solución de miel, obtenido por centrifugación.

#### **3.4.1.2. Material y aparatos:**

- 1- Centrífuga (g:802,84 -1156,09) provista de tubos de 10 ml graduados en el fondo.
- 2- Bomba de vacío provista de dispositivo de succión.
- 3- Microscopio de al menos 400 aumentos.
- 4- Agitador magnético.
- 5- Estufa o placa calefactora.
- 6- Pipeta Pasteur graduada.
- 7- Portaobjetos y cubreobjetos.

#### **Reactivos:**

- 1- Alcohol etílico de 70°.
- 2- Fenol cristalizado.
- 3- Acido sulfúrico 0,2 N.
- 4- Solución colorante de fucsina básica: tomar 0,1 g de fucsina, añadir 1 ml de alcohol de 70° y completar hasta 250 ml con agua destilada.
- 5- Solución glicerina-gelatina: pesar 7 g de gelatina, agregar 42 ml de agua destilada, dejar reposar 24 horas, agregar 50 g de glicerina agitando continuamente y 0,5 g de fenol cristalizado. Calentar a 45° C durante 15 minutos, agregar unas gotas de la solución de fucsina básica y filtrar.
- 6- Bálsamo de Canadá o similar.
- 7- Cloroformo o éter etílico.

### **3.4.1.3. Procedimiento:**

#### **Preparación de pólenes de referencia:**

Tomar las anteras maduras de la flor y golpearlas suavemente sobre un vidrio reloj para obtener el polen. Desengrasar el polen con éter etílico. Evaporar el éter residual. Tomar una cantidad adecuada de polen y depositarlo sobre un portaobjetos, procurando no arrastrar trozos de anteras. Añadir una gota de disolución colorante de fucsina y dejar evaporar en estufa o placa calefactora a una temperatura de 30 – 40°C. A continuación añadir una gota de la mezcla de glicerina-gelatina previamente licuada a 40°C, cubrir con un cubreobjetos y sellar la preparación con bálsamo de Canadá o similar. Dejar enfriar y limpiar.

#### **Preparación de la muestra:**

Tomar de 10 a 20 g de miel, según su contenido en polen, previamente homogeneizada, e introducirla en un vaso de precipitado. Agregar 20 ml de ácido sulfúrico 0,2 N y disolver agitando y calentando a 40°C si es necesario. Centrifugar a g:802,84 - 1156,09 durante 10 a 12 minutos utilizando tubos de centrífuga de 10 ml graduados en el fondo. Eliminar el líquido sobrenadante por succión, lavar el sedimento con 10 ml de agua destilada y volver a centrifugar en las mismas condiciones. Volver a eliminar el líquido sobrenadante por succión hasta un volumen de 0,5 ml. Agitar para una perfecta dispersión del sedimento en el volumen total. A continuación tomar, con una pipeta Pasteur o similar, 0,02 ml y depositarlos uniformemente en el centro de un portaobjetos de una superficie aproximada de 2 x 2 cm, secar sobre placa calefactora a no más de 40°C, agregar una gota de la solución de glicerina-gelatina coloreada con fucsina básica y cubrir con un cubreobjeto. Sellar la preparación con bálsamo de Canadá o similar.

#### **Determinación:**

Preparar el microscopio introduciendo la preparación anterior para su examen, realizando el recuento sobre 1200 granos y anotando la proporción de cada especie que aparece en ellos, previa comparación e identificación con los pólenes de referencia.

### **3.4.1.4. Expresión de los resultados:**

Para la identificación del polen, se tomó como referencia la colección realizada con material proveniente de las zonas de estudio. También se trabajó con la bibliografía existente (Markgraff y D'Antoni, 1978).

Los parámetros evaluados para la identificación del grano de polen fueron: forma, tamaño, polaridad, simetría, elementos esculturales y estructurales de la esporodermis, aberturas, etc.

Los resultados se expresaron en porcentaje, y se clasificaron de acuerdo a lo establecido por la Comisión Internacional de Botánica (ICBB) en:

- D : Polen dominante: más de 45 % de polen de una misma especie.
- S : Polen secundario: entre el 16 - 45 %.
- s : Polen minoritario importante: entre 3 - 16 %.
- r : Polen minoritario: menos de 3 %.

### **3.4.2. Análisis sensorial.**

#### **3.4.2.1. Metodología:**

Se siguió la metodología aconsejada por Guccioni y col. (1991), realizando un análisis descriptivo de las características sensoriales de la miel; es decir, un relevamiento y cuantificación de las características de la muestra a través de nuestros sentidos y una reelaboración mental, expresada de modo exento, aunque posible, de toda opinión de tipo personal edonístico.

#### **3.4.2.2. Condiciones necesarias para el análisis:**

- 1- Ambiente adecuado que presente las siguientes condiciones:
  - Convenientemente aislado de ruidos de la calle y salas vecinas.
  - Sin olores parásitos de cocina, laboratorio, pinturas, etc.
  - A temperatura agradable, preferentemente 20°C.
  - Con iluminación correcta, preferentemente luz de día o incandescente.
  - Con ausencia de reflejos en las paredes, mesas, sillas, etc. El material de la degustación debe ser de colores pastel o neutros.
- 2- Se debe contar con la siguiente información:
  - Información sobre la miel y su composición.
  - Tecnología de manejo de la miel, para poder efectuar relaciones causa-efecto.
  - Información de la anatomía, fisiología y psicología de los órganos sensoriales y los procesos de la sensación.
  - Metodología de la degustación con un vocabulario claro y definitorio.
- 3- Para la realización del análisis se deberá contar con las siguientes condiciones personales:
  - No fumar, ni estar perfumado ni utilizar dentífricos fuertes.
  - No padecer afecciones respiratorias.
  - No analizar más de 15 a 20 muestras por sesión de estudio, y hacerlo preferentemente entre las 10 y las 12 horas del día.

#### **3.4.2.3. Procedimiento:**

Depositar en una copa de cristal con pie y boca ancha unos 30-40 g de la muestra de miel.

Apreciar su "aspecto", haciendo las anotaciones oportunas en función de las sensaciones visuales que produzca.

Olfatear la muestra, agitando la miel y respirando lentamente, varias veces, a distintas velocidades, y a sacudidas, para poder detectar los olores secundarios, que de otra forma quedarían enmascarados por el olor principal. Hacer las anotaciones oportunas sobre las sensaciones olfativas así apreciadas.

Tomar una porción de miel con una espátula o cucharita de plástico, diluirla sobre la lengua con saliva y proyectarla hacia el fondo de la cavidad bucal, para apreciar los aromas por la vía retronasal. Efectuar las anotaciones que corresponda sobre las sensaciones gustativas percibidas.

Apretando con la lengua contra el paladar una porción de miel, apreciar las sensaciones táctiles, y efectuar el registro correspondiente.

Analizar cada muestra dos veces, con una pausa entre cada vez.

Cada 3 ó 4 muestras masticar un trozo de manzana jugosa y ligeramente acidulada si es posible, para regenerar la capacidad sensorial de la boca.

No analizar más de 20 muestras por sesión.

#### **3.4.2.4. Expresión de los resultados:**

Se realizó un examen visual, donde se evaluó el estado físico, la limpieza, homogeneidad y alteraciones visibles de la miel.

Para el examen táctil se estudió la consistencia, dimensión y características de los cristales.

En el examen olfativo y gustativo, se estudiaron la intensidad, atributos descriptivos, atributos generales, características relacionadas al origen botánico, evocaciones y similitudes, defectos. Para el gusto específicamente se detectó la presencia de los cuatro gustos básicos, su persistencia y la sensación en la boca.

Se utilizó la terminología aconsejada por Guccioni y col. (1991), en base a la cual se elaboró un sistema de códigos para representar los resultados en forma gráfica.

#### **Sistema de codificación:**

##### **Examen Visual.**

CP: Cristalizada parcialmente.

T : Cristalizada totalmente.

C : Inicia cristalización.

AC : Acuosa.

FL : Fluida

PA : Pastosa.

VI : Viscosa.

L : Líquida.

SC: Separada en capas.

CO: Compacta.

CR: Cremosa.

##### **Examen táctil.**

CF: Cristales finos.

CFF: Cristales finísimos.

CM : Cristales medianos.

CG : Cristales gruesos.

S/C: Sin cristales.

b: Blandos.

d: Duros.

p: Poco

m: Muy

**Examen olfativo y gustativo.**

**Gustos básicos:**

A: Ácido.

D: Dulce.

S: Salado.

AM : Amargo.

**Atributos generales:**

De: Delicado.

G: Genérico.

Eq: Equilibrado.

Ag: Agresivo.

P: Picante.

**Intensidad:**

s: Suave.

f: Fuerte.

**Atributos descriptivos:**

Ba: Balsámico.

F: Floral.

FR: Fresco.

H: Herbáceo

FT: Frutado.

V: Vegetal.

**Evocación, similitud y analogía:**

Me : Medicinal.

Ce: Cereal.

Po: Polen.

Cr: Cera.

**Características relacionadas al origen botánico:**

Az: que recuerda a azahares.

**Defectos:**

Hu: Humo.

Fe: Fermentación.

Fl: Fenol.



### **3.4.3. Análisis físico-químico.**

#### **3.4.3.1. Determinación de color.**

##### **3.4.3.1.1. Metodología:**

Método PFUND. Norma Iram N°15941-2. Se basa en una comparación visual del color de la miel con un vidrio coloreado de referencia que posee el aparato.

##### **3.4.3.1.2. Material y aparatos:**

El aparato utilizado es el Colorímetro de Pfund. Es un comparador visual, con dos prismas, uno que se utiliza de referencia y tiene un matiz acaramelado y otro que contiene la muestra de miel. Estos se desplazan en forma manual a lo largo de una escala graduada en forma de regla, hasta que se alcanza la igualdad visual de los colores de la miel y el prisma coloreado. El desplazamiento en la escala se mide en milímetros.

##### **3.4.3.1.3. Procedimiento:**

1- Se coloca la batea de vidrio (celda) en el panel corredizo y se la llena con la miel a la que previamente se le han eliminado los cristales mediante un calentamiento suave a no más de 60°C.

2- Se usa el botón-tornillo, para mover el panel corredizo de un lado a otro hasta que los campos de la muestra y del estándar se igualan. Se registra el punto de igualación, anotando las lecturas del indicador sobre la escala calibrada y se aplica el factor de corrección apropiado, como indica la escala. Luego se mueve el panel a la izquierda hasta que los campos sean definitivamente desiguales. Se mueve el panel lentamente a la derecha hasta que los campos se igualen otra vez. Se registra el punto de igualación. Luego se mueve el panel a la derecha hasta que los campos sean definitivamente desiguales y después se mueve el panel lentamente a la izquierda hasta obtener igualdad.

Se repite esta operación hasta obtener diez lecturas, cinco de cada lado.

3- Se promedian las diez lecturas correctas obtenidas.

##### **3.4.3.1.4. Expresión de los resultados:**

El color de la miel se expresa en mm PFUND que corresponden según una escala creada por el autor, a diferentes denominaciones (página 7).

#### **3.4.3.2. Determinación de humedad.**

##### **3.4.3.2.1. Metodología:**

Método refractométrico. Codex Alimentarius 1995. Se fundamenta en que el índice de refracción de una miel depende de su densidad y ésta del contenido de agua. El método consiste en la medida del índice de refracción de la miel a 20°C. El valor leído se transforma en % de humedad a través de la tabla de Chataway.

**3.4.3.2.2. Material y aparatos:**

Refractómetro.

**3.4.3.2.3. Procedimiento:**

**Toma de muestra:**

**Miel líquida o colada:** si la muestra está libre de gránulos, mezclar perfectamente removiendo o agitando; si se tienen gránulos, colocar el envase cerrado en un baño María, y calentar durante 30 minutos a 60°C; luego, si es necesario, hacer llegar la temperatura a 65°C hasta que la miel se licúe. Es esencial agitar de vez en cuando. Tan pronto como la muestra se licúe, mezclar perfectamente y enfriar rápidamente. Si se va a determinar además el contenido de hidroximetilfurfural o la actividad de la diastasa, no se debe calentar la miel. Si en la miel hay alguna sustancia extraña, como cera, palillos, abejas, partículas de panal, etc.; calentar la muestra a baño María hasta 40°C y filtrarla a través de una estopilla colocada en un embudo con circulación de agua caliente, antes de tomar la muestra.

**Miel en panales:** Cortar la parte superior del panal, si está operculado, y separar completamente la miel del panal filtrándola por un tamiz cuya malla tenga un reticulado cuadrado de 0,500 mm por 0,500 mm según recomendación de la ISO R 565, (ese tamiz puede sustituirse por el tamiz de los Estados Unidos con una malla normalizada N° 40, tamaño del retículo 0,420 mm). Si algunas porciones de panal o de cera pasan a través del tamiz, calentar la muestra como se indica anteriormente y filtrar a través de una estopilla. Si la miel en el panal está granulada, calentar hasta que la cera se licúe, remover, enfriar y separar la cera.

**Determinación del índice de refracción:** Se determina utilizando un refractómetro a temperatura constante, próxima a los 20°C. Se convierte la lectura en porcentaje de humedad (p/p) utilizando la tabla de Chataway (pag98). Si la determinación se hace a una temperatura que no sea 20°C, se convierte la lectura en temperatura patrón de 20°C, utilizando las correcciones que se indican más abajo. En el informe sobre el ensayo deberá especificarse el método empleado.

**Correcciones de temperatura - Índice de refracción.**

- Temperaturas superiores a 20°C: sumar 0,00023 por °C.
- Temperaturas inferiores a 20°C: restar 0,00023 por °C.

**3.4.3.2.4. Expresión de los resultados:** en g/100g de muestra. Cada valor informado es el promedio de dos lecturas.

**TABLA DE CHATAWAY PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD. EN MIEL**

Indice de refracción (20°C)	Contenido de humedad (%)	Indice de refracción (20°C)	Contenido de humedad (%)	Indice de refracción (20°C)	Contenido de humedad (%)
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

### **3.4.3.3. Acidez libre.**

#### **3.4.3.3.1. Metodología:**

Se utilizó el método de la Norma IRAM 15933. La acidez libre se determina por valoración potenciométrica con álcali hasta pH 8,5.

#### **3.4.3.3.2. Material y aparatos:**

- 1- pH-metro equipado con electrodos de vidrio y calomel.
- 2- Agitador magnético.
- 3- Bureta graduada de 10 ml.

#### **Reactivos.**

- 1- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.
- 2- Solución de fenolftaleína 1 % en etanol.
- 3- Agua para análisis recién hervida y enfriada para eliminar el dióxido de carbono.

#### **3.4.3.3. Procedimiento:**

Se pesan 10 gramos de miel en un vaso de precipitado limpio, seco y tarado y se disuelven con 75 ml de agua destilada exenta de dióxido de carbono, en porciones que se van transfiriendo a un erlenmeyer de 250 ml, con ayuda de una varilla de vidrio.

Se agregan 3 ó 4 gotas de fenolftaleína como indicador y se valora gota a gota con solución de hidróxido de sodio 0,1 N, agitando el erlenmeyer continuamente, hasta que el color rosado persista durante 10 segundos. Se anotan los mililitros de solución de hidróxido de sodio empleados.

En caso de mieles de color oscuro, se puede tomar menor cantidad de muestra o emplear un Ph-metro valorando la muestra hasta pH 8,5.

#### **3.4.3.3.4. Expresión de resultados:**

$$\text{Acidez (meq/Kg)} = \frac{V \cdot N}{m} 1000$$

Siendo:

V: volumen de hidróxido de sodio empleado en la valoración, en mililitros.

N: normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m: masa de muestra en gramos.

Cada valor informado es el promedio de dos determinaciones.

Observaciones: Para una buena reproducibilidad del método es necesario valorar con la rapidez indicada en el procedimiento, con buena agitación y sin disminuir la velocidad de adición de álcali en las proximidades de pH 8.50.

#### **3.4.3.4. Actividad diastásica.**

##### **3.4.3.4.1. Metodología:**

Método de Schade.Codex Alimentarius 1995. El procedimiento se basa en la capacidad de la enzima de hidrolizar el almidón. La cuantificación se realiza midiendo cada 5 minutos la absorbancia a 660 nm del complejo coloreado almidón-yodo.

##### **3.4.3.4.2. Material y aparatos:**

- 1- Espectrofotómetro capaz de medir a una longitud de onda de 660 nm.
- 2- Cubetas de 1 cm de paso de luz.
- 3- Baño termostatzado a  $40 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

##### **Reactivos.**

- 1- Solución madre de yodo: Disolver 8,8g de yodo p.a. en 30-40ml de agua destilada que contenga 22g de yoduro de potasio p.a. y diluir con agua destilada hasta obtener 1 litro.

2- Solución de yodo 0,0007N: Disolver 20g de yoduro de potasio p.a. en 30-40ml de agua en un matraz de 500ml. Añadir 5,0ml de solución madre de yodo y completar hasta volumen. Utilizar en el día.

3- Solución tampón ácido acético/acetato pH 5,3 (1,59 M): Disolver 87g de acetato de sodio.3H<sub>2</sub>O en 400ml de agua destilada, añadir 10,5ml de ácido acético glacial disuelto en un poco de agua destilada. Ajustar el pH a 5,3 con acetato de sodio o ácido acético, según el caso, utilizando un pH-metro. Llevar a 500 ml con agua destilada.

4- Solución de cloruro de sodio 0,5 M: Disolver 14,5g de cloruro de sodio p.a. en agua destilada hervida, y completar hasta 500ml.

5- Solución de almidón:

a) Preparación de almidón soluble: En un balón sumergido en baño María y provisto de un refrigerante de reflujo, hacer hervir durante una hora 20g de almidón de papa, en presencia de una mezcla de 100ml de etanol al 95%, y 7ml de ácido clorhídrico 1N. Enfriar, filtrar a través de un crisol filtrante (tamaño de los poros 90-150 µm) y lavar con agua destilada hasta que el agua de lavado no dé positiva la reacción de los cloruros. Dejar escurrir perfectamente y secar el almidón al aire a 35°C. El almidón soluble deberá guardarse en un recipiente bien tapado.

b) Determinación del contenido de humedad del almidón soluble: Pesarse exactamente una cantidad de aproximadamente 2 gramos de almidón soluble y extenderla formando una capa delgada sobre el fondo de un pesafiltros (diámetro 5 cm). Dejar secar durante una hora y media a 130°C. Dejar enfriar en un desecador y pesar de nuevo. La pérdida de peso respecto a 100g representa el contenido de humedad. El contenido de humedad de dicho almidón deberá ser de 7 a 8 por ciento p/p, según la humedad del aire en el que se ha secado la muestra.

c) Preparación de la solución de almidón: Emplear un almidón con un índice de azul comprendido entre 0,5 y 0,55, utilizando una celda de 1cm; para determinar el índice de azul, utilícese el método descrito más abajo.

Pesar una cantidad de almidón equivalente a 2,0g de almidón anhidro. Mezclar con 90ml de agua destilada en un balón de 250ml. Ponerla a hervir rápidamente, agitando la solución todo lo posible, calentando sobre una malla de alambre, preferiblemente con el centro de asbesto. Hervir suavemente durante 3 minutos, tapar y dejar enfriar espontáneamente hasta temperatura ambiente. Trasvasar a un matraz de 100ml, poner el matraz en un baño María a 40°C hasta que el líquido alcance esa temperatura, y completar hasta volumen, a 40°C.

**Método para determinar el índice de azul de almidón:** Disolver, por el método anterior, una cantidad de almidón equivalente a 1g de almidón anhidro, enfriar la solución, añadir 2,5ml de solución tampón de ácido acético/acetato, y completar el volumen hasta 100ml en un matraz.

En un matraz de 100ml, poner 75ml de agua destilada, 1ml de ácido clorhídrico N y 1,5ml de solución de yodo 0,02 N. A continuación, añadir 0,5ml de solución de almidón y completar con agua destilada hasta volumen. Dejar reposar una hora en la oscuridad y leer después en un espectrofotómetro a 660nm, empleando una célula de 1cm, y restando la lectura de un testigo que contenga todo lo agregado anteriormente, excepto la solución de almidón.

Lectura en la escala de absorbancia = índice de azul.

#### **3.4.3.4.3. Procedimiento:**

**Toma de muestra:** Como en 3.4.3.2.3.

##### **Preparación de las muestras de ensayo.**

Solución de miel: pesar 10,0 gramos de miel en un vaso de precipitados de 50ml, y añadir 5,0ml de solución tampón de ácido acético/acetato y 20ml de agua destilada para disolver la muestra. Disolver completamente la muestra agitando la solución fría. Poner 3,0ml de solución de cloruro de sodio en un matraz de 50ml, pasar a este matraz la muestra de miel disuelta y completar el volumen hasta 50ml. Es esencial que la miel esté al pH adecuado (5,3) antes de entrar en contacto con el cloruro de sodio.

##### **a) Normalización de la solución de almidón.**

Calentar la solución de almidón a 40°C y, mediante una pipeta, poner 5ml de esa solución en 10ml de agua a 40°C, y mezclar bien. Con una pipeta, verter 1ml de esta última solución en 10ml de solución de yodo 0,0007 N, diluida en 35ml de agua, y mezclar bien. Leer la absorbancia a 660nm contra un testigo de agua destilada, utilizando una celda de 1cm. La absorbancia debe ser  $0,760 \pm 0,020$ . En el caso necesario, ajustar el volumen de agua añadido hasta obtener la absorbancia exacta.

##### **b) Determinación de la absorbancia.**

Poner 10ml de solución de miel en un vaso cilíndrico graduado de 50ml y colocarlo en un baño María a  $40^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , junto con el frasco que contiene la solución de almidón. Transcurridos 15 minutos, agregar con una pipeta 5ml de solución de almidón en la solución de miel, mezclar y poner en marcha un cronómetro. A intervalos de 5 minutos sacar alícuotas de 1ml y ponerlas en 10,0ml de solución de yodo 0,0007 N. Mezclar y diluir hasta volumen normalizado (véase “preparación de las muestras de ensayo”). Determinar inmediatamente la absorbancia a 660nm en el espectrofotómetro, empleando una celda de 1cm. Seguir tomando porciones de 1ml a intervalos hasta lograr una absorbancia menor de 0,235.

#### **3.4.3.4.4. Expresión de los resultados:**

Representar gráficamente la absorbancia en función del tiempo (minutos). Trazar una línea recta que una, por lo menos, los tres últimos puntos del gráfico, para determinar el momento en que la mezcla de la reacción alcanza una absorbancia de 0,235. Dividir 300 por el tiempo, en minutos, para obtener el índice de diastasa (ID). Este número expresa la actividad de la diastasa en mililitros de solución de almidón al uno por ciento hidrolizada por la enzima contenida en un gramo de miel, en una hora, a 40°C. Este índice de diastasa corresponde al número de la escala Gothe.

Actividad de la diastasa :  $\text{ND} = \text{ml de solución de almidón (1\%/g de miel/h a } 40^{\circ}\text{C}$ .

Cada valor informado es el promedio de dos determinaciones.

#### **3.4.3.5. Cenizas.**

##### **3.4.3.5.1. Metodología:**

Se utilizó el método aconsejado en el Codex Alimentarius 1995. Se basa en la destrucción de la materia orgánica a 600°C y obtención del residuo inorgánico .

**3.4.3.5.2. Material y aparatos:**

- 1- Cápsulas de porcelana o material inalterable en las condiciones de trabajo (platino, sílice).
- 2- Mufla a 600°C.
- 3- Balanza analítica de precisión.

**3.4.3.5.3. Procedimiento:**

**Toma de muestra:** Como en 3.4.3.2.3.

La miel (5-10g) se pesa exactamente, se coloca en una cápsula previamente pesada, y se calienta suavemente sobre baño de arena hasta que esté completamente deshidratada; se coloca posteriormente sobre mechero con tela de amianto hasta que la muestra esté carbonizada y no haya peligro de pérdidas por formación de espuma y rebosamiento. Luego se introduce en la mufla a 600°C. Puede utilizarse también una lámpara de rayos infrarrojos para carbonizar la muestra antes de introducirla en la mufla. En caso necesario, pueden añadirse unas gotas de aceite de oliva para impedir la formación de espuma. A continuación, calcinar la muestra a 600°C hasta peso constante. La muestra se enfría en un desecador antes de pesarla.

**3.4.3.5.4 Expresión de los resultados:**

El contenido en cenizas expresado en porcentaje (p/p) estará dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas (\% p/p)} = \frac{(P_1 - P_2)}{P - P_2} 100$$

Siendo:

P = peso en gramos, de la cápsula con la muestra.

P<sub>1</sub> = Peso en gramos de la cápsula con las cenizas.

P<sub>2</sub> = Peso en gramos de la cápsula vacía.

Cada valor informado es el promedio de dos determinaciones.

**3.4.3.6. Hidroximetilfurfural.**

**3.4.3.6.1. Metodología:**

Se utilizó el método de Winkler. A.O.A.C. Ed.1990. Se basa en la reacción del hidroximetilfurfural con p-toluidina y ácido barbitúrico; se cuantifica midiendo la absorbancia del complejo formado a 550nm.

**3.4.3.6.2. Material y aparatos:**

- 1- Espectrofotómetro que permite leer a 550nm.

**Reactivos.**

1- Solución de ácido barbitúrico: Poner 500 mg de ácido barbitúrico en un matraz de 100ml, con 70ml de agua destilada. Colocar en un baño María a  $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta que se disuelva, enfriar y completar hasta volumen.

2- Solución de p-toluidina: Disolver 10,0g de p-toluidina p.a. en 50ml de isopropanol, calentando suavemente en baño María a  $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Trasvasar a un matraz de 100ml con isopropanol y añadir 10ml de ácido acético glacial. Enfriar y completar hasta volumen con isopropanol. Conservar la solución en un lugar oscuro. No emplearla hasta que no hayan transcurrido como mínimo 24 horas de preparada.

3- Agua destilada libre de oxígeno: Hacer pasar nitrógeno gaseoso a través de agua destilada en ebullición. Después enfriar el agua.

**3.4.3.6.3. Procedimiento:**

**Toma de muestra:** Como en 3.4.3.2.3.

**Preparación de la muestra de ensayo.**

Pesar 10 gramos de la muestra de miel y disolver, sin calentar, en 20ml de agua destilada libre de oxígeno. Trasvasar esta solución a un matraz de 50ml y completar hasta volumen (solución de miel). La muestra deberá someterse a ensayo inmediatamente después de preparada.

**Determinación.**

Con una pipeta, verter 2,0ml de solución de miel en dos tubos de ensayo y añadir a cada uno de ellos 5ml de solución de p-toluidina. Poner en uno de los tubos, 1ml de agua destilada, y en el otro, 1ml de solución de ácido barbitúrico, y agitar ambos tubos. El tubo al que se le añadió agua sirve como testigo. La adición de los reactivos debe hacerse ininterrumpidamente y terminarse en uno o dos minutos.

A los cuatro minutos del agregado de los reactivos leer la absorbancia de la muestra contra el testigo a 550nm, empleando una celda de 1cm.

**3.4.3.6.4. Expresión de los resultados:**

El método se puede verificar usando una solución patrón de aldehído hidroximetilfurfurílico (HMF) normalizado, disolviendo HMF comercial, o preparado en laboratorio, y ensayando espectrofotométricamente con  $\epsilon=16,830$  (Turner, 1954) a 284nm; empleando patrones de 0-300 $\mu\text{g}$ . La siguiente ecuación permite calcular los resultados:

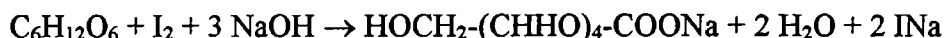
$$\text{HMF (mg/ Kg)} = \text{Absorbancia} \times 192.$$

Cada valor informado es el promedio de dos determinaciones.



### **3.4.3.7. Glucosa y sacarosa.**

**3.4.3.7.1. Metodología:** Iodometría de aldosas Gonnet, 1977. Las determinaciones de aldosas pueden realizarse oxidando el azúcar (glucosa, maltosa, lactosa) a ácido aldónico con hipoyodito de sodio. La levulosa y la sacarosa no reaccionan apreciablemente siempre que se regule exactamente la relación álcali : yodo respecto a la aldosa y al tiempo de reacción.



Este método dosa entre 50 y 80 miligramos de glucosa, por lo que se empleará una solución convenientemente diluida para que el volumen fijado en la técnica contenga esa cantidad de azúcar.

### **3.4.3.7.2. Materiales y aparatos:**

- 1- Materiales de vidrio gral.
- 2- Baño María con termostato.
- 3- Erlenmeyer de 250ml con tapa esmerilada.

#### **Reactivos.**

- 1- Solución de yodo 0,1 N.
- 2- Solución de hidróxido de sodio 10% y 0,5 N.
- 3- Solución de ácido sulfúrico 2 N.
- 4- Solución de tiosulfato de sodio 0,1 N.
- 5- Solución de almidón al 1%.

### **3.4.3.7.3. Procedimiento:**

#### **Preparación de las soluciones:**

Solución A: pesar en un vaso 10g de miel y trasvasar cuidadosamente con agua destilada a matraz aforado de 250ml. Llevar a volumen.

Solución B: llevar 50ml de la solución A a 250ml con agua destilada en un matraz aforado.

Solución C: tomar 50ml de la solución A, colocarlos en un erlenmeyer y agregar 5ml de ácido clorhídrico (d=1,10).

Calentar a baño María a 60°C durante 15 minutos, neutralizar al tornasol con NaOH 10% gota a gota (más de 5ml), enfriar y llevar a 250ml en matraz aforado.

Nota: si se dejan soluciones de azúcares de un día para otro, es necesario agregarle unos cristales de fenol y guardarla en heladera. Como el fenol interfiere en las determinaciones yodométricas, ésta se deberá efectuar el mismo día en que se preparan las soluciones.

- a) Determinación sobre la muestra tal cual.

Pipetear en un frasco de 250ml con tapa esmerilada, 12,5ml de la solución B y agregarle 12,5ml de agua destilada. Añadir con pipeta aforada 20ml de yodo 0,1 N y 5ml de NaOH 0,5 N. Preparar un blanco simultáneamente con 25ml de agua destilada e igual cantidad de reactivos.

Dejar los frascos bien cerrados en la oscuridad durante 15 minutos, acidificar con 5ml de ácido sulfúrico 2 N y titular de inmediato el exceso de yodo con la solución de tiosulfato 0,1 N agregando 1ml de solución de almidón, recién cuando la solución presente un color atenuado de yodo.

Con la diferencia de volumen de tiosulfato de sodio entre blanco y muestra, calcular la masa de glucosa presente en 25ml de muestra.

1ml de yodo 0,1 N equivale a 9,01mg de glucosa, 17mg de maltosa y 7,5mg de pentosa.

b) Determinación luego de la inversión.

Conviene realizarla simultáneamente con la anterior, para aprovechar el blanco. Pipetear 12,5ml de solución C en frasco esmerilado, agregarle 12,5ml de agua destilada y continuar de la misma forma que para la muestra tal cual. En este caso el valor yodométrico incluye la glucosa proveniente de la hidrólisis de la sacarosa. En este método se consideran despreciables las cantidades de aldosas provenientes de otros disacáridos y oligosacáridos minoritarios.

#### **3.4.3.7.4. Expresión de los resultados:**

Para calcular porcentaje de glucosa en la muestra tal cual:

$$(\text{blanco} - \text{muestra}) \cdot 0,009 \cdot 1000 = \% \text{ de glucosa}$$

Blanco: ml de tiosulfato de sodio 0,1 N gastados en la titulación del blanco.

Muestra: ml de tiosulfato de sodio 0,1 N gastados en la titulación de la muestra.

Para calcular porcentaje de sacarosa en la muestra invertida (solución C):

$$Y = \frac{2 \cdot (I - X)}{1,053}$$

Donde:

Y = % de sacarosa

X = % de glucosa en la muestra tal cual (solución B).

I = % de glucosa en la muestra invertida (solución C).

1,053 = Factor general de conversión de disacáridos a monosacáridos.

Primeramente se calcula el porcentaje de glucosa total (glucosa original más la que proviene de la hidrólisis), se le descuenta la glucosa original obteniendo sólo el dato de glucosa proveniente de la hidrólisis de la sacarosa. Luego se calcula el porcentaje de sacarosa con la fórmula explicada anteriormente. Los valores informados son promedio de dos determinaciones.

Nota: La técnica original fue adaptada en este trabajo, por lo cual los cálculos sólo son reproducibles si se trabaja con las diluciones mencionadas en la técnica.

### **3.4.3.8. Conductividad eléctrica.**

**3.4.3.8.1. Metodología:** Norma IRAM 15945 (DIN 10753:1994). Se obtiene la conductividad eléctrica de una solución de 20 g de miel (en base seca) en 100 ml de agua destilada, usando una celda de conductividad eléctrica.

La determinación se basa en la medición de la resistencia eléctrica, siendo la conductividad ( $\gamma$ ) el valor recíproco de la resistividad. La conductividad eléctrica se expresa en  $10^{-4} \text{ S.cm}^{-1}$ .

### **3.4.3.8.3. Material y aparatos:**

- 1- Conductímetro, rango de medición no menor de  $10^{-7}\text{S}$ .
- 2- Celda de conductividad, con electrodo doble de platino, de  $1\text{cm}^2$  de área.
- 3- Termómetro, graduado al  $0,1^\circ\text{C}$ .
- 4- Baño de agua, regulado a  $20^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ .
- 5- Tamiz de acero inoxidable, IRAM  $500\mu\text{m}$  (IRAM 1501-2).
- 6- Matrazes aforados de 100ml y 1000ml (IRAM-AQA AA 91024).
- 7- Vasos de precipitado, de 100ml (IRAM-AQA AA 91020).
- 8- Pipeta aforada de 10ml (IRAM-AQA AA 91020).

### **Reactivos.**

Salvo otra indicación, se emplearán reactivos para análisis. Cuando se emplee el término solución se entenderá una solución acuosa.

- 1- Solución de cloruro de potasio 0,01 M.

Se pesan 7,4557g de cloruro de potasio (IRAM 21364) secado a  $130^\circ\text{C}$  hasta peso constante, se transfieren cuantitativamente a un matraz aforado de 1000ml y se disuelven con agua desionizada. Luego se lleva a volumen. Se pipetea 10ml de la solución obtenida en otro matraz aforado de 100ml y se lleva a volumen con agua desionizada. Esta solución debe prepararse en el momento de su uso.

- 2- Agua para análisis (IRAM 21322).

### **3.4.3.8.3. Procedimiento:**

#### **Muestreo.**

Se realizó según la norma IRAM 15929.

#### **Preparación de la muestra.**

a) Miel líquida o cristalizada sin impurezas: La muestra de laboratorio se homogeneiza suficientemente mediante agitación durante por lo menos 3 minutos evitando la incorporación de aire, particularmente en caso de uso ulterior de la muestra para determinar hidroximetilfurfural.

b) Miel líquida o cristalizada con impurezas: Luego de quitar las impurezas de mayor tamaño se agita la miel a temperatura ambiente hasta que quede homogénea y se pasa por un tamiz IRAM  $500\mu\text{m}$ . Si se trata de miel cristalizada se pasa por el mismo tamiz, pero con ayuda de una espátula.

c) Miel en panales: En caso de estar cerrados, se los desoperculan. Luego, con ayuda del tamiz se separa la miel de los panales sin calentamiento.

**Preparación de la solución de la muestra.**

Se pesa una cantidad de miel que corresponda a 20,0g de masa seca (IRAM 15931) y se disuelve en agua desionizada, trasvasándose cuantitativamente a un matraz aforado de 100ml. Luego se completa a volumen con agua desionizada.

**Determinación.**

Se introducen aproximadamente 75ml de la solución de muestra preparada (según a, b ó c) en un vaso de precipitado, que está colocado en un baño de agua a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Con el resto de la solución de muestra se enjuagan cuidadosamente los electrodos de conductividad. Inmediatamente, se sumergen en la solución los electrodos conectados al conductímetro, y separados entre sí por una distancia de 1cm y se espera que la temperatura se equilibre. Luego se lee el valor de la conductividad en la solución.

Nota: Para evitar fenómenos de polarización de los electrodos el proceso de medida deberá ser lo más breve posible.

**3.4.3.8.4. Expresión de resultados:**

La conductividad eléctrica se expresa en  $10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ . Cada valor informado es el promedio de dos lecturas.

**3.4.3.9. Poder rotatorio específico.**

**3.4.3.9.1. Metodología:**

Se realizó el método aconsejado por la Norma IRAM 15950. Se fundamenta en que cuando la luz polarizada pasa a través de una solución de azúcar, el plano de polarización rota como resultado de la actividad óptica de los hidratos de carbono. El ángulo de rotación, conocido como la rotación óptica ( $\alpha$ ), en grados de ángulo, se puede determinar mediante un polarímetro. El ángulo de rotación observado ( $\alpha$ ), multiplicado por 100 y ajustado matemáticamente a la concentración de 1% (p/v) y a una celda de 1dm de longitud, se conoce como la rotación específica  $[\alpha]^{20}_D$ , donde 20 indica la temperatura en grados Celsius y D la línea D del sodio. En la miel, la rotación específica se mide en una solución acuosa, clara y filtrada.

**3.4.3.9.2. Material y aparatos:**

- 1 - Vaso de precipitado de 50ml (IRAM-AQA AA 91008).
- 2- Matraz aforado de 100ml (IRAM-AQA AA 91020).
- 3- Embudo (IRAM-AQA AA 91007).
- 4- Baño de agua, regulado a  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .
- 5- Papel de filtro de velocidad de filtración media.
- 6- Polarímetro capaz de realizar medidas de rotación angular de 0,05 grados, equipado con una lámpara de sodio y tubo de 2 dm.

**Reactivos.**

1- Solución Carrez I. Se disuelven 10,6g de ferrocianuro de potasio trihidratado (IRAM 21446) en agua destilada y se diluye a 100ml.

2- Solución Carrez II. Se disuelven 24g de acetato de cinc dihidratado en agua destilada, se añaden 3g de ácido acético glacial (IRAM 21309) y se diluye con agua a 100ml.

3- Agua para análisis (IRAM 21322).

#### **3.4.3.9.3. Procedimiento:**

##### Muestreo.

Se realizó según la norma IRAM 15929.

##### Preparación de la muestra.

Como en 3.4.3.8.3

##### Determinación.

Se pesan 12g de miel (correspondiente a aproximadamente 10g de masa seca) en un vaso de precipitado de 50ml y se disuelven en agua. Se transfieren cuantitativamente a un matraz aforado de 100ml.

Se añaden 10ml de la solución de Carrez I y se mezcla durante 30s.

Se añaden 10ml de solución Carrez II, se mezcla nuevamente durante 30s y se lleva a volumen con agua destilada.

Se deja en reposo 24h, se filtra por papel de filtro de velocidad de filtración media, se lava la celda con la solución obtenida y luego se la llena con ella. Se coloca en el polarímetro y se lee el ángulo de rotación óptica a 20°C.

#### **3.4.3.9.4. Expresión de resultados:**

El poder rotatorio específico se expresa en grados de ángulo y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{A}{2 m \cdot m_s} \cdot 100$$

Siendo.

A= ángulo de rotación, en grados;

m= masa de la miel, en gramos;

m<sub>s</sub>= materia seca de la miel, en gramos por cien gramos.

#### **3.4.3.10. Temperatura y entalpía (ΔH) de fusión.**

##### **3.4.3.10.1. Metodología:**

Se determina la temperatura y la entalpía de fusión de los cristales de la miel por calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Los termogramas (gráficos de flujo de calor,  $\partial Q/\partial t$ , en función de la temperatura o del tiempo) se obtuvieron en un calorímetro diferencial de barrido Du Pont Model 910 acoplado a un registrador Hewlett Packard 7046 B.

El método se basa en la medida del flujo de calor que se produce cuando se calienta la muestra y una referencia en un calorímetro de manera tal que se mantengan ambas, muestra y referencia, a la misma temperatura.

#### **3.4.3.10.2. Material y aparatos:**

- 1- Calorímetro diferencial de barrido Du Pont Model 910 System con registrador Hewlett Packard 7046 B.
- 2- Cápsulas DSC de aluminio herméticas.
- 3- Balanza analítica de precisión, que pese al 0,1mg.

#### **3.4.3.10.3. Procedimiento:**

La calibración de temperatura (según la norma ASTM E 698-79) y la determinación del coeficiente de calibración, E, de la celda se realizaron a partir de las endotermas de fusión del Indio.

El valor E (mW/mV) fue calculado por duplicado para la velocidad de barrido empleada según la fórmula:

$$E = \frac{Q_f \cdot m}{60 \cdot A \cdot B \cdot S_y}$$

Con  $Q_f = 28,4 \text{ J/g}$  (calor de fusión del Indio)

$m =$  masa del Indio en mg.

$60 = 60 \text{ seg/min.}$

$A =$  área de la endoterma en  $\text{cm}^2$

$B =$  base de tiempo en min/cm.

$S_y =$  escala en ordenadas en mV/cm.

Con el valor E se calculó la sensibilidad  $\Delta q_s$  utilizada en el eje  $\partial Q / \partial t$ , expresada en mJ/seg/cm, teniendo en cuenta que  $1\text{mW} = 1\text{mJ/seg}$  y aplicando la siguiente expresión:

$$\Delta q_s = S_y (\text{mV/cm}) \cdot E (\text{mJ/seg/mV}) \cdot \frac{1}{4.186 \text{mJ/mcal}}$$

Las corridas de DSC para las muestras se realizaron con 10 – 20 mg de muestra colocados en una cápsula de DSC de aluminio herméticamente sellada. Se empleó una velocidad de calentamiento  $\beta = 10^\circ\text{C/min}$ , un barrido de la temperatura desde  $30^\circ\text{C}$  hasta  $100^\circ\text{C}$  y con sensibilidades  $S_y = 1 \text{ mV/cm}$ ,  $S_x = 0,4 \text{ mV/cm}$ .

Para cada termograma obtenido se trazó la correspondiente línea de base, construida como una línea recta que une el comienzo y la finalización de la transición térmica.

#### **3.4.3.10.4. Expresión de los resultados:**

La entalpía de la transición térmica ( $\Delta H$ ) se estimó usando la siguiente ecuación:

$$\Delta H = \frac{E.A.60.Sy.Sx}{m\beta}$$

Donde:

$\Delta H$  = entalpía de la reacción (Joule/g).

E = constante de la celda:  $0,291 \frac{\text{m.Joule}}{\text{Sy.mV}}$

A = área de la endoterma ( $\text{cm}^2$ ).

60 = 60 seg/min.

Sy = sensibilidad del eje y (1 mV/cm).

Sx = sensibilidad del eje x ( $10^\circ\text{C}/\text{cm}$ ).

$\beta$  = velocidad de calentamiento ( $10^\circ\text{C}/\text{cm}$ ).

m = masa de muestra (mg).

La temperatura del pico de fusión fue calculada mediante la siguiente ecuación:

$$T_p = T_{(leída)} - R_0 . Sy . h - \beta c$$

Donde:

$R_0 = 7,63 \times 10^{-4}$ .

Sy = 1 mv / cm.

h = altura del pico en cm.

$\beta c = -0,2142$  mV (corrección para una velocidad de barrido de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  calculada a partir de la endoterma de Indio).

$T_{(leída)}$  = temperatura del máximo de pico en mV.

El valor  $T_p$  (mV) se pasa a  $T_p$  ( $^\circ\text{C}$ ) empleando una tabla de correspondencia entre mV y  $^\circ\text{C}$ , para termocuplas cromel alumen.

Cada valor informado es el promedio de tres determinaciones.

#### **3.4.3.11. Identificación de flavonoides.**

##### **3.4.3.11.1. Metodología:**

Método cromatográfico por cromatografía líquida de alta presión (HPLC) (Ferrerres y col., 1991). Se basa en la separación y retención de las sustancias fenólicas de la miel en una columna adecuada, para luego extraer dicha fracción y analizarla por cromatografía líquida de alta presión.

**3.4.3.11.2. Material y aparatos:**

- 1- HPLC Hewlett Packard serie 1050.
- 2- Columna de Lichrospper RP-18 de 5  $\mu$ .
- 3- Detector de red de diodos HP-1040M serie II, con estación de tratamiento de datos HP-79994 A.
- 4- Rotavapor.
- 5- Columnas de vidrio.
- 6- Material de vidrio en general.

**Reactivos.**

- 1- Amberlita XAD-2.
- 2- Metanol.
- 3- Eter etílico.
- 4- Acido fórmico.

**3.4.3.11.3. Procedimiento:**

Preparación de la columna de Amberlita XAD-2: se pesan 20 g de Amberlita, se lavan con metanol y se empaquetan en una columna de vidrio (30 x 20 cm). Se lava con agua acidulada a pH 2 con ácido clorhídrico 2,5 N (unos 100 ml) y posteriormente con agua destilada (unos 300 ml).

Extracción, separación y purificación de flavonoides: se parte de 50 g de miel (cantidad mínima necesaria para poder registrar y cuantificar los flavonoides), se mezclan completamente con cinco partes de agua acidificada hasta pH 2-3 con ácido clorhídrico hasta que la solución esté perfectamente fluida y se filtra a través de algodón para separar partículas sólidas que puedan encontrarse en la miel. El filtrado se pasa a través de una columna (25 cm de largo por 2 cm de diámetro) empaquetada con una resina polimérica no iónica Amberlita XAD-2, (tamaño de poro 9 nm y tamaño de partícula entre 0,3 y 1,2 mm).

Los flavonoides y las otras sustancias fenólicas presentes en la miel permanecen retenidas (adsorbidas) en la columna, mientras que los azúcares y otras sustancias polares eluyen con el eluyente acuoso. La columna se lava con agua acidificada (unos 100 ml) y luego con agua destilada (unos 300 ml) y posteriormente se eluye la fracción fenólica con metanol (unos 300 ml hasta que no se produzca elución coloreada). Esta fracción se seca bajo presión reducida a 40°C y el residuo se redisuelve con 5 ml de agua destilada. Posteriormente se extrae tres veces con éter etílico y se combinan los extractos; el éter se elimina luego bajo presión reducida. El extracto etéreo se redisuelve en la mínima cantidad posible de ácido fórmico al 10% (0,5 ml) para su análisis.

Análisis de flavonoides:

Se realizó por HPLC, en columna de fase reversa, Lichrochart R P - 18 (Merck), de 12,5 cm de longitud por 0,4 cm de diámetro interno, con un tamaño de partícula de 5  $\mu$ m. Se inyectó un volumen de muestra de 25  $\mu$ l.

Como eluyente se utilizó agua destilada con 10 % de ácido fórmico (solvente A) y metanol/ agua destilada (9:1).(solvente B).



La elución se llevó a cabo con un flujo de 1 ml/min, comenzando con 5 % de metanol que se incrementó al 30 % en 25 minutos, se mantuvo hasta los 40 minutos y se incrementó nuevamente al 80 % hasta los 70 minutos en las siguientes condiciones:

Detección:

Se utiliza detector UV-visible de red de diodos registrándose los cromatogramas a 340 nm y 290 nm.

Identificación:

Se identificaron los flavonoides de los picos obtenidos en el cromatograma por su espectro UV y tiempos de retención por comparación con los obtenidos con sustancias patrones.

**3.3.4.11.4. Expresión de los resultados:**

Los resultados se expresaron en forma cualitativa a nivel de identificación.

# *RESULTADOS Y DISCUSIÓN*

***MIELES***  
***MONOFLORALES***

---

**4.1**

#### **4.1.1. MIELES MONOFLORALES DE *LOTUS CORNICULATUS***

##### **4.1.1.1. Introducción**

El *Lotus corniculatus* pertenece a la familia de las Leguminosas y juega un rol importante como planta melífera en la industria apícola. A pesar que muchas especies de esta familia no producen demasiado néctar (Herrera, 1985), la gran abundancia de sus representantes en nuestra flora hace que la presencia de sus granos de polen sea muy frecuente en las mieles argentinas contribuyendo a la producción de mieles monoflorales.

La familia de las Leguminosas comprende árboles, arbustos y hierbas anuales y perennes, y se calcula que consta de 12.000 a 17.000 especies distribuidas en prácticamente todo el mundo (Castell Montes, 1989). Una de las características más importantes es que viven en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*; éstos se desarrollan en base a los hidratos de carbono que la planta obtiene mediante la fotosíntesis y le aporta sustancias proteicas elaboradas con el nitrógeno que ella obtiene del aire. De esta forma se transforman en una fuente natural de fertilizantes nitrogenados.

Las leguminosas reúnen a las especies que tienen significación forrajera tanto nativas como cultivadas, entre las cuales encontramos el *Lotus corniculatus* (Foto I).

**FOTO I: FLORES DE *LOTUS CORNICULATUS*.**



Desde el punto de vista agropecuario, el rol de las Leguminosas forrajeras es importante por dos aspectos; primeramente por la fijación de nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo y en consecuencia la productividad de las praderas y de los cultivos incluidos en la rotación. En segundo lugar, por el aporte de forraje que hacen en cantidad y calidad, ya que son de alto contenido en proteínas y minerales. Hoy, las forrajeras forman cultivos muy importantes, por lo que desde el punto de vista apícola constituye una excelente posibilidad para el productor en lo que concierne al aprovechamiento de néctar y polen de una misma especie floral, para la obtención de mieles monoflorales.

El *Lotus corniculatus* es una leguminosa perenne estival. La planta desarrolla una corona al final del primer año donde se desarrollan los tallos. Las hojas están formadas por 5 folículos, uno terminal, dos opuestos y dos en la base del peciolo. Las inflorescencias son de 3 a 7. Es de fecundación cruzada entomófila.

Cuando el estandarte comienza a expandirse y separarse de las alas se produce la dehescencia de las anteras, y el polen es liberado. Cuando la flor está completamente desarrollada, la mitad de los filamentos se alargan empujando el polen hasta cubrir la superficie del estigma; la membrana estigmática impide la germinación de éstos. Cuando un insecto visita la flor, el polen es presionado y empujado por la columna sexual hacia el exterior en forma de pistón, a través de un pequeño orificio ubicado en el extremo de la quilla.

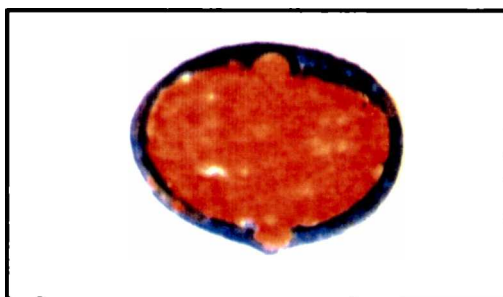
A su vez, el estigma entra en contacto con el insecto portador del polen de otra flor y es fecundado. Cuando el insecto se retira, el "pistón" vuelve a la posición original dentro de la quilla. Este proceso puede repetirse muchas veces.

Para la apicultura es importante por su prolongado período de floración, desde noviembre a abril, la intensidad depende del manejo y de las lluvias. Después de cada lluvia se produce una floración.

El *Lotus* es de las especies que ocupan mayor área de siembra, por su plasticidad de uso en praderas, lo que favorece la producción melífera, principalmente por su aporte de néctar.

El análisis polínico da una información precisa sobre la flora melífera y permite caracterizar las mieles por su origen botánico. Los granos de polen se reconocen por sus características morfológicas. En la Foto II se puede observar un grano de polen de *Lotus corniculatus* (x 1000).

**FOTO II: POLEN DE *LOTUS CORNICULATUS*.**



En el caso de *Lotus corniculatus*, presenta las siguientes características (Maurizio y Louveaux, 1965):

Simetría y forma: Polen isopolar, tricolporado, prolado, subcircular en vista polar.

Dimensiones: E = 14  $\mu$ . P = 19  $\mu$ .

Aperturas: Tres colpos de largo máximo en el ecuador  $\epsilon = 2 \mu$  aproximadamente. t = no medible en el estado fresco. Cada colpo contiene en su centro un poro o poroide ligeramente alargado en el sentido del ecuador (ancho 2,5  $\mu$ ).

Exina: El conjunto endoexina y ectoexina no supera 0,5  $\mu$ . Columnelas no identificables. Exina lisa o muy débilmente reticulada con lumen inferior a 1  $\mu$ , muy delgado, muy finamente granulado.

Además del espectro polínico, se estudiaron los principales parámetros físico químicos de la miel que podrían relacionarse con su origen botánico y que servirían de indicadores del origen floral, los atributos sensoriales más significativos y las características de cristalización.

Para la selección de las muestras se tuvo en cuenta el porcentaje de polen establecido por el Reglamento Técnico Mercosur. Resolución 1051/95 para clasificación de mieles por origen botánico, que es del 20% como mínimo. Esta resolución fue modificada posteriormente a la realización del muestreo, por Resolución N° 274 del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación, estableciéndose el porcentaje de polen mínimo en 45 %.

El objetivo de este trabajo es conocer la riqueza polínica de estas mieles, establecer el porcentaje mínimo de polen que determinen la monofloridad de la miel de *Lotus corniculatus* y apreciar su influencia en los parámetros físico químicos y en las características sensoriales y de cristalización.

#### **4.1.1.2. Resultados.**

Se estudiaron 55 muestras de miel seleccionadas como monoflorales de *Lotus corniculatus* de acuerdo a los resultados del análisis melisopalinológico, que contenían como mínimo el 20 % de polen de *Lotus corniculatus*. El espectro polínico resultante se muestra en la Tabla I, donde se representa el contenido de los distintos pólenes de cada muestra clasificados como D: > 45 %, S: entre 16 y 45 %, s: entre 3 y 16 % y r: < de 3 %.

El análisis de esta tabla dio como resultado 81 tipos morfológicos los que fueron clasificados a niveles taxonómicos de familia, especie y género; los de mayor frecuencia se ilustran en el Gráfico I.

Agrupados los tipos polínicos identificados por familia, las frecuencias se distribuyen según muestra el Gráfico II.

El Gráfico III representa la variación del porcentaje de polen de *Lotus corniculatus* por frecuencia, determinado en el total de muestras estudiadas.

Se realizó un estudio sensorial de las mieles a través de un examen visual donde se evaluó el estado de cristalización; un examen táctil para identificar el tipo y tamaño de los cristales y un examen olfativo y gustativo que incluyó el análisis de atributos generales, descriptivos, que presenten analogía o similitud a determinadas situaciones, características relacionadas al origen botánico y la presencia de defectos.

Los resultados y el sistema de codificación elaborado para la expresión de los atributos sensoriales se presentan en la Tabla II.

En el análisis sensorial y para los distintos atributos analizados en el total de muestras, la distribución por frecuencia se ilustra en el Gráfico IV para las características visuales; en el Gráfico V para las características táctiles; el examen gustativo en el Gráfico VI y los atributos generales, descriptivos, evocaciones y defectos del examen olfativo en el Gráfico VII.

Se clasificaron las muestras según el contenido de polen de *Lotus corniculatus*, en tres categorías, las que presentan entre 20 y 45 % de polen, entre 45 y 60 % y más de 60 % de polen de esta especie. Los resultados del análisis sensorial por frecuencia de muestras de las tres categorías se presentan en los Gráficos VIII, IX y X.

El Gráfico XI muestra la variación de los atributos sensoriales de mayor frecuencia en las tres categorías de muestras.

Las mieles de *Lotus corniculatus* también fueron estudiadas desde el punto de vista físico químico obteniéndose los valores medios para las diferentes determinaciones que figuran en la Tabla III.

Desde el punto de vista estadístico se calcularon la media, el mínimo, el máximo, y la desviación estándar para el total de muestras, resultados que muestra la Tabla IV. El mismo estudio se realizó para las tres categorías de muestras según la Tabla V.

La distribución por frecuencia de muestras de las distintas determinaciones físico químicas en el total de muestras estudiadas se representan en el Gráfico XII y para las tres categorías de mieles en los Gráficos XIII, XIV y XV.

Finalmente, en el Gráfico XVI se relacionan los parámetros físico químicos de mayor frecuencia en las tres categorías de mieles estudiadas.



TABLA I : ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES DE LOTUS CORNICULATUS

ORIGEN BOT./ MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
<b>ALISMATACEAE</b>																												
<i>Sagittaria montevidensis</i>															r		r											
<b>AMARANTHACEAE</b>																												
<i>Amaranthus quitensis</i>																				r								
<i>Iresini diffusa</i>			s			r				s																		
<b>ANACARDIACEAE</b>																												
<i>Schinus molle</i>																		r										
<b>BORRAGINACEAE</b>																												
<i>Echium plantagineum</i>				s	r			r					r		s	r	S					r					r	
<b>COMPOSITAE</b>																												
<i>Anthemis cotula</i>								r																				
<i>Aspilia montevidensis</i>									s																			
<i>Aspilia pascalioides</i>													r	r	r													
<i>Baccharis spp</i>															r													
<i>Baccharis coridifolia</i>	r		s							r																	r	
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	r																											
<i>Baccharis pingraea</i>													r	S						r								
<i>Baccharis punctulata</i>											S	S																
<i>Cichorium intybus</i>					r	r	r																					
<i>Carduus acanthoides</i>																r		r				r						
<i>Carduus nutans</i>																	r											
<i>Cirsium vulgare</i>							r						r								r							r
<i>Conyza spp</i>																												
<i>Conyza bonariensis</i>	S																				S							
<i>Lactuca serriola</i>				s																								
<i>Xanthium spinosum</i>												r																
Otros		r												r				r	r									
<b>CRUCIFERAE</b>																												
<i>Rapistrum rugosum</i>	S	r		S	s	r		r	r	r	s		r	r	S	r	s	r	s	r		s	S					
<b>EUPHORBEACEAE</b>																												
<i>Ricinus communis</i>																			s									
<i>Sapium haematospermum</i>			s																							r	r	
<b>ESCROFULARIACEAE</b>																												
<i>Mecardonia montevidensis</i>																		r										
<b>GRAMINEAE</b>																												
<i>Cynodon dactylon</i>			r											r							r							r
<i>Zea mays</i>							s																					
Otros													r								r							r
<b>LABIATAE</b>																												
<i>Hyptis mutabilis</i>																												r
<i>Ocimum selloi</i>														r														

Referencias:

D: >45%

S: 16-45%

s: 3-16%

r: <3%



CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOT./ MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<b>LEGUMINOSAE</b>																											
<i>Adesmia incana</i>												r															
<i>Calliandra tweediei</i>																											r
<i>Desmodium canum</i>																											
<i>Lotus corniculatus</i>	S	D	D	S	S	D	S	D	D	D	D	S	D	D	D	S	S	D	D	S	D	D	S	D	D	S	D
<i>Medicago sativa</i>								r	r										r								
<i>Melilotus spp</i>											s																
<i>Melilotus albus</i>		S	s	s	S	s	s					s	r	r	s	s	r	s			s					r	
<i>Prosopis nigra</i>																r											
<i>Trifolium pratense</i>								s															s				
<i>Trifolium repens</i>									s	s											s	S					r
<b>LILIACEAE</b>																											
<i>Nothoscordum montevidense</i>																s											
<b>LYTHRACEAE</b>																											
<i>Heimia salicifolia</i>							S																				
<b>MALVACEAE</b>																											
<i>Sida rhombifolia</i>																	r										
<b>MYRTACEAE</b>																											
<i>Eucalyptus spp</i>					r	r	r	r	r						s												
<i>Eucalyptus camandulensis</i>																s										D	
<i>Eucalyptus grandis</i>			s																								S
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	r			s								r					S	r					s				
<b>OXALIDACEAE</b>																											
<i>Oxalis hispidula</i>													r														
<b>QUENOPODIACEAE</b>																											
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	r						s																				
<b>RHAMNACEAE</b>																											
<i>Discaria longispina</i>													r									s					
<i>Scutia buxifolia</i>				r												s	s	r									
<b>UMBELLIFERAE</b>																											
<i>Ammi spp</i>																						S					
<i>Ammi majus</i>	r	r	r	s	S	s	r							s	s	S						S		s			
<i>Ammi visnaga</i>				s			s	s	s	s	s	s			s		r	s	r	s			S				s
<i>Conium maculatum</i>				s																							
<i>Eryngium paniculatum</i>																						s				r	
<i>Eryngium sanguisorba</i>																							s	s			
<b>VERBENACEAE</b>																											
<i>Aloysia gratissima</i>																										r	
<i>Glandularia pulchella</i>																									s		
<i>Verbana platensis</i>																						r					

Referencias:

- D: >45%
- S: 16-45%
- s: 3-16%
- r: <3%

CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOT. / MUESTRAS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
<b>ALISMATACEAE</b>																												
<i>Sagittaria montevidensis</i>																						r						
<b>AMARANTHACEAE</b>																												
<i>Amaranthus quitensis</i>		r																										
<i>Gomphrena</i>													r															
Otros	r								r										r									
<b>ANACARDIACEAE</b>																												
<i>Schinus molle</i>			r																									
<b>BORRAGINACEAE</b>																												
<i>Echium plantagineum</i>	r	r			r	r	s	s					s			s					r			r	r		s	
<b>CALYCERACEAE</b>																												
<i>Acicarpa tribuloides</i>	r		r		r				r	r	S		r			r								r				r
<b>COMPOSITAE</b>																												
<i>Anthemis cotula</i>								r				r	r			r	r	r						r				r
<i>Aspilia pascaloides</i>					s		r								r													
<i>Baccharis</i> sp		s	r					r	r	r			r	r	s		r			r	S	r		r	r			r
<i>Baccharis coridifolia</i>														r							r							
<i>Baccharis salicifolia</i>											r															s		
<i>Cichorium intybus</i>		r																					r		r			
<i>Carduus acanthoides</i>																								r				
<i>Carduus nutans</i>	r	r							r																			
<i>Cirsium vulgare</i>									r		r	r																
<i>Conyza</i> spp																S												
<i>Conyza bonariensis</i>																						s	s					
<i>Eupatorium</i> spp																	r											
<i>Eupatorium arnotianum</i>									s																			
<i>Grindella pulchella</i>		S																										
<i>Mikania cordifolia</i>														s														
<i>Parthenium hysterophorus</i>												r					r				r							
<i>Solidago chilensis</i>	r														s													
<i>Taraxacum officinalis</i>												r																
<b>CRUCIFERAE</b>																												
<i>Brassica campestris</i>													r															
<i>Raphanus sativus</i>												r																
<i>Raphanus rugosum</i>	r	s	S	r	s	r	r	r	r	r				s	r	s		s	r		s	s	r	r	r	r		r
Otros												r				r												
<b>GRAMINEAE</b>																r						r		r				D
<b>LABIATAE</b>																												
<i>Hyptis mutabilis</i>		r																										

Referencias:

D: >45%

S: 16-45%

s: 3-16%

r: <3%

CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOT./ MUESTRAS	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
<b>LEGUMINOSAE</b>																												
<i>Adesmia incana</i>																						r						
<i>Adesmia punctata</i>																		r										
<i>Desmodium canum</i>																												s
<i>Lotus corniculatus</i>	S	S	S	D	S	S	D	D	D	D	S	S	S	D	D	D	S	D	D	D	S	D	D	D	S	S	S	D
<i>Medicago sativa</i>		r					r			r													r					
<i>Melilotus</i> spp		s					s	r		r	r												s			r		
<i>Melilotus albus</i>	S		r	S	s	s			S		r				r		r				S		r					
<i>Trifolium</i> spp		s					s	r		r	r						S		r				s	r	s	r		S
<b>LYTHRACEAE</b>																												
<i>Heimia salicifolia</i>																							s					
<b>MYRTACEAE</b>																												
<i>Eucalyptus</i> spp		r					r	r		r		r	S	s	r							s		r	s	r		s
<i>Eucalyptus tereticornis</i>			r																									D
<i>Hexaclamis edulis</i>																	r											
<b>OXALIDACEAE</b>																												
<i>Oxalis</i> spp								r																				
<b>POLYGONACEAE</b>																												
<i>Muehlenbeckia sagittifolia</i>													s															
<i>Polygonum</i> spp			r																									
<i>Rumex</i> spp																											s	
<b>QUENOPODIACEAE</b>																												
<i>Chenopodium</i> spp																	r						r					
<b>RHAMNACEAE</b>																												
<i>Scutia buxifolia</i>								r					r															r
<b>SALICACEAE</b>																												
<i>Salix</i> spp																		r										
<i>Salix humboldtiana</i>			s																									
<b>SOLANACEAE</b>																												
<i>Petunia</i> spp																		r										
<i>Solanum sisymbriifolium</i>								s		r		S	s						s	s			r					
<b>UMBELLIFERAE</b>																												
<i>Ammi majus</i>	S	s	s	S			s	s		s			S				s	S	s			r	S	s	r	r		
<i>Ammi visnaga</i>			s	S	S		S		S	D	r		s							r	s				r			r
<i>Conium maculatum</i>																												
<i>Eryngium paniculatum</i>			S								s	s	s			r	S								r		r	
<i>Eryngium sanguisorba</i>																												
Otros																	r											
<b>VERBENACEAE</b>		r																										
<i>Aloysia gratissima</i>																												

## Referencias:

D: &gt;45%

S: 16-45%

s: 3-16%

r: &lt;3%



GRAFICO I: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TIPOS POLÍNICOS DE MAYOR FRECUENCIA EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS

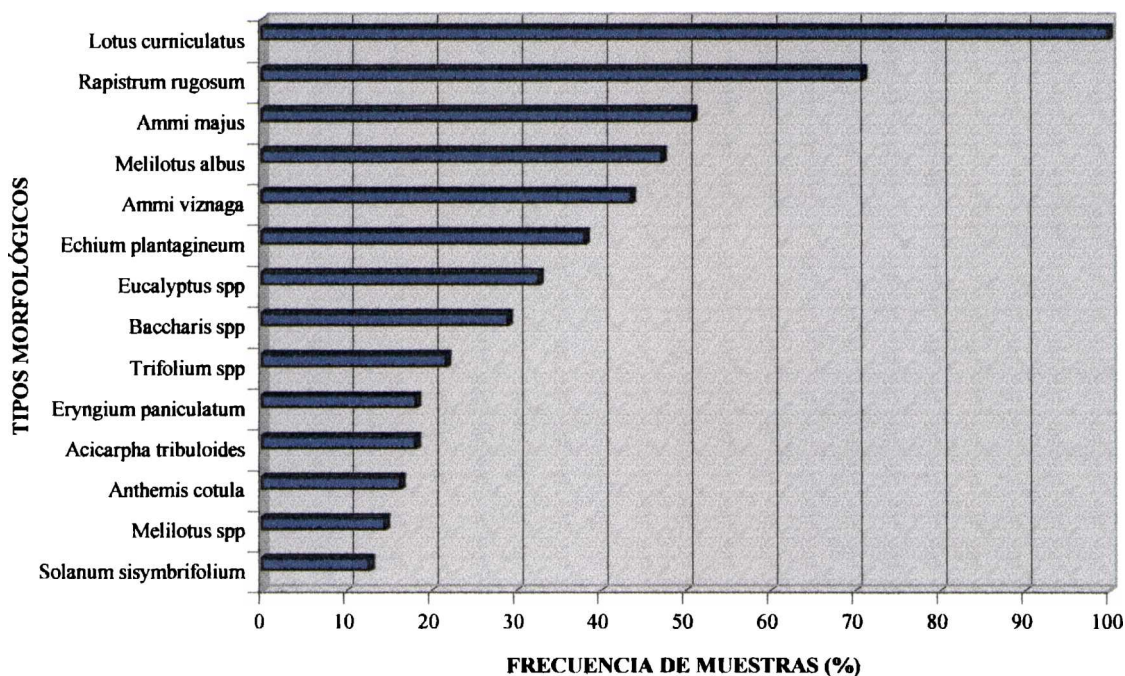
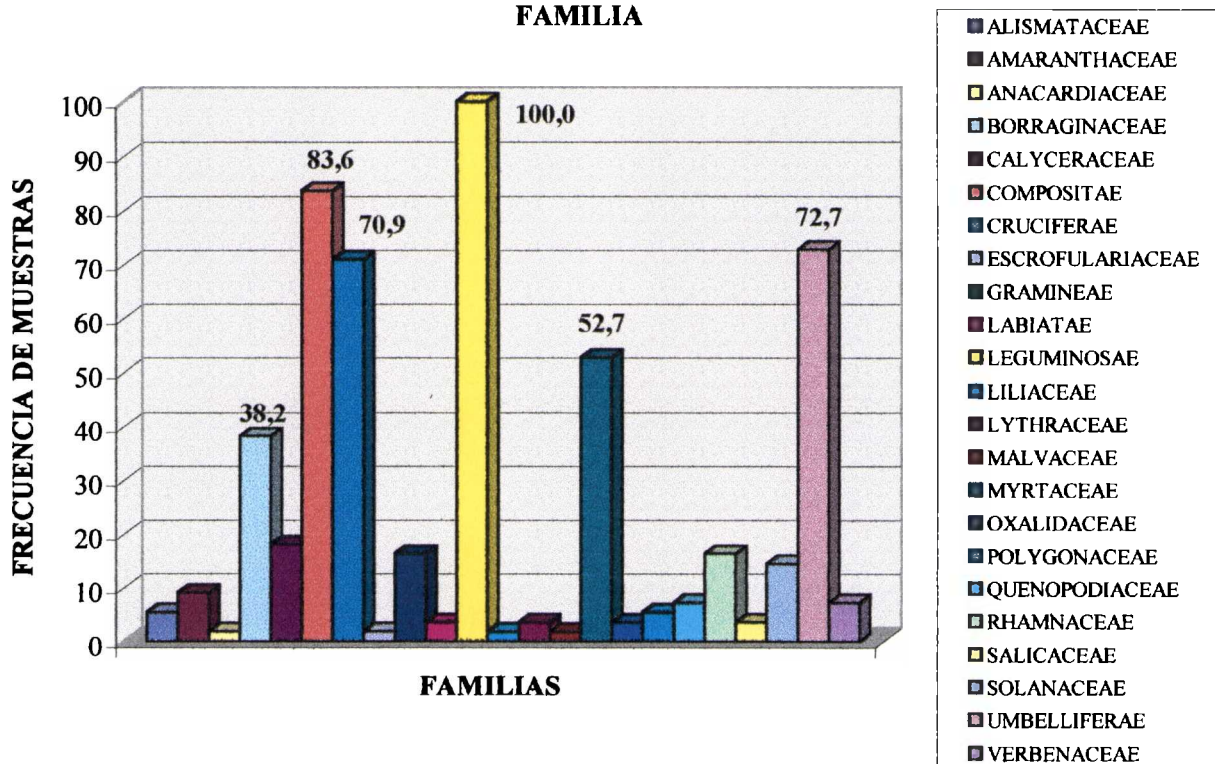


GRÁFICO II: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR FAMILIA



**GRÁFICO III: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

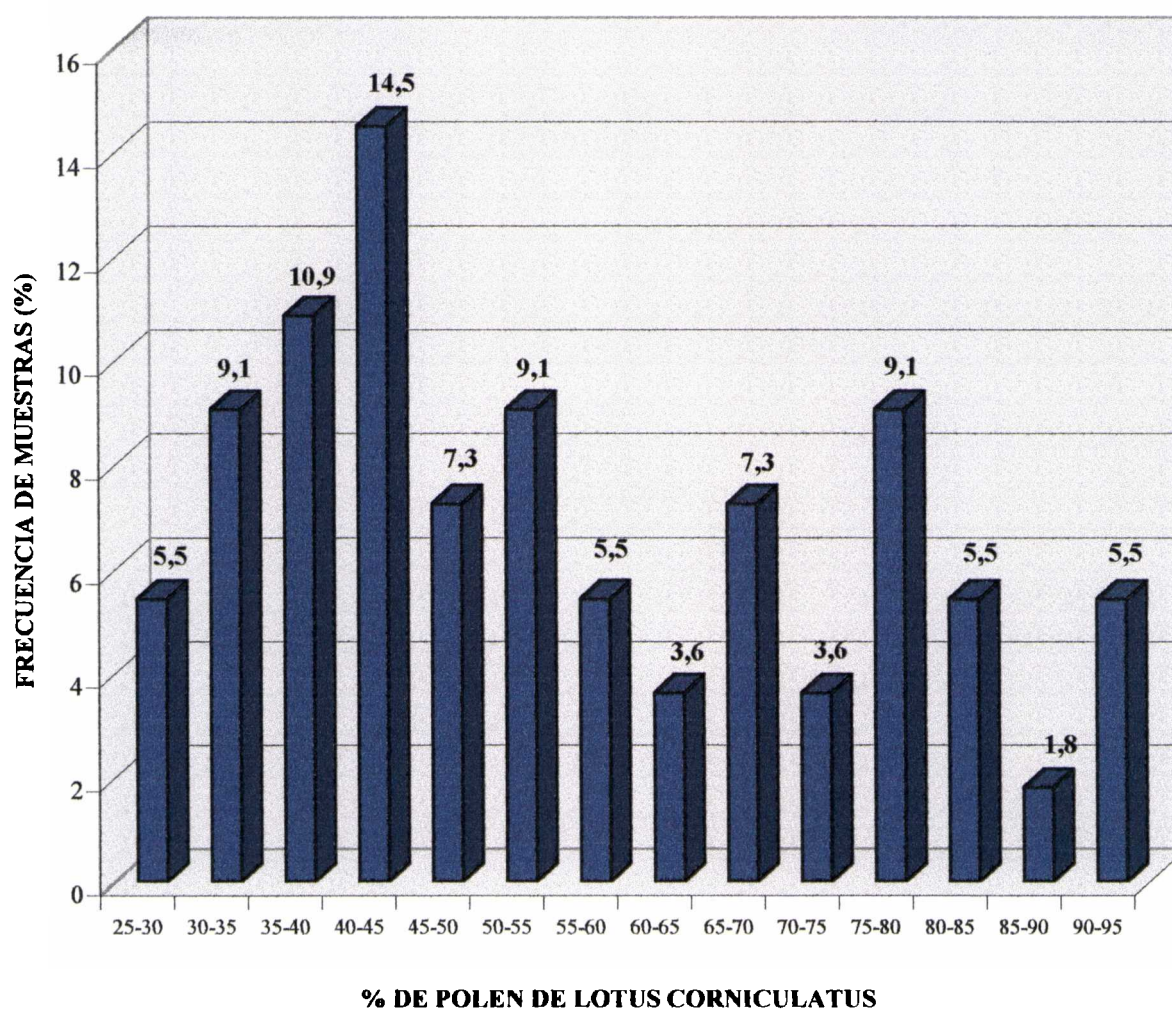




TABLA II: ANALISIS SENSORIAL DE LAS MIELES DE LOTUS CORNICULATUS

MUESTRAS	EXAMEN VISUAL	EXAMEN TACTIL	EXAMEN GUSTATIVO Y OLEATIVO
1	PACT	CF b	D A F T
2	FL	S/C	Ds Af
3	PACT	CFF b	Ds As
4	CR CT	CF b	Ds As H
5	VI CP	CFF b	Df A
6	L	S/C	Df FR
7	CR CT	CF b	D A H
8	VI CP	CM y F d	Ds AF
9	FL	S/C	Df A
10	VI	S/C	Ds A AM
11	PACT	CF d	D A H V
12	L	S/C	D A H V
13	VI	S/C	Df Gn
14	PACT	CFF d	Df A
15	CR CT	CF b	Ds A FR
16	L	S/C	D A P
17	PACT	CF b	D As Gn
18	L	S/C	Ds As FR Eq
19	L	S/C	D A Gn
20	PACT	CF b	D A Eq
21	CR CT	CF b	As Pp
22	L	S/C	Ds As H Gn
23	VI	S/C	Ds FR H
24	L	I/C	D A Ag
25	PACT	CM b	D P F
26	L	S/C	D As
27	L	S/C	D As
28	CO CT	CF b	D A H V
29	CR CT	CF b	Ds FR H
30	CR CT	CF b	D F
31	CR CT	CF b	D A H
32	VI	CF b	Ds FR H
33	VI	CF b	Hu
34	CR CT	CFF b	Ds F FR
35	FL IC	CFF b	As F
36	CR CT	CF b	Ds Ce
37	PACT	CFF b	Hu
38	VI CP	CF d	D FR Eq
39	FL	S/C	D A FRp
40	CR CT	CF b	D A Eq
41	CR CT	CG d	D Gn
42	VI	CF d	D AM Hp
43	FL	S/C	D A FRp
44	VI CP	CFF d	D A Gn
45	CR CT	CFF d	A Eq Gn
46	CR CT	CG b	D H FR
47	CR CT	CFF b	Ds As F FR
48	AC	n.d	Fe
49	CR CT	CM b	S A V
50	CR CT	CFF b	A Eq FR
51	CR CT	CFF b	D A Eq FR
52	FL	S/C	Hu
53	CO CT	CFF b	As Eq
54	VI CP	CFF b	Ds H Me
55	CR CT	CFF b	Ds H FR

REFERENCIAS:

**Examen visual**

CP: Cristalizada parcialmente.  
 CT: Cristalizada totalmente.  
 IC: Inicia cristalización.  
 SC: Separada en capas.  
 FL: Fluida.  
 VI: Viscosa.  
 L: Líquida.  
 AC: Acuosa  
 PA: Pastosa.  
 CO: Compacta.  
 CR: Cremosa.

**Examen táctil**

CF: Cristales finos.  
 CFF: Cristales finísimos.  
 CM: Cristales medianos.  
 CG: Cristales grandes.  
 S/C: Sin cristales.  
 b: blandos.  
 d: duros.  
**Atributos generales**  
 De: Delicado  
 Gn: Genérico  
 Eq: Equilibrado.

Ag: Agressiva.

P: Picante.

AS: Astringente.

**Atributos descriptivos**

F: Floral  
 FR: Fresco  
 H: Herbáceo.  
 FT: Frutado.  
 V: Vegetal.  
**Evocación, analogía**  
 Me: Medicinal.  
 Ce: Cereal.

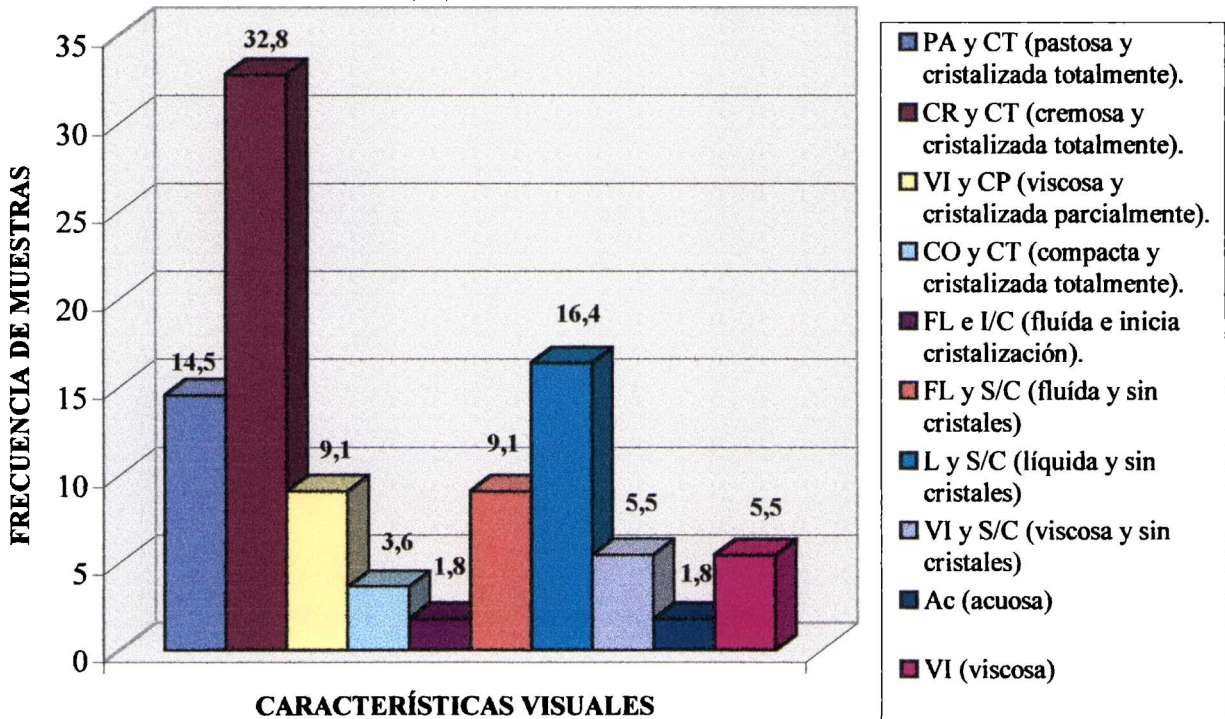
Po: Polen

Cr: Cera.

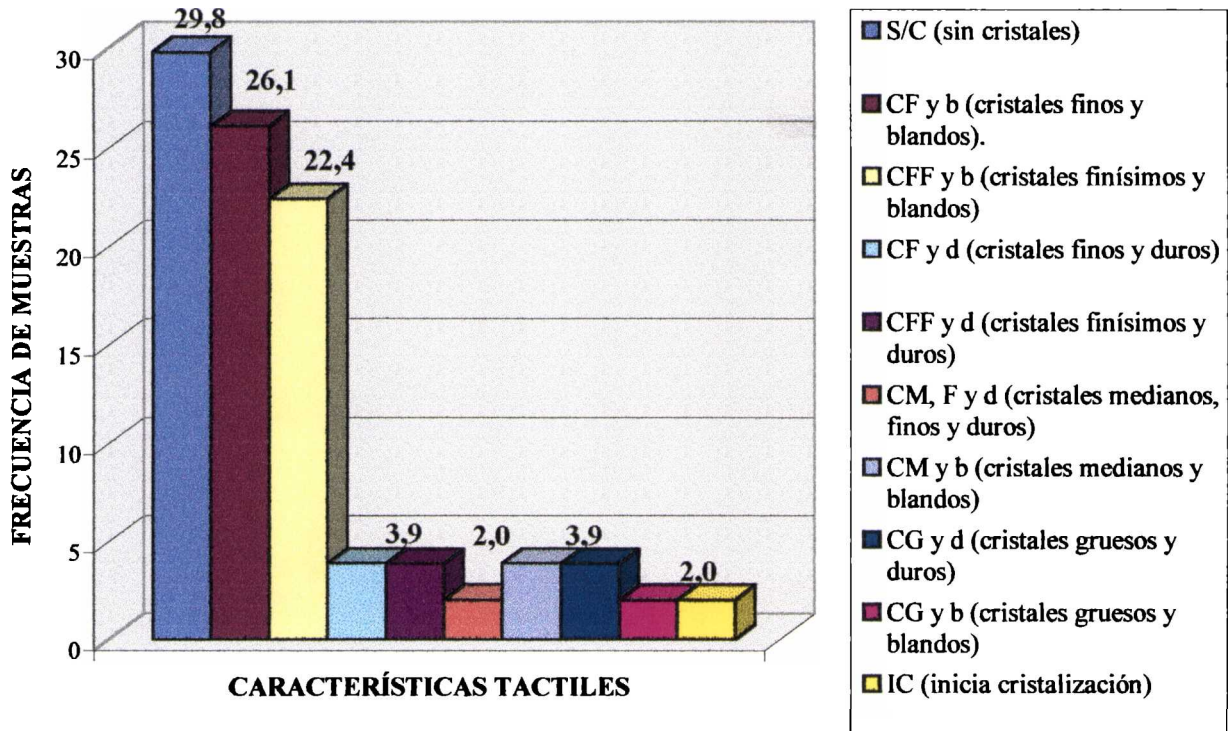
**Carac. relacionadas al origen botánico.**

Az: que recuerda a azahares.  
**Defectos.**  
 Hu: Humo.  
 Fe: Fermentación.  
 Fl: Fenol.  
 n.d: no determinado

**GRAFICO IV: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR CARACTERÍSTICAS VISUALES**

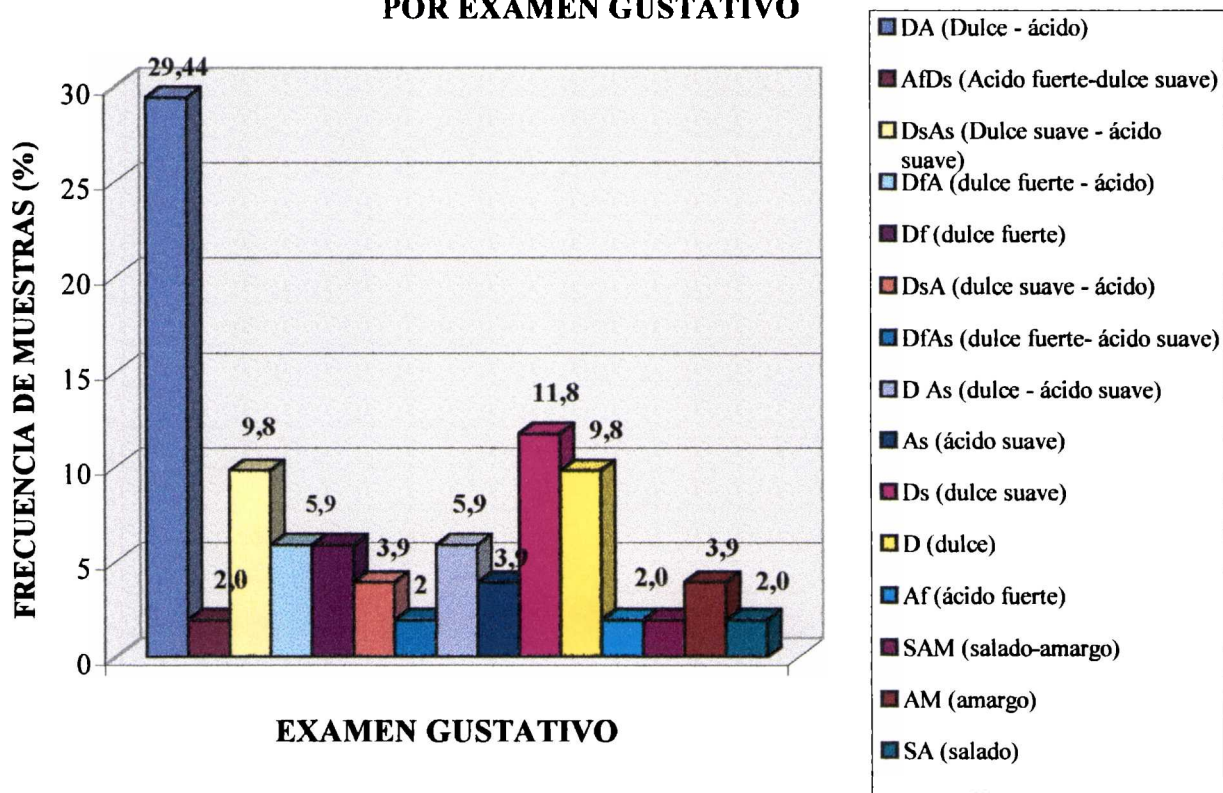


**GRAFICO V: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR CARACTERÍSTICA TÁCTIL**

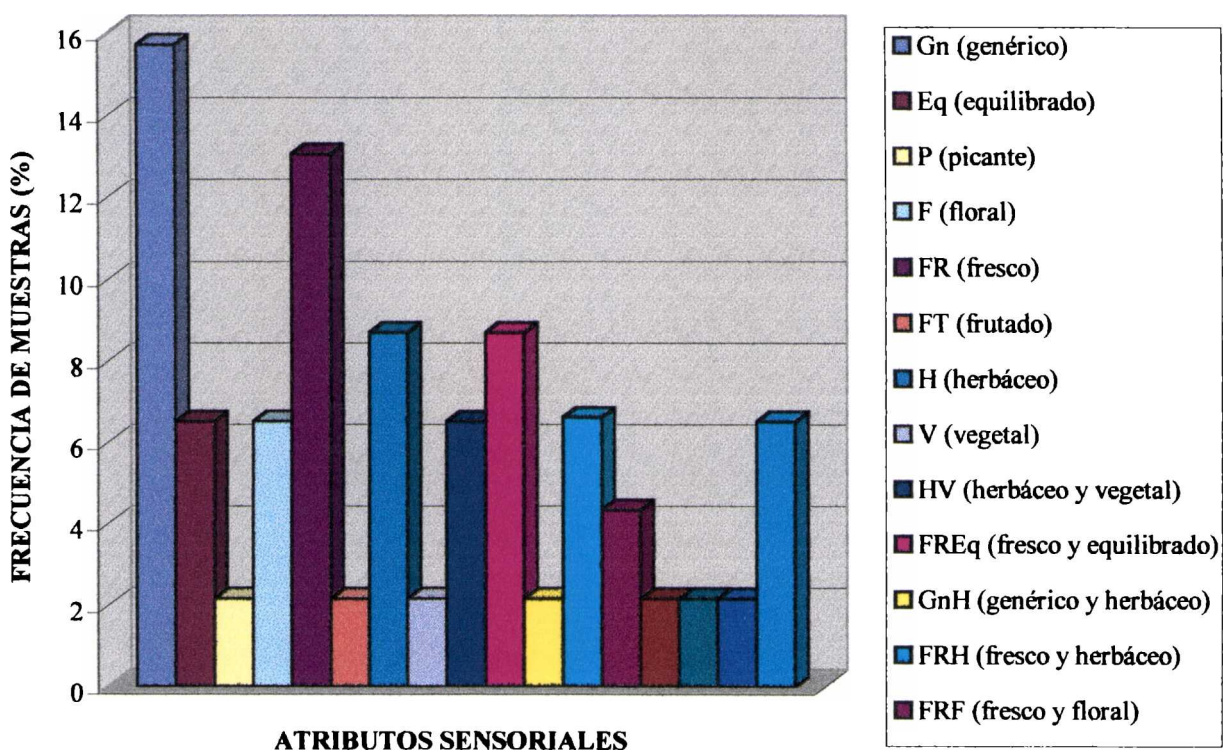




**GRAFICO VI: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR EXAMEN GUSTATIVO**

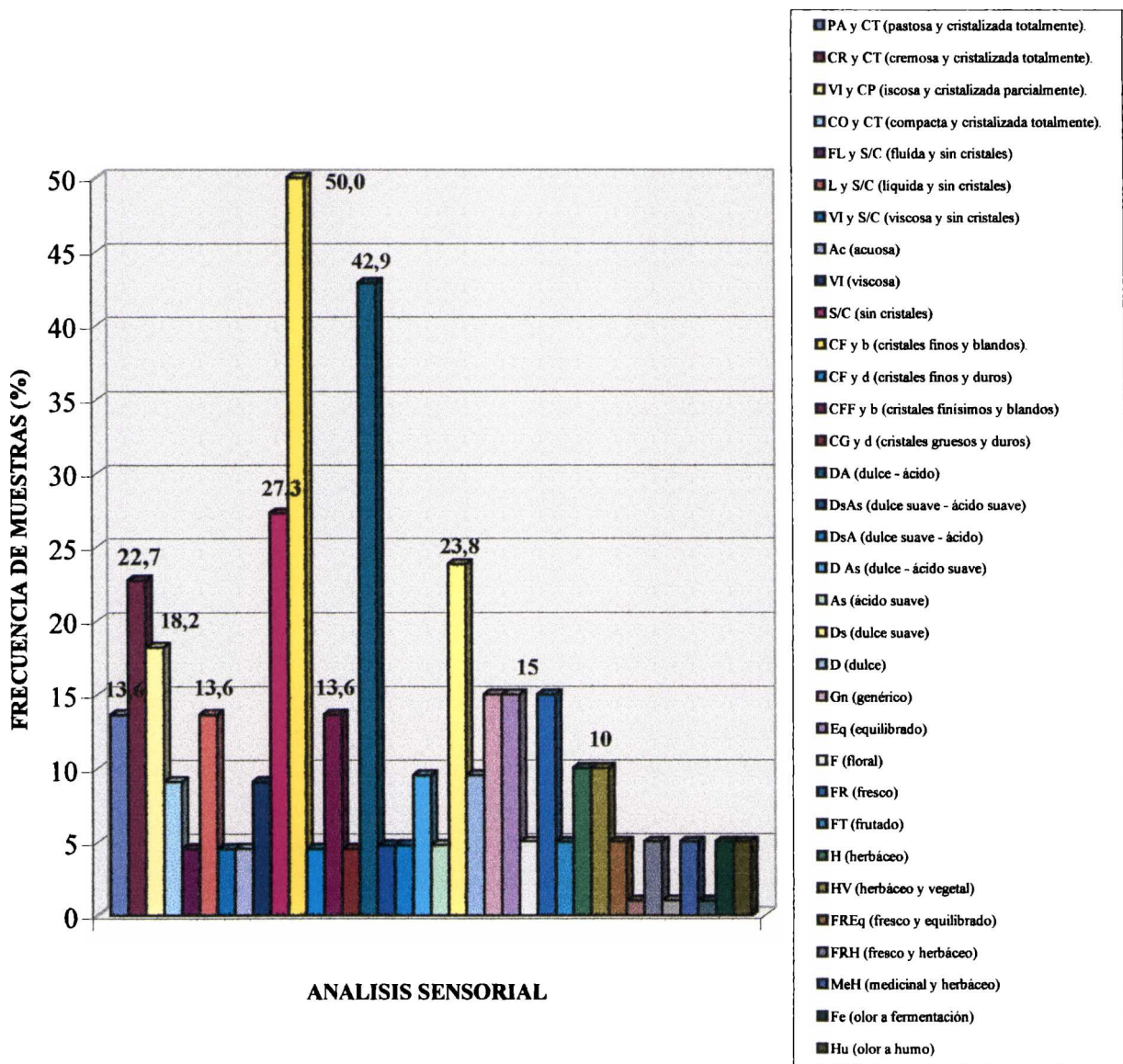


**GRAFICO VII: REPRESENTACION GRAFICA DE ATRIBUTOS GENERALES, DESCRIPTIVOS, EVOCACION Y EFECTOS: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%).**





**GRÁFICO VIII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON UN CONTENIDO DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 20 Y 45 %**



**GRÁFICO IX: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 45 % Y 60 %.**

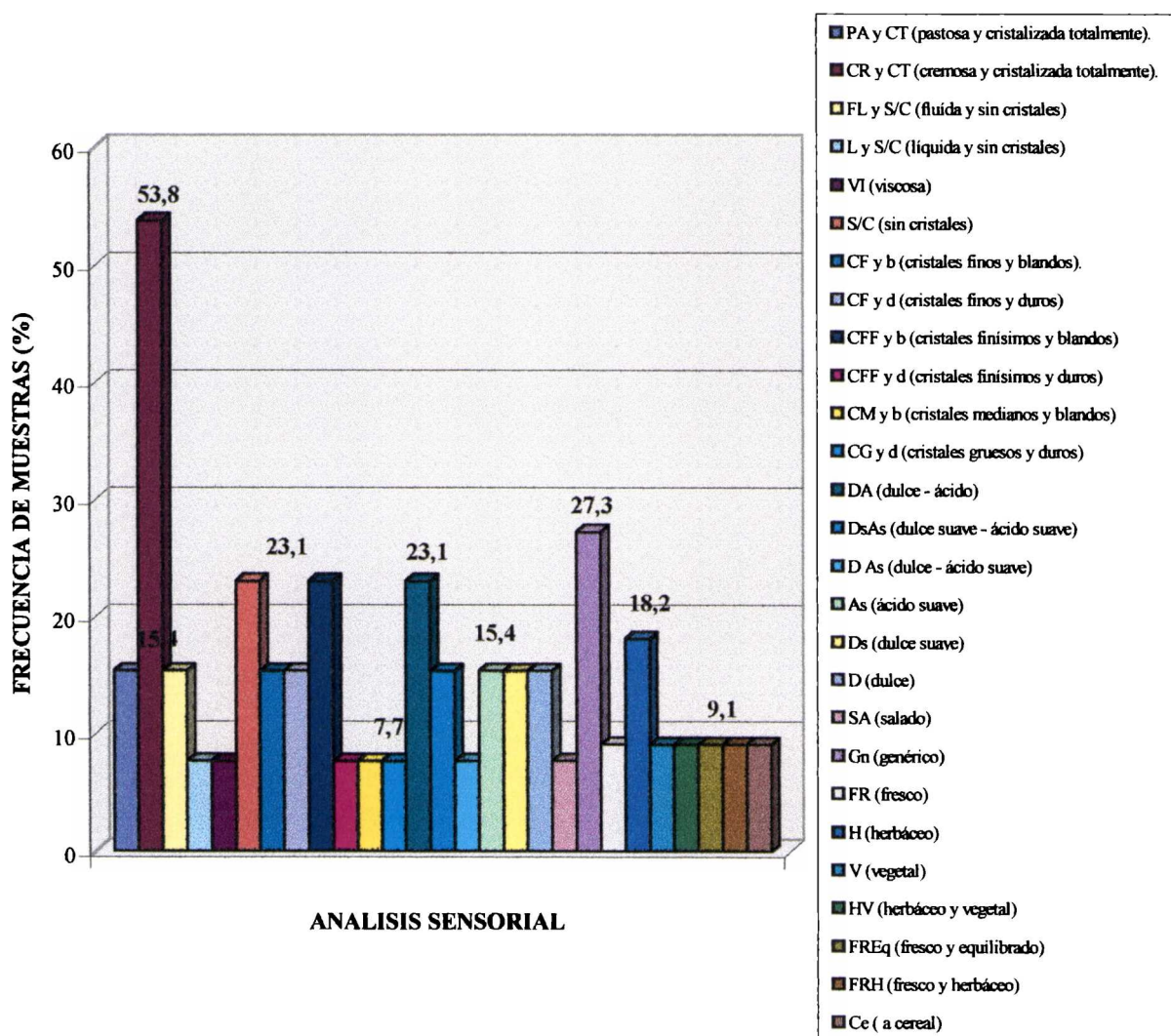
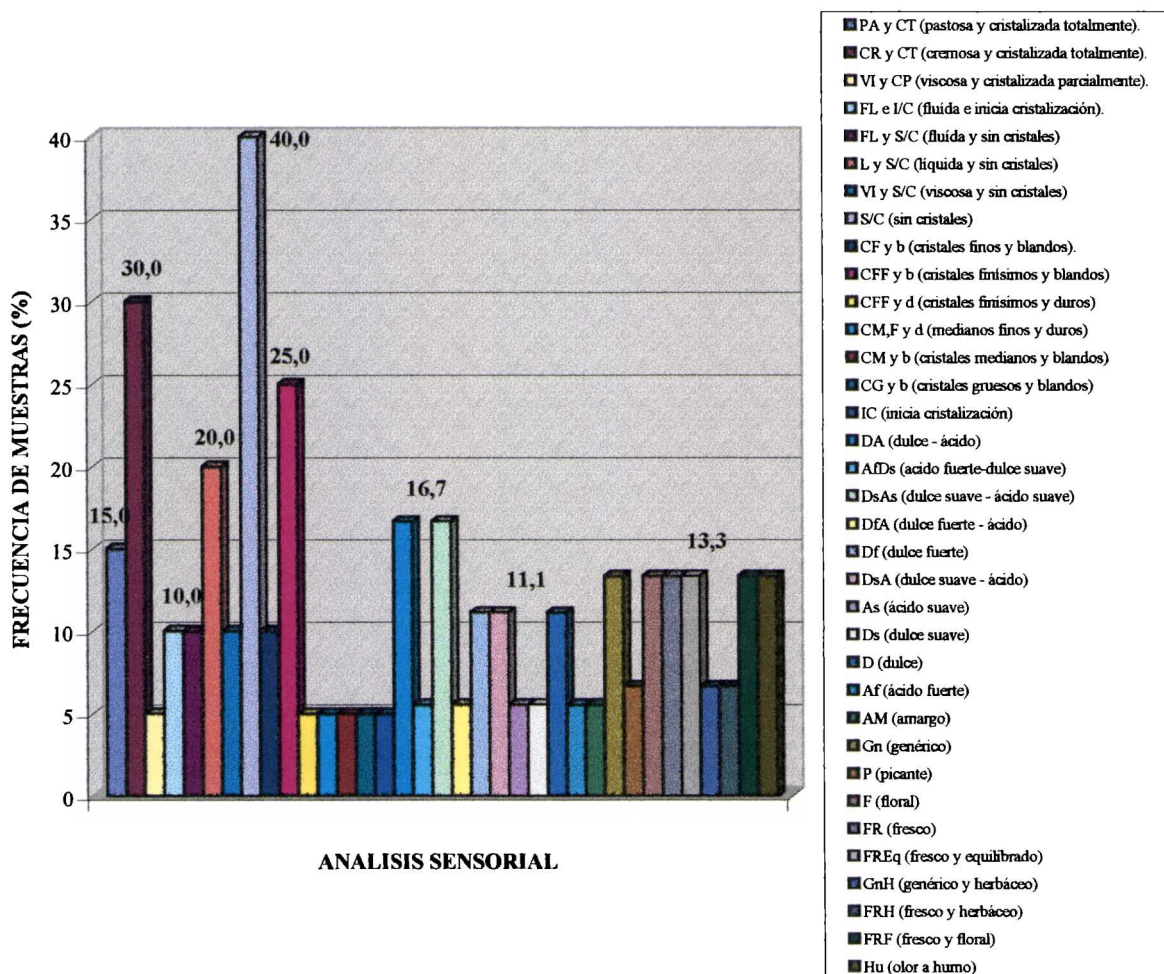
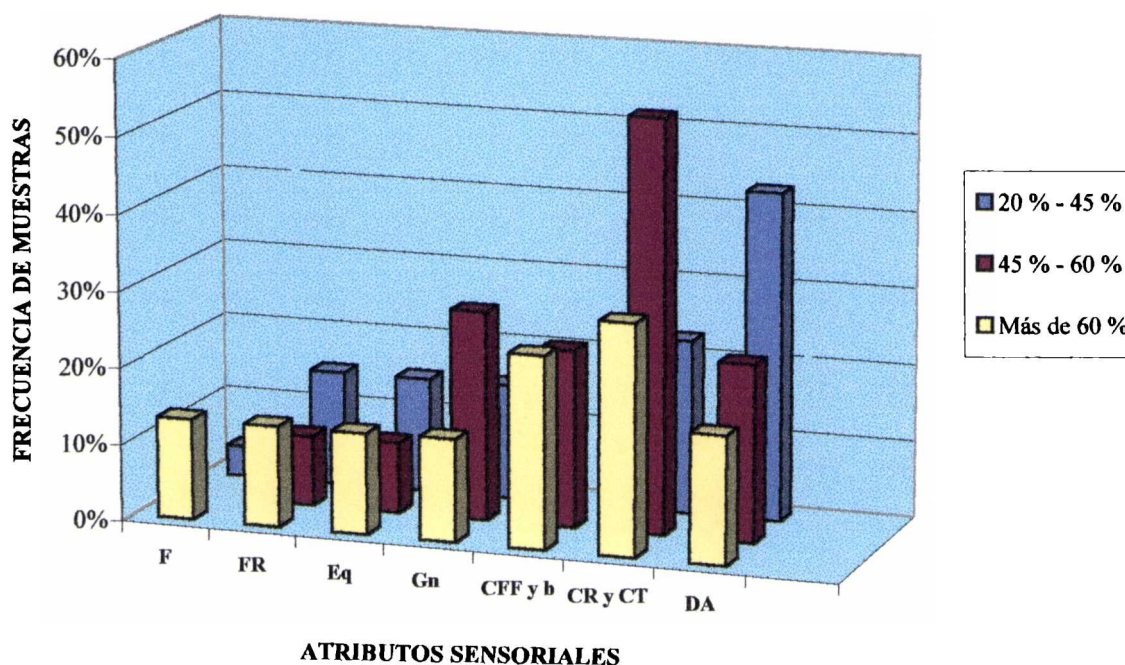


GRÁFICO X: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON MÁS DEL 60 % DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS





**GRÁFICO XI: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES ANALIZADOS EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 20 Y 45 %, 45 Y 60 % Y MAYOR DE 60 %.**



**Referencias:**

**F=** Floral

**FR=** Fresco

**Eq=** Equilibrado

**Gn=** Generico

**Cff y b=** Cristales finísimos y blandos

**CR y CT=** Cremosa, cristalizada totalmente

**DA=** Dulce ácido.

TABLA III: PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS MIELES DE LOTUS CORNICULATUS

Muestras	Color mm Pfund	Humedad %	Acidez libre meq/kg	pH	HMF mg/Kg	Ac. Diast. ND	Glucosa %	Sacarosa %	Cenizas %	Rotación óptica	Pod. Rot. específico	Cond. eléctrica
1	109,0	21,8	71,9	3,8	8,8	60,0	31,2	2,6	0,150	-3,0	-9,8	9,4
2	44,0	21,0	27,6	3,6	6,0	40,4	34,7	0,9	0,045	n.d	n.d	n.d
3	28,0	19,8	26,6	3,6	3,4	36,5	34,2	1,7	0,011	n.d	n.d	n.d
4	39,0	18,8	25,6	3,6	7,0	16,0	31,5	2,9	0,056	n.d	n.d	n.d
5	59,0	18,4	29,4	3,6	2,1	48,9	32,1	5,7	0,070	n.d	n.d	n.d
6	53,0	18,0	29,9	3,7	3,4	49,8	36,5	2,4	0,065	-3,1	-10,6	3,7
7	64,0	19,4	29,9	3,6	0,8	19,6	33,3	3,4	0,190	n.d	n.d	n.d
8	65,0	19,4	41,4	3,7	5,2	48,0	35,1	5,2	0,300	n.d	n.d	n.d
9	32,0	20,4	46,0	3,3	7,0	55,2	33,9	5,0	0,100	n.d	n.d	n.d
10	51,5	19,6	36,8	3,6	1,7	30,9	36,0	1,7	0,250	n.d	n.d	n.d
11	67,2	19,0	46,0	3,7	2,5	36,1	35,1	1,7	0,130	n.d	n.d	n.d
12	81,5	21,0	56,9	3,9	11,9	22,6	39,3	3,6	0,160	-2,6	-8,6	6,9
13	80,5	17,8	30,8	3,8	1,7	31,2	37,8	1,7	0,135	-2,9	-9,9	5,0
14	71,9	17,2	36,8	3,8	4,3	36,0	31,5	5,1	0,180	-2,7	-9,3	5,6
15	70,1	23,2	54,1	3,7	3,4	32,9	32,4	3,4	0,500	-1,9	-6,1	5,3
16	92,0	18,8	40,5	3,8	5,2	36,1	34,7	5,8	0,100	n.d	n.d	n.d
17	53,5	19,0	38,3	3,7	12,6	50,0	34,7	2,4	0,058	n.d	n.d	n.d
18	35,9	18,8	35,9	3,5	6,0	23,8	32,0	7,4	0,037	n.d	n.d	n.d
19	59,8	20,0	37,7	3,6	3,4	35,5	35,1	0,0	0,147	n.d	n.d	n.d
20	29,9	17,2	33,6	3,5	3,4	28,1	33,3	1,7	0,250	-3,4	-11,8	4,2
21	28,9	18,8	45,5	3,5	6,0	48,5	35,1	1,7	0,100	-2,9	-11,7	4,0
22	51,0	21,2	39,1	3,6	1,7	60,0	37,6	1,7	0,040	n.d	n.d	n.d
23	51,5	17,2	29,3	3,6	3,4	23,3	37,1	0,8	0,051	-1,9	-6,6	3,7
24	57,5	20,8	30,0	3,6	4,3	41,6	37,8	1,7	0,172	n.d	n.d	4,0
25	64,3	18,8	39,5	3,6	5,6	32,4	36,0	1,9	0,032	n.d	n.d	n.d
26	73,6	19,2	29,0	3,8	4,3	36,8	36,0	3,4	0,130	-2,3	-9,3	5,6
27	51,5	21,0	37,7	3,6	2,5	47,7	36,9	0,0	0,114	n.d	n.d	4,6
28	48,6	16,9	24,4	3,9	1,9	43,0	37,0	1,7	0,069	-2,5	-10,4	3,8
29	43,6	17,6	26,8	4,1	3,7	39,7	35,1	1,7	0,023	-3,2	-10,4	3,5
30	104,6	19,3	39,6	4,0	3,8	15,2	34,5	2,9	0,170	-2,6	-8,7	6,9
31	75,5	17,6	34,0	4,0	3,9	60,0	37,7	0,4	0,190	n.d	n.d	n.d
32	94,9	19,6	39,8	4,0	1,1	41,6	34,7	1,9	0,220	-2,5	-8,4	5,6
33	47,6	20,6	29,2	4,2	0,9	23,3	33,7	3,7	0,036	-2,9	-9,6	3,3
34	71,7	18,3	33,1	3,9	3,7	36,1	37,0	1,4	0,056	n.d	n.d	n.d
35	85,2	19,1	37,6	3,6	17,0	32,6	35,1	3,4	0,140	n.d	n.d	n.d
36	59,0	16,7	29,2	4,0	1,1	15,2	36,0	1,9	0,120	n.d	n.d	n.d
37	76,7	15,6	18,4	5,0	1,0	34,0	37,0	1,4	0,220	n.d	n.d	n.d
38	73,7	16,6	31,0	4,0	2,2	55,0	37,0	0,0	0,096	-2,4	-10,0	4,8
39	71,7	20,1	41,3	5,0	1,5	19,0	36,0	2,7	0,090	n.d	n.d	n.d
40	82,4	18,3	41,4	4,0	4,5	29,2	35,0	2,7	0,250	n.d	n.d	9,1
41	83,4	18,0	23,9	4,0	2,5	31,0	37,0	1,7	0,290	n.d	n.d	n.d
42	66,0	19,1	38,7	4,0	4,7	40,0	36,0	3,7	0,090	n.d	n.d	n.d
43	54,3	19,8	42,4	4,0	1,9	42,0	36,0	3,8	0,030	n.d	n.d	n.d
44	105,6	18,3	46,0	4,0	16,8	15,0	35,0	1,5	0,220	n.d	n.d	n.d
45	72,7	16,7	26,7	4,0	1,2	37,0	36,0	1,5	0,120	n.d	n.d	n.d
46	71,7	16,6	25,4	4,4	13,1	36,1	36,0	1,1	0,042	n.d	n.d	n.d
47	59,0	18,0	46,6	4,2	6,8	65,0	36,0	2,1	0,070	-2,6	-10,7	4,5
48	60,0	21,2	48,8	4,1	2,0	19,8	35,6	2,7	0,005	n.d	n.d	n.d
49	45,6	18,2	37,0	3,5	6,1	60,5	35,1	1,3	0,020	n.d	n.d	n.d
50	22,5	16,4	23,0	3,9	2,2	44,5	37,3	0,0	0,039	n.d	n.d	n.d
51	54,3	16,8	39,5	4,1	14,0	18,8	37,3	0,0	0,087	n.d	n.d	n.d
52	68,7	19,0	29,4	4,1	1,5	23,6	37,8	0,6	0,110	n.d	n.d	n.d
53	55,3	16,4	31,0	3,9	2,5	54,0	37,3	1,8	0,080	n.d	n.d	n.d
54	59,0	17,9	11,6	4,9	0,8	15,0	36,0	2,7	0,240	-3	-10,3	7,4
55	59,0	18,5	36,3	3,7	3,5	35,8	37,8	0,6	0,034	n.d	n.d	n.d
d.s máx %	1,3	0,6	2,3	0,5	1,7	1,5	1,3	1,2	0,8	0,2	0,9	0,5

Los valores son promedio de al menos dos ensayos, la desviación estándar máxima (d.s.máx. %) se indica en el cuadro. n.d : no determinado.



**TABLA IV: ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

PARÁMETROS	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
Color (mm pfund)	22,5	109,0	62,5	19,5
Humedad (%)	15,6	23,2	18,8	1,6
Acidez libre (meq/Kg)	11,6	71,9*	35,6	9,9
pH	3,3	5,0	3,9	0,3
HMF (mg/Kg)	0,8	17,0	4,6	3,9
Ac. Diastásica (ND)	15,0	65,0	36,5	13,3
Glucosa (%)	31,2	39,3	35,5	1,8
Sacarosa (%)	0,0	7,4	2,3	2,3
Cenizas (%)	0,005	0,500	0,122	0,093
Poder rotatorio específico a 20°C	-11,8	-6,1	-9,6	1,5
Conductividad eléctrica 10 <sup>-4</sup> S cm <sup>-1</sup>	3,3	9,4	5,4	1,8

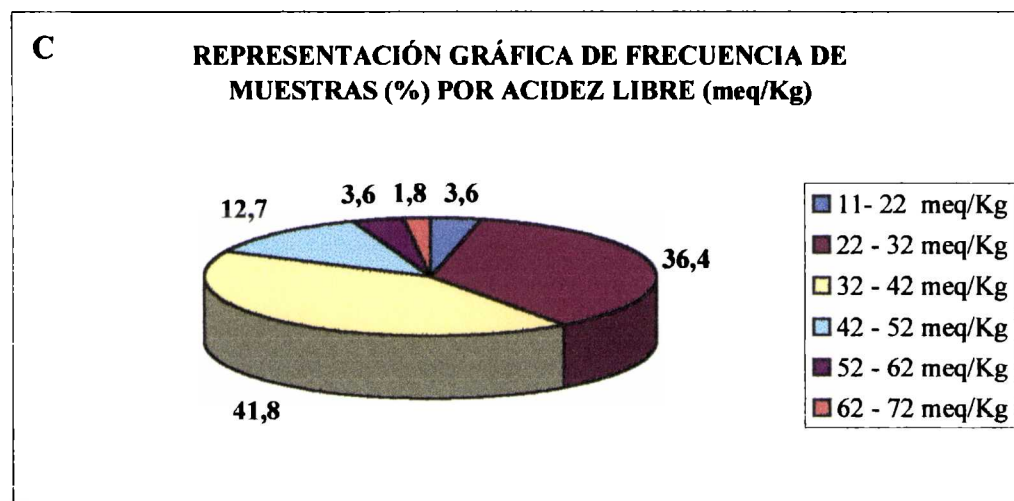
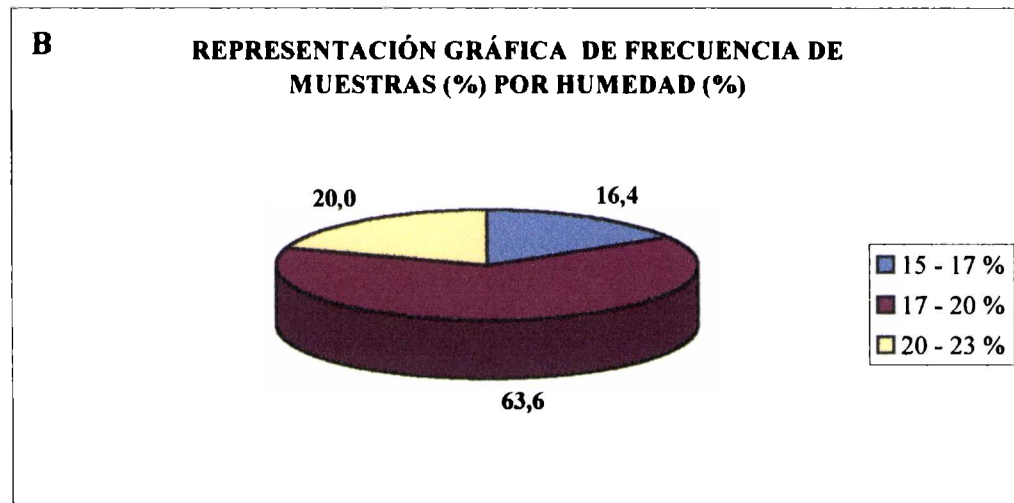
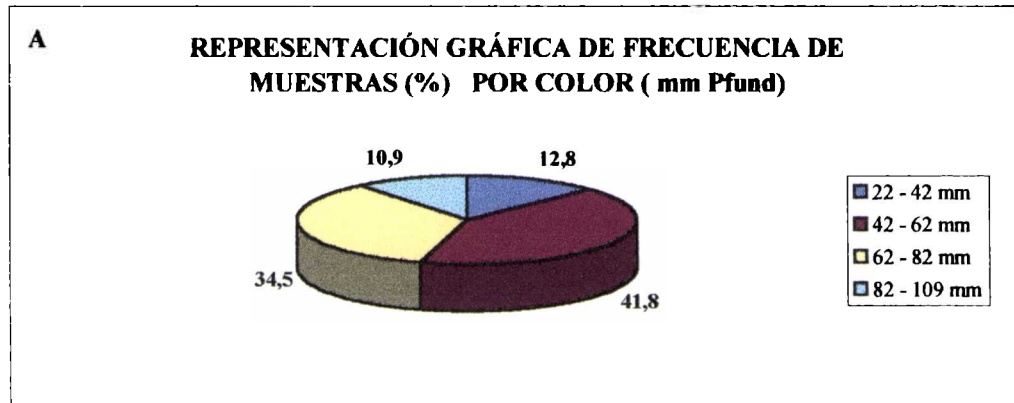
\* Solo una muestra. El resto entre 11,6 y 57.

**TABLA V: VALORES MEDIOS Y DESVIACIÓN ESTANDAR EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 20 Y 45 %, ENTRE 45 Y 60 % Y MAYOR DE 60 %.**

Parámetros	Entre 20 y 45 %		Entre 45 y 60 %		Mayor del 60 %	
	Media	Desviación estandar	Media	Desviación estandar	Media	Desviación estandar
Color (mm pfund)	69,0	30,3	56,1	17,9	60,4	15,5
Humedad (%)	18,8	1,5	18,6	1,5	18,9	1,8
Acidez libre (meq/Kg)	35,7	14,5	33,0	7,3	36,7	8,2
pH	4,0	0,4	3,8	0,2	3,8	0,4
HMF (mg/Kg)	4,3	3,7	3,2	1,6	5,5	4,4
Ac. Diastásica (ND)	31,3	18,4	40,5	11,7	38,6	12,3
Glucosa (%)	34,9	7,7	36,1	1,2	35,7	1,9
Sacarosa (%)	2,6	1,5	1,5	1,2	2,4	1,9
Cenizas (%)	0,123	0,078	0,095	0,080	0,117	0,076
Pod.Rot.Específico	-9,5	1,4	n.d	n.d	-9,7	2,0
Conductividad eléctrica 10 <sup>-4</sup> S cm <sup>-1</sup>	5,7	2,1	n.d	n.d	4,6	0,7

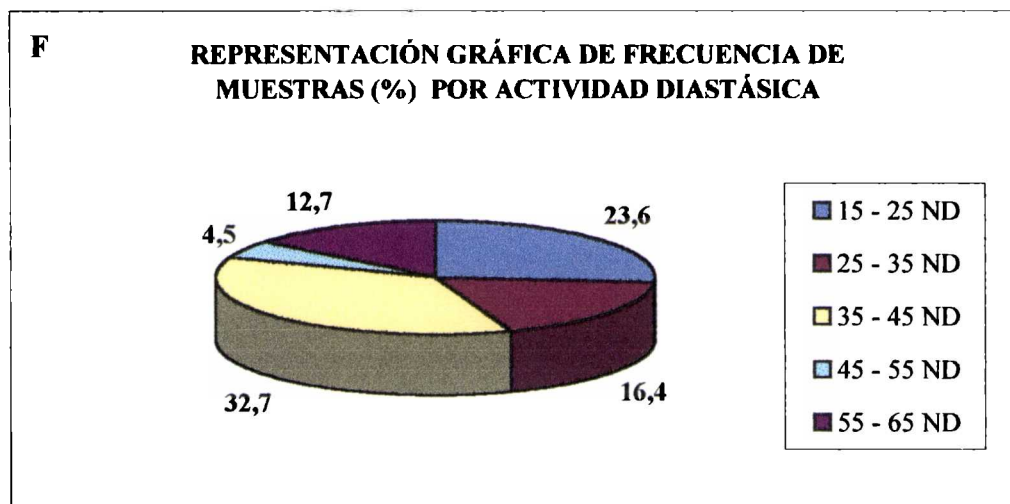
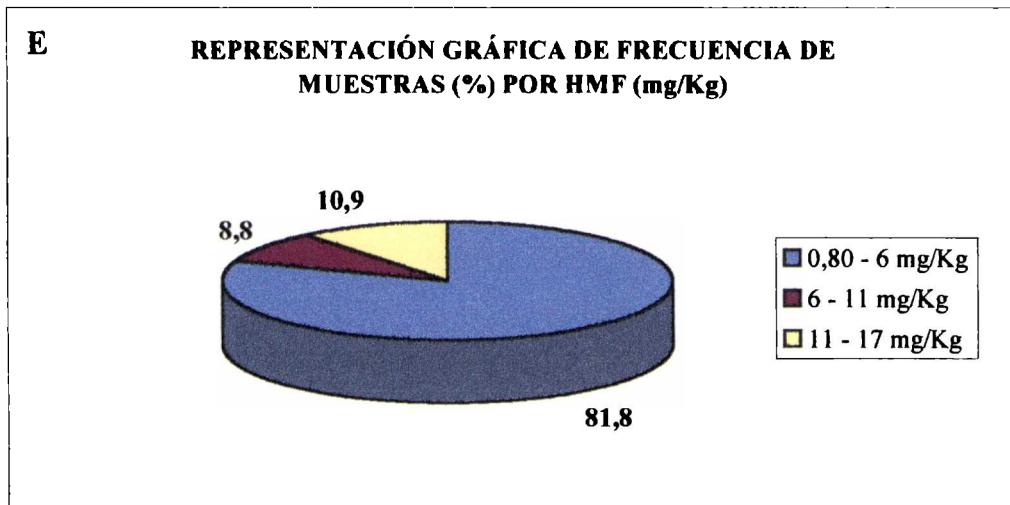
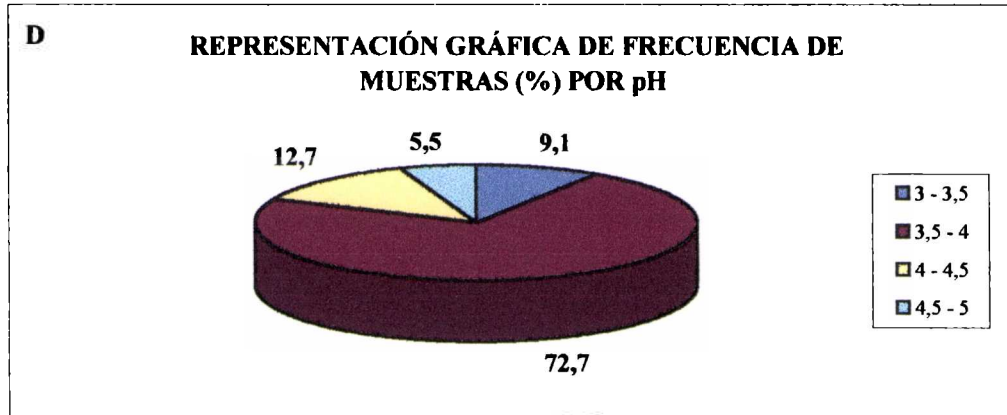
n.d : no determinado

GRÁFICO XII: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICA QUÍMICA EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS.

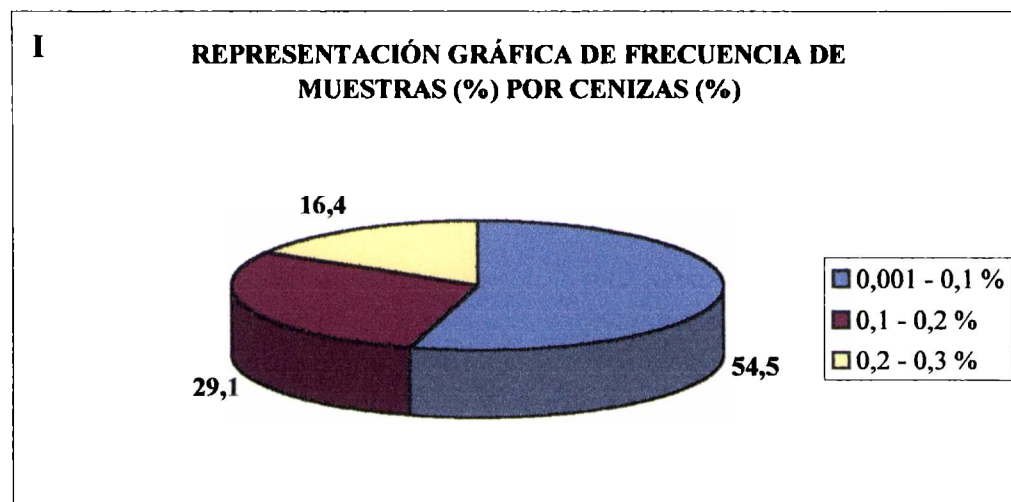
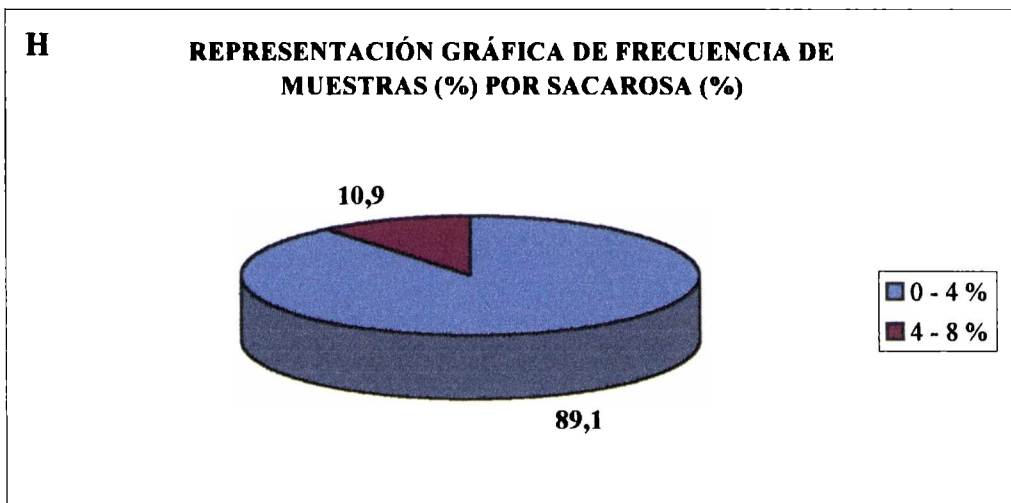




Continuación Gráfico XII



Continuación Gráfico XII



Continuación Gráfico XII

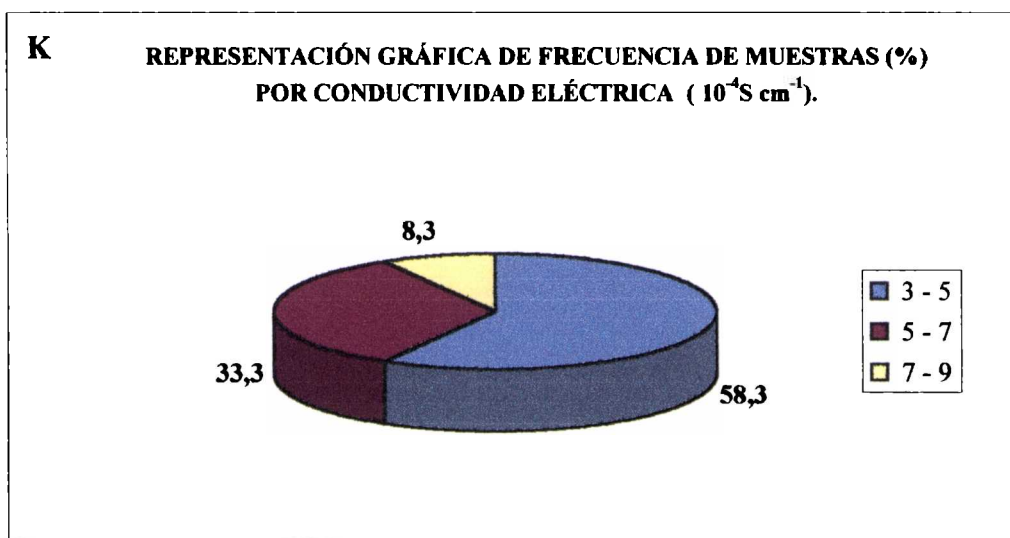
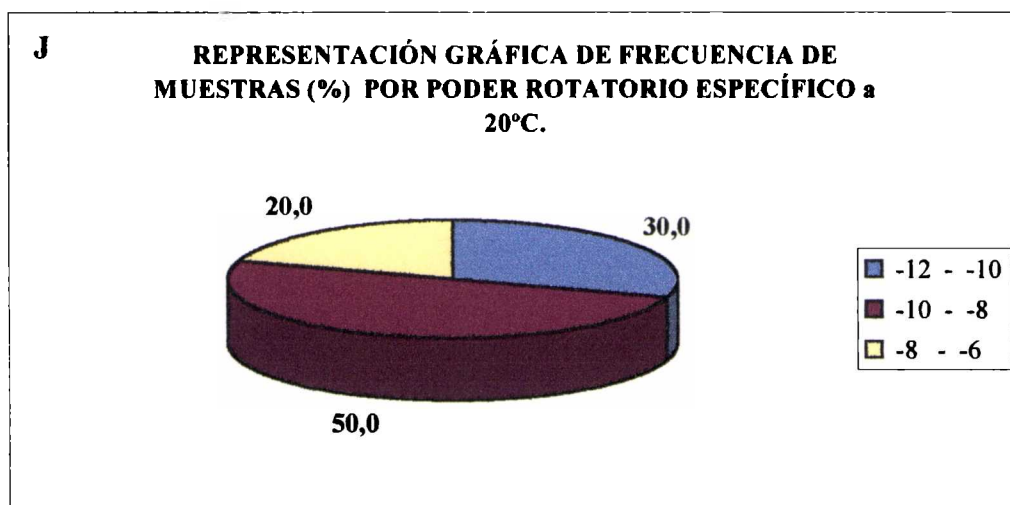
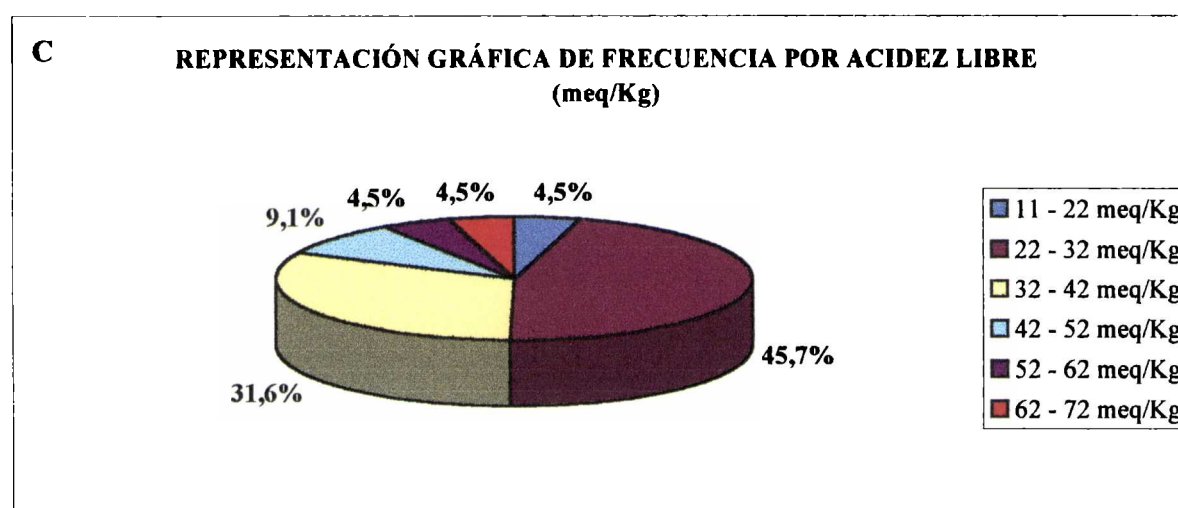
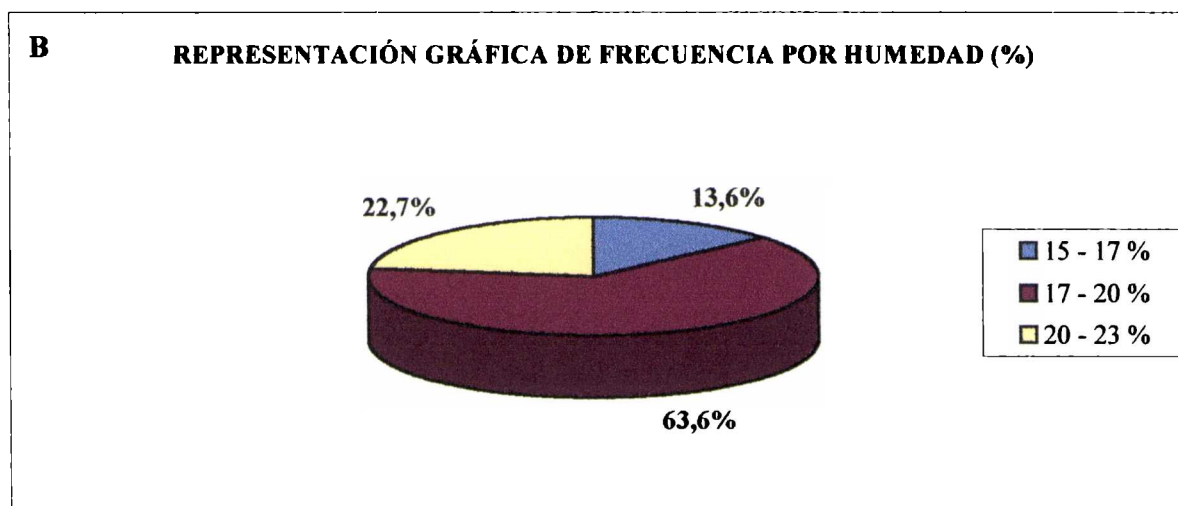
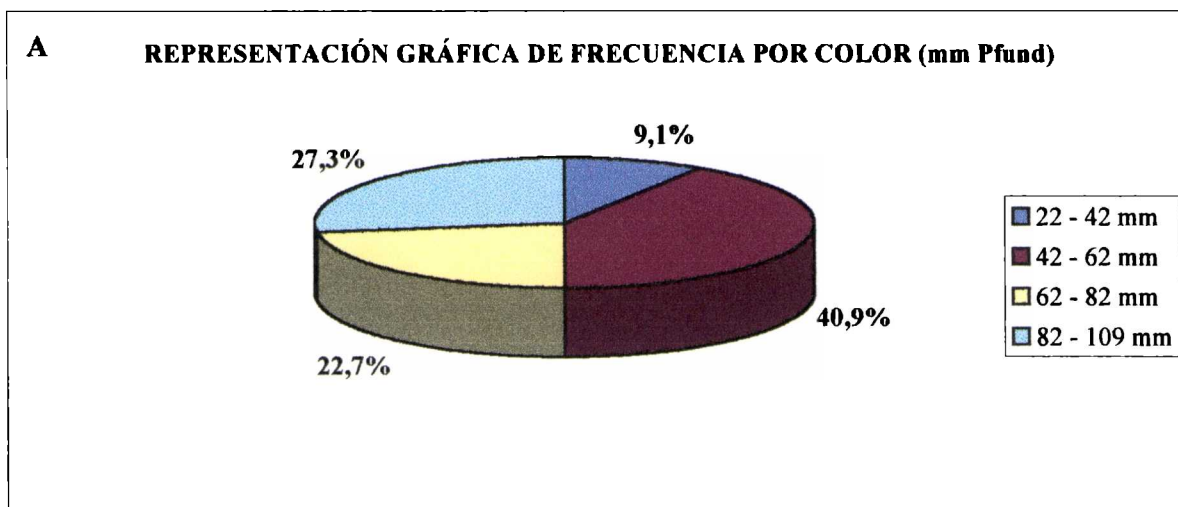
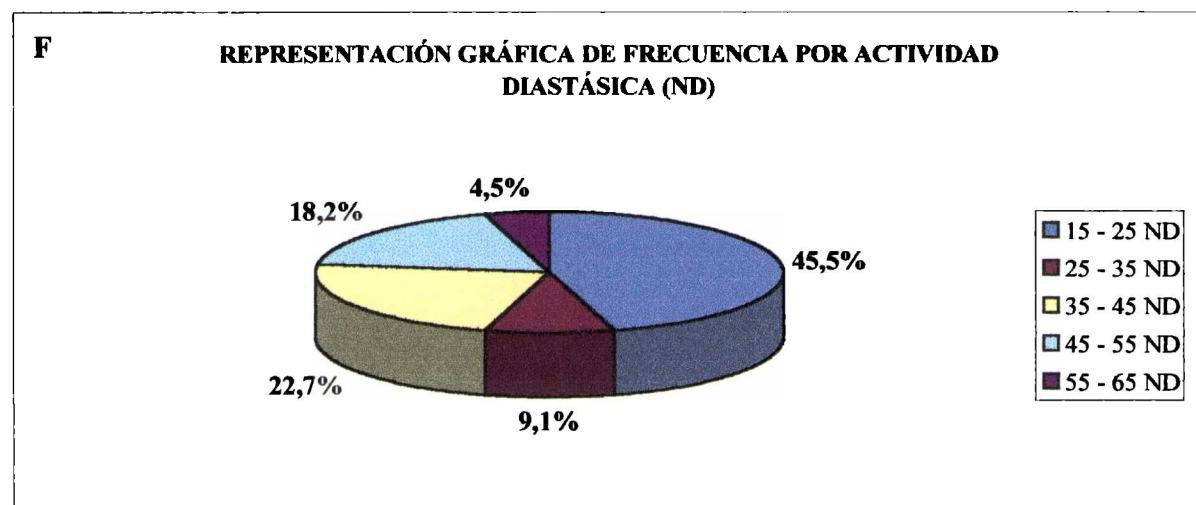
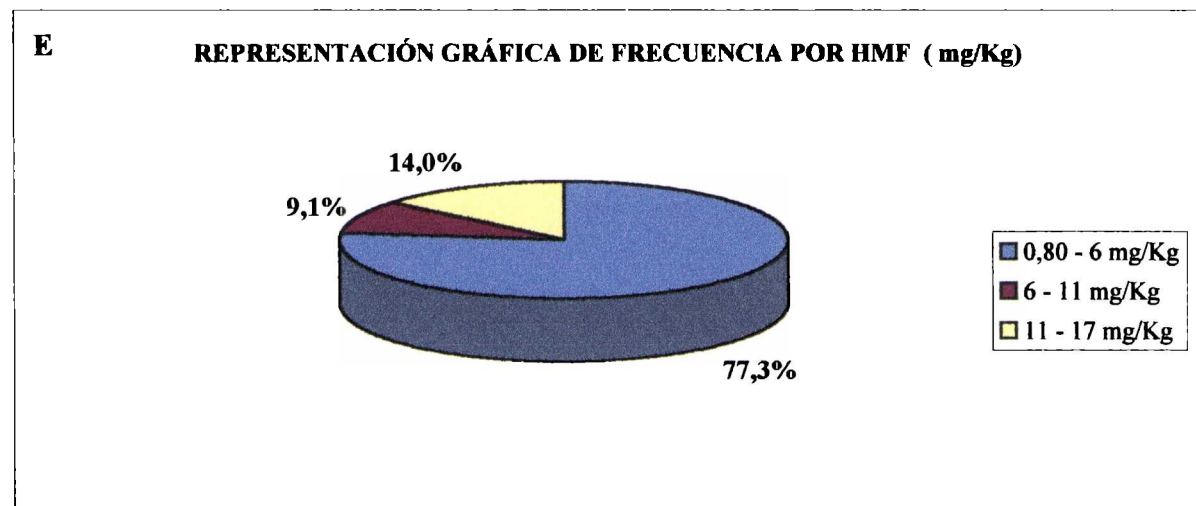
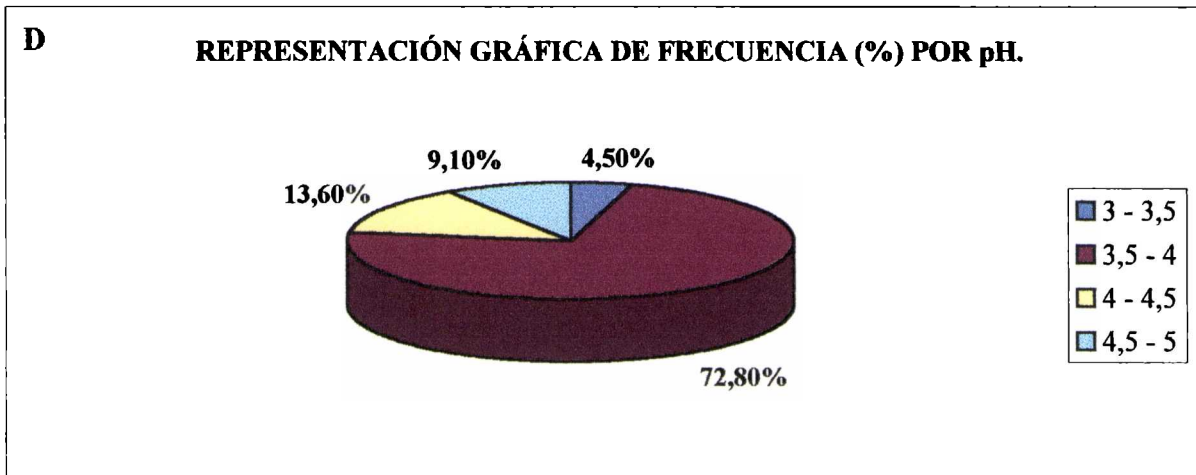


GRÁFICO XIII: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 20 % Y 45 %.

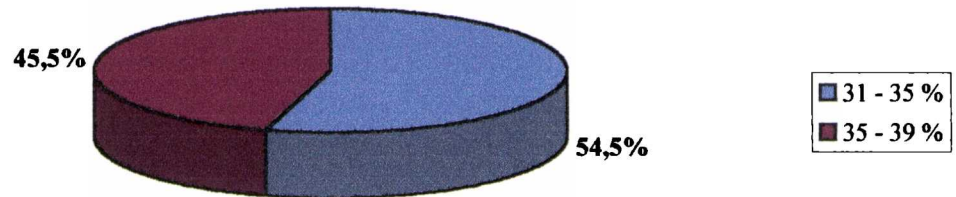


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

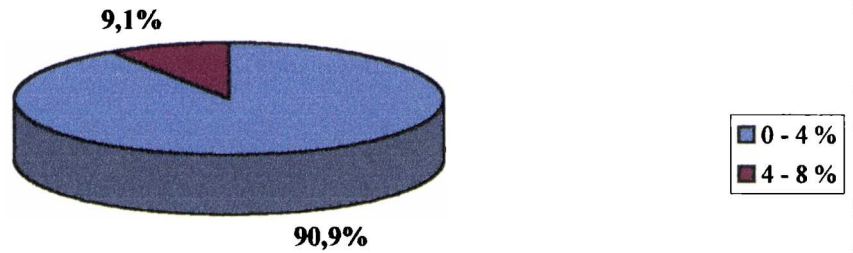


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

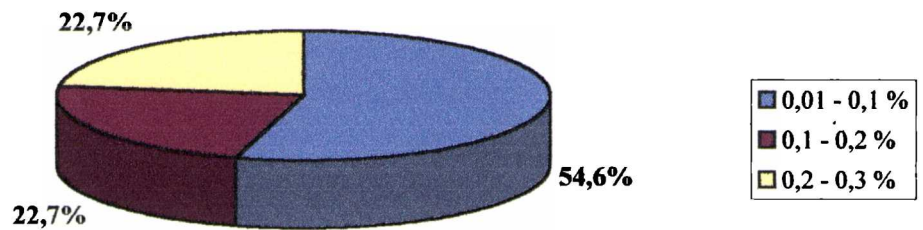
**G** REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR GLUCOSA (%)



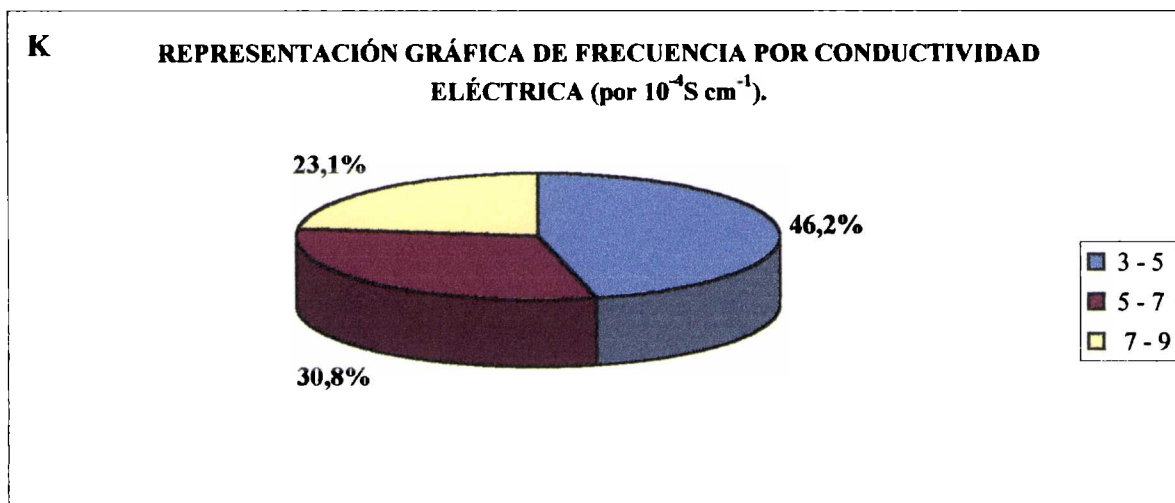
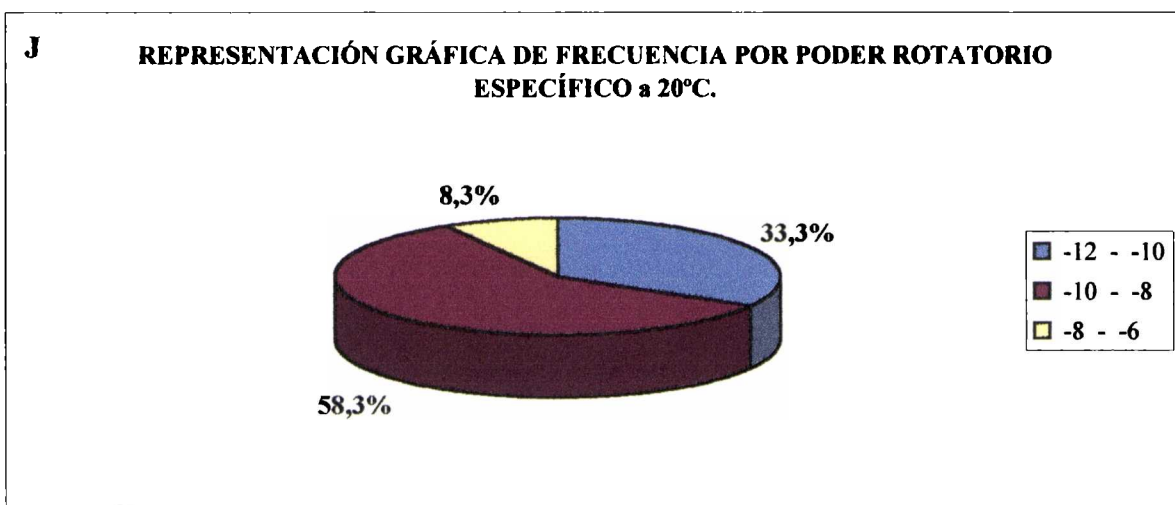
**H** REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS POR SACAROSA (%)



**I** REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR CENIZAS (%)

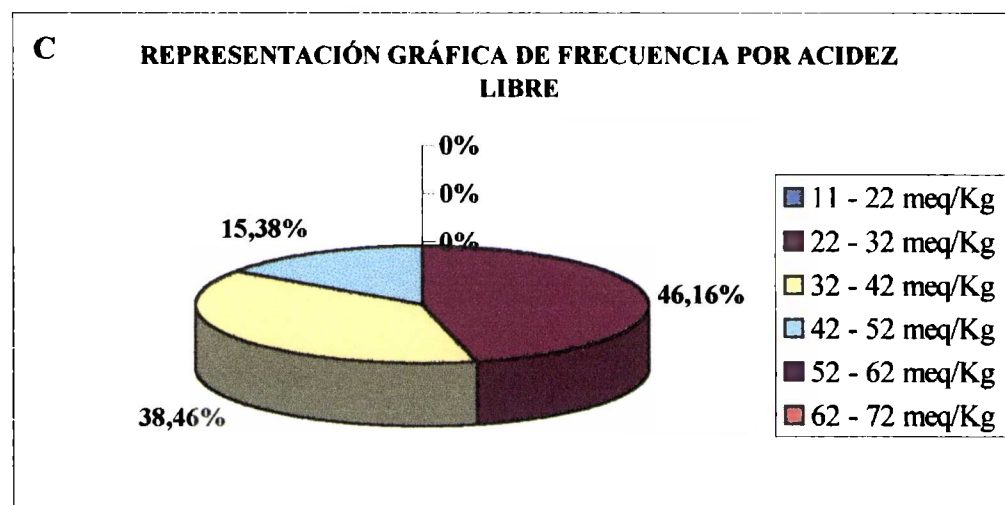
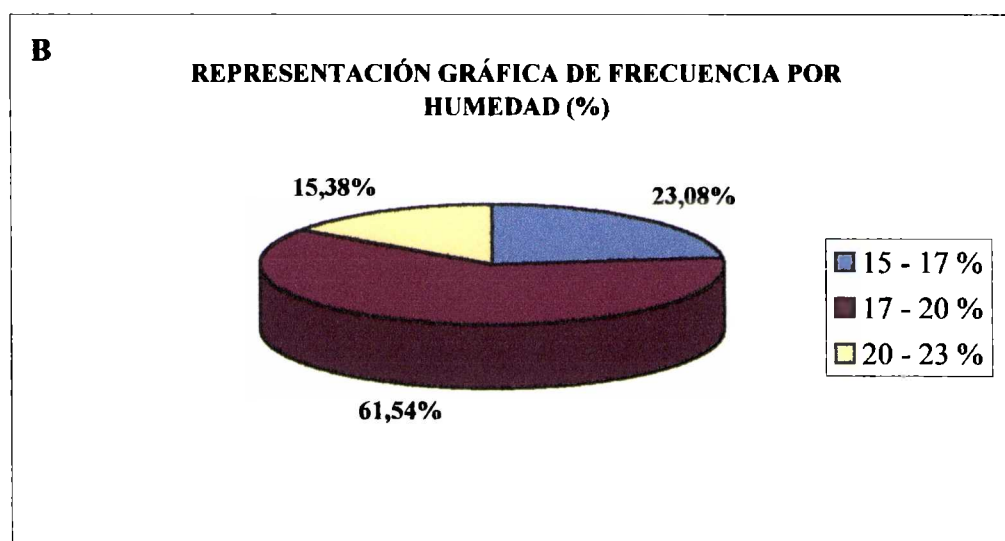
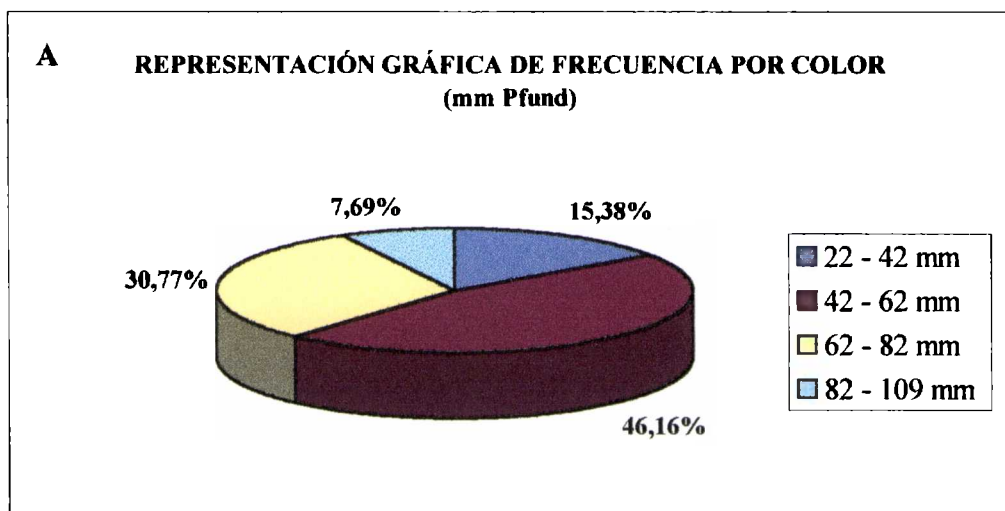


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

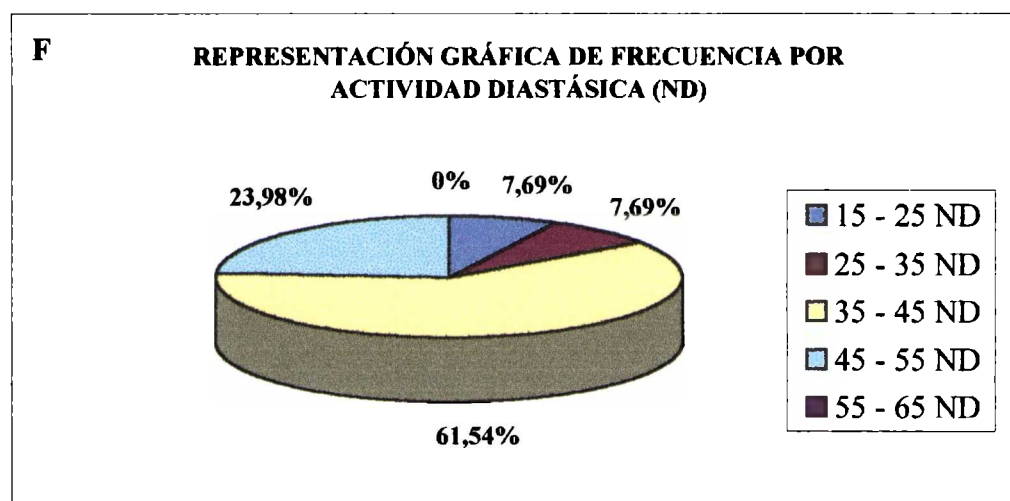
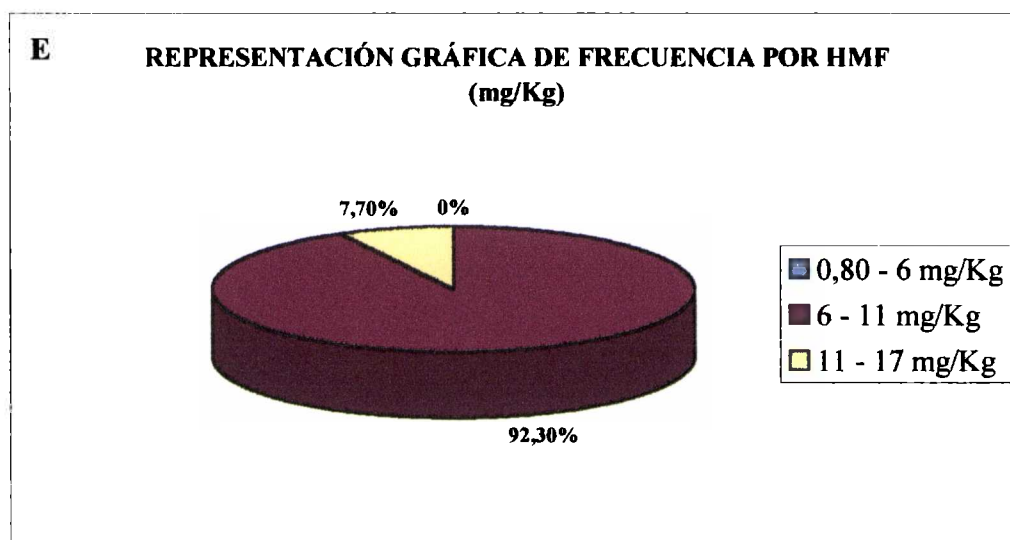
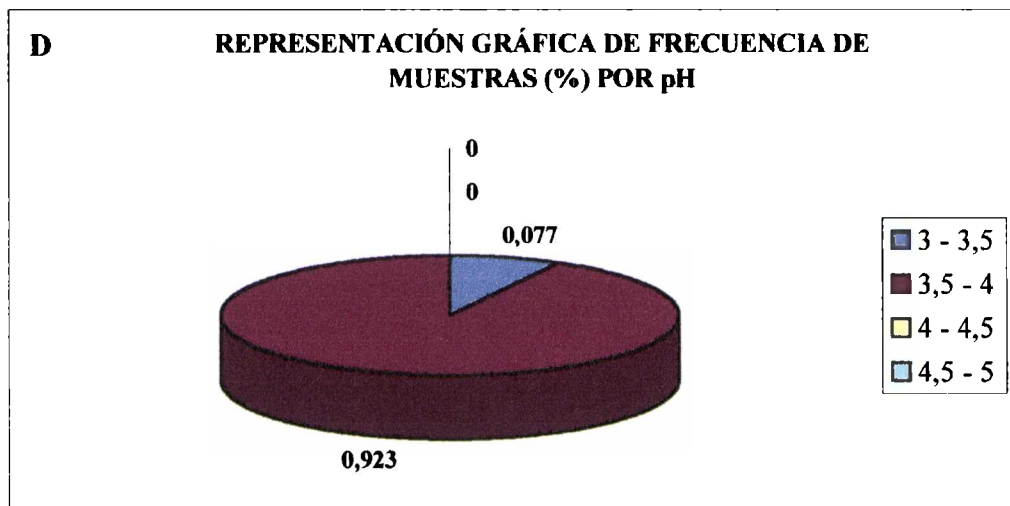




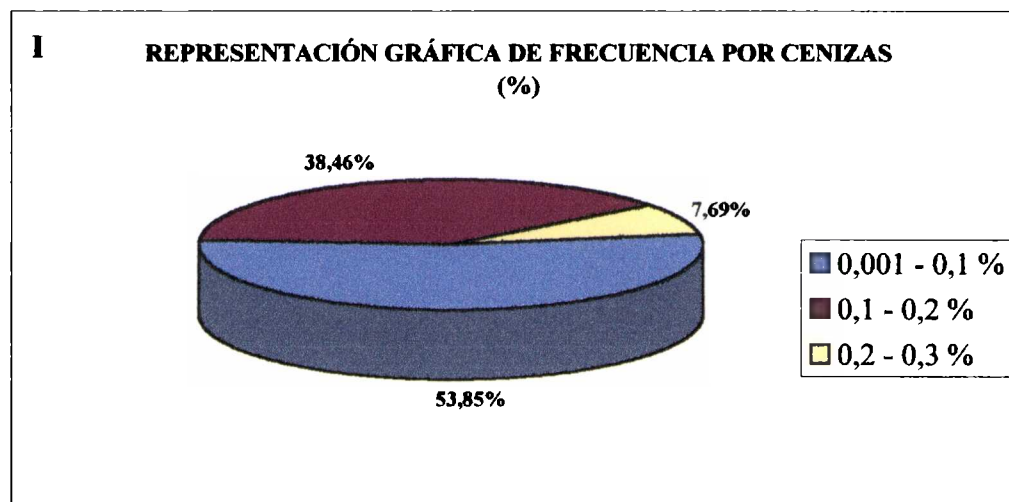
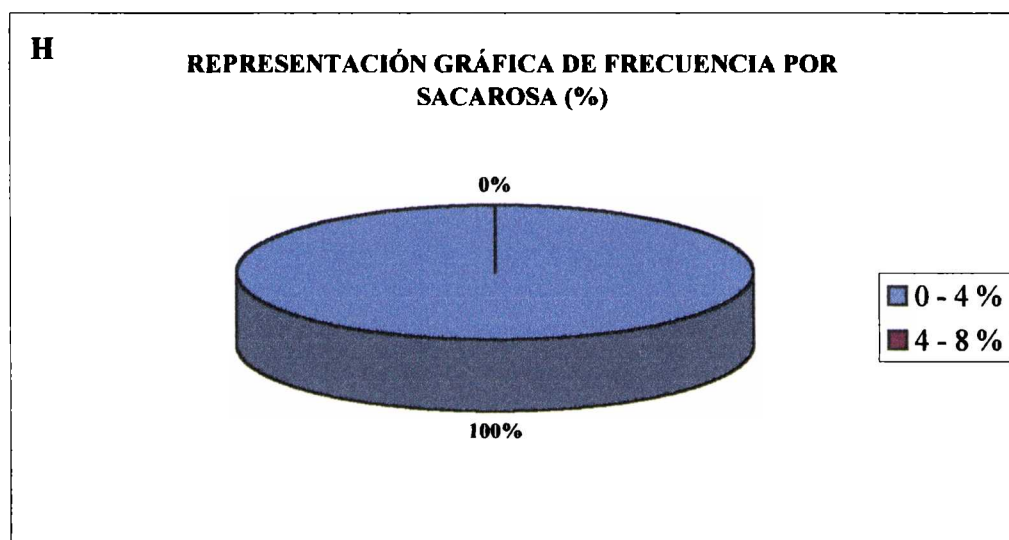
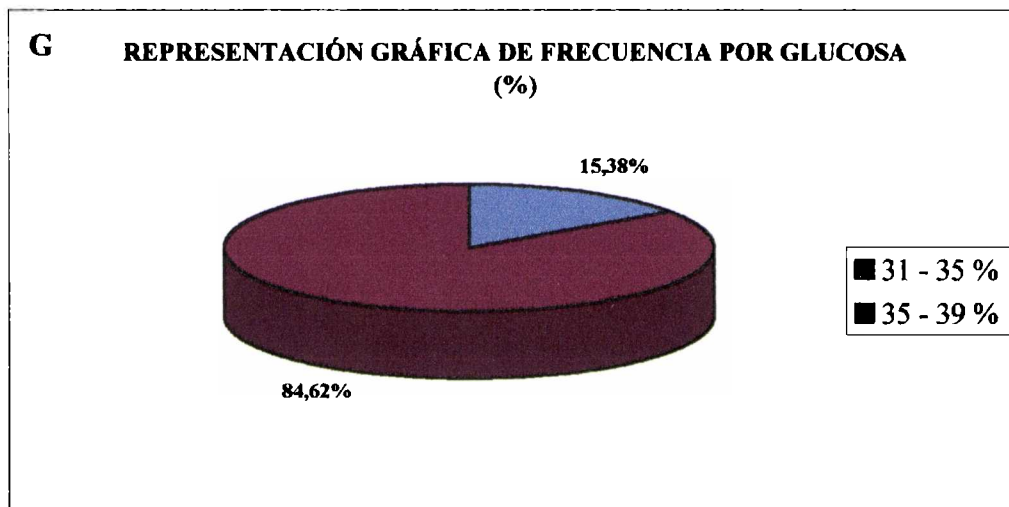
**GRÁFICO XIV: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 45 % Y 60 %.**



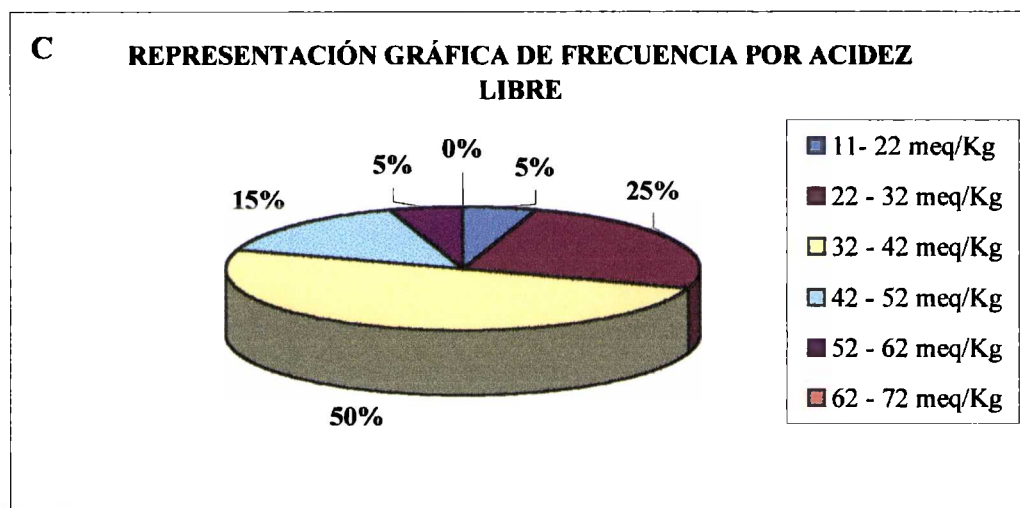
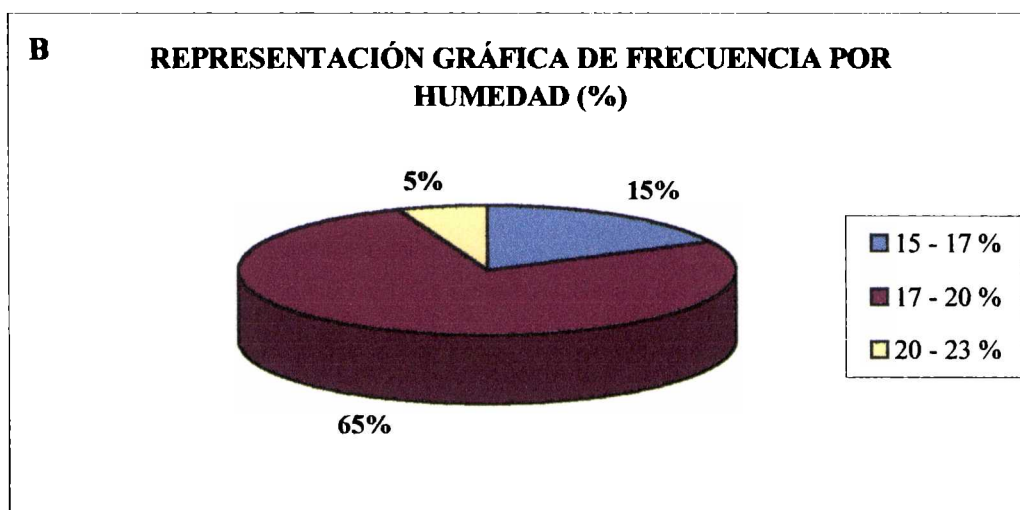
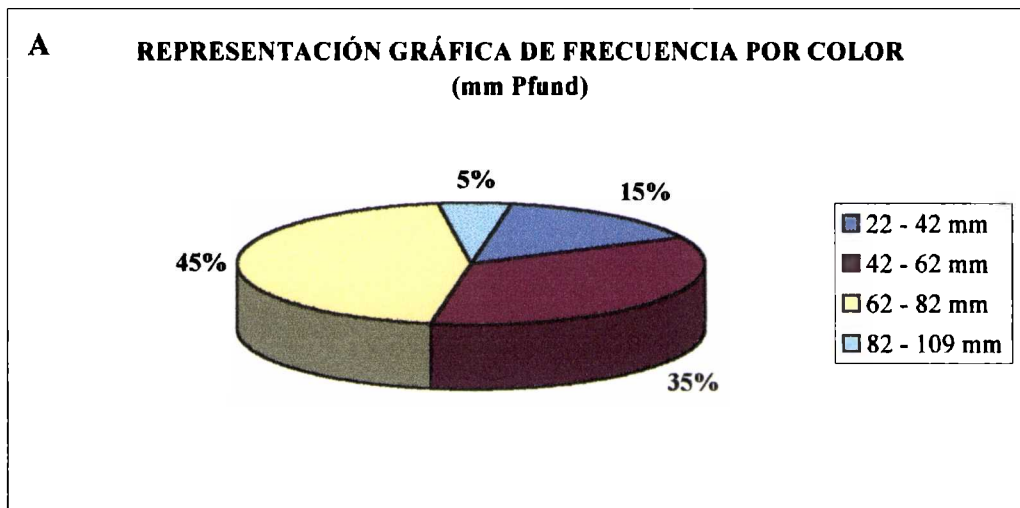
Continuación Gráfico XIV



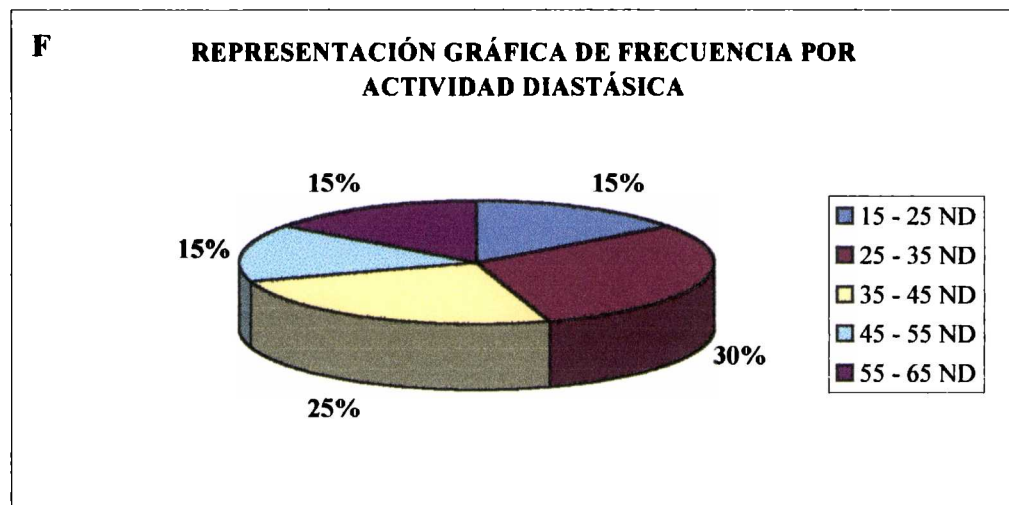
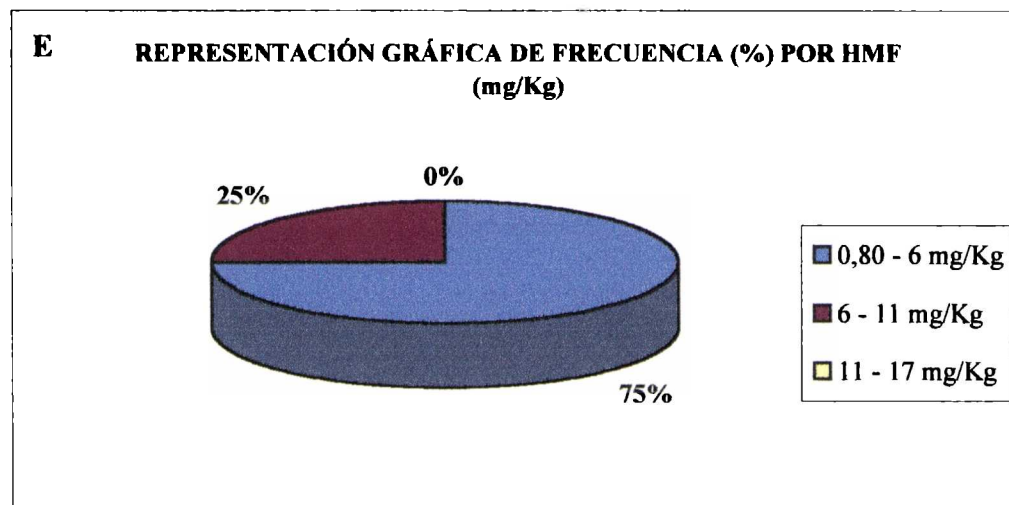
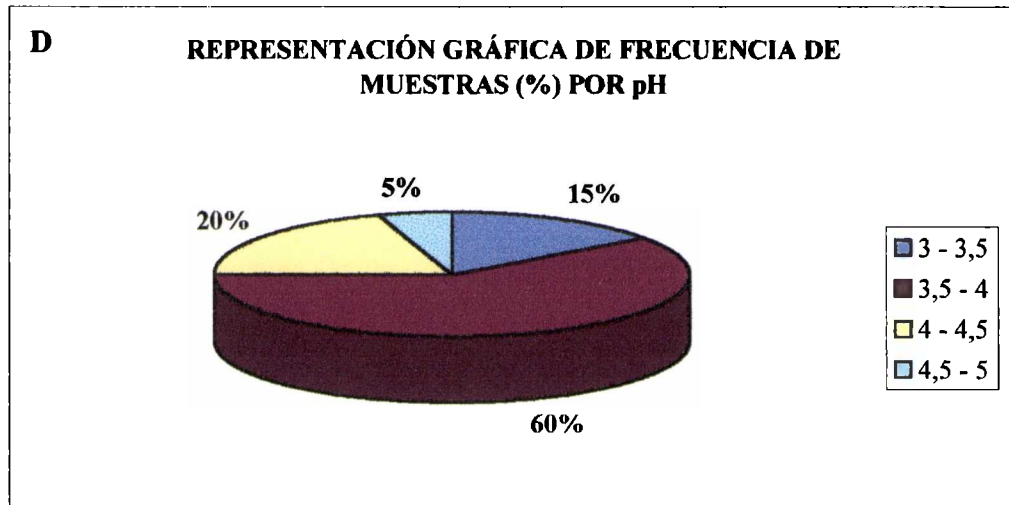
Continuación Gráfico XIV



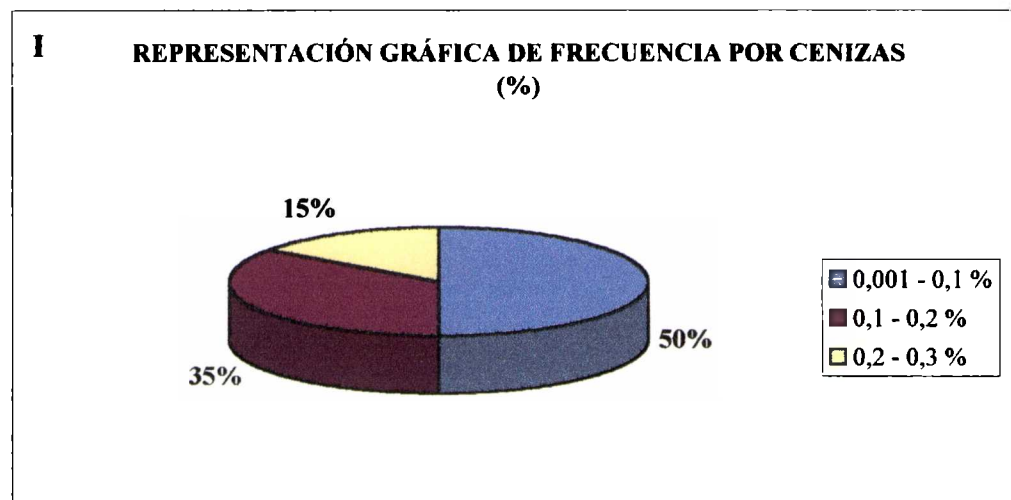
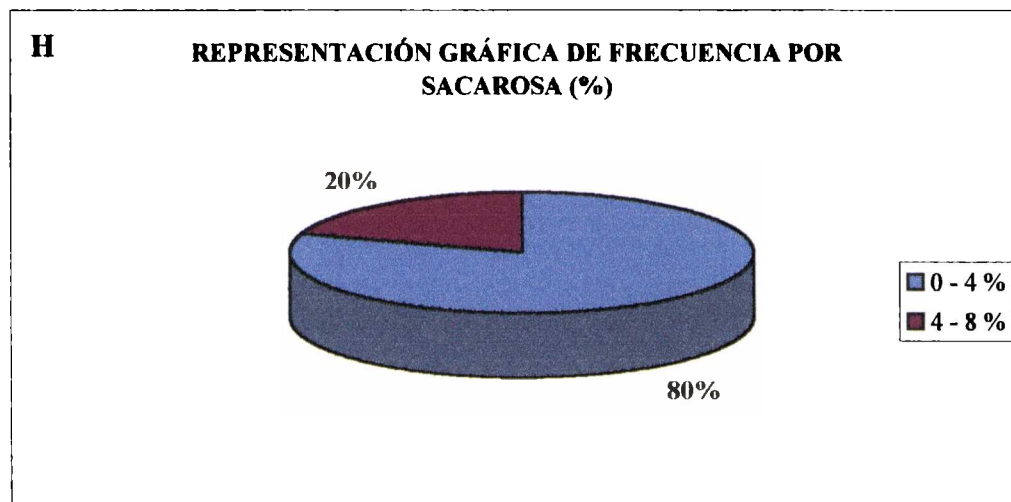
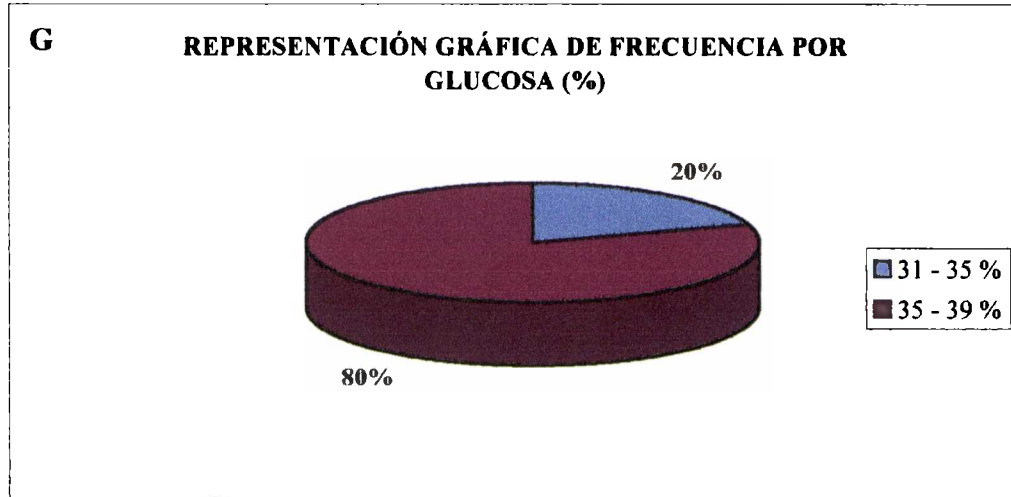
**GRÁFICO XV: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON MÁS DE 60 % DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS**



Continuación Gráfico XV

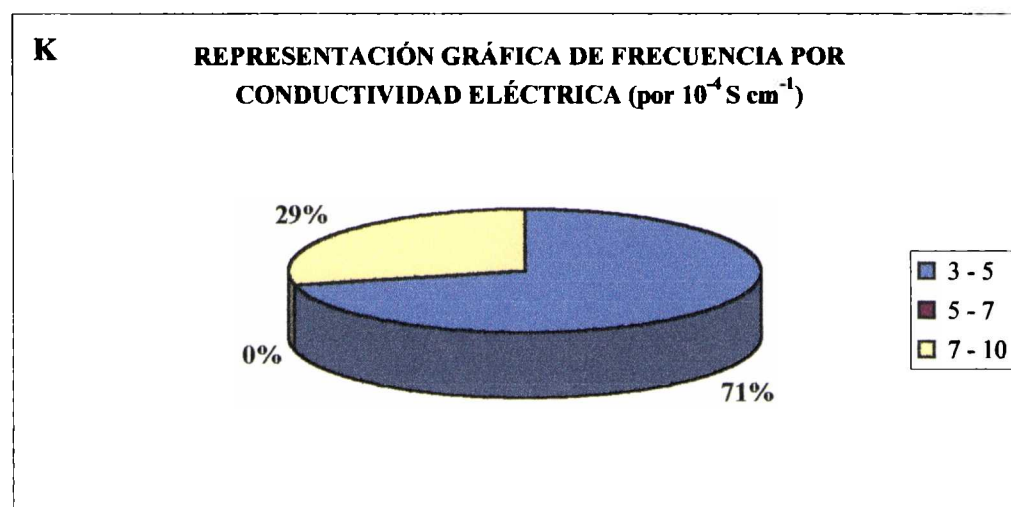
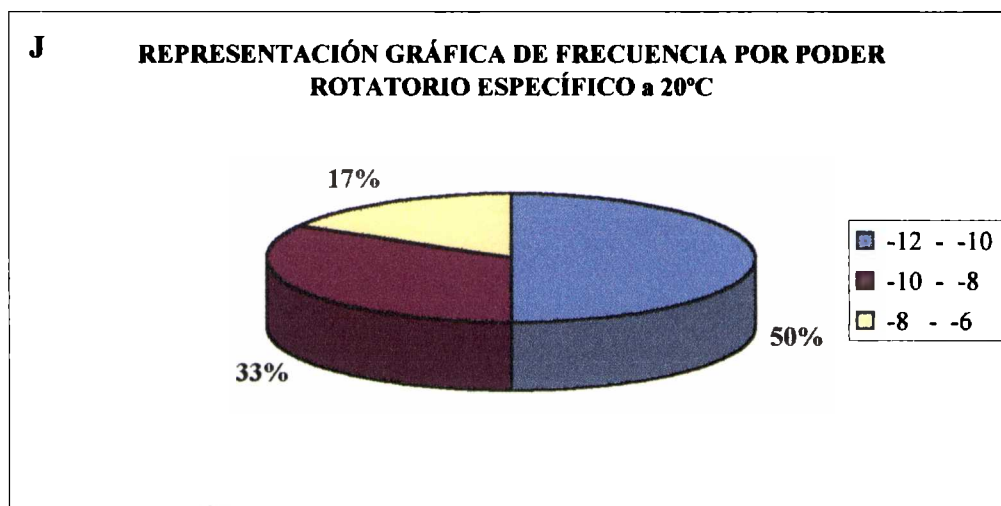


Continuación Gráfico XV



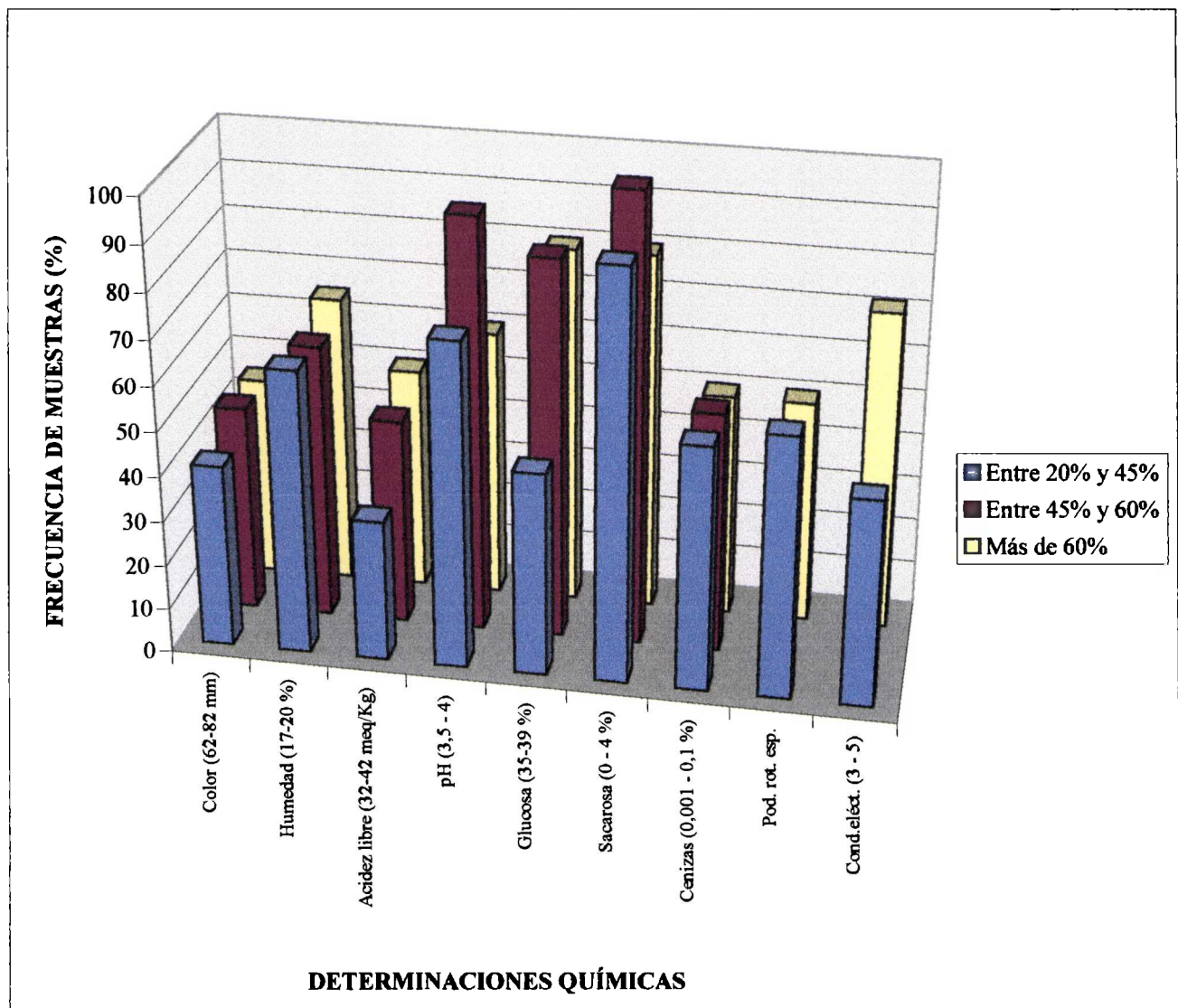


Continuación Gráfico XV





**GRÁFICO XVI: RELACIONES ENTRE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ANALIZADOS EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE LOTUS CORNICULATUS ENTRE 20 Y 45 %, 45 Y 60 % Y MÁS DE 60 %**



#### **4.1.1.3. Discusión de resultados.**

El análisis melisopalinológico permitió determinar la existencia de porcentajes diversos de *Lotus Corniculatus* en todas las muestras con una importante variedad de especies acompañantes (Tabla I).

Particularmente se observó la riqueza polínica de estas mieles. Se identificaron 81 tipos morfológicos en total. El número medio de tipos por muestra fue de 8, el mínimo de 3 y el máximo de 15. El 61,8 % de las muestras presentaron hasta 10 tipos morfológicos, el 23,7 % hasta 15 tipos y un 14,5 % hasta 5 tipos polínicos. Esto muestra que la mayor cantidad de muestras contienen entre 10 y 15 tipos morfológicos diferentes, lo que se justifica por la abundante y variada flora melífera que posee nuestro país. Los tipos morfológicos de mayor frecuencia pertenecen a especies como *Rapistrum rugosum*, *Ammi majus*, *Melilotus albus*, *Ammi viznaga*, *Echium plantagineum*, *Eucalyptus spp*, *Bacharis spp*, *Trifolium spp*, *Eryngium paniculatum*, *Acicarpa tribuloides*, *Antehmis cotula*, *Melilotus spp* y *Solanum sisymbriifolium* (Gráfico I). Las especies como *Eucalyptus sp* tienen influencia sobre las características propias que hacen a la monofloridad de una miel, en este caso tienden a oscurecer el color en algunos casos y a cambiar el sabor con una tendencia más medicinal (muestra 54).

La distribución de las familias por frecuencia muestra que después de *Leguminosae*, las familias más frecuentemente encontradas pertenecen a *Compositae*, *Umbeliferae*, *Cruciferae*, *Myrtaceae* y *Borraginaceae*, que contienen las especies mencionadas anteriormente (Gráfico II).

Del análisis del espectro polínico, podemos observar que el polen de *Lotus corniculatus* se encuentra presente en un rango que va desde el 25 % al 95 %; encontrándose la mayor cantidad de muestras (14,5 %) con un contenido de polen de *Lotus corniculatus* entre un 40 % a 45 % (Gráfico III). El número de muestras que presentan un contenido mayor del 45 % de polen de *Lotus* es mayor que el número de muestras que poseen un contenido menor de 45 % (Gráfico III). Esto demostraría que el 45 % podría ser un límite mínimo para la clasificación de la miel de *Lotus* como monofloral, no coincidiendo con el actualmente establecido por el Reglamento Técnico Mercosur de Identidad y Calidad de Miel. Resol. 1051/95; que es del 20 %.

El análisis sensorial muestra que predomina el gusto dulce-ácido, y los atributos que se destacan son: genérico, fresco, herbáceo y equilibrado. En un 6,5 % de las muestras los atributos sensoriales se encontraban enmascarados por el olor a humo, recurso que usa el apicultor para alejar las abejas durante la recolección de los panales para extraer la miel. En lo que se refiere a la cristalización la mayor cantidad de muestras al momento del análisis se encontraba cristalizada totalmente en forma cremosa. Aunque había un 16 % de muestras líquidas, un 9 % fluidas y un 5,5 % viscosas y sin cristales, todas las muestras cristalizaron completamente en el tiempo. El tipo de cristal que predomina es fino y blando (Gráficos IV, V, VI y VII).

Analizadas las muestras por contenido polínico, se puede observar que en las mieles que contienen entre 20 y 45 % de polen de *Lotus corniculatus*, predomina el gusto dulce-ácido, atributos como genérico, equilibrado y fresco, y que cristalizaron completamente en forma cremosa con cristales finos y blandos (Gráfico VIII).

En las mieles que poseen entre 45 y 60 % de polen de *Lotus corniculatus*, se mantiene el gusto dulce-ácido y el atributo de genérico pero con características herbáceas, con respecto a la cristalización, cristalizaron en igual forma que las anteriores pero predominando los cristales finísimos y blandos (Gráfico IX). Cuando el polen presente es de 60 %, si bien se mantienen las características de gusto (aunque va disminuyendo la frecuencia de muestras), y el atributo de genérico, los descriptivos se definen como más floral, que no se percibía en las dos categorías de mieles anteriores (Gráfico X). Esto indica que el porcentaje de polen no influiría sobre las características de cristalización, pero le daría a la miel un carácter más floral. La comparación de los atributos predominantes se puede observar en el Gráfico XI.

El análisis de los parámetros físico químicos demuestra que el color, medido en la escala de Pfund, varía en un amplio rango, desde 22 mm a 109 mm, con un valor medio de 62,5 mm. También presenta una desviación importante, lo que se justifica porque este parámetro se ve muy influenciado por la flora presente en las mieles. La mayor cantidad de muestras se encuentra en el rango de 42 mm a 62 mm donde se encuentra la media (Gráfico XII A).

La humedad se encuentra en un rango un poco amplio para este parámetro, desde 15 % a 23 %, con una media de 18,8% (Tabla IV), valor que se encuentra dentro del rango de mayor porcentaje de las muestras (Gráfico XII B). El alto valor medio de la humedad en este caso no está relacionado con el origen floral de la miel, sino con la época en que se realizó el muestreo que abarcó desde los meses de Octubre a Junio. Justifican por qué en estas muestras la humedad de la miel fue mayor.

Las mieles analizadas en el presente trabajo presentan valores de acidez sensiblemente elevados, con un valor medio de 35,6 meq/Kg, el rango varía desde 11,6 meq/Kg a 57 meq/Kg. Solamente se obtuvo una muestra con excesivo valor de acidez libre (72 meq/Kg) (Tabla IV). El mayor porcentaje de muestras se encuentra en el rango de 32 a 42 meq/Kg, acercándose mucho al máximo establecido por la legislación (40 meq/Kg) (Gráfico XII C). No coincidimos con Maurizio (1985), quien informa que las mieles de mielada son las que presentan valores medios de acidez de 33,5 meq/Kg; en nuestras mieles no se han detectado elementos de mielada y los valores bajos obtenidos de conductividad eléctrica y cenizas confirman el origen floral de las mieles. Diversos autores (Gonnet 1965; Gonnet y col., 1964; Jachimowicz, 1977); la acidez depende en las mieles del origen botánico y no de la edad de la miel o el inicio de alguna fermentación. De acuerdo al origen floral se han informado valores menores de 20 meq/Kg para mieles de *Citrus* y mayores de 30 meq/Kg para mieles de *Erica* y *Thymus* (Persano Oddo y col., 1988), para mieles de *Lotus corniculatus* u otra leguminosa no se han encontrado datos en la bibliografía.

Con respecto al pH se encontró en el rango de 3,3 a 5 (Tabla IV). Todas las mieles tienen una reacción ácida y para la mayoría de ellas el valor del pH se encuentra entre 3,5 y 4,5. (Persano Oddo y col., 1988). En este caso coincidimos con el criterio general y para este tipo de mieles tenemos un valor medio de pH de 3,9. El 72,7 % de las muestras se ubica en el rango de 3,5 a 4 (Gráfico XII D).

El contenido de HMF fue bajo, con un valor promedio de 4,6 mg/Kg, pero este parámetro es muy variable, sobre todo en relación a la edad de la miel o al calentamiento más que al origen botánico (Tabla IV).

Para la mayor cantidad de muestras, un 81,8 %, se obtuvo un valor entre 0,80 y 6 mg/Kg de HMF, valores propios de mieles frescas recién cosechadas (Gráfico XII E).

Las mieles estudiadas muestran un valor medio de diastasas de 36,5 ND (Nº de diastasa) variando dentro de un amplio rango, de 15 a 65 ND, encontrándose la mayor cantidad de muestras entre 35 y 45 ND, (Gráfico XII F), propio de mieles frescas y no procesadas. Las mieles uniflorales pueden presentar contenidos altos, medios y bajos de diastasa; *Robinia*, *Citrus*, *Taraxacum* y *Erica* tienen bajo contenido de enzimas (Persano Oddo y col., 1988). No se han encontrado en la bibliografía valores de diastasa para mieles de *Lotus corniculatus*.

De los azúcares presentes en la miel se determinó el contenido de glucosa y sacarosa. Los azúcares son importantes porque marcan comportamientos diferentes de una miel a otra (Sabattini y col. 1990). Para el contenido de glucosa se encontró un valor medio de 35,5 % y para sacarosa 2,3 % (Tabla IV). La mayor cantidad de muestras se encuentran en un rango de 35 a 39 % de glucosa y 0 a 4 % de sacarosa (Gráfico XII G y H). Estos valores pueden considerarse normales para mieles florales e influyen positivamente en la cristalización de la miel. Los valores más altos, que se acercan a 39 %, son comparables con los encontrados para otros tipos de mieles de cristalización rápida como por ejemplo para mieles de *Heliantus spp* (Persano Oddo y col., 1988). Para mieles de cítricos, romero, bosque y espliego, Serra y col. (1986) informaron valores más bajos, entre 28 y 32 %; para mieles de *Lotus corniculatus* no se encontraron datos en la bibliografía.

El contenido de cenizas presentó un valor promedio de 0,12 % variando desde 0,005 % a 0,5 % (Tabla IV); el 54,5 % de las muestras se encuentran en el rango de 0,001 a 0,1 % (Gráfico XII I) que se considera normal para mieles de flores y justifican los valores de conductividad eléctrica hallados, confirmando el origen floral de la miel. Aunque existe un 29 % de las muestras que poseen valores de cenizas entre 0,1 y 0,2 %, seguimos hablando de mieles de flores, los valores elevados se deben a la riqueza polínica de las mieles, ya que el polen aporta minerales a la miel.

Las mieles de *Lotus corniculatus* presentan rotación óptica levógira lo que confirma la genuinidad de la miel. El poder rotatorio específico, arroja una media de -9,6 en un rango que varía desde un mínimo de -11,8 a un máximo de -6,1 (Tabla IV). El 50 % de las muestras se encuentra en el rango de -10 a -8 (Gráfico XII J). Los valores encontrados son propios de mieles de flores ya que el poder rotatorio específico es uno de los parámetros utilizados para distinguir entre una miel de flores y una miel de mielada (Battaglini y Bosi, 1973; Piazza y col., 1986). Para mieles de *Lotus corniculatus* no se han encontrado valores de este parámetro en la bibliografía, los calculados en este estudio son comparables con los informados por Persano Oddo y col. (1988) para mieles monoflorales de *Rhododendron* (entre -10 y -5).

La conductividad eléctrica presentó una media de  $5,4 \times 10^{-4}$  S.cm<sup>-1</sup>, con un mínimo de  $3,3 \times 10^{-4}$  S.cm<sup>-1</sup> y un máximo de  $9,4 \times 10^{-4}$  S.cm<sup>-1</sup> (Tabla IV). El 58 % de las muestras se ubica en el rango de  $3$  a  $5 \times 10^{-4}$  S.cm<sup>-1</sup>, siguiendo un 33 % de muestras en el rango de  $5$  a  $7 \times 10^{-4}$  S.cm<sup>-1</sup> (Gráfico XII K). Los valores obtenidos coinciden con los informados por otros autores (Sanz, y col., 1995), para mieles de flores, ya que este parámetro, al igual que el caso anterior, es considerado para distinguir entre mieles de flores y mieles de mielada, la que presenta altos valores de conductividad eléctrica.

Las mieles de *Lotus corniculatus* no habían sido investigadas hasta ahora, pero haciendo una comparación con las otras mieles estudiadas de distinto origen floral, podemos decir que el rango obtenido en este estudio es amplio. Las mieles de *Eucaliputs spp*, según Serra (1989) tienen un rango menor de conductividad eléctrica, entre 4,9 y  $8,1 \times 10^{-4} \text{ S.cm}^{-1}$ .

Los parámetros físico químicos de las mieles de *Lotus corniculatus* fueron estudiados también en relación al contenido de polen de esta especie, clasificado en tres categorías como se explicó anteriormente. La variación de los resultados se puede observar en los Gráficos XIII, XIV y XV, y la comparación entre ellos en el Gráfico XVI. Los valores medios y la desviación estándar se informan en la Tabla V para cada una de las categorías.

El análisis de los resultados muestra que la frecuencia de muestras con un rango de color entre 62 a 82 mm aumenta al aumentar el porcentaje de polen de *Lotus corniculatus* (Gráficos XIII A, XIV A y XV A).

Con respecto a la humedad en todos los casos la mayor frecuencia de muestras se encuentra en el rango de 17 a 20 %, valor normal para mieles en general (Gráficos XIII B, XIV B y XV B) (Baldi y col, 1994).

La acidez libre va aumentando en el rango de 32 a 42 meq/kg a medida que el porcentaje de *Lotus corniculatus* aumenta (Gráficos XIII C, XIV C y XV C). El valor sensiblemente elevado de acidez no se corresponde con la característica de dulce-ácido de estas muestras, ya que ésta se mantiene predominante en el total de muestras, esto se explica por el efecto tampón que ejercen los minerales en las mieles que equilibran el sabor. El efecto tampón también influye sobre el pH, el que se mantiene en el mismo rango en las tres categorías de muestras, de 3,5 a 4 (Gráficos XIII D, XIV D y XV D).

El HMF (hidroximetilfurfural) varía en los tres grupos de mieles, los valores medios obtenidos (Tabla V) no se relacionan con el contenido de polen (Gráficos XIII E, XIV E y XV E). En este caso no sería un parámetro útil como indicador de monofloridad. Los valores medios obtenidos en los tres casos son característicos de mieles frescas sin procesar.

En el caso de la actividad enzimática de diastasa la mayor frecuencia de muestras (61,5 %) se encuentra en un rango de diastasas (35 – 45 ND) en las mieles que tienen entre 45 y 60 % de polen de *Lotus corniculatus* (Gráfico XIV F). En las categorías restantes el rango predominante (15 – 25 ND) se encuentra en un 45,5 % de las muestras que contienen entre 20 y 45 % de polen (Gráfico XIII F) y para las mieles con más de 60 % de polen de *Lotus corniculatus* el rango de diastasas que predomina es de 25 a 35 ND (30 % de muestras) (Gráfico XV F). No se ha encontrado una relación directa entre la actividad enzimática y el contenido de polen de las mieles, lo que se observa es que los mayores valores medios lo presentan las mieles con más de 45 % de polen de *Lotus corniculatus*.

El valor medio de glucosa en las tres categorías de muestras analizadas no presenta variaciones significativas (Tabla V), pero se puede observar que en las dos últimas categorías de mieles la mayor frecuencia se ubica en el rango de 35 a 39 % (Gráficos XIV G y XV G) a diferencia de la primer categoría que los hace en el rango de 31 a 35 % (Gráfico XIII G). Esto indicaría que al aumentar el contenido de polen aumenta la cantidad de muestras que poseen entre 35 a 39 % de glucosa, y también justificaría la cristalización completa que alcanzaron las muestras en el tiempo.

No ocurre lo mismo con la sacarosa, ya que en los tres casos la mayor frecuencia de muestras se ubica en el mismo rango (0 a 4 % de sacarosa) (Gráficos XIII H, XIV H y XV H) y los valores medios no presentan grandes diferencias (Tabla V).

Las cenizas es un parámetro que también se mantiene casi constante en las tres categorías de muestras, es decir que el aporte de minerales a la miel proviene de todos los pólenes presentes, no hay en este caso una relación con el aumento de polen de una sola especie (Gráficos XIII I, XIV I y XV I).

En cuanto a las determinaciones polarimétricas, los valores medios del poder rotatorio específico, no presentan diferencias entre mieles que contienen entre 20 y 45 % de polen y las que tienen más de 60 % (Tabla V). No se ha encontrado una relación entre el contenido de polen y los valores de dichas determinaciones.

La conductividad eléctrica se encuentra en la misma situación, si bien no se tiene valores para las mieles que contienen entre 45 y 60 % de polen, el valor medio de las otras dos categorías de muestras se mantiene casi constante, y la mayor frecuencia de muestras en los dos casos se ubica en el mismo rango, de  $3$  a  $5 \times 10^{-4}$  S.cm<sup>-1</sup> (Gráficos XIII K y XV K), aunque la cantidad de muestras que poseen esa conductividad eléctrica es mucho mayor en las mieles con más de 60 % de polen de *Lotus corniculatus* (Gráfico XV K).

#### **4.1.1.4. Conclusiones.**

El estudio melisopalinológico, sensorial y físico químico de 55 muestras de mieles monoflorales de *Lotus corniculatus* ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

#### **Características melisopalinológicas.**

- Las mieles presentan la particularidad de ser ricas en polen, la mayoría contienen entre 10 y 15 tipos morfológicos.
- El contenido de polen de *Lotus corniculatus* se encuentra entre 25 y 95 %, la mayor cantidad de muestras contienen más del 40 %.
- Si bien la mayoría de las muestras contienen como mínimo 40 % de polen de *Lotus corniculatus*, las características organolépticas se hacen más definidas a partir del 60 % de polen.

#### **Características organolépticas.**

- Estado físico: cristalizan totalmente en forma cremosa y predominan los cristales finísimos y blandos.
- Gusto y olor: dulce – ácido, olor floral, fresco, equilibrado y genérico.

**Características químicas.**

Las dispersiones en color, acidez libre, diastasa y glucosa son menores en las muestras con polen de *Lotus corniculatus* entre 45 y 60 % y más de 60 % aunque el análisis de varianza no arroja diferencias significativas, por lo que los valores presentados son los promedios del total de muestras analizadas. Por lo antes dicho opinamos que las mieles de *Lotus corniculatus* no pueden ser definidas fácilmente por sus características físico químicas.

**Composición.**

- Color: 62,5 mm Pfund.
- Humedad: 18,8 %.
- Acidez libre: 35,6 meq/Kg.
- pH: 3,9.
- Hidroximetilfurfural: 4,6 mg/Kg.
- Actividad diastásica: 36,5 ND.
- Glucosa: 35,5 %.
- Sacarosa: 2,3 %.
- Cenizas: 0,122 %.
- Poder rotatorio específico: -9,6.
- Conductividad eléctrica:  $5,4 \times 10^{-4}$  S.  $\text{cm}^{-1}$ .



## ANEXO II

### INDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS.

- Tabla I: Espectro polínico de las mieles de *Lotus corniculatus*.
- Gráfico I: Representación gráfica de los tipos polínicos de mayor frecuencia en las muestras analizadas.
- Gráfico II: Representación gráfica de frecuencia (%) por familia.
- Gráfico III: Representación gráfica del porcentaje de polen de *Lotus corniculatus* por frecuencia de muestras.
- Tabla II: Análisis sensorial de las mieles de *Lotus corniculatus*.
- Gráfico IV: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por características visuales en el total de muestras analizadas.
- Gráfico V: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por característica táctil en el total de muestras analizadas.
- Gráfico VI: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen gustativo en el total de muestras analizadas.
- Gráfico VII: Representación gráfica de atributos generales, descriptivos, evocación y defectos: frecuencia de muestras (%).
- Tabla III: Análisis sensorial en mieles con polen de *Lotus corniculatus* mayor del 20 %.
- Gráfico VIII: Representación gráfica de frecuencia (%) por análisis sensorial en mieles con contenido de polen de *Lotus corniculatus* entre 20 y 45 %.
- Gráfico IX: Representación gráfica de frecuencia (%) por análisis sensorial en mieles con contenido de polen de *Lotus corniculatus*, entre el 45 y 60 %.
- Gráfico X: Representación gráfica de frecuencia (%) por análisis sensorial en mieles con más de 60 % de polen de *Lotus corniculatus*.
- Gráfico XI: Representación gráfica de los atributos sensoriales analizados en mieles con contenido de polen de *Lotus corniculatus* entre 20 y 45 %, 45 y 60 % y más de 60 %.
- Tabla III: Parámetros físico químicos en las mieles de *Lotus corniculatus*.
- Tabla IV: Estudio estadístico de los parámetros físico químicos.
- Tabla V: Valores medios y desviación estandar en mieles con 20 %, 45 % y 60 % de polen de *Lotus corniculatus*.
- Gráfico XII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en el total de muestras analizadas.
- Gráfico XIII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenido de polen de *Lotus corniculatus* entre el 20 y 45 %.
- Gráfico XIV: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenido de polen de *Lotus corniculatus* entre el 45 y 60 %.
- Gráfico XV: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenido de polen de *Lotus corniculatus* mayor del 60 %.
- Gráfico XVI: Relaciones entre los parámetros físico químicos analizados en mieles con contenidos de polen de *Lotus corniculatus* entre 20 y 45 %, 45 y 60 % y más de 60 %.

#### 4.1.2. MIELES MONOFLORALES DE MELILOTUS ALBUS

##### 4.1.2.1. Introducción.

*Melilotus albus*, conocido por su nombre común, Trébol de olor blanco, pertenece a la familia de las Leguminosas, su flor se puede apreciar en la Foto 1.

**FOTO 1: FLOR DE MELILOTUS ALBUS**



Es una hierba subleñosa, bianual (perenne), de 0,50 a 1,50 metros de altura, enderezada, de tallos cilíndricos, lampiños, de color verde oscuro, a veces morados, ligeramente flexuosos o unimembrados; hojas alternas, con las estípulas aleznadas, agudas, adheridas a la base del peciolo, el cual varía bastante de longitud y lleva 3 hojuelas que en la parte inferior del tallo son romboidal-trasovadas o trasoval-eneiformes, en la superior oblongo-lanceoladas. (Anales de la Sociedad Científica Española, 1989). Presenta racimos florales axilares, con 50 a 100 flores péndulas, corolas blancas de 4 a 5 mm de longitud, legumbre pequeña de 3 a 3,5 mm de largo y semillas ovaladas, amarillo-verdosas (Anales de la Sociedad Científica Argentina, 1989).

Es una planta hoy difundida por la cultura en todo el mundo, por considerarse forrajera y bastante resistente a la sequía; en Argentina crece también abundantemente en forma espontánea en muchas provincias, se observa en forma cultivada y silvestre. Resiste bastante a la sequía, a pesar que prospera mejor donde abunda el agua.

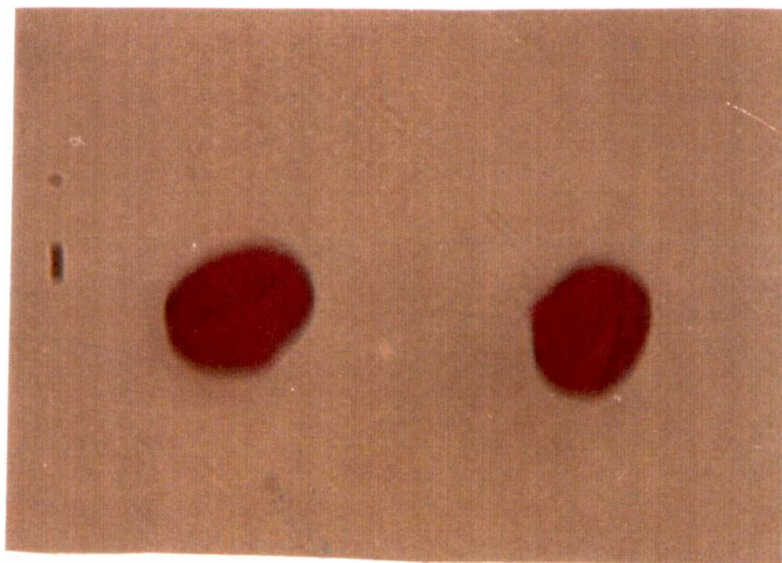
Desde el punto de vista apícola, constituye un buen recurso para la producción melífera al formar parte de las praderas cultivadas, su periodo de floración es aprovechado durante la primavera y son buenas plantas melíferas ya que aportan polen y néctar. Producen, término medio, 0,11 mg de néctar por flor y por 24 horas con un contenido de un 35 % de azúcares (Maurizio y Louveaux, 1965).

La producción de miel monofloral de esta especie no es tan abundante como la de *Lotus corniculatus*, por lo que el número de muestras estudiado fue menor, pero por las características que posee, y haciendo un manejo adecuado de la producción constituye una posibilidad comercial importante para la industria apícola.

En otros países, la producción de mieles puras de *Melilotus* se encuentra principalmente en América del Norte. En Europa no se han señalado mieles ricas en polen de *Melilotus*, excepto en algunas zonas de Francia (Zander 1935). En mieles de U.S.A. y de Canadá, el polen de *Melilotus* se encontraba asociado frecuentemente con *Medicago spp*, *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* (Maurizio y Louveaux, 1965).

En el presente trabajo también se seleccionaron las muestras de acuerdo al contenido polínico que aconseja la legislación (Resolución 1051/95): 20 % como mínimo, los que fueron reconocidos a través del análisis polínico que permitió establecer el origen botánico de las mieles. En la Foto II se puede observar un grano de polen de *Melilotus albus* ( x 1000).

**FOTO II: GRANO DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS**



Los granos de polen de *Melilotus sp* presentan las siguientes características (Tellería, 1995):

Granos prolatos, polos aplanados.

Dimensiones: Dp (Diámetro polar): 19-23  $\mu\text{m}$ .

De (Diámetro ecuatorial): 14-18  $\mu\text{m}$ , mesocolpio: 12-13  $\mu\text{m}$ .

Colpos largos, con margen perpectado. Ora lalongados o lolongados.

Exina: de 1  $\mu\text{m}$ , microreticulada.

Lúmenes de menor amplitud hacia los mesocolpios y los polos.

Polos foveolados.

Nexina = sexina.

El análisis físico químico permitió determinar una serie de parámetros que se relacionan con el origen floral de las mieles, lo mismo que el análisis sensorial.

#### **4.1.2.2. Resultados.**

Para este estudio se seleccionaron 13 muestras de miel como monofloral de *Melilotus albus* de acuerdo a los resultados del análisis melisopalinológico. El espectro de los distintos tipos polínicos se ilustra en la Tabla I.

El espectro polínico contiene en total 72 tipos morfológicos los que se encuentran clasificados en familia, género y especie. Los tipos polínicos, identificados como especie y género, de mayor frecuencia se muestran en el Gráfico I

Las familias identificadas fueron 24 cuya distribución por frecuencia se representa el Gráfico II.

En el Gráfico III se representa el contenido de polen de *Melilotus albus* en porcentaje, por frecuencia, obtenido en el total de las mieles analizadas.

Para el estudio sensorial se realizaron los exámenes explicados anteriormente. Los resultados del análisis sensorial se pueden observar en la Tabla II.

La distribución por frecuencia de los distintos atributos sensoriales analizados se representa en el Gráfico IV para las características visuales, en el Gráfico V las características táctiles, el examen gustativo en el Gráfico VI y los atributos generales, descriptivos, evocaciones y defectos del examen olfativo en el Gráfico VII.

En este caso, también se dividieron las mieles en categorías de acuerdo al contenido de polen de *Melilotus albus*, obteniéndose para el estudio una primer categoría de muestras que contienen entre 20 y 45 % de polen y una segunda que contiene más de 45 % de polen de esta especie. La distribución por frecuencia de los resultados del análisis sensorial en los dos casos se puede observar en los Gráficos VIII y IX respectivamente y la comparación de los resultados de este análisis en las dos categorías de muestras se representa en el Gráfico X.

Desde el punto de vista físico-químico se realizaron las determinaciones explicadas anteriormente, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla III

La Tabla IV muestra el estudio estadístico de los parámetros físico químicos en el total de muestras analizadas, mientras que en la Tabla V se calculan los valores medios y desviación estándar en las dos categorías de muestras estudiadas.

Las distintas determinaciones físico químicas en el total de muestras analizadas fueron evaluadas de acuerdo a su distribución por frecuencia de muestras (Gráfico XI).

En los Gráficos XII y XIII se representa la frecuencia de muestras por determinación físico química en las muestras que contienen entre 20 y 45 % de polen y más de 45 % de polen de *Melilotus albus*, respectivamente.

Las relaciones entre los parámetros físico químicos de mayor frecuencia en las dos categorías de muestras estudiadas se muestran en el Gráfico XIV.

TABLA I: ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES DE MELILOTUS ALBUS

ORIGEN BOTANICO / MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>AMARANTHACEAE</b>													
<i>Amaranthus viridis</i>	r												
<b>ANACARDIACEAE</b>													
<i>Schinus molle</i>										r			
<b>BIGNONACEAE</b>													
<i>Dolichandra cynanchoides</i>										r			
<b>BORRAGINACEAE</b>													
<i>Echium plantagineum</i>	S					D	r			r	s		
<b>CALICERACEAE</b>													
<i>Acicarpa tribuloides</i>											s		
<b>COMPOSITAE</b>													
<i>Anthemis cotula</i>						r			r				
<i>Baccharis spp</i>									s			r	
<i>Baccharis articulata</i>										s			
<i>Baccharis pingraea</i>	s												
<i>Baccharis frenguelli</i>					s								
<i>Baccharis ulisina</i>								s					
<i>Cardus acanthoides</i>					r								
<i>Cardus nutans</i>						r	r						
<i>Cirsium vulgare</i>													r
<i>Conyza bonariensis</i>			r										s
<i>Eupatorium arnotianum</i>												r	
<i>Parthenium hysterophorus</i>									r				
<i>Pterocoulon angustifolium</i>												s	
<i>Taraxacum officinale</i>													r
<i>Xanthium cavanillesii</i>												r	r
<i>Xanthium spp</i>			r										
<i>Xanthium spinosum</i>							r						
Otros						r			r				
<b>CRUCIFERAE</b>													
<i>Brassica campestris</i>								s					
<i>Rapistrum rugosum</i>	r	r	r	r	s	s	s		s	s	s		r
<b>EUPHORBIACEAE</b>													
<i>Sapium haematospermum</i>	s												
<b>GRAMINEACEAE</b>													
Otros							r					r	
<b>IRIDACEAE</b>													
<b>LABIATAE</b>													
<i>Hytis mutabilis</i>								s					
<i>Ocimum selloi</i>											r		

Referencias:

D: > 45 %      S: 16 - 45 %

s: 3 - 16 %      r: < 3 %



CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOTANICO / MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>LEGUMINOSAE</b>													
<i>Lotus corniculatus</i>	r	r		S	r	S	r	s	s	S	S	s	s
<i>Medicago spp</i>											s		
<i>Medicago sativa</i>							r						
<i>Melilotus albus</i>	S	D	D	D	D	S	D	S	S	S	S	S	S
<b>MYRTACEAE</b>													
<i>Eucalyptus spp</i>	s		r	s					r			r	
<i>Eucalyptus tereticornis</i>										s			
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>							S						
<b>NYCTAGINACEAE</b>													
<i>Bougainvillea spectabilis</i>		r	r										
<b>OLACEAE</b>													
<i>Ligustrum lucidum</i>						r	r						
<b>OXALIDACEAE</b>													
<i>Oxalis hispidula</i>								s					
<b>POLYGONACEAE</b>													
<i>Polygonum spp</i>										r	r	s	
<b>QUENOPODIACEAE</b>													
<i>Chenopodium album</i>	r												
Otros													r
<b>RAMNACEAE</b>													
<i>Scutia buxifolia</i>					s	s	r	s		r	s	r	
<b>ROSACEAE</b>													
Otros										r			
<b>SALICACEAE</b>													
<i>Salix spp</i>												s	
<i>Salix humboldtiana</i>					s								
<b>SOLANACEAE</b>													
<i>Nicotiana longiflora</i>						r							
<i>Solanum sisymbriifolium</i>									S		s	r	s
<b>UMBELLIFERACEAE</b>													
<i>Ammi majus</i>	s	S	r	r	s		s	s			s	S	
<i>Ammi visnaga</i>				s					s	s			S
<i>Eryngium paniculatum</i>			s							s			r
<b>VERBENACEAE</b>													
<i>Glandularia incisa</i>											r		

REFERENCIAS

- D: > 45 %
- S: 16 - 45 %
- s: 3 - 16 %
- r: < 3 %

GRÁFICO I: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TIPOS POLÍNICOS DE MAYOR FRECUENCIA EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

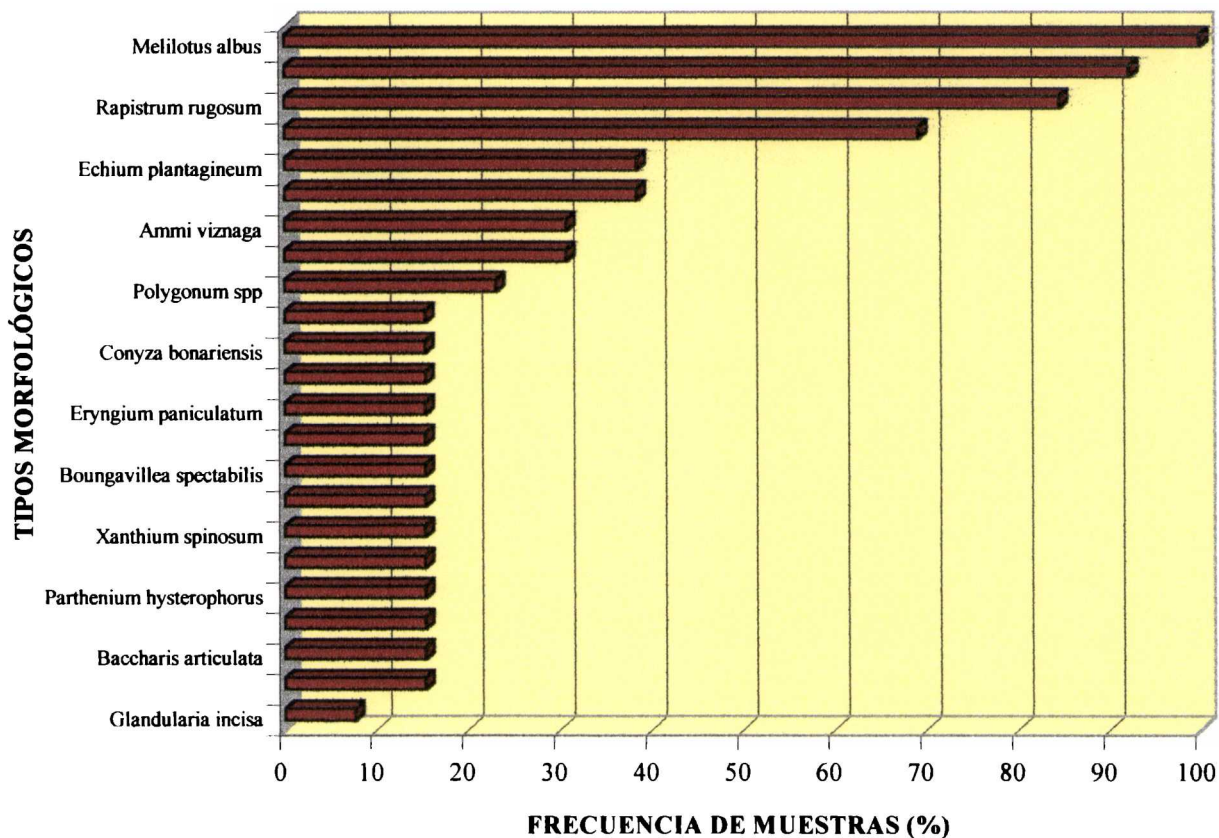


GRÁFICO II: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR FAMILIA

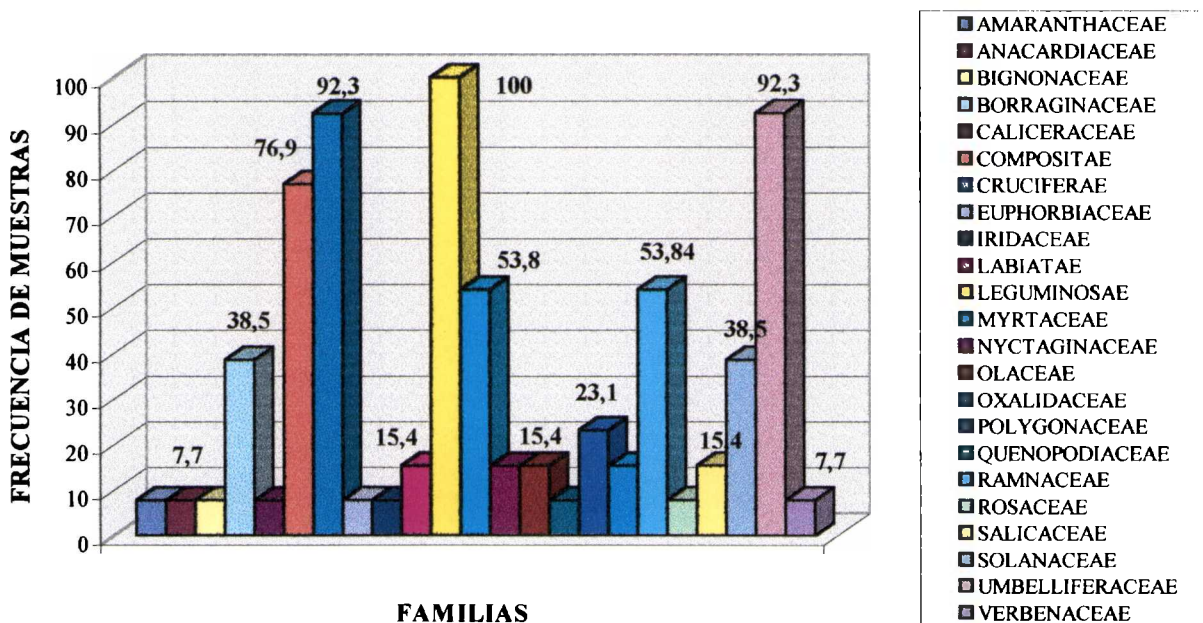
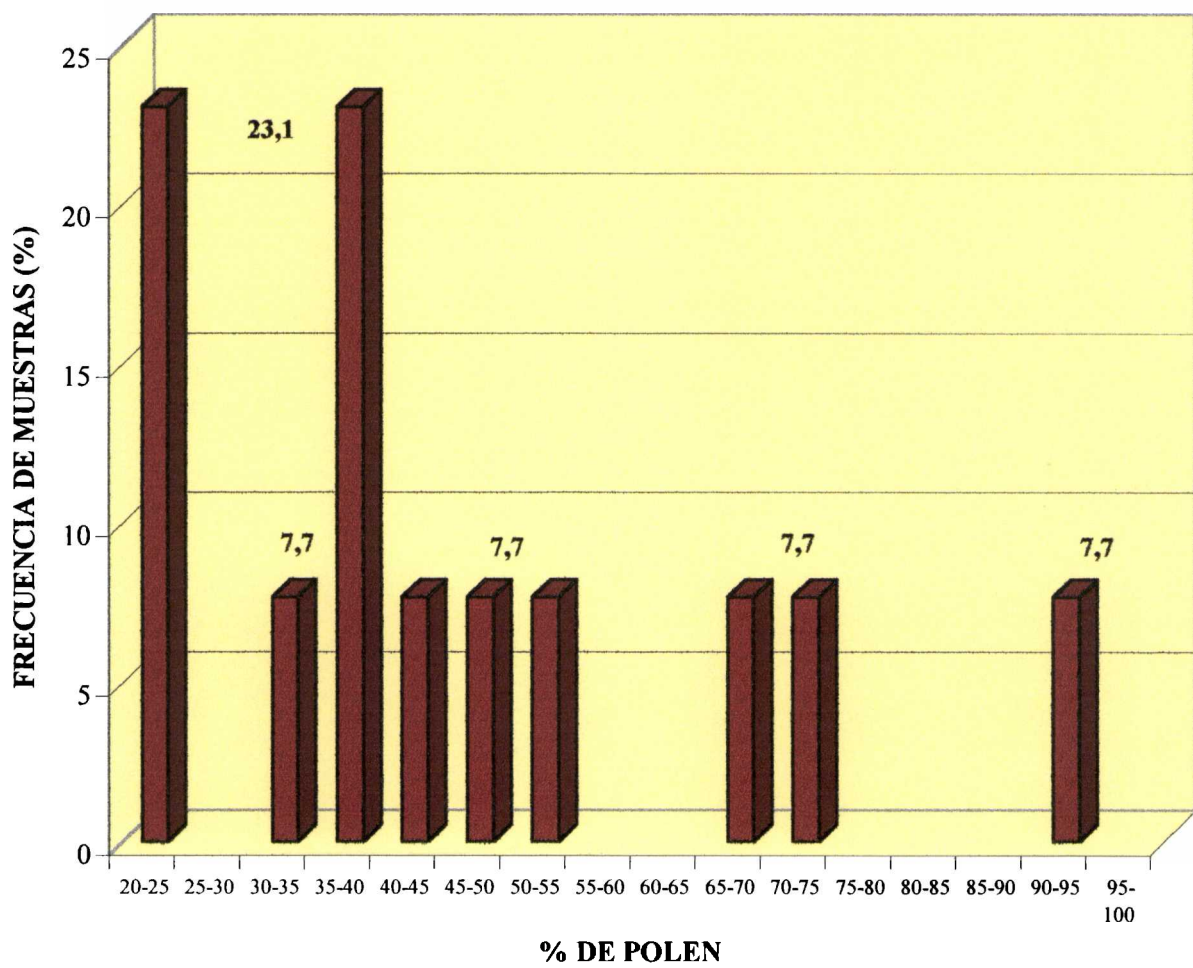




GRÁFICO III: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS POR FRECUENCIA DE MUESTRAS.



**TABLA II: ANALISIS SENSORIAL DE LAS MIELES DE MELILOTUS ALBUS**

MUESTRAS	EXAMEN VISIBLE	EXAMEN TACTIL	EXAMEN OLFATIVO Y GUSTATIVO
1	L AC	S/C	D As H
2	L VI	S/C	Df F H
3	L AC	S/C	Ds A
4	L	S/C	Ds As
5	CT CR	CFF b	D A FR
6	CT CR	CFF b	As AM
7	L VI	S/C	Ds Hp
8	CT PA	CF b	Af V
9	CR	S/C	D F FR
10	CT VI	CF b	D As H
11	CR	CF b	D As Me
12	L	S/C	D A Me
13	FL	S/C	Ds As F Eq

**Referencias:**

**Examen visual.**

CP: Cristalizada parcialmente  
 CT: Cristalizada totalmente.  
 I/C: Inicia cristalización.  
 SC: Separada en capas.  
 FL: Fluída.  
 VI: Viscosa.  
 L: Líquida.  
 AC: Acuosa.  
 PA: Pastosa.  
 CO: Compacta.  
 CR: Cremosa.

**Examen táctil.**

CF: Cristales finos.  
 CFF: Cristales finísimos.  
 CM: Cristales medianos.  
 CG: Cristales grandes.  
 S/C: Sin cristales  
 b: Blandos.  
 d: Duros.

**Examen olfativo y gustativo**

**Gustos básicos.**

A: Acido.  
 S: Salado.  
 D: Dulce.  
 AM: Amargo.

**Intensidad.**

p: poco m: muy  
 s: suave f: fuerte

**Atributos generales**

De: Delicado.  
 Gn: Genérico  
 Eq: Equilibrado  
 Ag: Agresiva.  
 P: Picante  
 AS: Astringente

**Atr. Descriptivos**

F: Floral  
 FR: Fresco  
 H: Herbáceo  
 FT: Frutado  
 V: Vegetal.

**Evocación y analogía**

Me: Medicinal  
 Ce: Cereal  
 Po: Polen

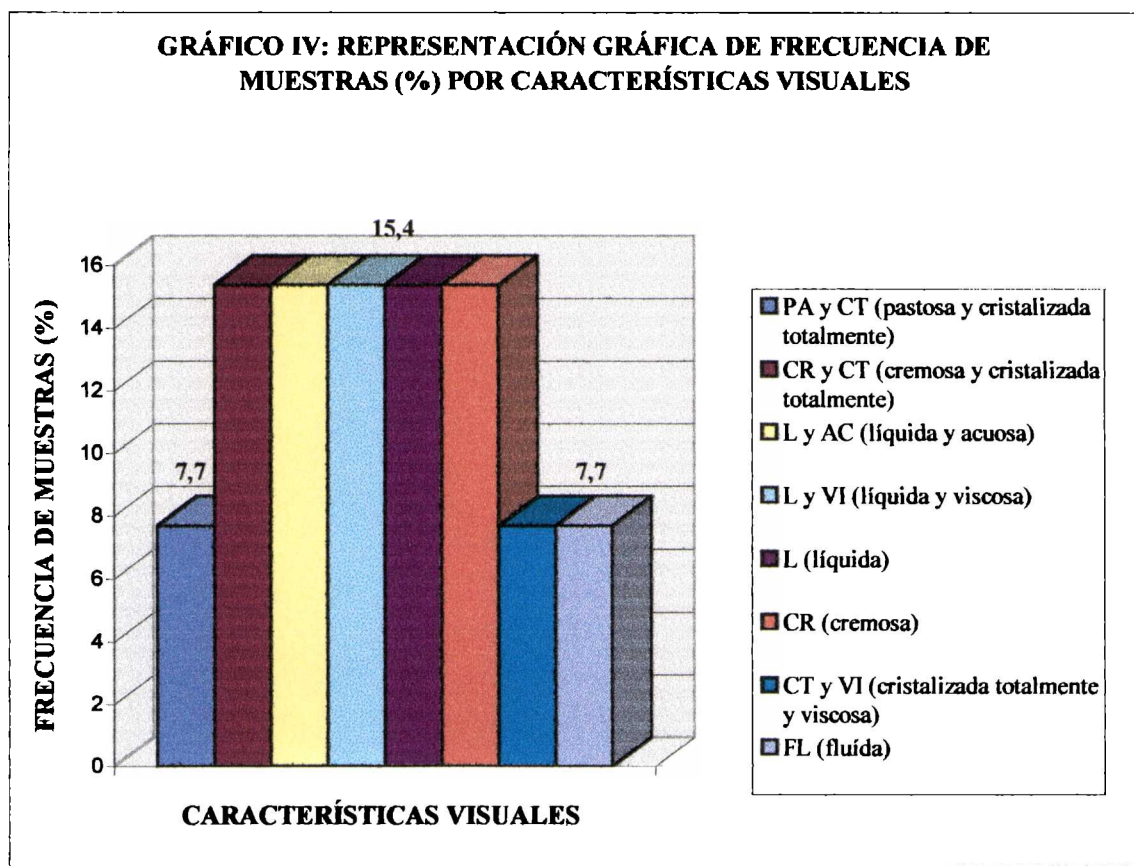
**Carac. relacionadas al origen botánico.**

Az: recuerda a azahares.

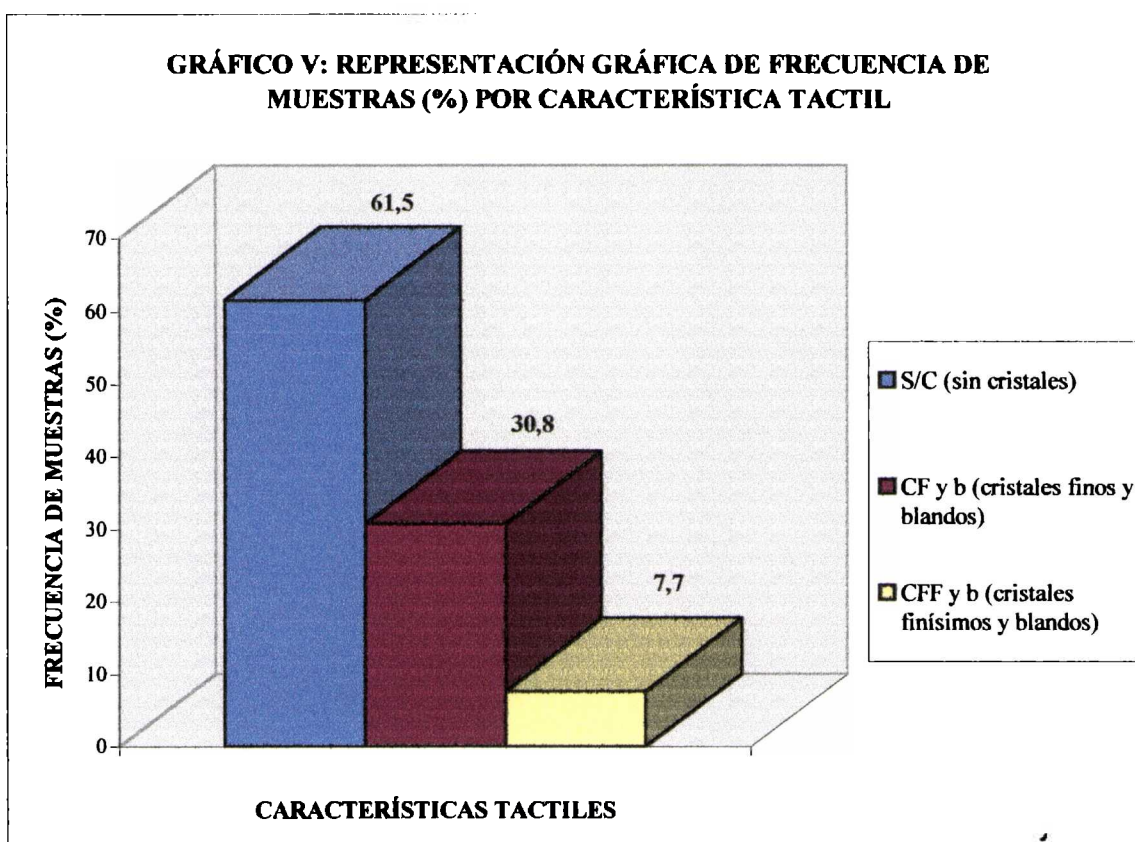
**Defectos.**

Hu: Humo  
 Fe: Fermentación.

**GRÁFICO IV: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR CARACTERÍSTICAS VISUALES**

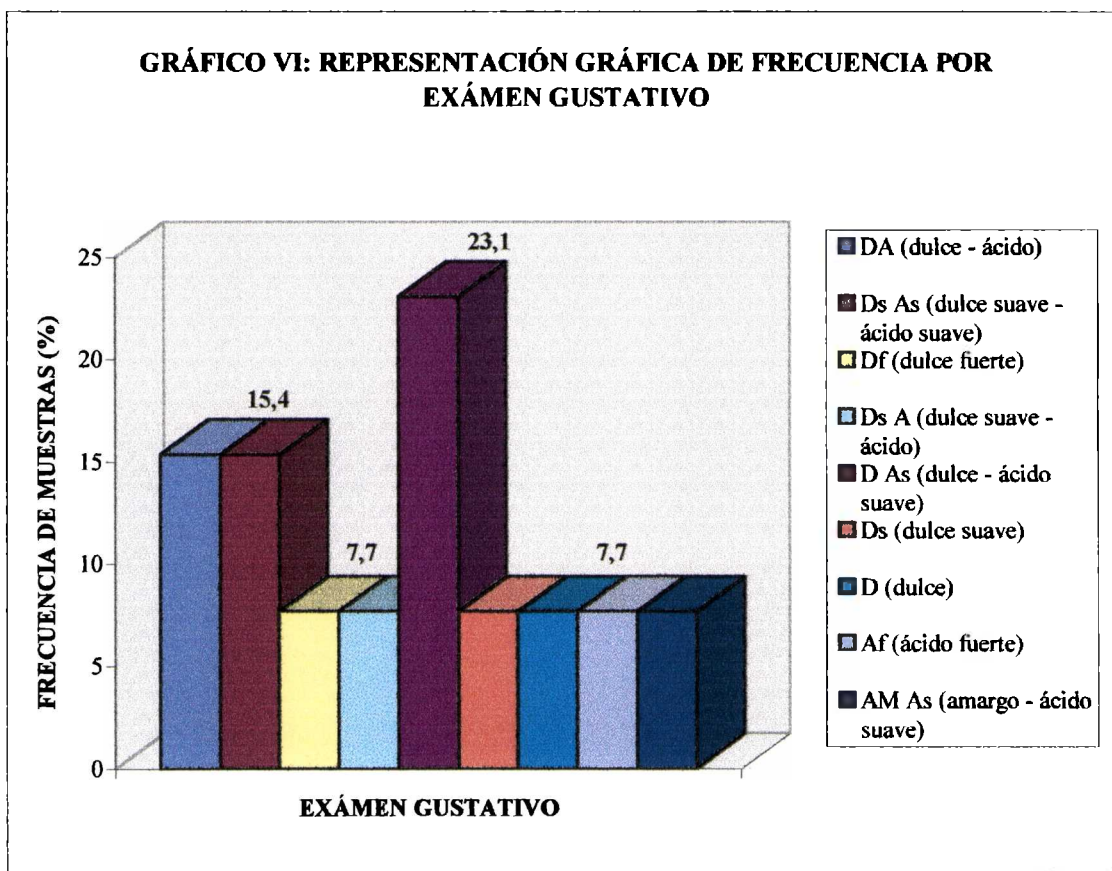


**GRÁFICO V: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR CARACTERÍSTICA TÁCTIL**

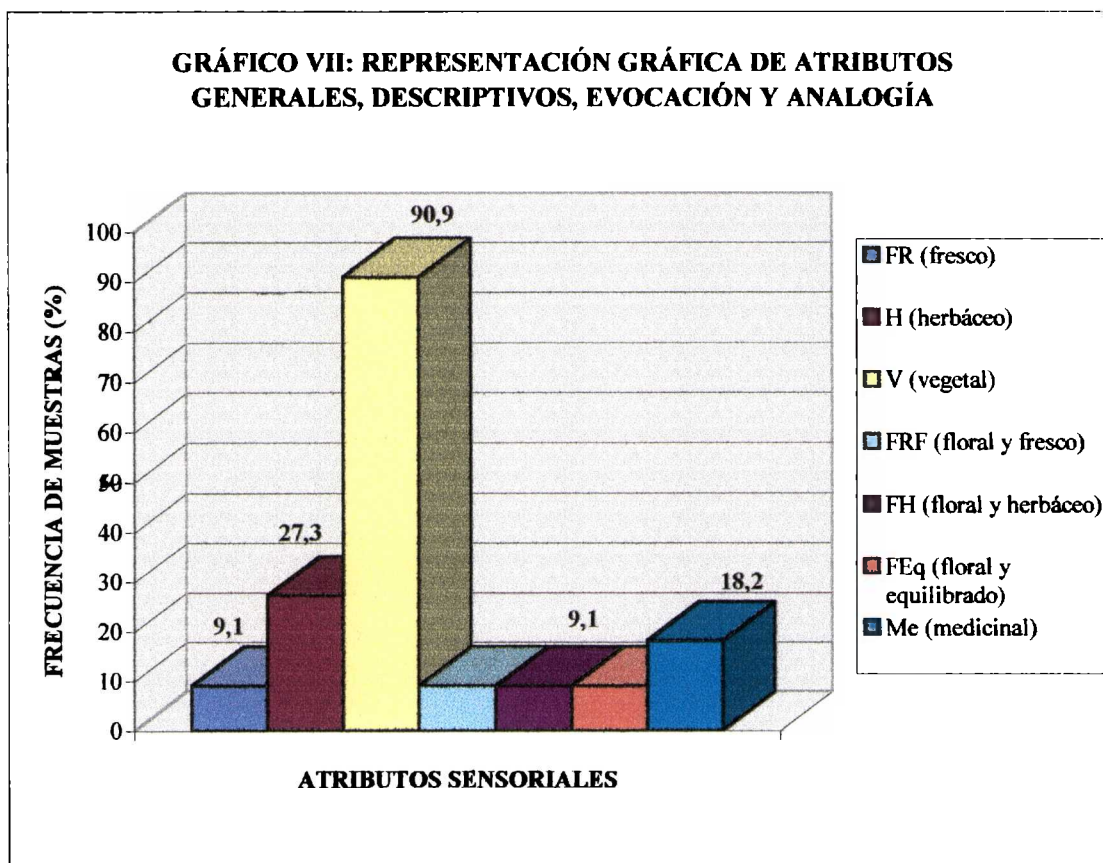




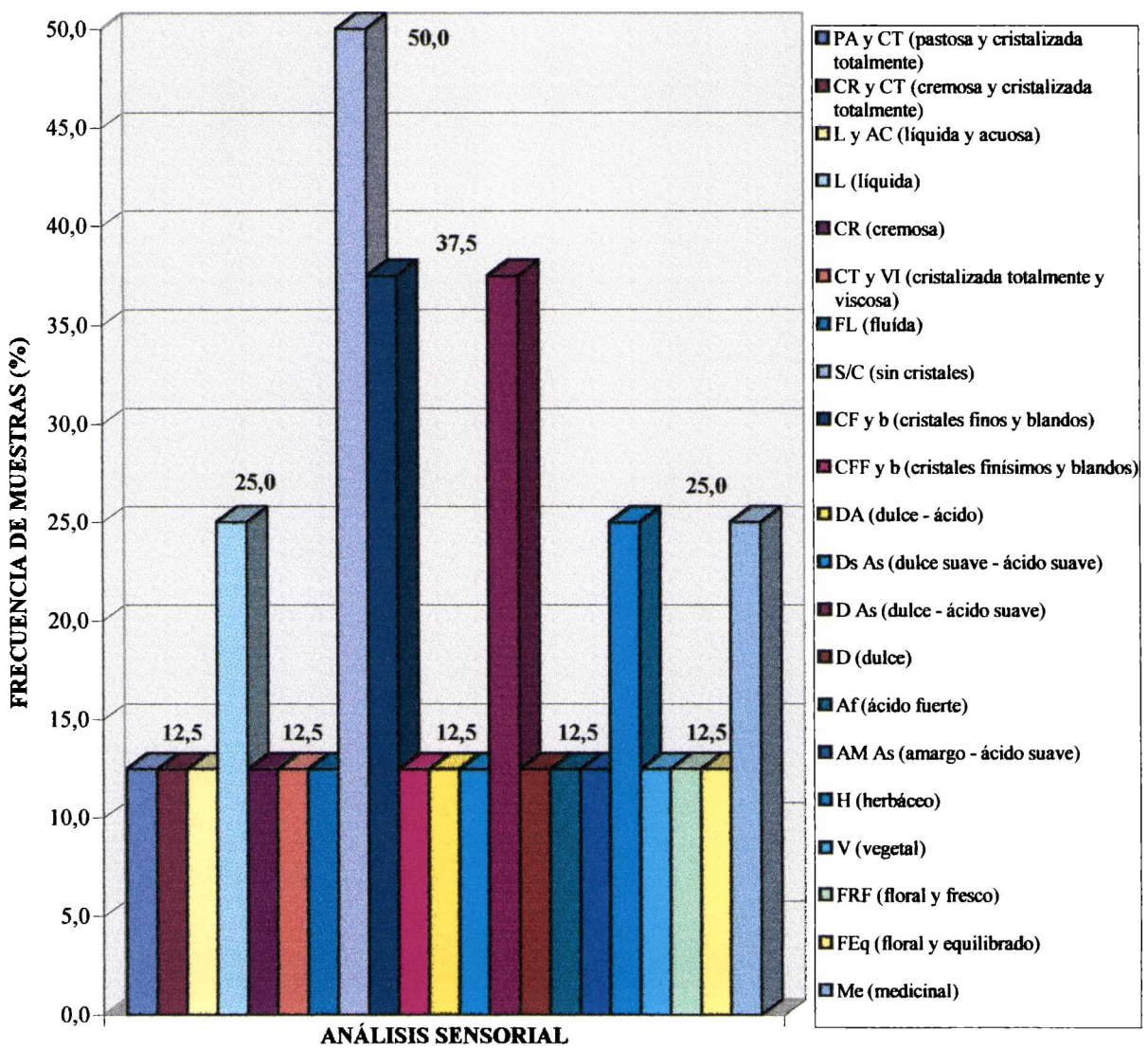
**GRÁFICO VI: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR EXÁMEN GUSTATIVO**



**GRÁFICO VII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ATRIBUTOS GENERALES, DESCRIPTIVOS, EVOCACIÓN Y ANALOGÍA**

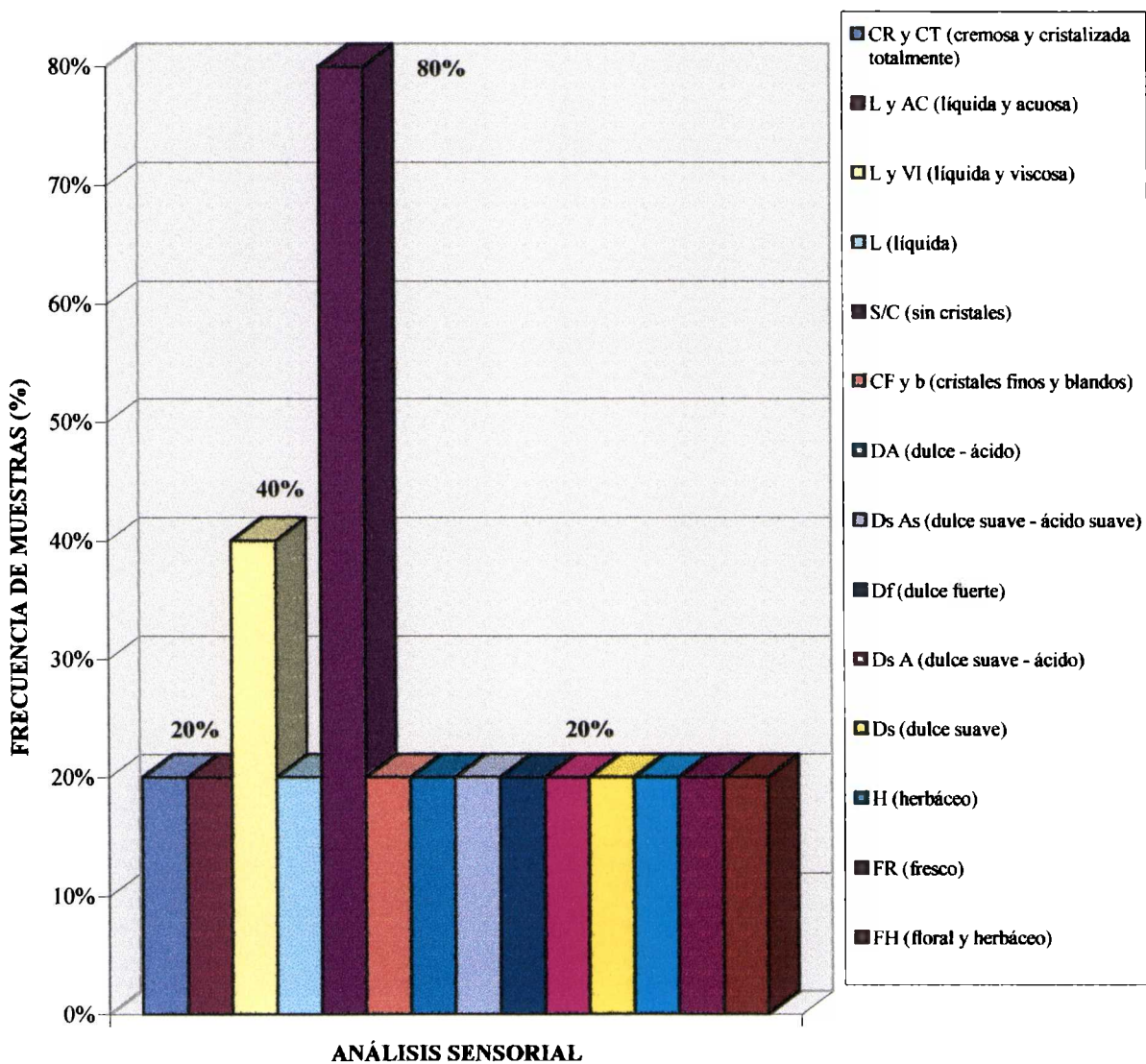


**GRÁFICO VIII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS ENTRE 20% Y 45%**

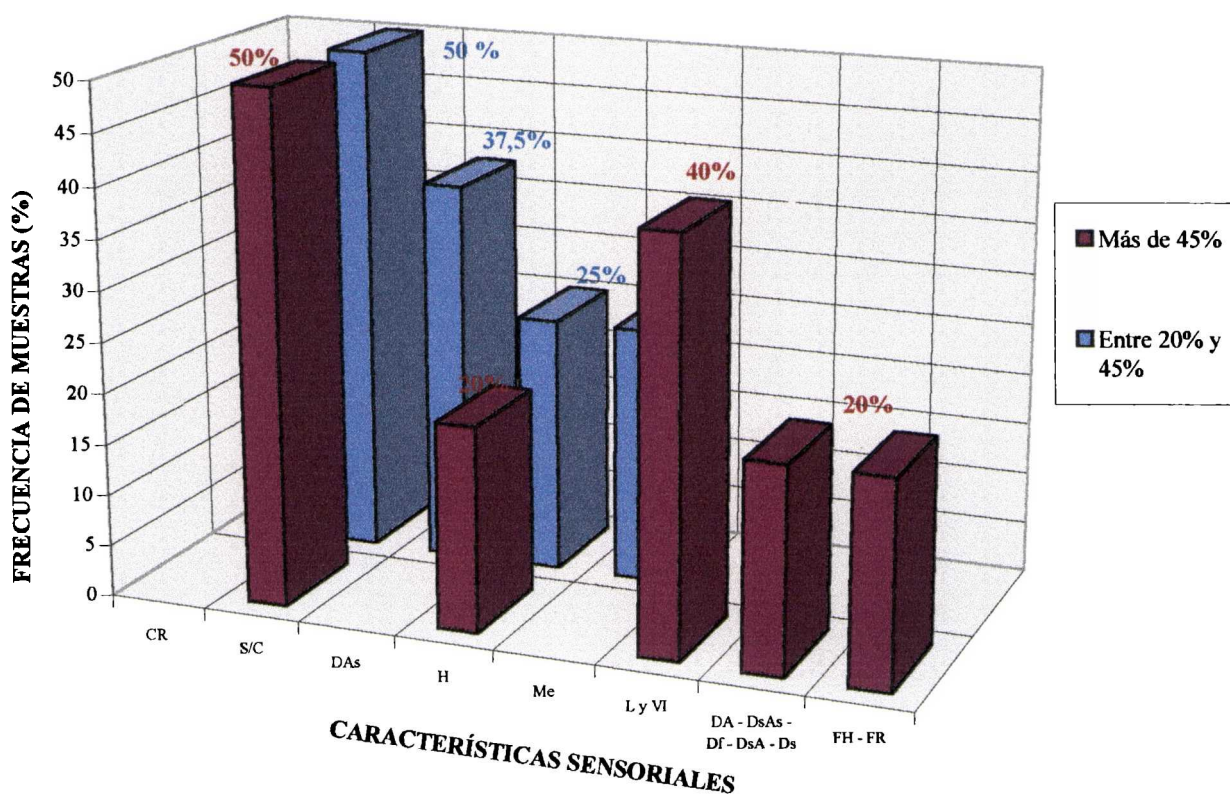




**GRÁFICO IX: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS MAYOR DEL 45%**



**GRÁFICO X: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES ANALIZADOS EN MIELES ENTRE EL 20% - 45% Y MAYOR DEL 45% DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS**





**TABLA III: PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS MIELES DE MELILOTUS ALBUS.**

Muestras	Color mm Pfund	Humedad %	Acidez libre meq/Kg	pH	HMF mg/Kg	Ac. Diastásica ND:Nº Diastasa
1	69,0	18,0	39,1	3,8	10,7	16,0
2	92,5	18,8	36,3	3,8	5,2	41,0
3	75,1	20,4	35,8	3,6	4,3	24,0
4	101,0	18,0	23,5	3,6	4,7	30,7
5	50,0	21,8	51,1	3,7	24,0	17,3
6	69,0	18,8	63,3	3,8	3,4	60,0
7	60,3	18,4	50,6	3,7	7,9	25,7
8	65,3	18,0	53,2	3,8	21,8	35,0
9	67,0	18,0	31,3	4,0	1,8	12,0
10	101,9	18,0	34,0	3,7	4,5	45,5
11	86,2	17,0	40,9	3,7	20,0	50,0
12	116,3	17,2	39,0	4,3	16,5	22,8
13	68,7	19,3	29,2	4,2	3,4	52,0
d.s máx (%)	1,2	0,5	2,5	0,4	1,5	1,2

**CONTINUACIÓN TABLA III**

Muestras	Glucosa %	Sacarosa %	Cenizas %	Rot. Óptica a 20° C	Pod.rotatprio esp. A 20°C	Conductividad elect.10 <sup>-4</sup> S cm <sup>-1</sup>
1	34,7	2,4	0,100	-2,6	-10,7	5,9
2	36,5	3,4	0,280	n.d	n.d	4,8
3	35,6	4,1	0,082	n.d	n.d	n.d
4	33,9	5,7	0,026	-2,6	-10,7	2,4
5	37,8	0,9	0,350	n.d	n.d	n.d
6	37,8	0,5	n.d	n.d	n.d	n.d
7	36,5	1,8	0,082	n.d	n.d	5,9
8	35,1	5,1	0,130	n.d	n.d	n.d
9	36,5	0,7	0,140	-2,9	-11,9	3,4
10	33,9	3,8	0,070	n.d	n.d	n.d
11	36,4	0,8	0,140	-2,1	-8,7	5,8
12	36,9	1,7	0,017	-2,3	-9,5	4
13	36,9	1,4	0,080	-2,9	-11,8	n.d
d.s máx (%)	1,3	1,1	0,4	0,2	0,8	0,6

Los valores son promedio de al menos dos determinaciones, la desviación estandar máxima (%) se indica en el cuadro.

n.d: no determinado.

**TABLA IV: ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

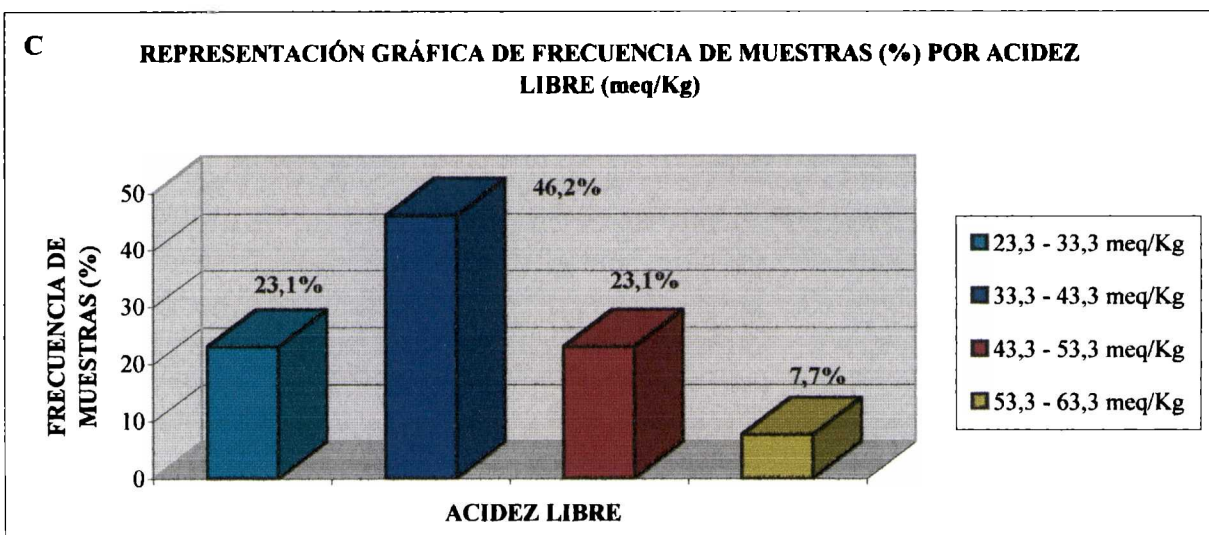
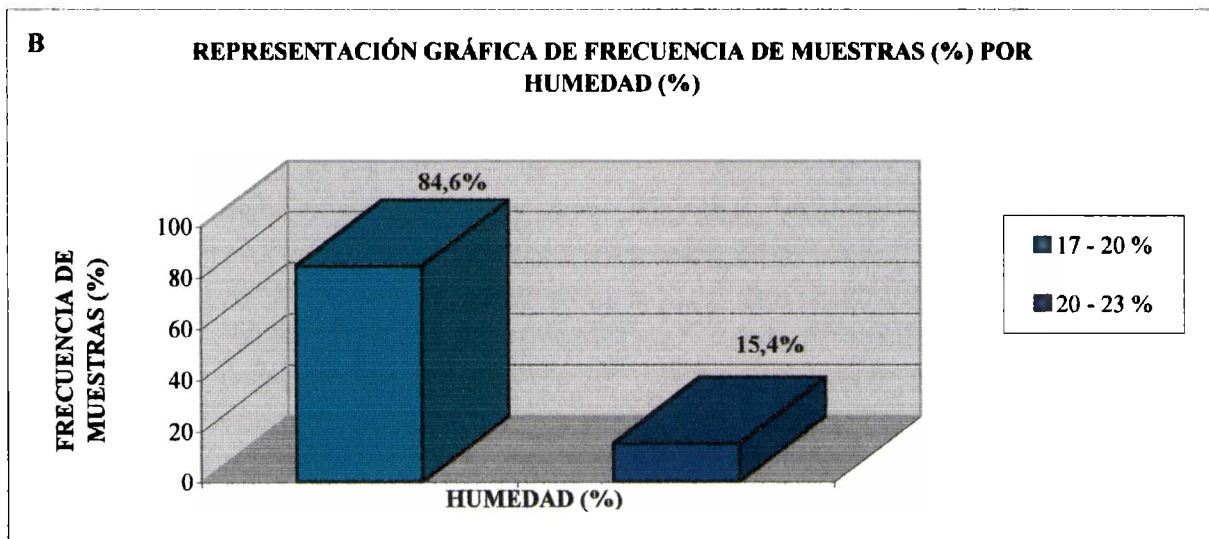
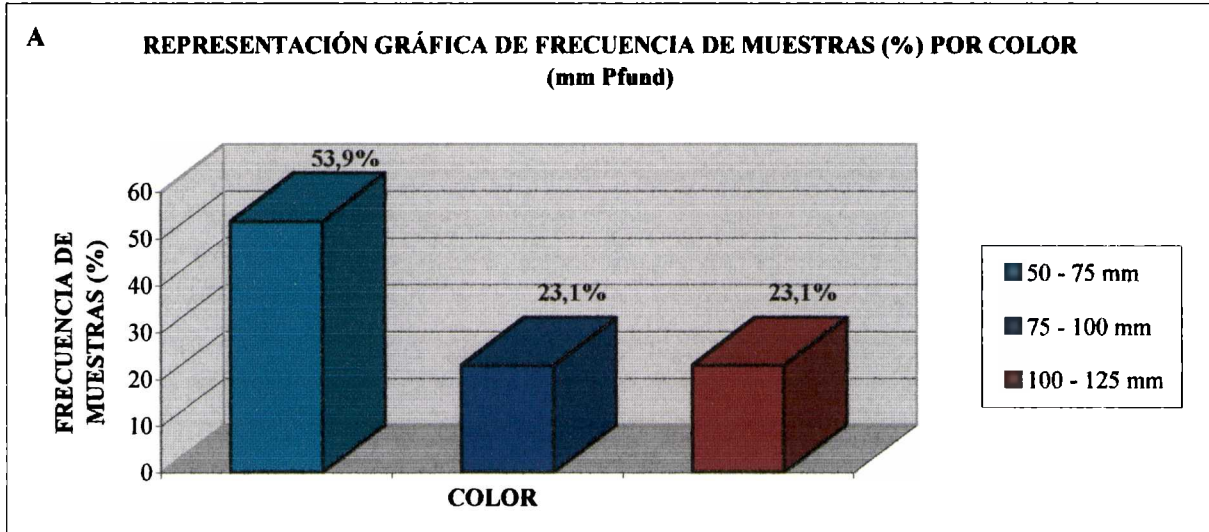
PARÁMETROS	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV. EST.
Color (mm pfund)	50,0	116,3	78,6	19,3
Humedad (%)	17,0	21,8	18,6	1,3
Acidez libre (meq/Kg)	23,5	63,3	40,6	11,1
pH	3,6	4,3	3,8	0,2
HMF (mg/Kg)	1,8	24,0	9,8	7,9
Ac. Diastásica (ND)	12,0	60,0	33,2	15,3
Glucosa (%)	33,9	37,8	36,0	1,3
Sacarosa (%)	0,5	5,7	2,5	1,8
Cenizas (%)	0,020	0,350	0,125	0,098
Poder rotatorio específico	-11,9	-8,7	-10,5	1,2
Conductividad eléctrica. $\cdot 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$	2,4	5,9	4,6	1,4

**TABLA V: VALORES MEDIOS Y DESVIACIÓN ESTANDAR EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS ENTRE EL 20% - 45% Y MAYOR AL 45%.**

PARÁMETROS	ENTRE 20%-45%		MAYOR DE 45%	
	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA	DESV. EST.
Color (mm pfund)	80,4	19,2	75,8	21,3
Humedad (%)	18,0	0,8	19,5	1,6
Acidez libre (meq/Kg)	41,2	11,6	39,5	11,6
pH	3,9	0,2	3,7	0,1
HMF (mg/Kg)	10,3	8,2	9,2	8,4
Ac. Diastásica (ND)	36,7	18,0	27,7	8,8
Glucosa (%)	36,0	1,3	36,0	1,5
Sacarosa (%)	2,1	1,6	3,2	1,9
Cenizas (%)	0,097	0,044	0,164	0,142
Poder rotatorio específico	-10,5	1,2	n.d	n.d
Conductividad eléctrica. $\cdot 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$	4,6	1,4	4,4	1,8

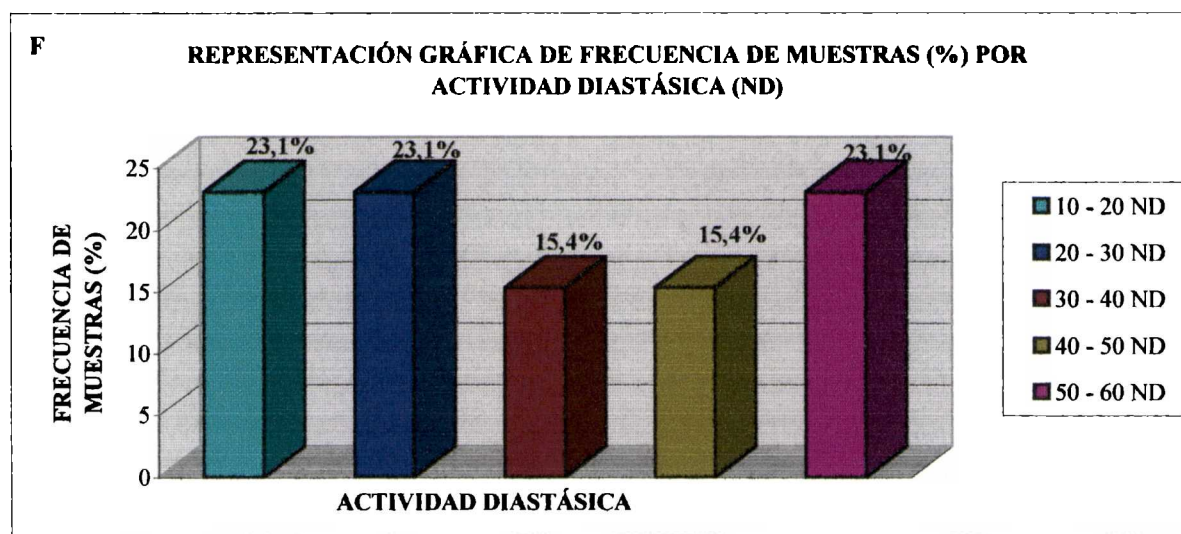
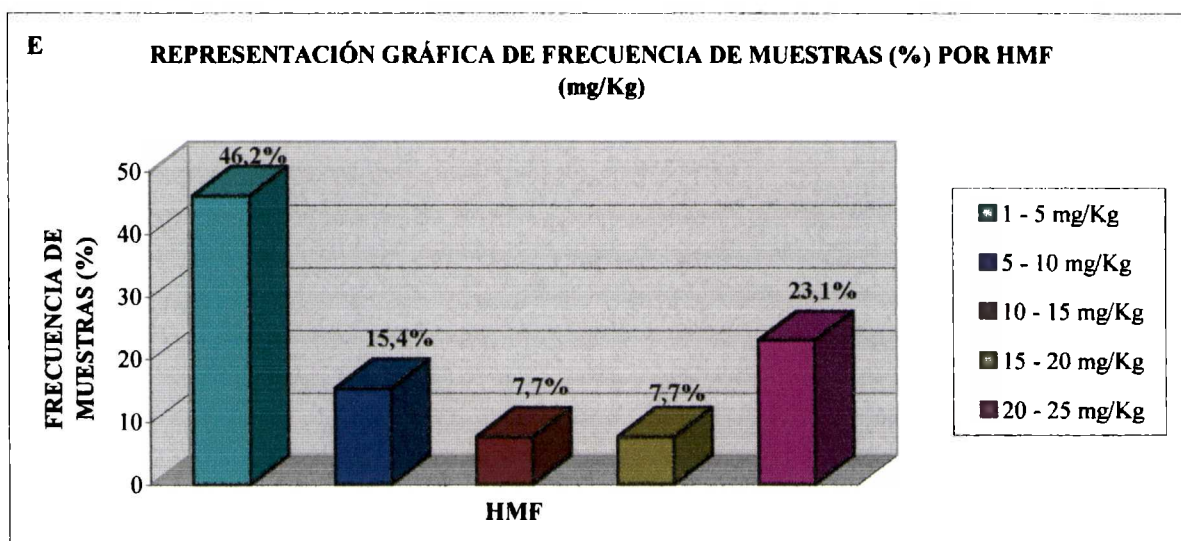
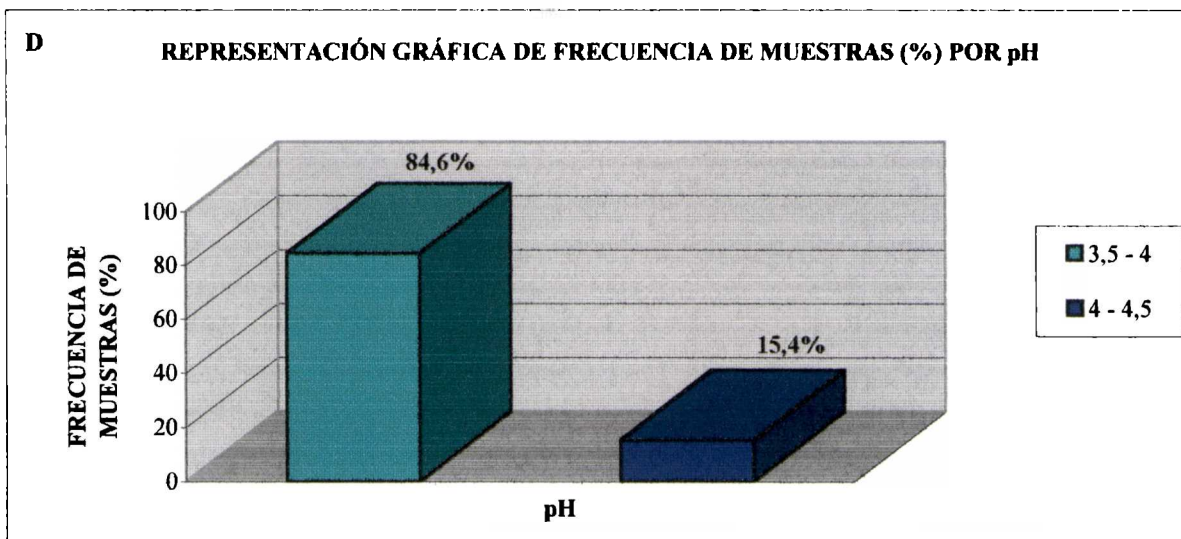
n.d: no determinado

**GRÁFICO XI: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

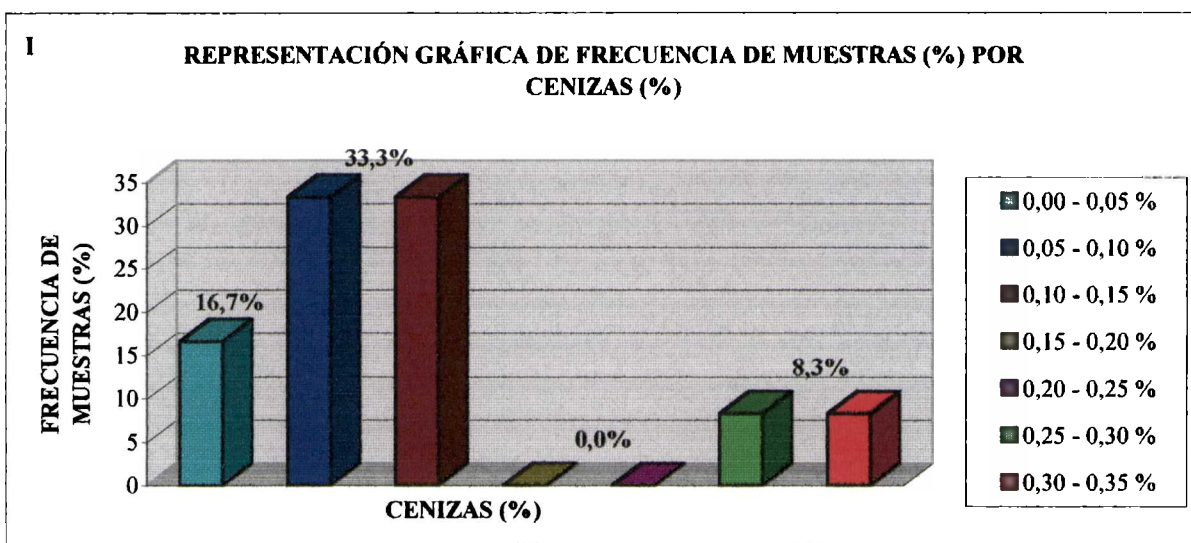
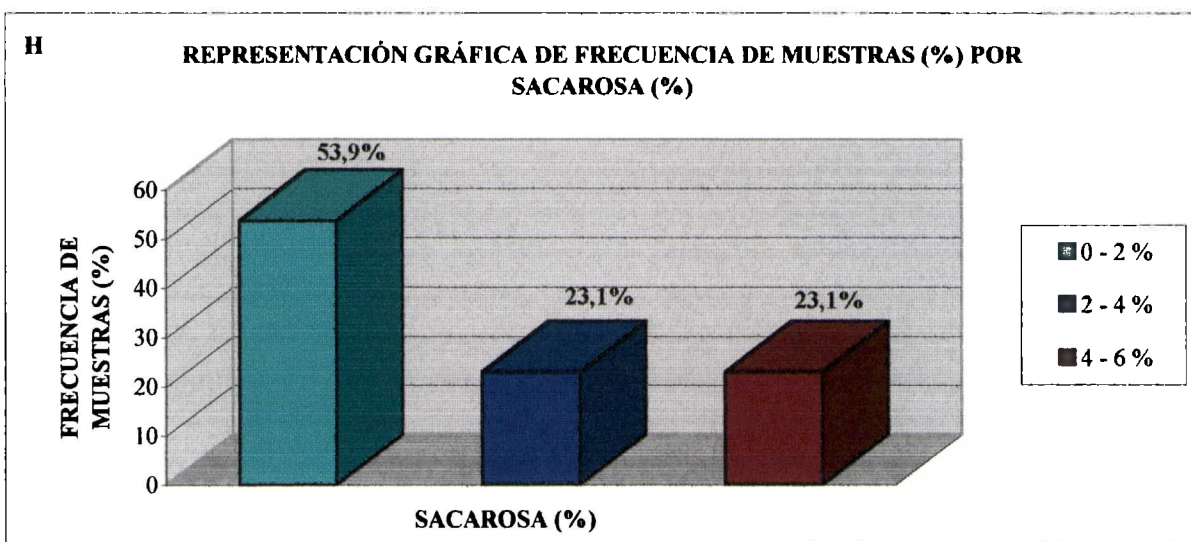
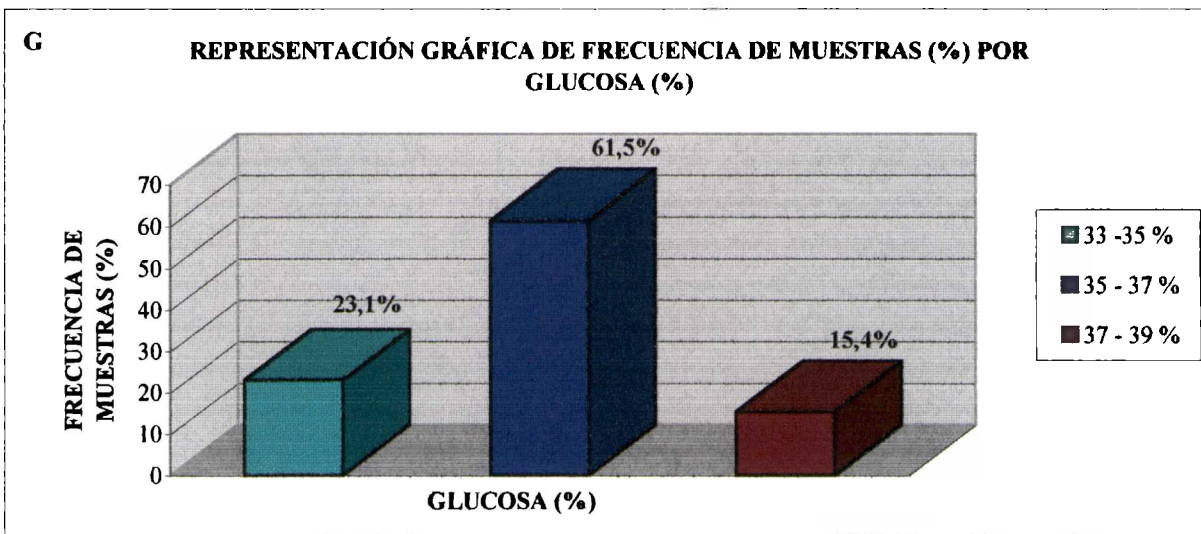




CONTINUACIÓN GRÁFICO XI

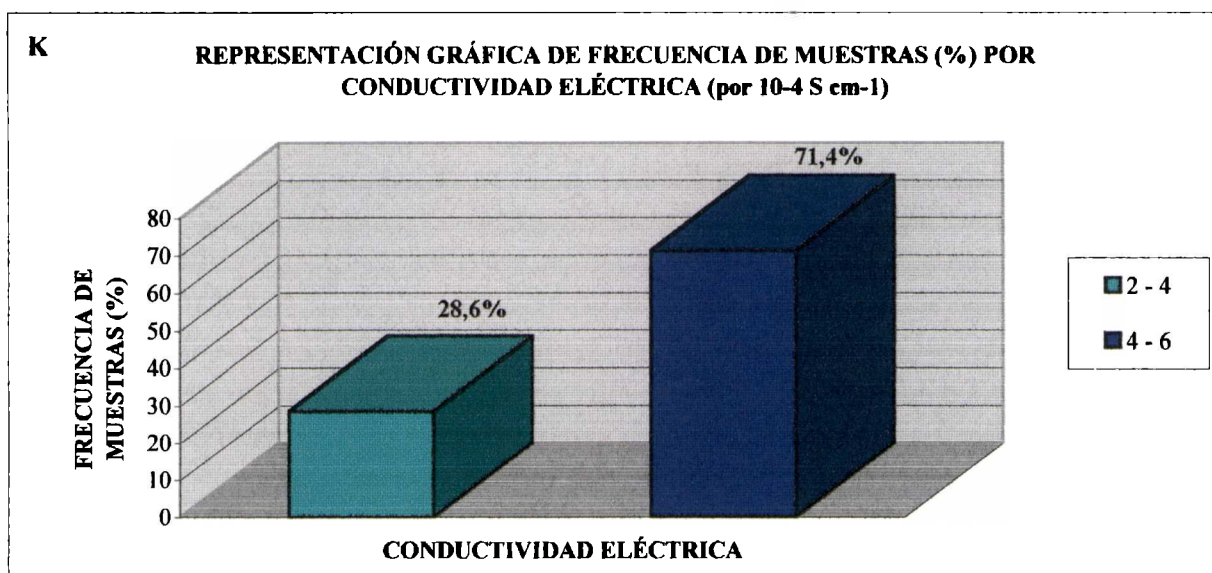
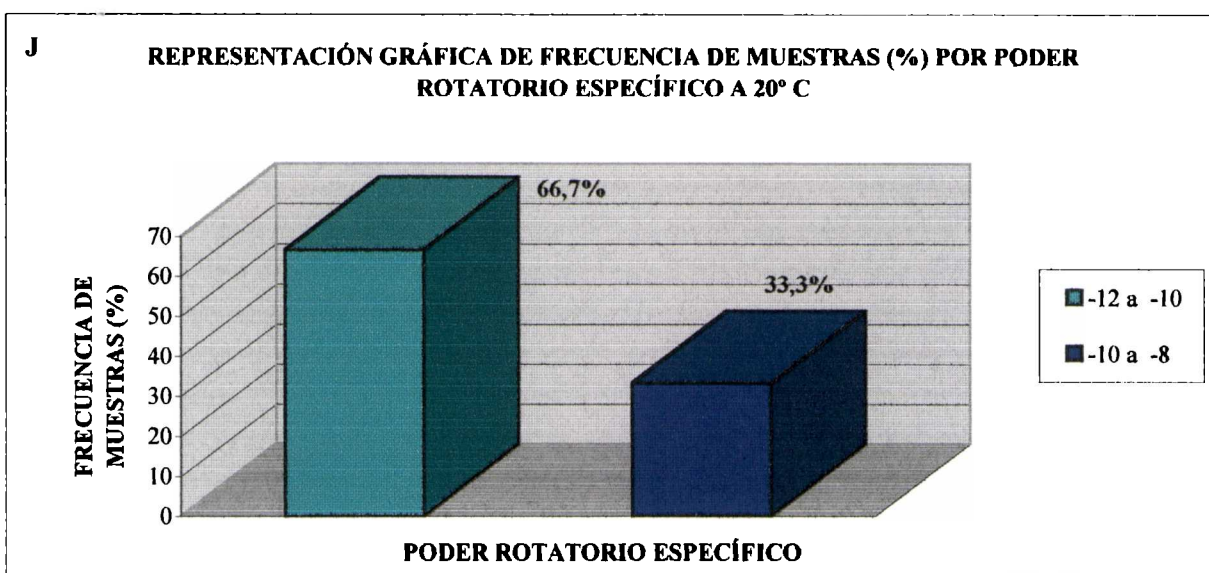


CONTINUACIÓN GRÁFICO XI



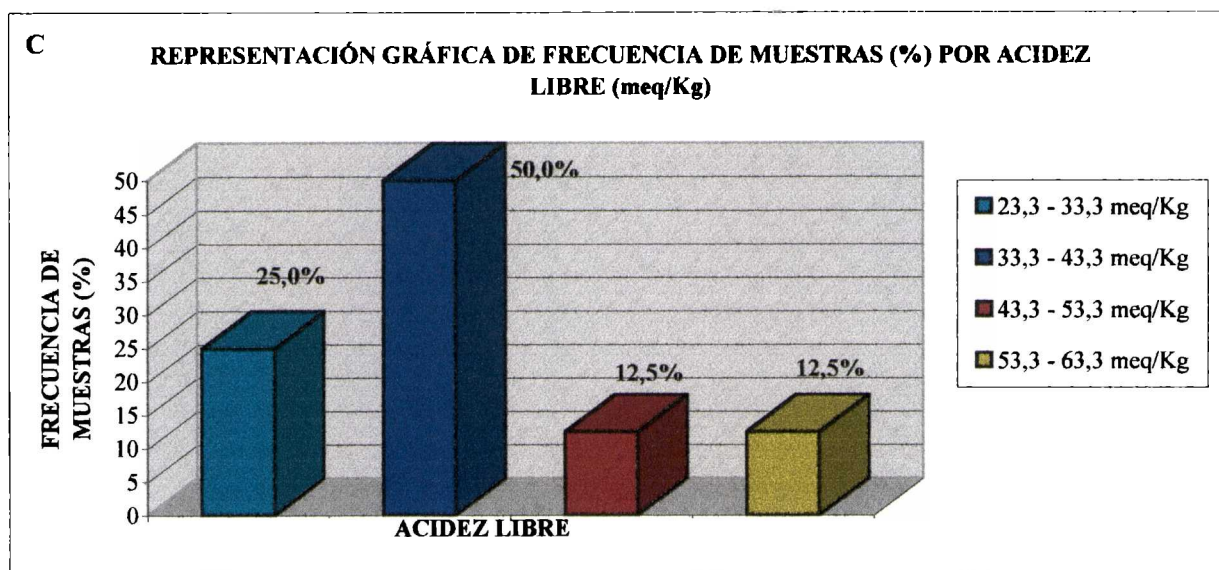
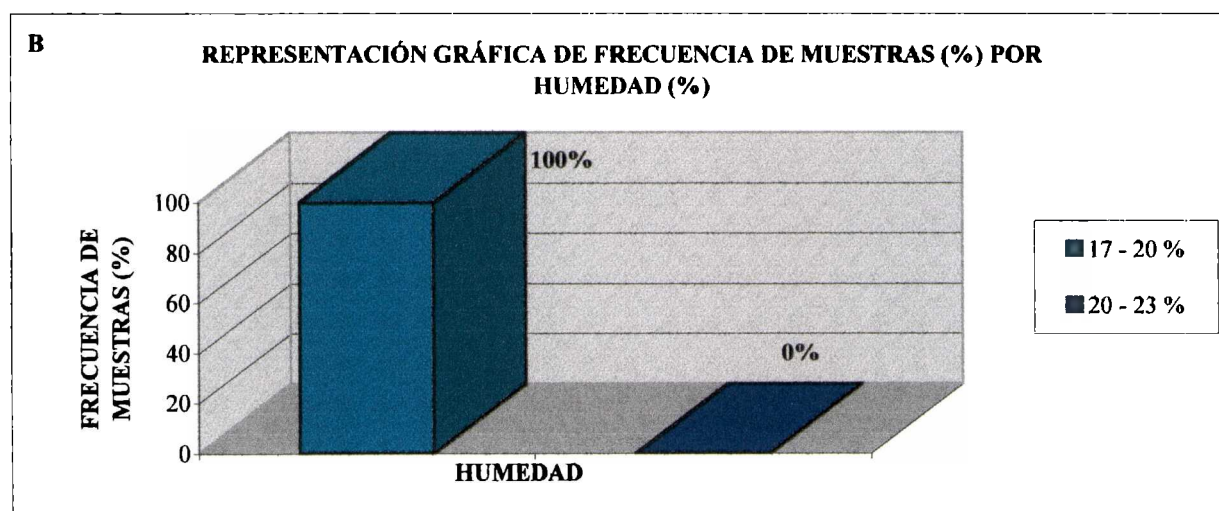
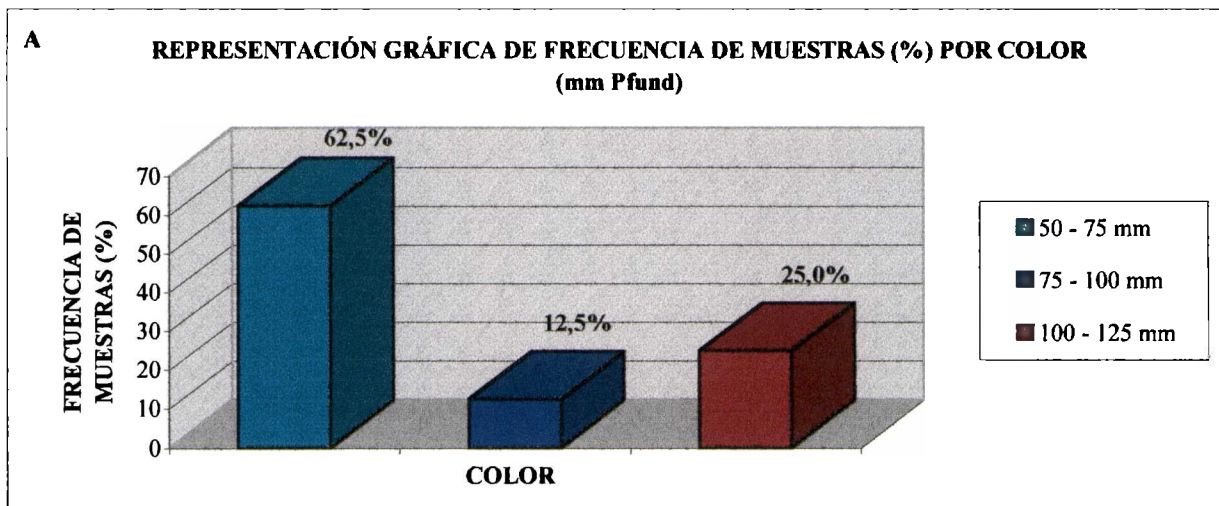


CONTINUACIÓN GRÁFICO XI

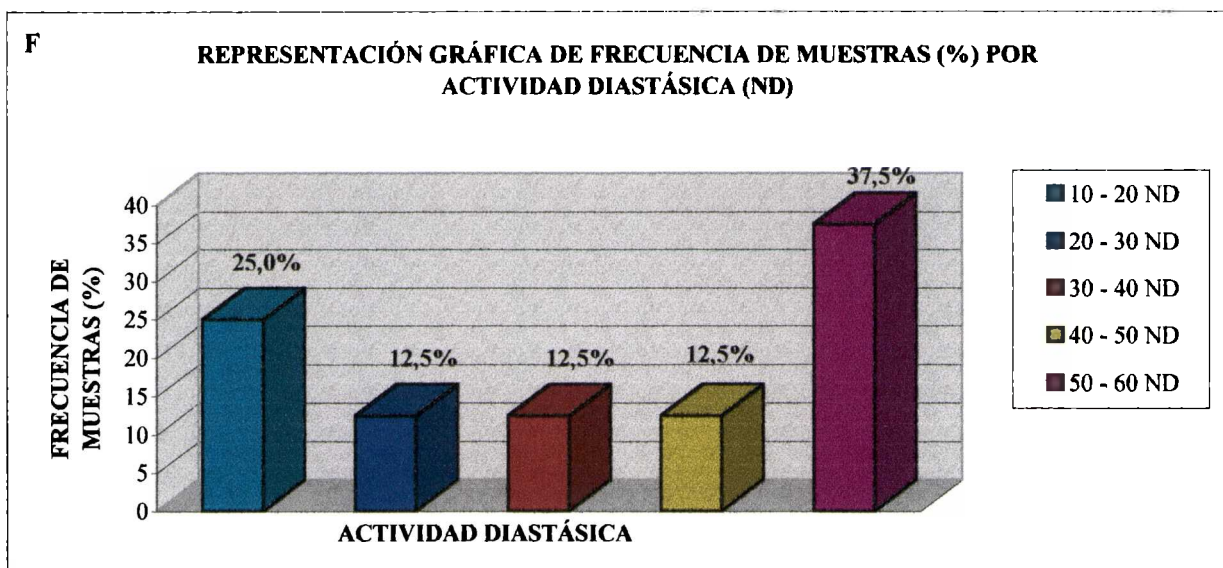
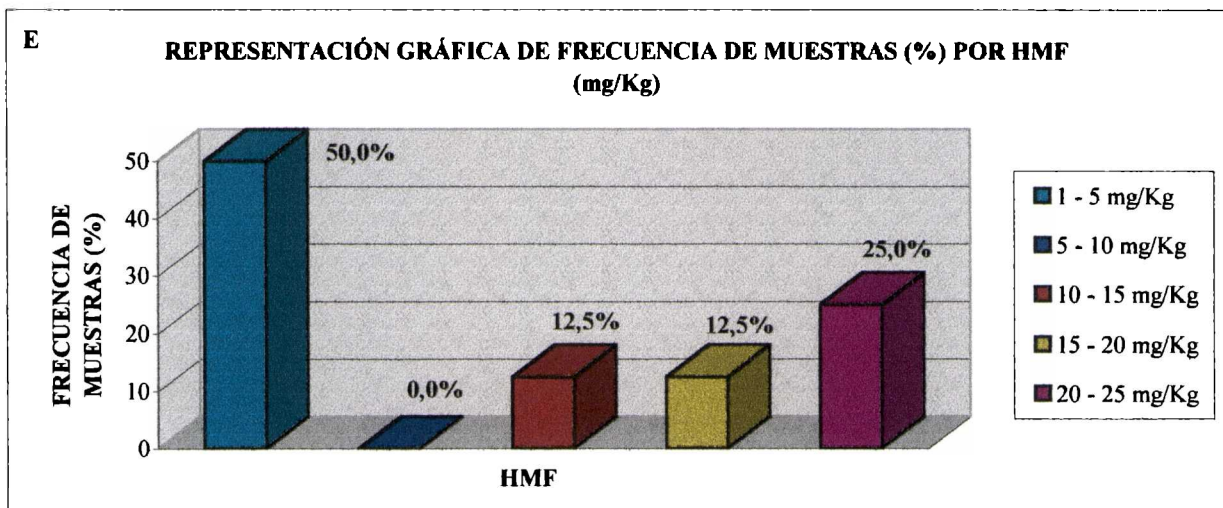
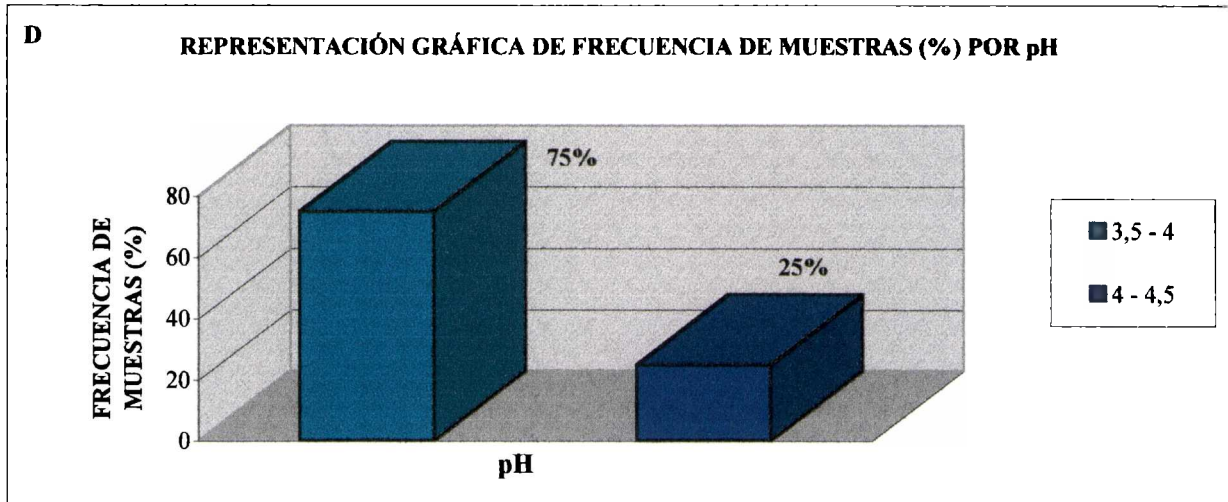




**GRÁFICO XII: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS ENTRE EL 20% Y 45%**

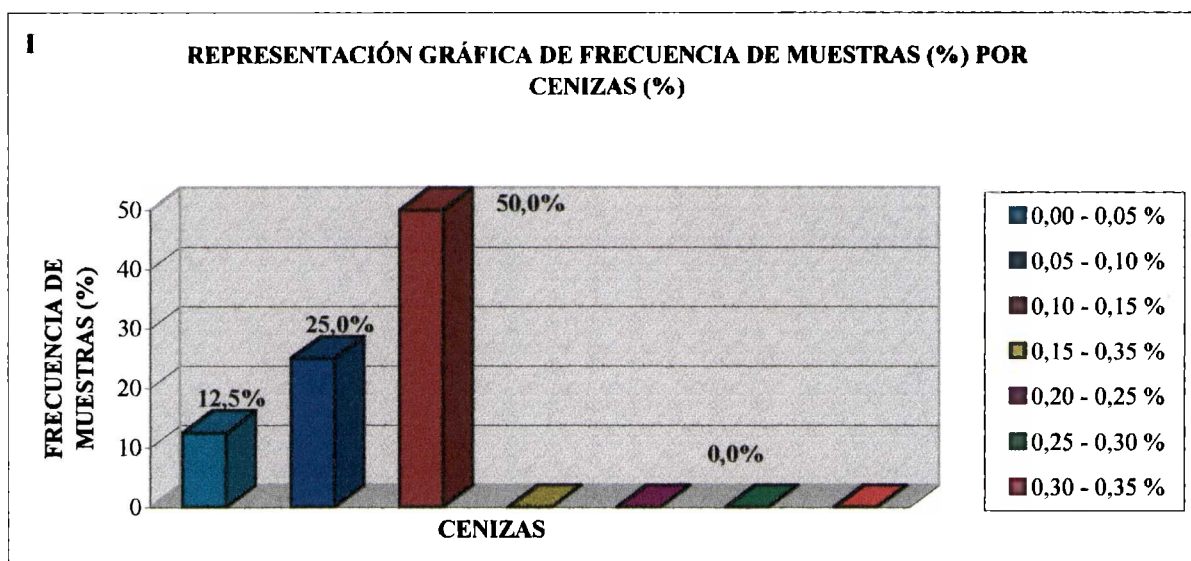
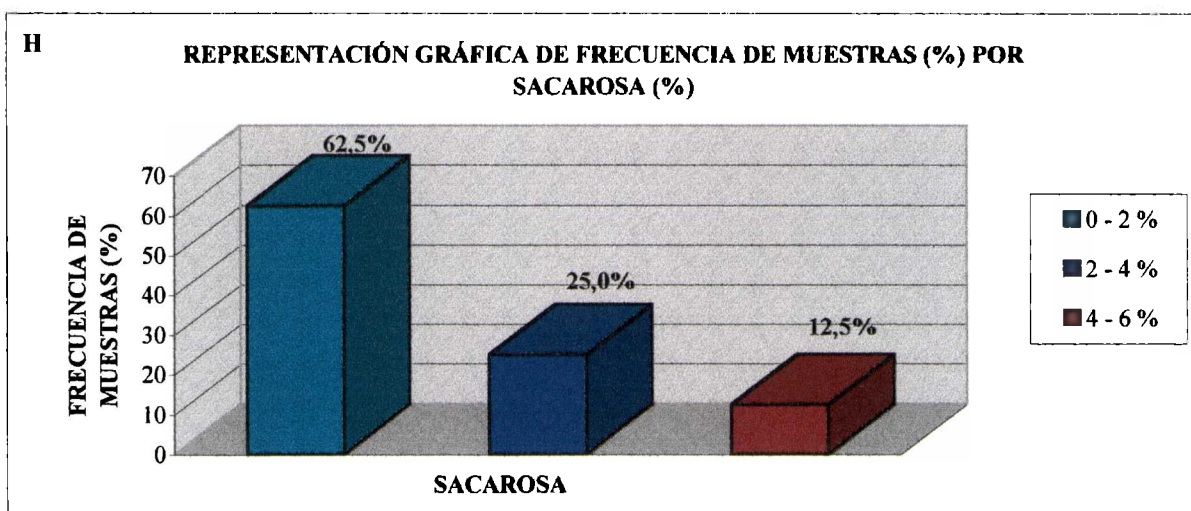
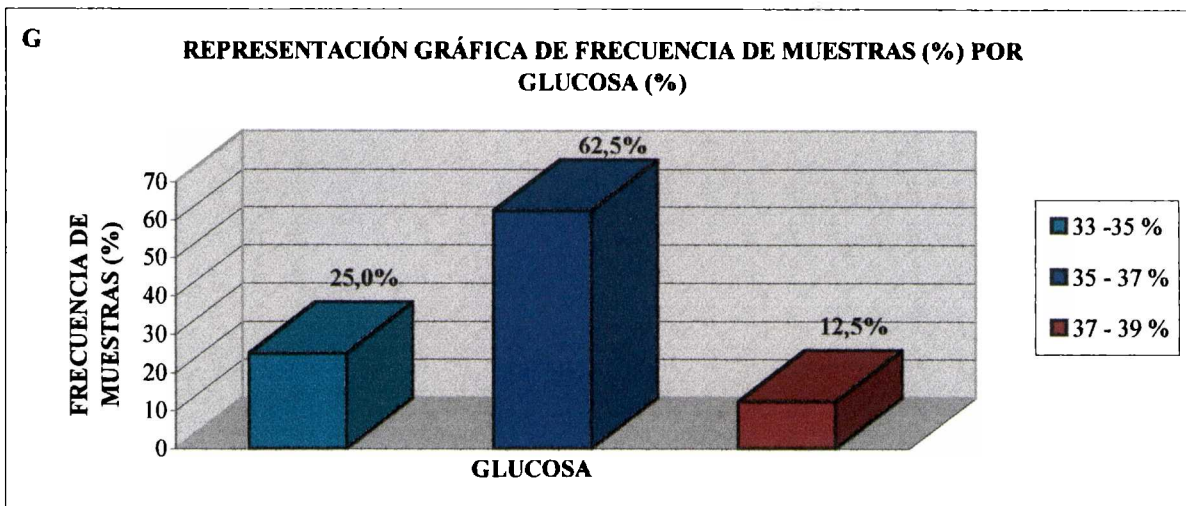


CONTINUACIÓN GRÁFICO XII





CONTINUACIÓN GRÁFICO XII



CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

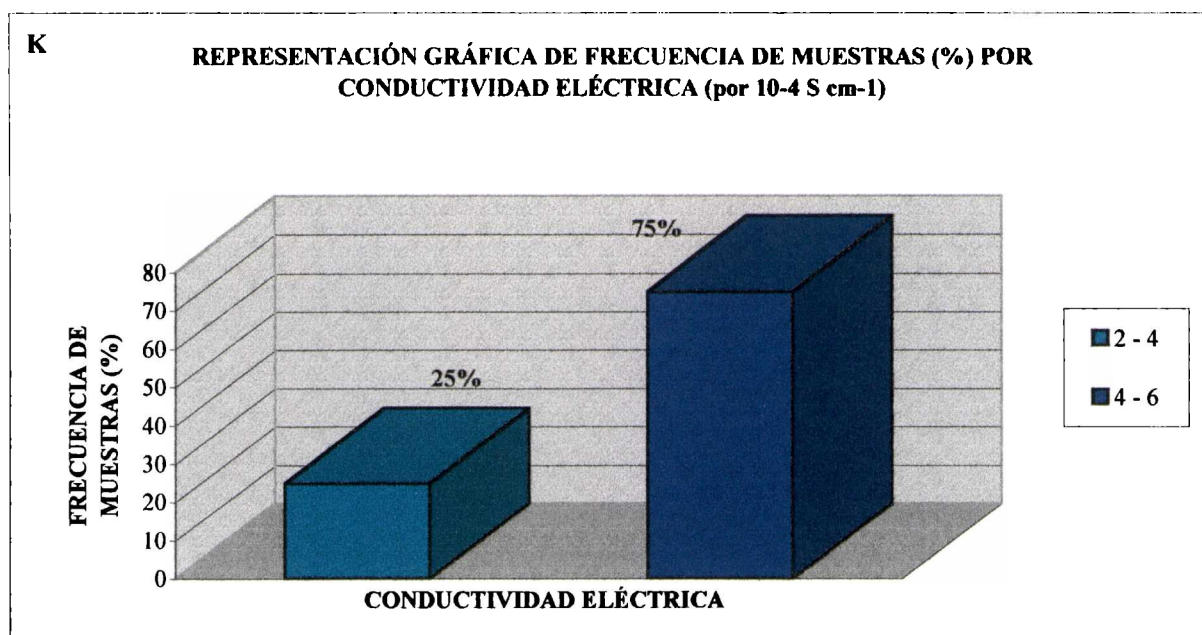
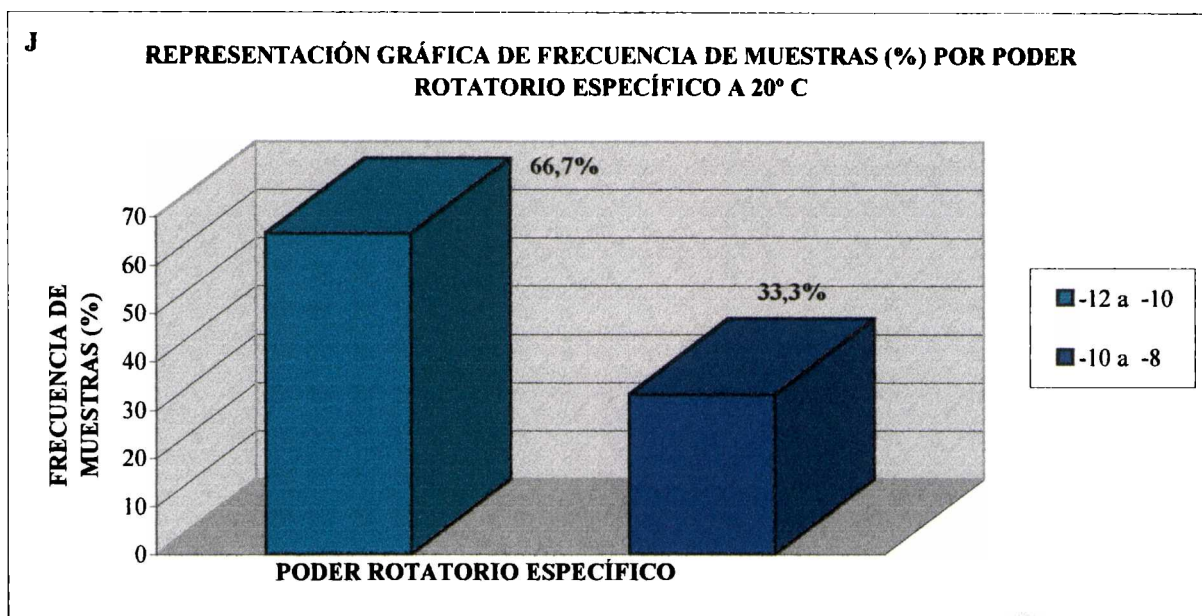
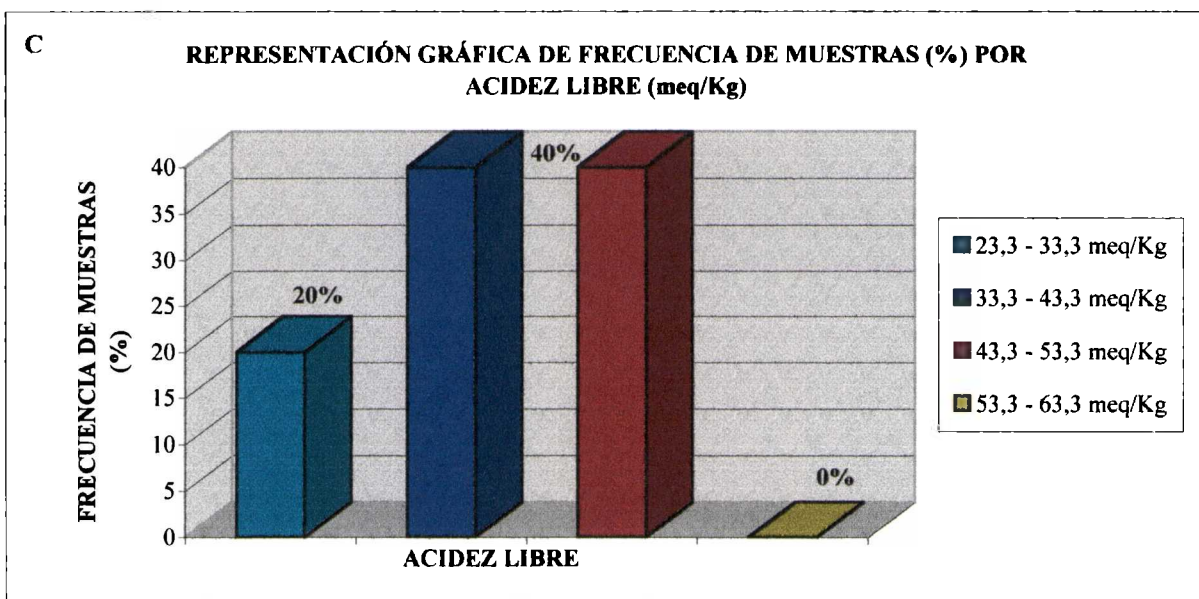
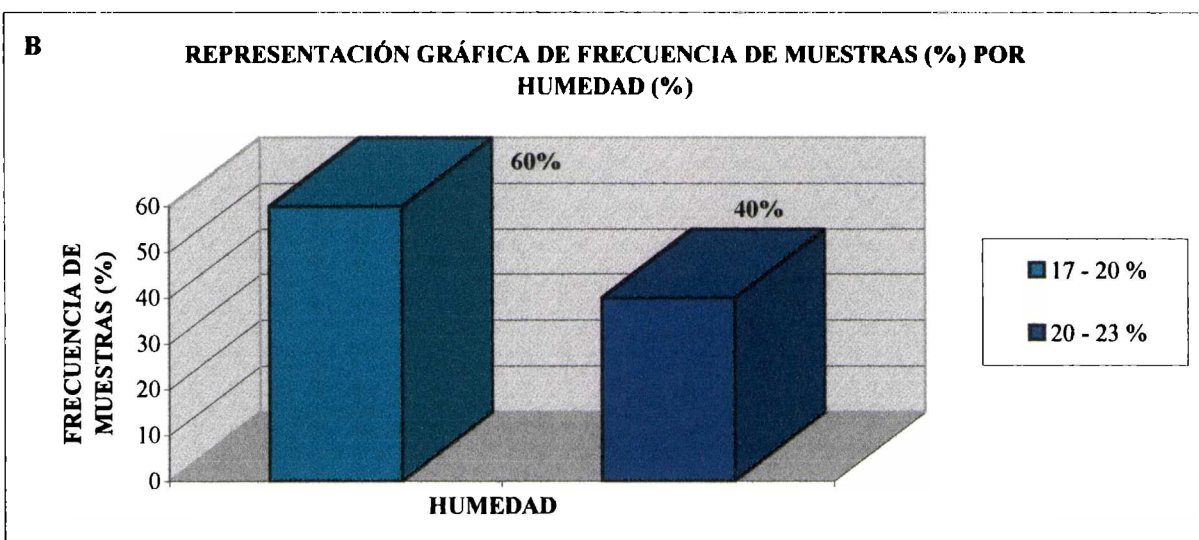
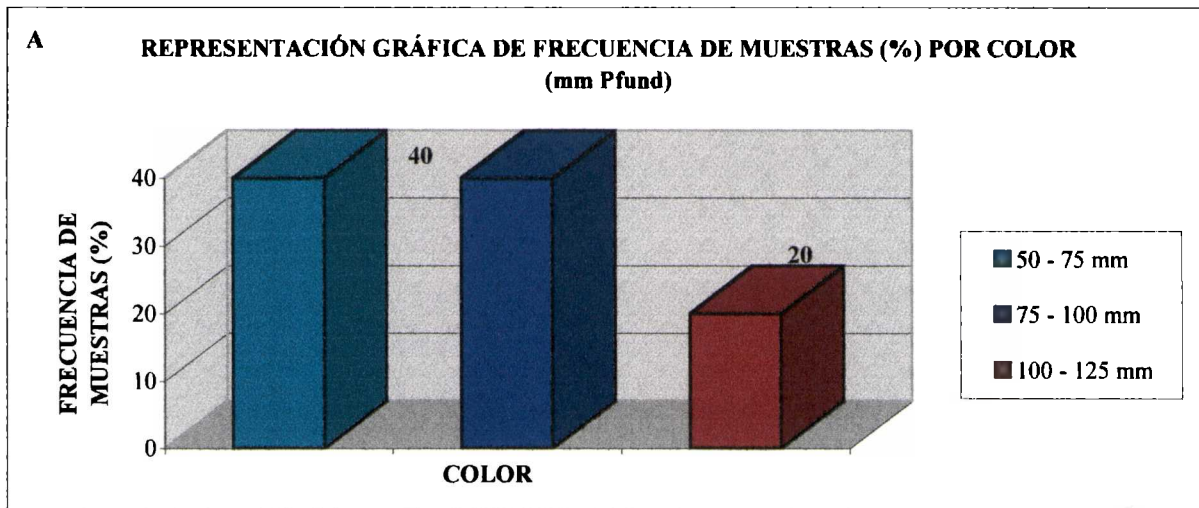
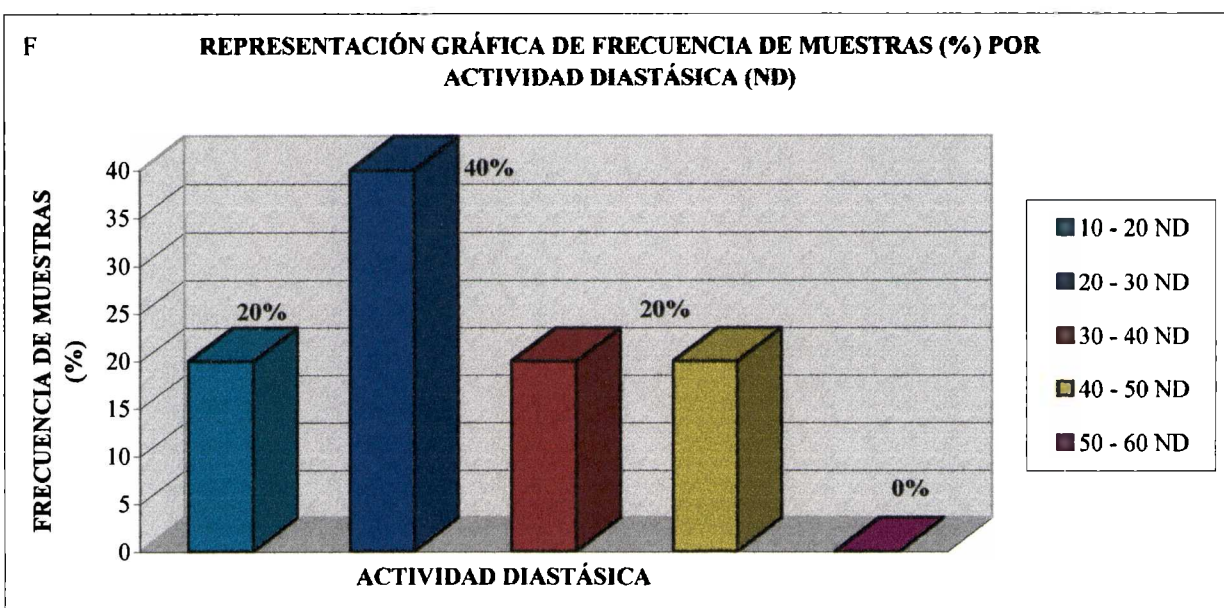
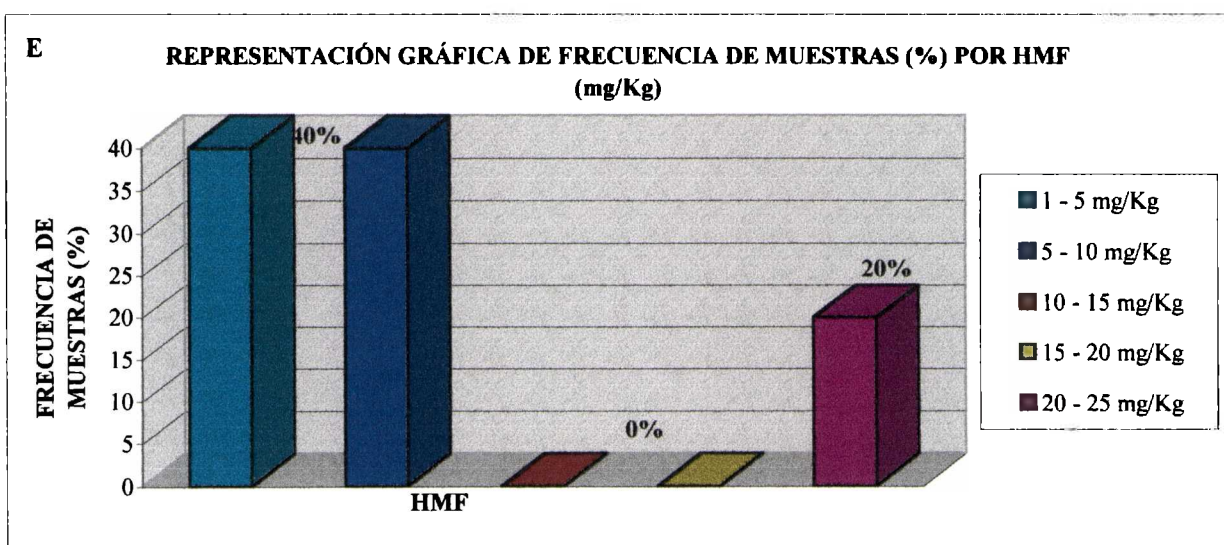
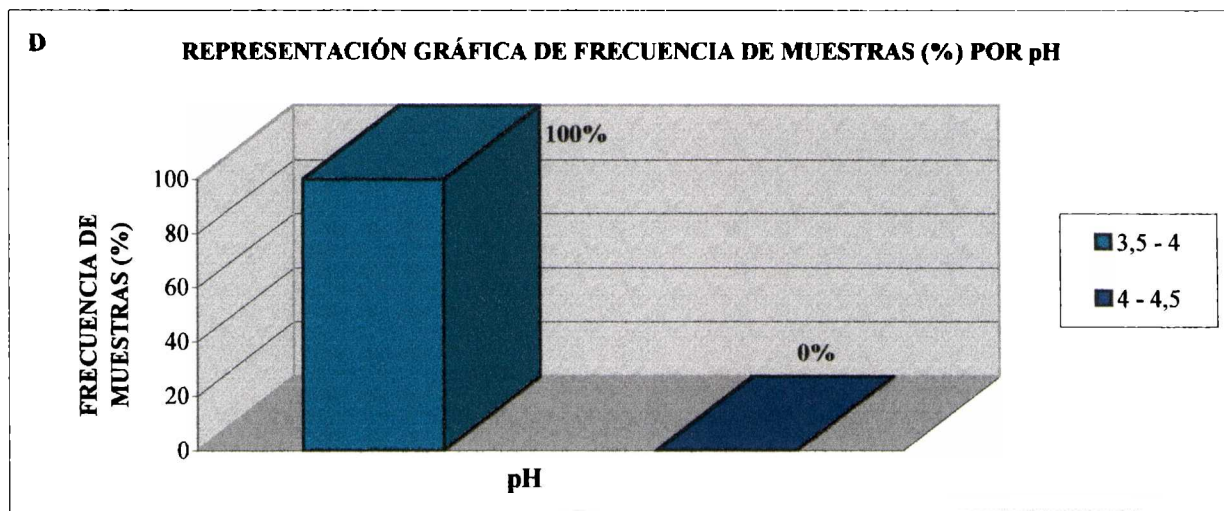




GRÁFICO XIII: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS MAYOR DE 45%

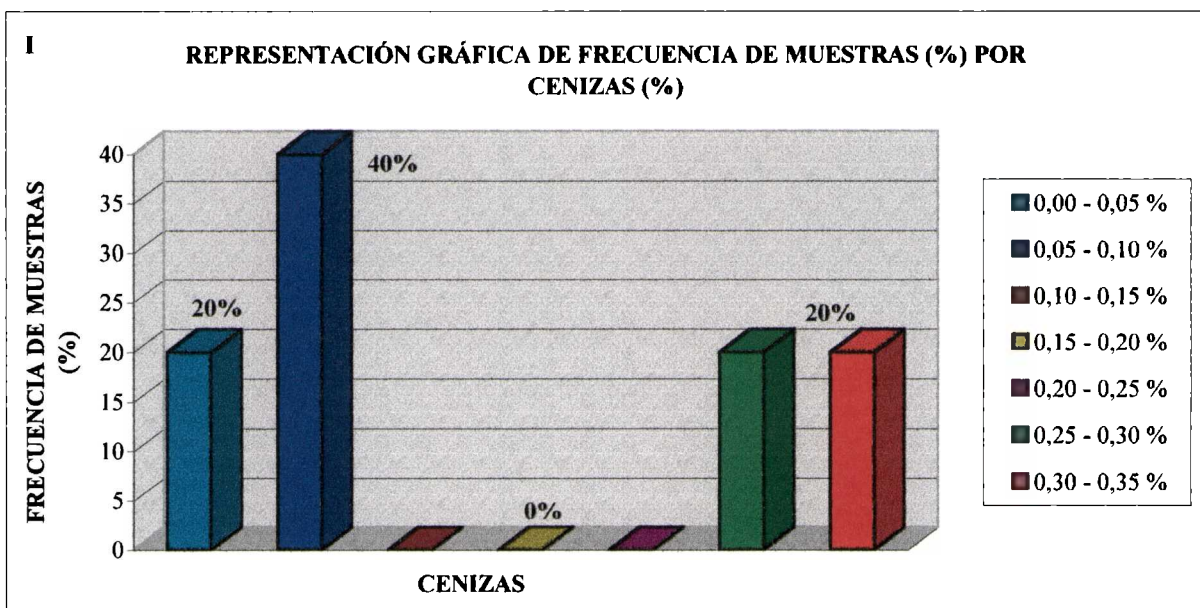
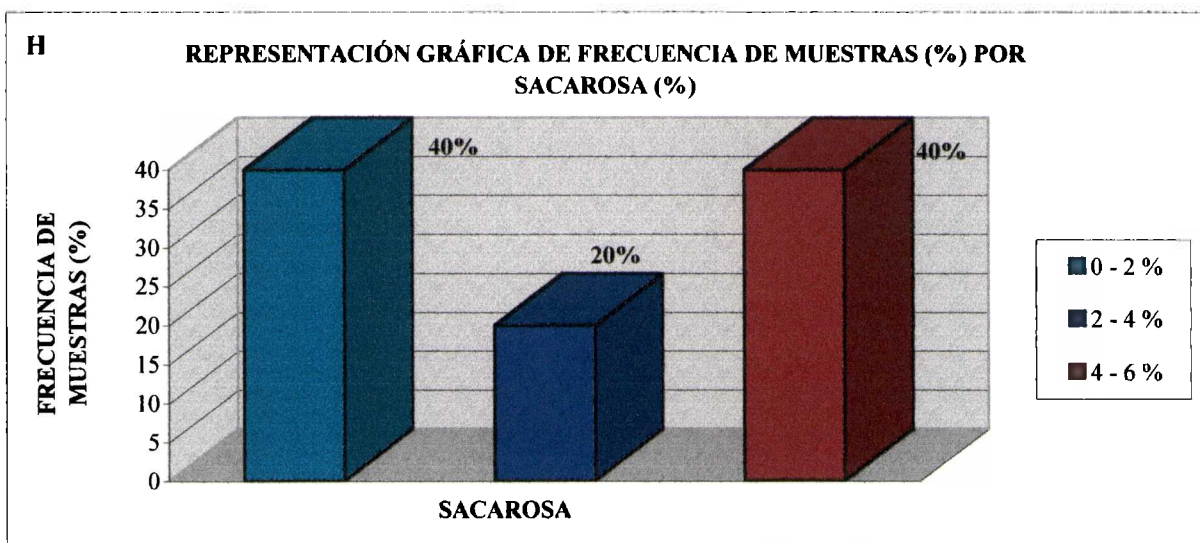
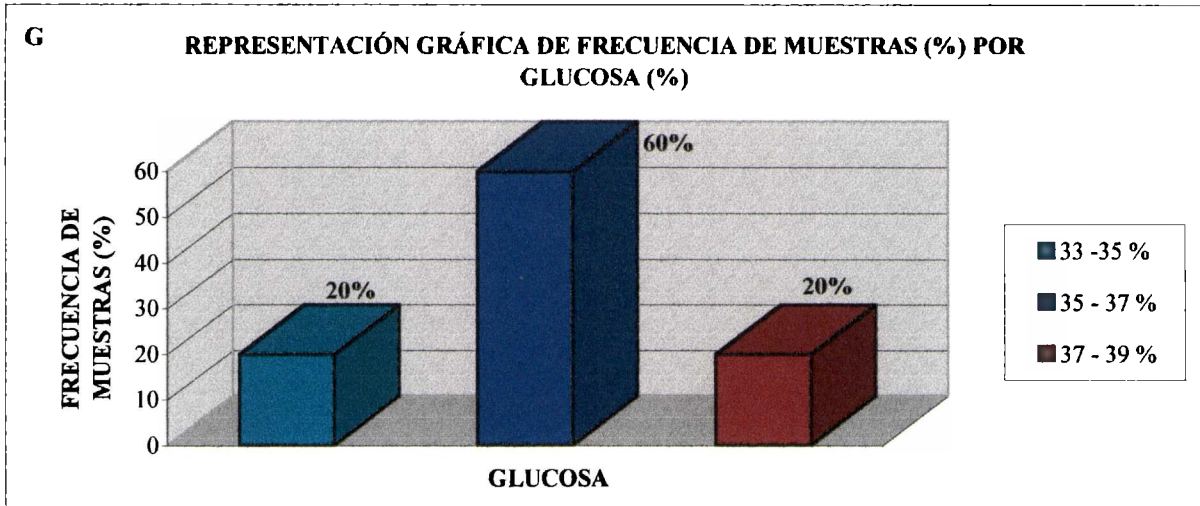


CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

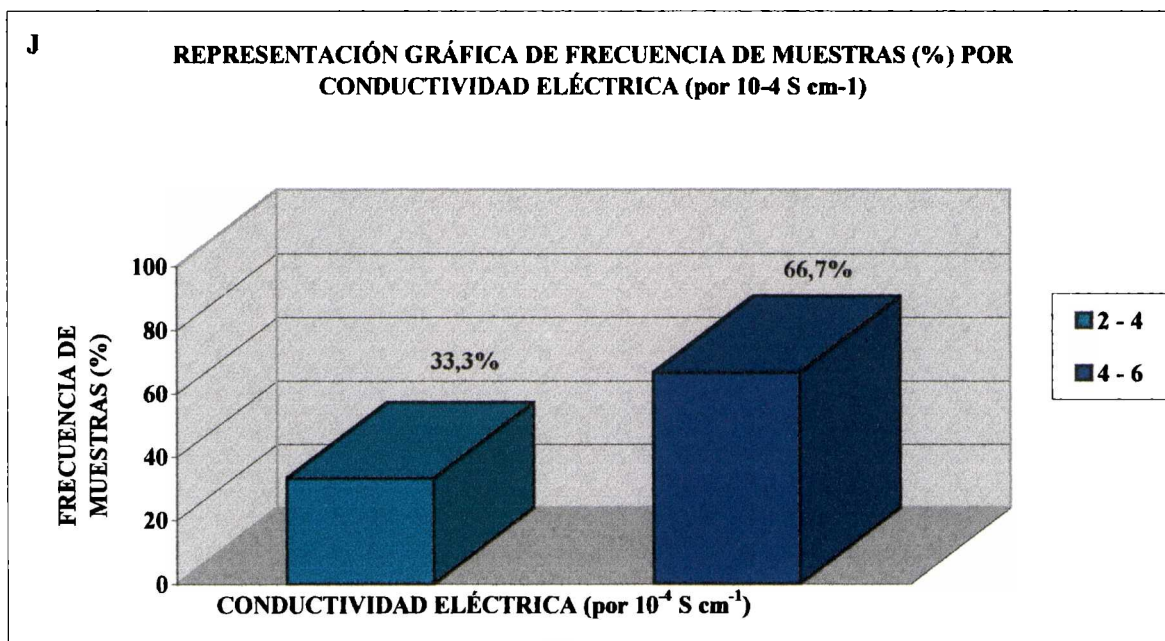




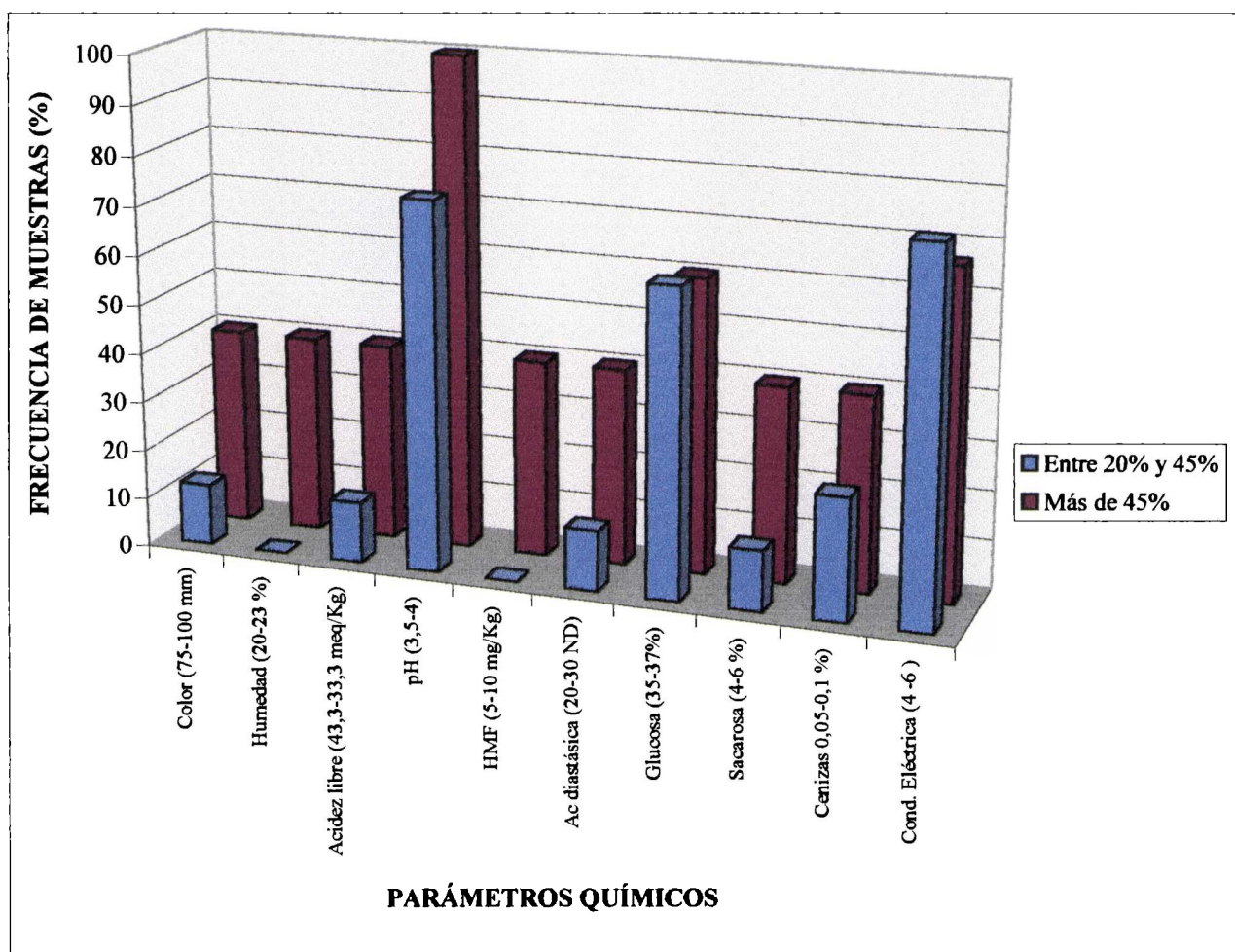
CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII



CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII



**GRÁFICO XIV: RELACIONES ENTRE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE MELILOTUS ALBUS ENTRE 20 Y 45 % Y MÁS DE 45 %**



#### 4.1.2.3. Discusión de resultados.

De acuerdo al estudio melisopalinológico estas mieles también contienen abundante polen, el número mínimo de tipos polínicos identificados por muestra fue de 5 y el máximo de 13. El mayor porcentaje de muestras (55,6 %) contiene hasta 10 tipos, un 38,9 % de las muestras presentan hasta 13 tipos morfológicos y hasta 5 tipos se encuentran en un 5,5 % de muestras. Se observa que a pesar que las mieles son monoflorales tienen una importante flora acompañante; entre los tipos polínicos más representativos (Gráfico I), se destaca *Lotus corniculatus*, *Rapistrum rugosum*, *Ammi majus*, *Echium plantagineum* y *Eucalyptus spp* en un 92,3 %; 84,6 %; 69,2 %; 38,5 % y 38,5 % de muestras respectivamente.

El polen acompañante más abundante es de *Lotus corniculatus* que se encuentra entre el 16 y 45 %, en cambio las demás especies están en cantidades menores al 16 % excepto, una muestra que contiene 45 % de *Echium plantagineum*.

El *Lotus corniculatus* al ser también una Leguminosa, no influye en las características de las mieles de *Melilotus albus*. *Rapistrum rugosum* y *Ammi majus* se encuentran en cantidades pequeñas por lo que tampoco se denota alguna influencia, en cambio la presencia de *Echium plantagineum* cambia el sabor de las mieles, haciéndolas más amargas y astringentes y *Eucalyptus spp* confiere características medicinales (muestras 11 y 12).

La distribución de muestras por familia, (Gráfico II), confirma la presencia de los tipos morfológicos que muestra el Gráfico I.

En lo que se refiere a la monofloridad de las mieles estudiadas, en el total de muestras el contenido de polen de *Melilotus albus* se encuentra entre el 20 y 95 % pero se observa que el mayor número de muestras presenta porcentajes de este polen de 20 a 40 %, pudiéndose encontrar dentro de este intervalo dos rangos definidos, uno que contiene entre 20 y 25 % de polen y el otro que contiene entre 35 y 40 %, compartido ambos por el mismo número de muestras (Gráfico III). Se encontró un 46 % de muestras con más de 40 % de polen de *Melilotus albus*. Es decir que el 40 % podría ser el límite mínimo para considerar como monofloral una miel de *Melilotus albus*. En este caso tampoco coincidimos con el límite propuesto por la legislación (Resolución 1051/95) que es de 20 % como mínimo.

El análisis sensorial del total de las muestras estudiadas (Gráfico IV y V), demuestra que en lo que se refiere a las características de cristalización, la misma frecuencia de muestras (15,4 %) se reparte entre las muestras que al momento del análisis se encontraban; líquidas, líquidas y acuosas, líquidas y viscosas, cremosas y cristalizadas totalmente en forma cremosa. Esta variabilidad en el estado físico de las mieles se debe a que contenían inicialmente altos porcentajes de humedad (más de 18 %) lo que retarda la cristalización. Se pudo comprobar que todas cristalizaron totalmente en forma cremosa con el tiempo predominando los cristales finos y blandos. El gusto predominante es dulce-ácido suave y el atributo más destacable es vegetal. (Gráficos VI, VII).

El análisis sensorial realizado en las dos categorías de mieles seleccionadas, es decir, en mieles con polen de *Melilotus albus* entre 20 y 45 % y mayor de 45 % arroja los resultados que se observan en los Gráficos VIII y IX, respectivamente, y en el Gráfico X se comparan los resultados obtenidos para ambos casos.



La primera categoría de mieles, si bien la mayoría de las muestras al momento del análisis se encontraban líquidas y sin cristales, cristalizaron totalmente en forma cremosa y pastosa predominando los cristales finos y blandos. El gusto es dulce-ácido suave y los atributos más destacados son herbáceo y medicinal. En esta categoría de mieles se encuentran las muestras que como flora acompañante tienen *Eucalyptus spp*, lo que hace que se perciba el atributo de medicinal.

Para las muestras que contienen más de 45 % de polen de *Melilotus albus*, se sigue manteniendo la misma situación respecto de la cristalización, por lo que no podemos considerarla como indicativo de monofloridad. En el caso del gusto se reparte en forma homogénea en todas las muestras entre el dulce-ácido suave intensificándose el dulce en la muestra 2 (Tabla II). Se mantiene el atributo de herbáceo y se definen en este rango otros atributos como fresco, y floral que se venían manifestando pero en un número menor de muestras. Esto confirma lo dicho anteriormente en relación al contenido mínimo de polen para considerar una miel como monofloral.

De acuerdo a los resultados del análisis físico químico en el total de muestras estudiadas (Tabla III) se obtuvo para el color un valor medio de 78,6 mm Pfund, la distribución por frecuencia, muestra que predomina el rango de 50 a 75 mm Gráfico XI A). Se observa que a pesar de ser *Melilotus albus* una leguminosa igual que *Lotus corniculatus*, las mieles que produce son más oscuras, lo que se ha comprobado además en forma visual.

Los valores de humedad oscilan entre el 17 % y más de 21,8 %, con una media de 18,6 %, la dispersión de estos valores se debe a que el muestreo se realizó en amplio período del año, que va desde la primavera al otoño (Tabla IV). Este parámetro es importante para la conservación y estabilidad de la cristalización observada. Piana (1989), aconseja para una buena cristalización valores de humedad entre 17,5 a 18 %. La distribución por frecuencia indica que el mayor porcentaje de muestras se ubica en el rango de 17 a 20 % donde se encuentra la media (Gráfico XI B).

El resultado del análisis de acidez ofrece una gran variabilidad, acercándose la media obtenida (40,5 meq/Kg) hacia el máximo permitido por la legislación (40 meq/Kg) (Tabla IV). El 46,1 % de las muestras se ubican en el rango de 33 a 43 meq/Kg, y en un 23 % se encontraron valores de acidez en los rangos de 23 a 33 meq/Kg y 43 a 53 meq/Kg (Gráfico XI C). Debido a la gran dispersión de los valores, no se encuentra una relación directa con la flora en este lote de muestras, no obstante ello, debemos aclarar que se estudió un número pequeño de muestras, por lo que si se analizara un mayor número de ellas, se podría llegar a una conclusión más definida.

El pH se encuentra entre 3,6 y 4,3 con una media de 3,8 (Tabla IV). Estos valores se consideran normales, comparables con lo informado por la bibliografía (Sanz y col., 1995). La mayor frecuencia de muestras se ubican en el rango de 3,5 a 4 (Gráfico XI D).

Los valores de HMF son los esperados para mieles frescas, recién cosechadas y sin procesamiento. La media de HMF es de 9,8 mg/Kg y el rango de variación de 1,8 a 24,0 mg/K (Tabla IV); un 46,1 % de las muestras contienen entre 1 y 5 mg/Kg y el máximo rango obtenido (20-25 mg/kg) se encuentra en un 23,0 % de las muestras (Gráfico XI E).

En este caso no se observa relación con el origen botánico de la miel, por lo que no es un parámetro útil para el diagnóstico de la miel estudiada, compartiendo el criterio con otros autores (Persano Oddo y col., 1988).

En cuanto a la actividad enzimática, las mieles monoflorales pueden presentar actividad baja, media o alta, (Persano y col., 1988). En este caso, el lote de muestras analizadas presenta una actividad diastásica media, con un valor promedio de 33,2 ND, en un rango que va de 12 ND a 60 ND observándose una gran dispersión en los valores (Tabla IV). La distribución por frecuencia muestra la predominancia de dos rangos de valores bajos (10-20 ND y 20-30 ND) en un 23,08 % de muestras y también aparece un 23,08 % de muestras con valores altos (50-60 ND) probablemente por la variabilidad de la flora acompañante (Gráfico XI F).

La media obtenida para la determinación de glucosa presenta un valor de 36 %, con un rango de 33,8 % a 37,8 % (Tabla IV), encontrándose la mayor cantidad de muestras (61,5 %) entre los valores medios. Estos porcentajes de glucosa serían indicativos del estado de cristalización de la miel y justifican que las mieles cristalizaran totalmente en el tiempo.

Distintos autores han encontrado una relación directa entre las cenizas y el color de la mieles, así mieles más oscuras presentan mayor contenido de cenizas y viceversa. En el presente trabajo no se observa siempre esta tendencia si bien las mieles se estudiadas son oscuras; por lo que pensamos que las cenizas en este caso podrían estar influenciadas por factores distintos a la flora como por ejemplo el suelo y el mayor o menor flujo de néctar. El valor medio para este parámetro fue 0,13 %, con un mínimo de 0,02 % y un máximo de 0,35 % (Tabla IV); la mayor cantidad de muestras las encontramos en un rango de valores bajos (0,05 a 0,15 %) (Gráfico XI I).

En cuanto al poder rotatorio específico, para las mieles de *Melilotus albus* se obtuvo una media de -10,5, con un valor mínimo de -11,9 y un máximo de -8,7 (Tabla IV). Puede observarse cierta similitud con el valor de la media encontrada para mieles de *Lotus corniculatus*, aunque el rango de variación es menor. Esto no es raro ya que las dos especies pertenecen a la familia de las Leguminosas. Estas mieles no presentan una dispersión tan pronunciada en los valores de poder rotatorio específico, son más homogéneos, pero aquí tampoco se puede establecer una relación directa con el porcentaje de polen de la especie presente. El mayor porcentaje de muestras, posee valores de poder rotatorio específico que se encuentran en el rango de -12 a -10 donde además se encuentra ubicada la media (Gráfico XI J). Si bien consideramos que el número de muestras estudiado fue pequeño, surge del estudio un rango característico de -12 a -10 de poder rotatorio específico para estas mieles.

Para este tipo de mieles, la conductividad eléctrica varía en un rango que va desde 2,4 hasta  $5,9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ , con una media de  $4,6 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Tabla IV). Un 71,4 % de las muestras se ubican en el rango de conductividad eléctrica de  $4 \text{ a } 6 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Gráfico XI K). En este caso, como en la otra leguminosa estudiada anteriormente, el valor de la media es similar y característico para mieles de flores, y de este origen floral.

Los parámetros físico químicos también fueron calculados y analizados para las dos categorías de muestras mencionadas precedentemente, sus resultados se muestran en los Gráficos XII y XIII y la comparación de los mismos en el Gráfico XIV.

El valor medido de color para las dos categorías de mieles no parece diferir demasiado considerando la fuerte dispersión que poseen (Tabla V).



En la primer categoría de muestras el rango predominante es de 50-75 mm en un 62,5 % de muestras, mientras que en las mieles con más de 45 % de polen, predomina además del rango anterior, en un 40 % de muestras, el rango 75 a 100 mm (Gráfico XII A y XII A). Esto explica el valor alto de la media obtenida en el total de muestras (78,6 mm) (Tabla IV).

La mayor cantidad de muestras tienen una humedad entre 17 y 20 % (Gráfico XII B), sin embargo en las muestras con más de 45 % de polen de *Melilotus albus* aparece un 40 % de muestras con humedad entre 20 y 23 % (Gráfico XIII B). No obstante ello este parámetro no se relaciona con el contenido de polen ya que es muy influenciado por otros factores no propios de la miel.

La acidez tiende a homogeneizarse en la segunda categoría de muestras, que incluyen un 80 % de muestras con una acidez entre 33 y 53 meq/Kg, resultando una media de 39,5 meq/Kg.

En relación al pH la mayor frecuencia de muestras la encontramos en el rango de 3,5 a 4 en los dos grupos de mieles (Gráficos XII D y XIII D).

Con respecto al contenido de HMF aumenta en las mieles con más de 45 % de polen de *Melilotus albus*, la frecuencia de muestras indica que la mayor cantidad se ubica entre 5 y 10 mg/Kg (Gráfico XIII E), resultando una media de 9,2 mg/Kg (Tabla V), sigue manteniéndose en un valor normal para mieles frescas, por lo que no puede considerarse de utilidad como indicador de monofloridad.

En lo que se refiere a la actividad diastásica, en las mieles que contienen más del 45 % de polen disminuye su valor (50-60 ND) (Gráfico XII F) y se ubica en el rango de 20 a 30 ND (Gráfico XIII F), con una media de 27,7 ND (Tabla V), valor menor que en la categoría anterior y que el calculado para el total de las muestras estudiadas. Este tipo de miel se ubica dentro de las mieles que poseen actividad enzimática media, sin embargo no podemos decir que sea un parámetro de utilidad para caracterizar las mieles de *Melilotus albus*, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas (dato no mostrado).

Para las dos categorías de muestras se mantiene el contenido de glucosa con una media de 36 % lo que justifica el tipo de cristalización observada (Tabla V) y la mayor frecuencia de muestras se ubica entre 35 y 37 % en ambos casos (Gráficos XII G y XIII G) en cambio la sacarosa en la primer categoría de muestras predomina en un 62,5 % de muestras valores entre 0 y 2 % (Gráfico XII H) y aparece en la segunda categoría de mieles un 40 % de muestras que contienen entre 4 y 6 % de sacarosa (Gráfico XIII H). La media obtenida en este caso (3,2 %) es mayor que para la categoría anterior y que la calculada para el total de muestras (Tabla V). El resultado obtenido para este parámetro es normal para mieles florales, no se puede afirmar que varía con el aumento del contenido de polen.

El contenido de cenizas presenta una variación importante en las dos categorías de muestras. En las mieles que poseen más del 45 % de polen de *Melilotus albus* aparece un 40 % de muestras con cantidades elevadas de cenizas, entre 0,25 a 0,30 % y 0,30 a 0,35 % (Gráfico XIII I), con una media de 0,2 % (Tabla V). En la primer categoría de muestras la mayor frecuencia de muestras se ubica entre el 0,1 a 0,15 % de cenizas (Gráfico XII I). Estos valores altos de cenizas se relacionan con el color oscuro de las mieles.

Para el poder rotatorio específico sólo se tienen valores para la primer categoría de muestras y la media obtenida es de -10,5 (Tabla V) igual valor que el obtenido para el total de muestras (Tabla IV).

La conductividad eléctrica presenta la misma distribución de frecuencia en los dos grupos de mieles, la mayor frecuencia se encuentra en entre  $4 \text{ y } 6 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Gráficos XII K y XIII K) . Este parámetro no se relaciona con el contenido de polen de las mieles, ya que la media calculada para el total de muestras y las dos categorías de mieles y el análisis de varianza no acusa diferencias significativas.

#### **4.1.2.4. Conclusiones.**

Trece muestras de miel monofloral de *Melilotus albus* estudiadas desde el punto de vista bromatológico en relación a su origen botánico, han permitido emitir las siguientes conclusiones:

#### **Características melisopalinológicas.**

- Las mieles analizadas son ricas en polen, la mayoría presenta entre 10 y 15 tipos morfológicos.
- El polen de *Melilotus albus* se encuentra en las mieles en una cantidad que varía de 20 a 95 %, la mayor frecuencia de muestras se ubica entre el 20 y 25 % y el 35 y 40 %.
- Se concluye que el 40 % de polen puede ser el límite mínimo para considerar monofloral una miel de *Melilotus albus*.

#### **Características organolépticas.**

- Estado físico: La cristalización observada fue completa y en forma cremosa predominando los cristales finos y blandos.
- Gusto y olor: dulce-ácido, olor herbáceo, fresco y floral.

#### **Características químicas.**

Este tipo de mieles no parecen definirse fácilmente por sus características físico químicas, por lo que los factores de composición son promedio del total de muestras .

#### **Composición.**

- Color: 78,6 mm Pfund.
- Humedad: 18,6 %
- Acidez libre: 40,6 meq/Kg
- pH: 3,8.
- Hidroximetilfurfural: 9,8 mg/Kg.
- Actividad diastásica: 33,2 ND.
- Glucosa: 36,0 %
- Sacarosa: 2,5 %
- Cenizas: 0,1 %
- Poder rotatorio específico: -10,5.
- Conductividad eléctrica:  $4,6 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  .

### ANEXO III

#### INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla I: Espectro polínico de las mieles de *Melilotus albus*.

Gráfico I: Representación gráfica de los tipos polínicos de mayor frecuencia en las muestras analizadas.

Gráfico II: Representación gráfica de frecuencia (%) por familia.

Gráfico III: Representación gráfica del porcentaje de polen de *Melilotus albus* por frecuencia de muestras.

Tabla II: Análisis sensorial de las mieles de *Melilotus albus* en el total de muestras analizadas.

Gráfico IV: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por características visuales en el total de muestras analizadas.

Gráfico V: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por característica táctil en el total de muestras analizadas.

Gráfico VI: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen gustativo en el total de muestras analizadas.

Gráfico VII: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen olfativo y defectos en el total de muestras analizadas.

Gráfico VIII: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por análisis sensorial en mieles con contenido de polen de *Melilotus albus* entre el 20% y 45%.

Gráfico IX: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) en mieles por análisis sensorial en mieles con más de 45 % de polen de *Melilotus albus*.

Gráfico X: Representación gráfica de los atributos sensoriales analizados en mieles con contenidos de polen de *Melilotus albus* entre el 20% - 45% y más del 45%.

Tabla III: Parámetros físicos químicos en las mieles de *Melilotus albus*.

Tabla IV: Estudio estadístico de los parámetros físico químicos en el total de muestras analizadas.

Tabla V: Valores medios y desviación estándar en mieles con contenidos de polen de *Melilotus albus* entre el 20% - 45% y mayor de 45%.

Gráfico XI: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en el total de muestras analizadas.

Gráfico XII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenidos de polen de *Melilotus albus* entre el 20% y 45%.

Gráfico XIII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenidos de polen de *Melilotus albus* mayor de 45%.

Gráfico XIV: Relaciones entre los parámetros físico químicos analizados en mieles con contenidos de polen de *Melilotus albus* entre 20% - 45% y mayor de 45%.

### **4.1.3. MIELES MONOFLORALES DE *EUCALYPTUS* sp**

#### **4.1.3.1. Introducción.**

El *Eucalyptus* pertenece a la familia de las *Myrtaceas*. Lo encontramos ampliamente distribuido en nuestro país, en amplias áreas geográficas, sobre todo por razones forestales. En la foto I se puede apreciar una flor de *Eucalyptus* sp.

**FOTO I: FLORES DE *EUCALYPTUS* sp.**



Fuente: Gestión Apícola N° 2,(1997).

Las especies mas comúnmente conocidas son: *E. camandulensis* (Eucalyptus colorado), *E. globulus* (Eucalyptus criollo), *E. saligna* (Eucalyptus saligna), *E. Tereticornis*, *E. citriodora* (Eucalyptus con olor a limón), *E. ficifolia* (Eucalyptus de flores rojas), *E. cinerea* (Eucalyptus de adorno), *E. grandis*, *E. robusta* (Eucalyptus), etc.

El *Eucalyptus camandulensis*, es un árbol mediano hasta alto, 25-50 m, de tronco derecho y largo fuste. Soporta fuertes calores estivales siempre que vegete en suelos húmedos y es también relativamente resistente al frío. Es una especie de fácil adaptación y desde el punto de vista del interés apícola, presenta una período de floración que va desde Diciembre a Febrero aportando néctar y polen (Cozzo, 1955-76-79).

El *Eucalyptus globulus* es una especie disponible casi todo el año por su amplio período de floración registrándose la mayor intensidad en Julio. Desde el punto de vista melífero significa un buen aporte de néctar y polen. Es un árbol de hasta 40 m, con corteza que se desprende a tiras. Las hojas jóvenes son muy glaucas y más cortas que las viejas. Son coriáceas y con fuerte olor propio. Las flores de hasta 2 cm, con estambres muy largos y frutos en caja terminada en pico (Ortega Sada, 1987).

El *Eucalyptus saligna*, también es un árbol alto, 25-50 m, de gran desarrollo, con tronco grueso. Las hojas jóvenes son alternas, cortamente pecioladas, de bordes ondulados, y las adultas pecioladas, lanceoladas onduladas. Inflorescencias con umbelas axilares, con pedúnculo ligeramente comprimido; botones sin pedicelo, pequeños, glaucos, con opérculos pequeños, cónicos. Por su rápido y notable crecimiento esta especie es objeto de una intensa aplicación en los países tropicales. Su período de floración se observa en verano, y para la producción melífera constituye un buen aporte de néctar y polen (Cozzo, 1955-76-79).

El *Eucalyptus tereticornis*, árbol alto, 20-45 m de tronco derecho, grueso y largo fuste. Sus características morfológicas son similares a las de *camandulensis* con algunas diferencias no muy significativas. Sus hojas jóvenes son ovales y mucho más anchas que en *camandulensis*, lo mismo que las hojas adultas. Los botones florales son de mayor tamaño, con opérculos más largos que los receptáculos, cilíndrico-cónicos y no rostrados. La especie *tereticornis* está muy difundida por todo el mundo, aunque no tanto como *camandulensis*, debido a su rápido crecimiento, excelente forma forestal, buen porte, moderada plasticidad a suelos y climas, y por contar con madera de muy variadas aplicaciones. Esta situación favorece especialmente a la apicultura, que aprovecha su presencia para la producción melífera en la época de floración que se registra desde Octubre a Febrero con un importante aporte de néctar y polen (Cozzo, 1955-76-79).

Otras especies importantes, como *cinerea*, comúnmente llamado eucalyptus de adorno, está siendo cultivada en la Argentina cada vez con mayor intensidad, desde hace unos 25 años, al principio en carácter de elemento ornamental para parques y plazas y ahora con miras a la constitución de montes puros maderables. Se le reconoce cierta aptitud forestal, dada su rusticidad ante los factores climáticos adversos, frío y sequía, y su rápido crecimiento (Cozzo, 1955-76-79).

Los pólenes de esta especie no se encuentran comúnmente representados en nuestras mieles.

Otras especies como *citriodora* la encontramos disponible para las abejas en primavera aportando néctar y polen; *robusta*, florece en Junio - Julio, y luego en Febrero, Marzo y Abril, también proporciona néctar y polen; y *ficifolia*, florece en Diciembre - Enero, constituyendo también una fuente de néctar y polen.

A través del análisis melisopalinológico, se seleccionaron las muestras para el estudio, observándose la particularidad de la riqueza polínica de las mismas; en la casi totalidad de las muestras se puede decir que el polen de *Eucalyptus sp* se encuentra hiper representado.

Las características morfológicas del polen de *Eucalyptus sp* son las siguientes (Tellería, 1995):

Granos tricolporados, sincolpados, oblatos. Ambito triangular, goniotremos.

Diámetro polar: 9 - 12  $\mu\text{m}$ .

Diámetro ecuatorial: 16 - 18  $\mu\text{m}$ .

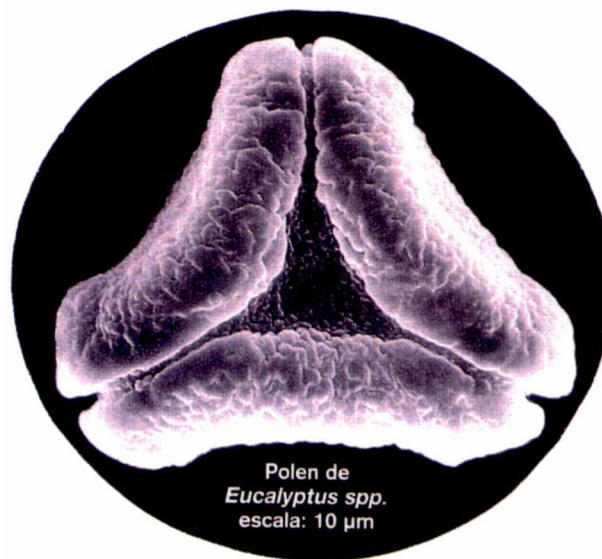
Mesocolpio : 15 - 16  $\mu\text{m}$ . Sincolpio escábrido o psilado. Ora lalongados, con membrana granulada.

Exina: de 3  $\mu\text{m}$ , tectada, escábrida.

Nexina : de 1  $\mu\text{m}$ .

En la foto II se muestra un grano de polen de *Eucalyptus sp* al microscopio electrónico, escala 10  $\mu\text{m}$ .

**FOTO II: GRANO DE POLEN DE *EUCALYPTUS sp***



Fuente: Gestión Apícola, (1997).

El análisis físico químico aportó los parámetros que se relacionan con el origen floral y que servirán de indicadores del mismo, lo mismo que el análisis sensorial y las características de cristalización.



#### **4.1.3.2. Resultados.**

Se obtuvieron para este estudio 46 muestras de miel clasificada como monofloral de *Eucalyptus sp* con contenido dominante de polen de esta especie (D: mayor de 45 %) según los resultados del análisis melisopolinológico. El espectro polínico resultante se ilustra en la Tabla I.

Este análisis permitió identificar un total de 71 tipos morfológicos; 19 familias con 52 géneros y sus especies. Los de mayor frecuencia se pueden observar en el Gráfico I y para las familias presentes, su distribución por frecuencia se muestra en el Gráfico II.

El polen de *Eucalyptus sp* es muy abundante en estas mieles, la variación de su contenido en el total de muestras analizadas se puede observar en el Gráfico III.

Lo mismo que para las mieles monoflorales estudiadas precedentemente, también en este caso se realizó un análisis sensorial de las muestras que incluyó los exámenes explicados anteriormente en los puntos 4.1.1.2 y 4.1.2.2. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla II.

Los distintos atributos sensoriales agrupados por frecuencia se ilustran en el Gráfico IV para las características visuales; en el Gráfico V para las características táctiles; el examen gustativo en el Gráfico VI y los atributos generales, descriptivos, evocaciones y defectos del examen olfativo en el Gráfico VII.

Dada la riqueza polínica de estas mieles fueron estudiadas también de acuerdo a su contenido en polen de *Eucalyptus sp* estableciéndose tres categorías de muestras; las que contienen entre 50 y 70 %, las que contienen entre 70 y 90 % y con contenidos mayores de 90 % de polen de esta especie.

La distribución por frecuencia de los resultados del análisis sensorial de las tres categorías de muestras se presentan en los Gráficos VIII, IX y X.

En el Gráfico XI se puede comparar la variación de los atributos sensoriales en las tres categorías de mieles analizadas.

En lo que se refiere al análisis físico-químico, los resultados se presentan en la Tabla III como valores medios para las determinaciones de color, humedad, acidez libre, pH, HMF, actividad diastásica, glucosa, sacarosa, cenizas, poder rotatorio específico y conductividad eléctrica.

El estudio estadístico de estos resultados incluyó el cálculo de la media, mínimo, máximo y la desviación estandar que se muestran en la Tabla IV para el total de muestras analizadas y en la Tabla V para cada una de las categorías de muestras seleccionadas.

La distribución por frecuencia de muestras de las determinaciones físico-químicas en el total de muestras se pueden ver en el Gráfico XII y para las tres categorías de mieles en los Gráficos XIII, XIV y XV.

En el Gráfico XVI se comparan la variación de los parámetros físico-químicos analizados en las mieles seleccionadas por contenido de polen.

TABLA I: ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES DE EUCALYPTUS sp

ORIGEN BOTANICO / MUES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
<b>AMARANTHACEAE</b>																								
<i>Gomphrena celosioides</i>													r											
<b>BORRAGINACEAE</b>																								
<i>Echium plantagineum</i>	s		r		r	r	r		r	r	S	r		r	r	S	S	s					s	
<b>COMPOSITAE</b>																								
<i>Ambrosia tenuifolia</i>					r																			
<i>Baccharis spp</i>																					s	s		
<i>Baccharis articulata</i>														s										
<i>Baccharis dracunculifolia</i>												s					r	r	r					
<i>Baccharis coridifolia</i>				s			r																	
<i>Cichorium intybus</i>												r												
<i>Cirsium vulgare</i>								r																
<i>Conyza bonariensis</i>									s						s									
<i>Eupatorium amottianum</i>															s									
<i>Artemisia annua</i>														r										
<i>Senecio grisebachii</i>		r																						
<i>Taraxacum officinale</i>																						r	r	
<i>Xanthium cavanillesii</i>														r										
Otros	r																							
<b>CRUCIFERAE</b>																								
<i>Raphanus sativus</i>		S												r	r									
<i>Rapistrum rugosum</i>	s	S			r	r			r	r										r		S	r	
<b>ESCROFULARIACEA</b>																								
<i>Gerardia communis</i>																		s	s					
<b>EUPHORBEACEAE</b>																								
<i>Sapium haematospermum</i>	s					s							r				r							
<b>GRAMINEAE</b>																								
Otros				r														r				r		
<b>LABIATAE</b>																								
<i>Hyptis mutabilis</i>												r	r				r		r					
<i>Ocimum selloi</i>																								
<i>Stachys arvensis</i>																							r	
<b>LEGUMINOSAE</b>																								
<i>Acacia caven</i>		r									r					r								
<i>Desmodium canum</i>				r																				
<i>Lotus corniculatus</i>	s				S	r	S	s	s			r	r			r						r		
<i>Melilotus albus</i>							r	s											s					
<i>Mimosa pilulifera</i>											r							r						
<i>Trifolium polymorphum</i>			r																					

REFERENCIAS

D: > 45 % S: 16 - 45 %

s: 3 - 16 % r: < 3 %

CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOT./MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Trifolium pratense</i>						s		s															
<i>Calliandra tweediei</i>												r											
MYRTACEAE																							
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	D							D															
<i>Eucalyptus grandis</i>												D											
<i>Eucalyptus tereticornis</i>		D	D	D	D	D		D	D	D	D		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>																							
OXALIDACEAE																							
<i>Oxalis hispidula</i>								r													r		
PALMAE																							
<i>Syagrus yatay</i>																			s				
PASSIFLORACEAE																							
<i>Passiflora caerulea</i>											r										r		
POLIGALEACEAE																							
<i>Polygonum punctatum</i>									r														
RHAMNACEAE																							
<i>Scutia buxifolia</i>			r			r				r													r
RUTACEAE																							
<i>Citrus spp</i>										s	s			s		s	s	S					S
SOLANEACEAE																							
<i>Solanum sisymbriifolium</i>										s				r	r	s							
<i>Solanum eleagnifolium</i>								r															
UMBELLIFERAE																							
<i>Ammi majus</i>					r			r															
<i>Ammi visnaga</i>												r				r	r						
<i>Eryngium paniculatum</i>	s					s																	
<i>Eryngium sanguisorba</i>					r											r			r				
VERBENACEAE																							
<i>Verbena pratensis</i>								r															
<i>Verbena rigida</i>														s									
<i>Aloysia gratissima</i>				r																			
<i>Verbena gracilescens</i>								r															

REFERENCIAS

- D: > 45 %
- S: 16 - 45 %
- s: 3 - 16 %
- r: < 3 %



CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOT./MUESTRAS	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
<b>BORRAGINACEAE</b>																								
<i>Echium plantagineum</i>	S	s				r	S	s							S					s				
<i>Heliotropium nicotianaefolium</i>							r																	
<b>BIGNONIACEA</b>																								
<i>Dolichandra cynanchoides</i>																					r			
<b>COMPOSITAE</b>																								
<i>Ambrosia tenuifolia</i>									r										r		r			
<i>Baccharis</i> spp														r		r	S	r		s	s	r		
<i>Baccharis dracunculifolia</i>										r														
<i>Baccharis punctulaca</i>				r																				r
<i>Baccharis salicifolia</i>												s	s						r					
<i>Cichorium intybus</i>	r																							
<i>Eupatorium amottianum</i>					r																			
<i>Grindelia pulchella</i>			S																					
<i>Solidago chilensis</i>					r																			
<i>Trixis praestans</i>															s									
<i>Xanthium cavanillesii</i>				s										r						r				
<b>CRUCIFERAE</b>																								
<i>Cruciferae</i> spp															r									
<i>Rapistrum rugosum</i>	r	r				r																		
<b>GRAMINEAE</b>																								
Otros			s											r		r	r		r	r	r			
<b>IRIDACEAE</b>																								
<i>Sisyrinchium minus</i>	r																							
<b>LABIATAE</b>																								
<i>Hyptis mutabilis</i>									r				r		r		r	r				s	r	
<i>Ocimum selloi</i>																				r				
<i>Stachys arvensis</i>							s																	
<b>LEGUMINOSAE</b>																								
<i>Acacia bonariensis</i>								r													r			
<i>Acacia caven</i>						r																		
<i>Lotus corniculatus</i>		r						r				S									r			
<i>Melilotus albus</i>		r						r																
<i>Mimosa pilulifera</i>															r									
<b>LYTRACEAE</b>																								
<i>Heimia salicifolia</i>															r									

REFERENCIAS

D: > 45 %  
 S: 16 - 45 %  
 s: 3 - 16 %

CONTINUACIÓN TABLA I

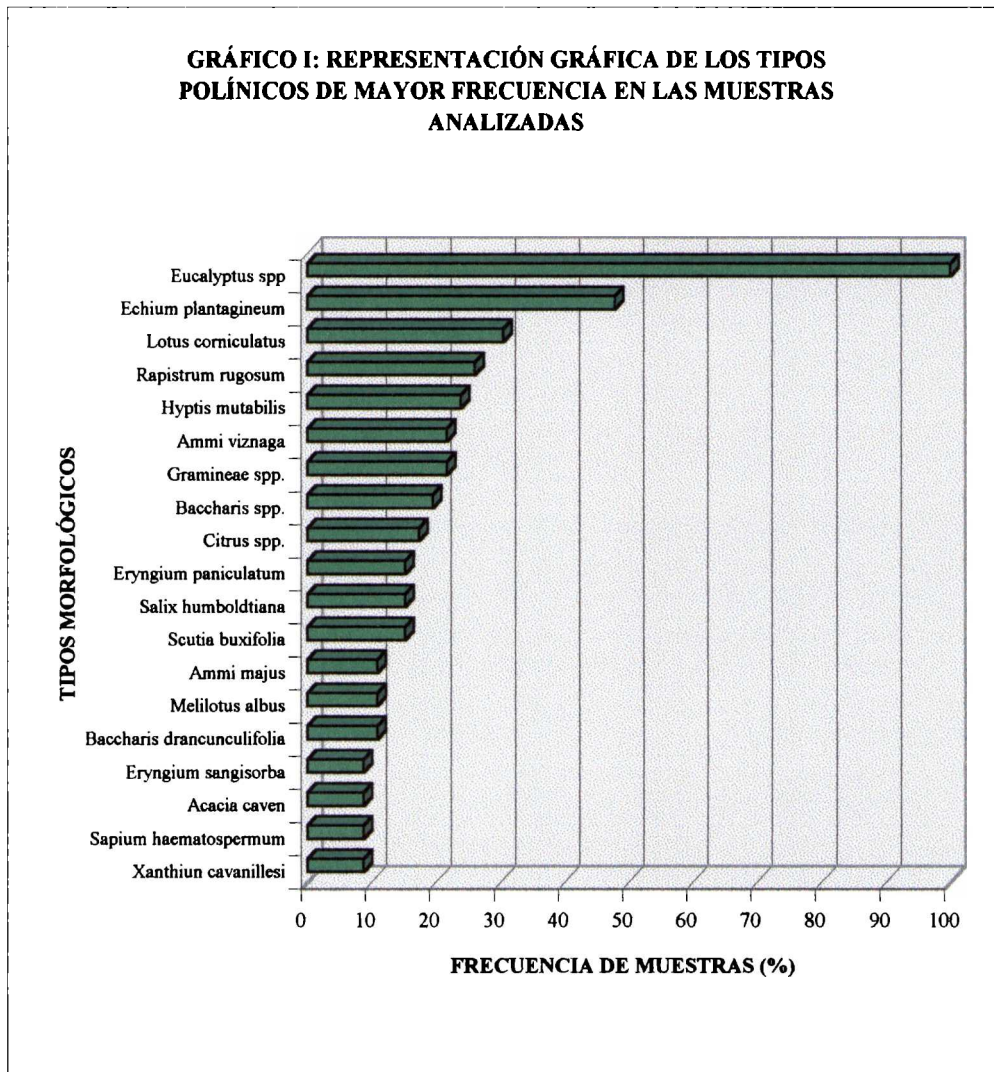
ORIGEN BOTANICO / MUEST	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
MYRTACEAE																							
<i>Eucalyptus</i> spp															D	D		D	D	D	D	D	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		D	D	D																			
<i>Eucalyptus grandis</i>																							
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	D				D	D	D	D	D	D	D	D	D				D						D
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>							r																
PASSIFLORACEAE																							
<i>Passiflora caerulea</i>	r																						
QUENOPODEACEAE																							
Otros																					r		
RHAMNACEAE																							
<i>Scutia buxifolia</i>		r						r							r								
ROSACEAE																							
Otros	r																						
RUTACEAE																							
<i>Citrus</i> spp	s																						
SALICACEAE																							
<i>Salix</i> spp															s					r			
<i>Salix humboldtiana</i>	r					s	r																
SOLANEACEAE																							
<i>Solanum sisymbriifolium</i>													r										
UMBELLIFERAE																							
<i>Ammi majus</i>																r				r		r	
<i>Ammi visnaga</i>		s		r		r		r						r					r				r
<i>Eryngium paniculatum</i>	r	S						s				r			r								
<i>Eryngium sanguisorba</i>			s																				

REFERENCIAS

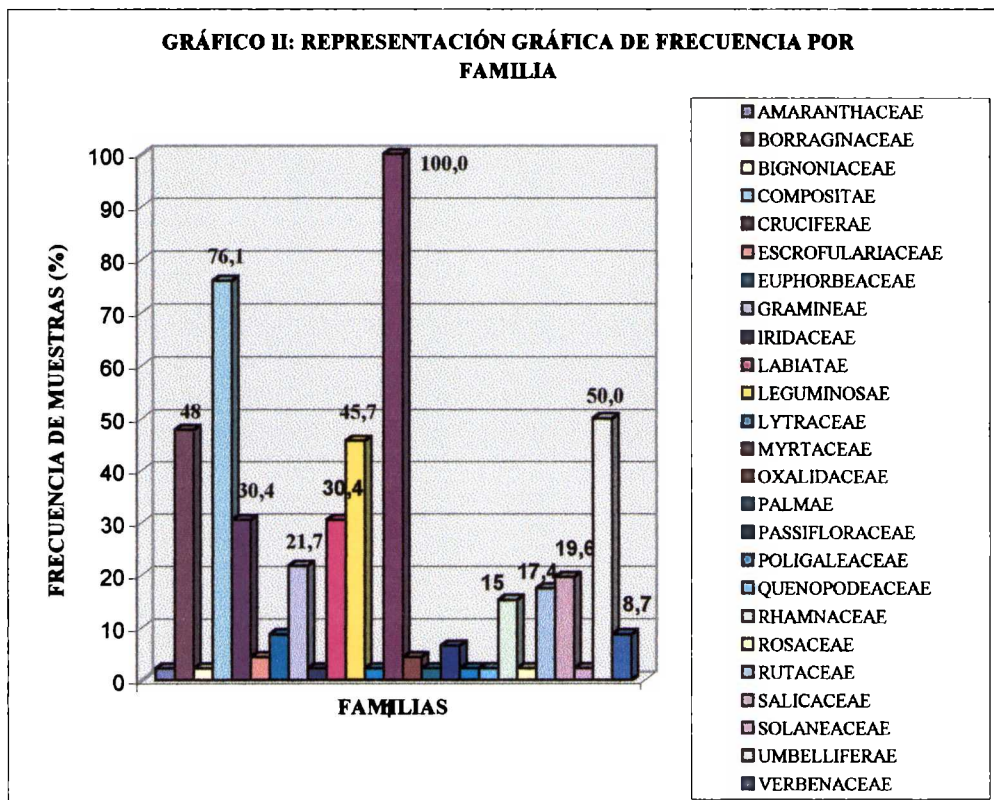
- D: > 45 %
- S: 16 - 45 %
- s: 3 - 16 %
- r: < 3 %



**GRÁFICO I: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TIPOS POLÍNICOS DE MAYOR FRECUENCIA EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS**



**GRÁFICO II: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR FAMILIA**





**GRÁFICO III: REPRESENTATIVIDAD DEL POLEN DE EUCALYPTUS sp  
EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

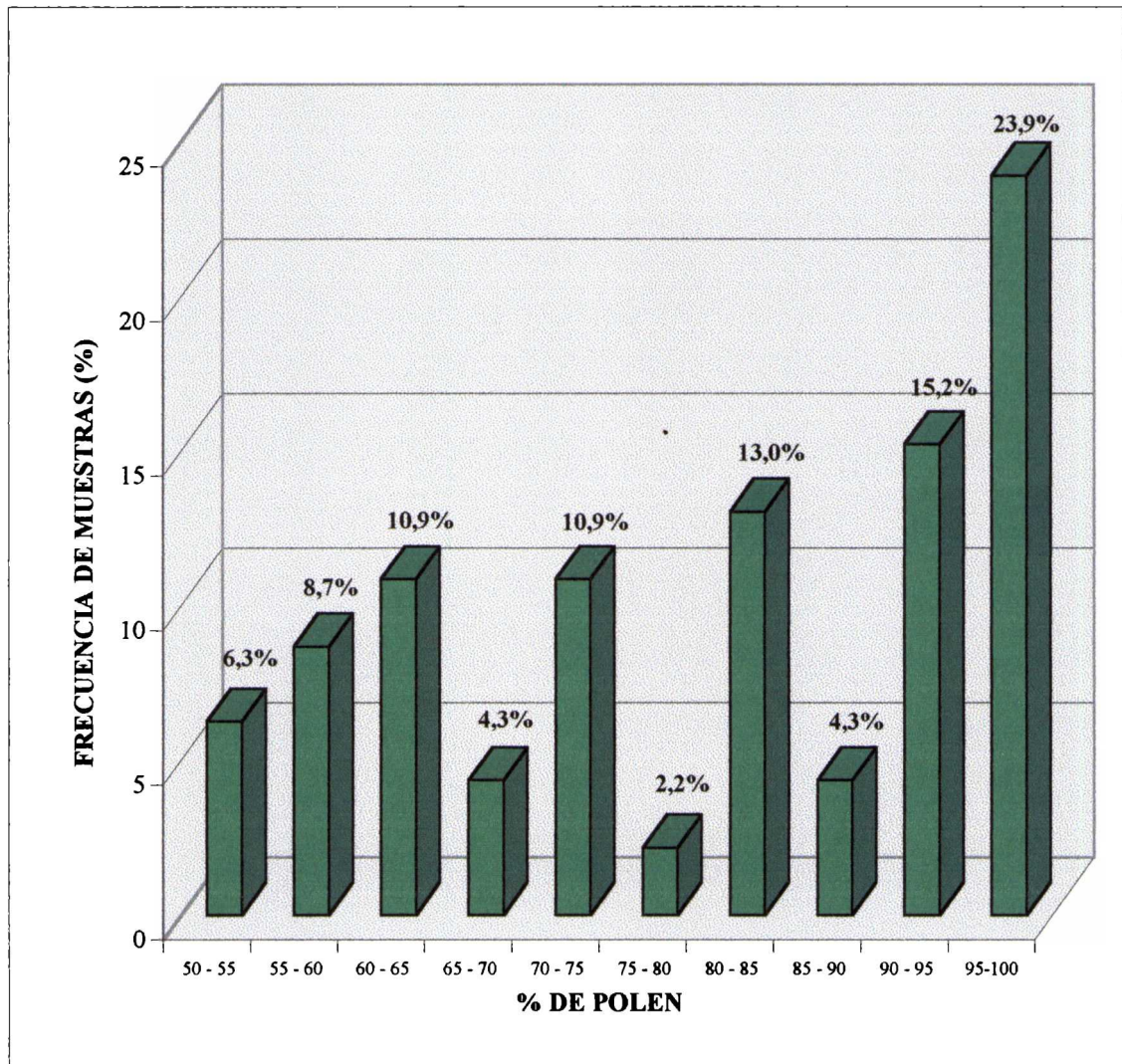


TABLA II: ANALISIS SENSORIAL EN MIELES DE EUCLYPTUS sp

MUESTRAS	EXAMEN VISUAL	EXAMEN TACTIL	EXAMEN GUSTATIVO Y OLEATIVO
1	CT PA	CM	Df P V
2	Se		Fe
3	CT CR	CFF b	Ds V H Me
4	CT CR	CF b	D H P
5	VI	CF b	D F De FR
6	L	n.d	FR F De
7	L	n.d	D A AS
8	CT CO	CF d	D Me FR
9	CT CO	CF d	Df FR
10	I/C	CFF b	D F FR Az
11	VI	CFF b	D F FR Az
12	CT PA	CFd	D As F FR
13	CT CO	CM d	Af Ds P Me
14	CT	CM y G b y d	Ds As FR
15	VI I/C	CFF b	D F FR Az
16	VI	S/C	Ds F De Az
17	VI	S/C	D De H
18	CT PA	CFb	Ds F FR Az
19	CT PA	CF b	Df F FR Az
20	CT CO	CM b	D H Ve
21	CT PA	CF b	D A Me FR
22	L	n.d	Fe
23	L	CFF b	Ds F De
24	I/C	CFF d	Ds
25	L	S/C	Ds Eq
26	L	S/C	Ds Me FR
27	PA	CF b	D Me FR
28	CT CO	CF d	D H F
29	n.d	n.d	n.d
30	VI I/C	CFF d	Ds
31	L	S/C	A P Me FR
32	L	S/C	D A Me FR
33	CT PA	CFFb	D S Me FR
34	CT CR	CF d	Df Me FR
35	CT CR	CFF b	Ds Me FR
36	VI	CFF b	Ds Me FR
37	AC	CFF b	D A Me FR
38	VI CR	CF d	Ds FR
39	CR	CFF b	D Eq Me
40	CT CR	CFF b	Ds FR Me
41	CT CR	CF d	Ds FR P
42	CT CR	CFF b	Ds FR
43	CT CR	CM b	D Me P
44	CR	CFF b	Ds FR
45	CR	CFF b	D A Eq Me
46	PA	CF b	D A Me FR

**Referencias:**

**Examen visual.**

CP: Cristalizada parcialmente  
 CT: Cristalizada totalmente.  
 I/C: Inicia cristalización.  
 SC: Separada en capas.  
 FL: Fluída.  
 VI: Viscosa.  
 L: Líquida.  
 AC: Acuosa.  
 PA: Pastosa.  
 CO: Compacta.  
 CR: Cremosa.

**Examen táctil.**

CF: Cristales finos.  
 CFF: Cristales finísimos.  
 CM: Cristales medianos.  
 CG: Cristales grandes.  
 S/C: Sin cristales  
 b: Blandos.  
 d: Duros.  
**Examen olfativo y gustativo**  
**Gustos básicos.**  
 A: Acido.  
 S: Salado.  
 D: Dulce.  
 AM: Amargo.

**Intensidad.**

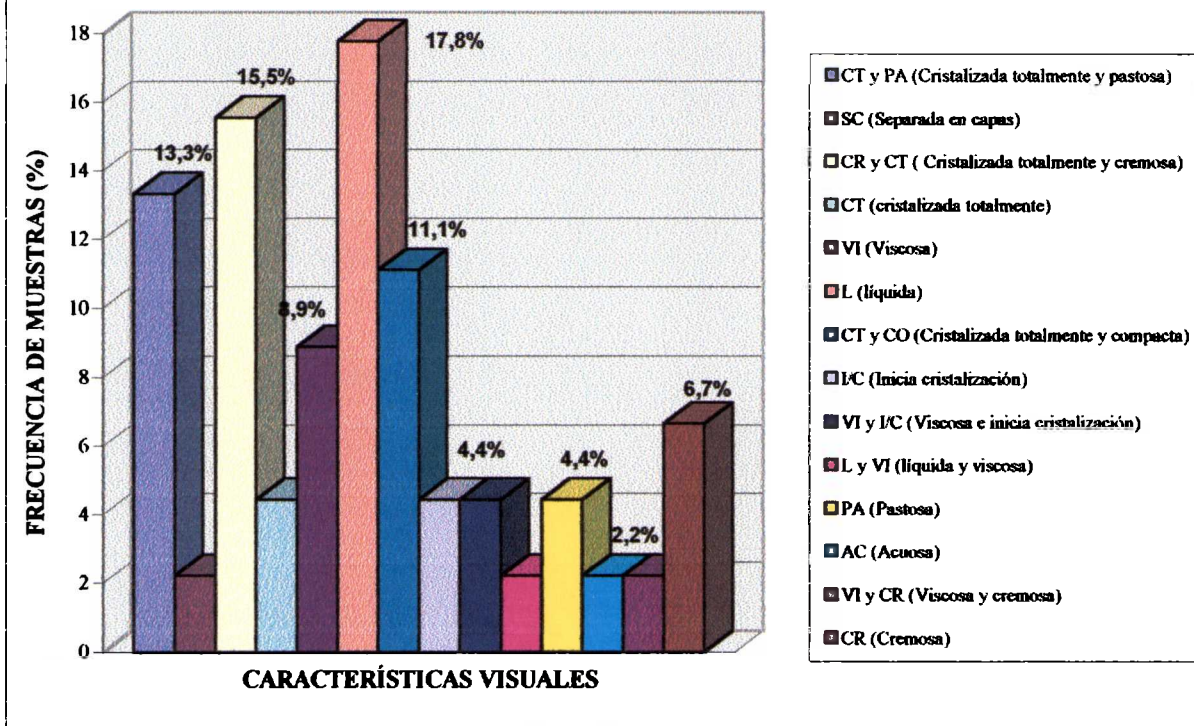
p: poco m: muy  
 s: suave f: fuerte  
**Atributos generales**  
 De: Delicado.  
 Gn: Genérico  
 Eq: Equilibrado  
 Ag: Agresiva.  
 P: Picante  
 AS: Astringente  
**Evocación y analogía**  
 Me: Medicinal  
 Ce: Cereal  
 Po: Polen

**Atr. Descriptivos**

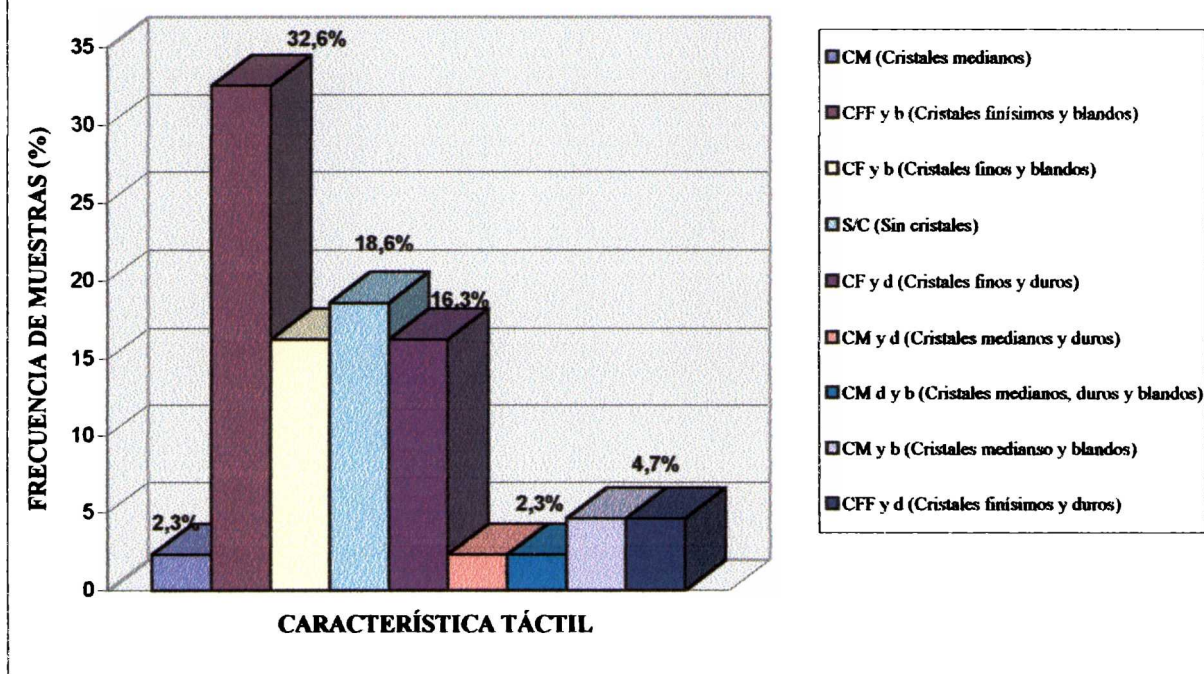
F: Floral  
 FR: Fresco  
 H: Herbáceo  
 FT: Frutado  
 V: Vegetal.  
**Carac.relacionadas al origen botánico.**  
 Az: recuerda a azahares.  
**Defectos.**  
 Hu: Humo  
 Fe: Fermentación.  
 FI: Fenol  
 n.d: No determinado



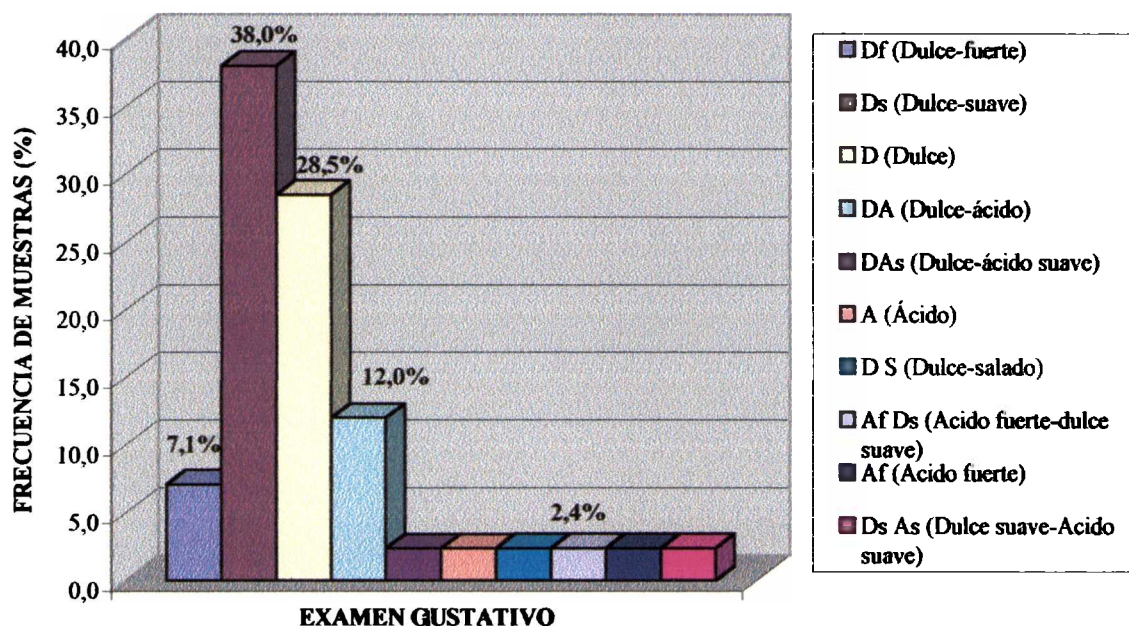
**GRÁFICO IV: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR CARACTERÍSTICAS VISUALES EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**



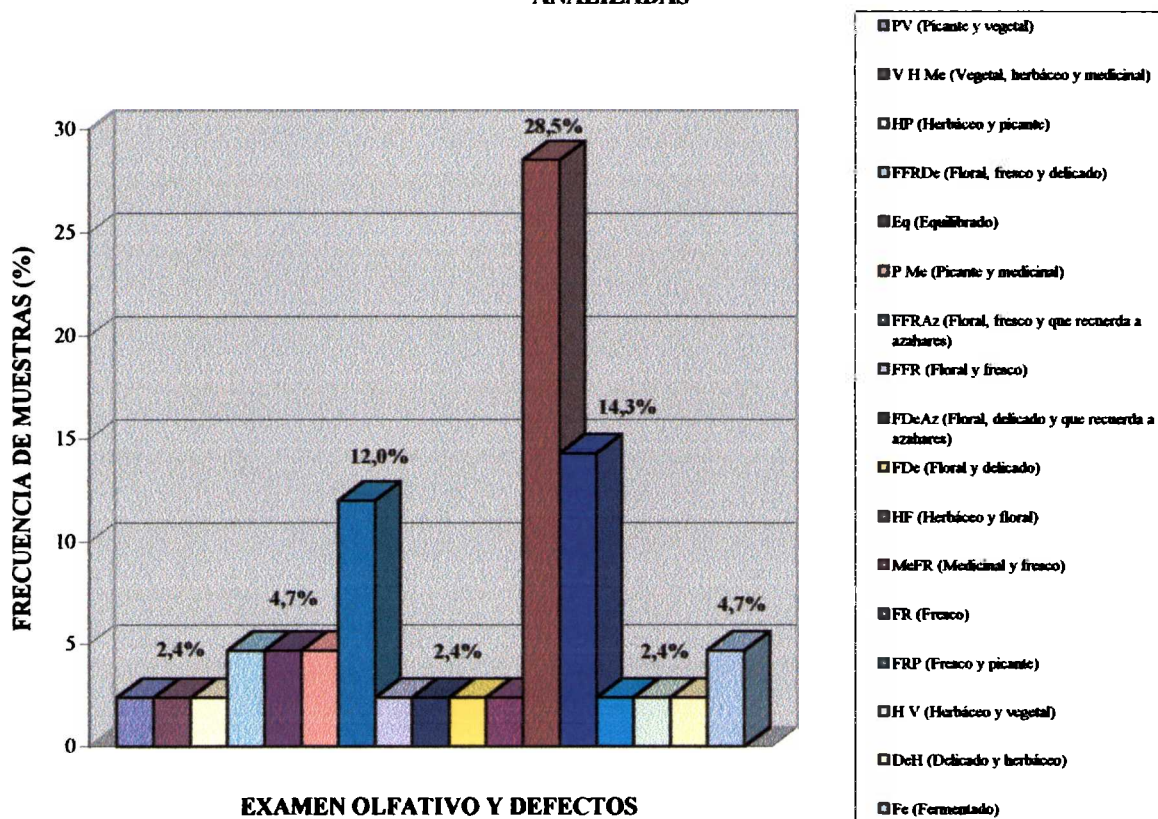
**GRÁFICO V: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR CARACTERÍSTICA TÁCTIL EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**



**GRÁFICO VI: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR EXAMEN GUSTATIVO EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS.**

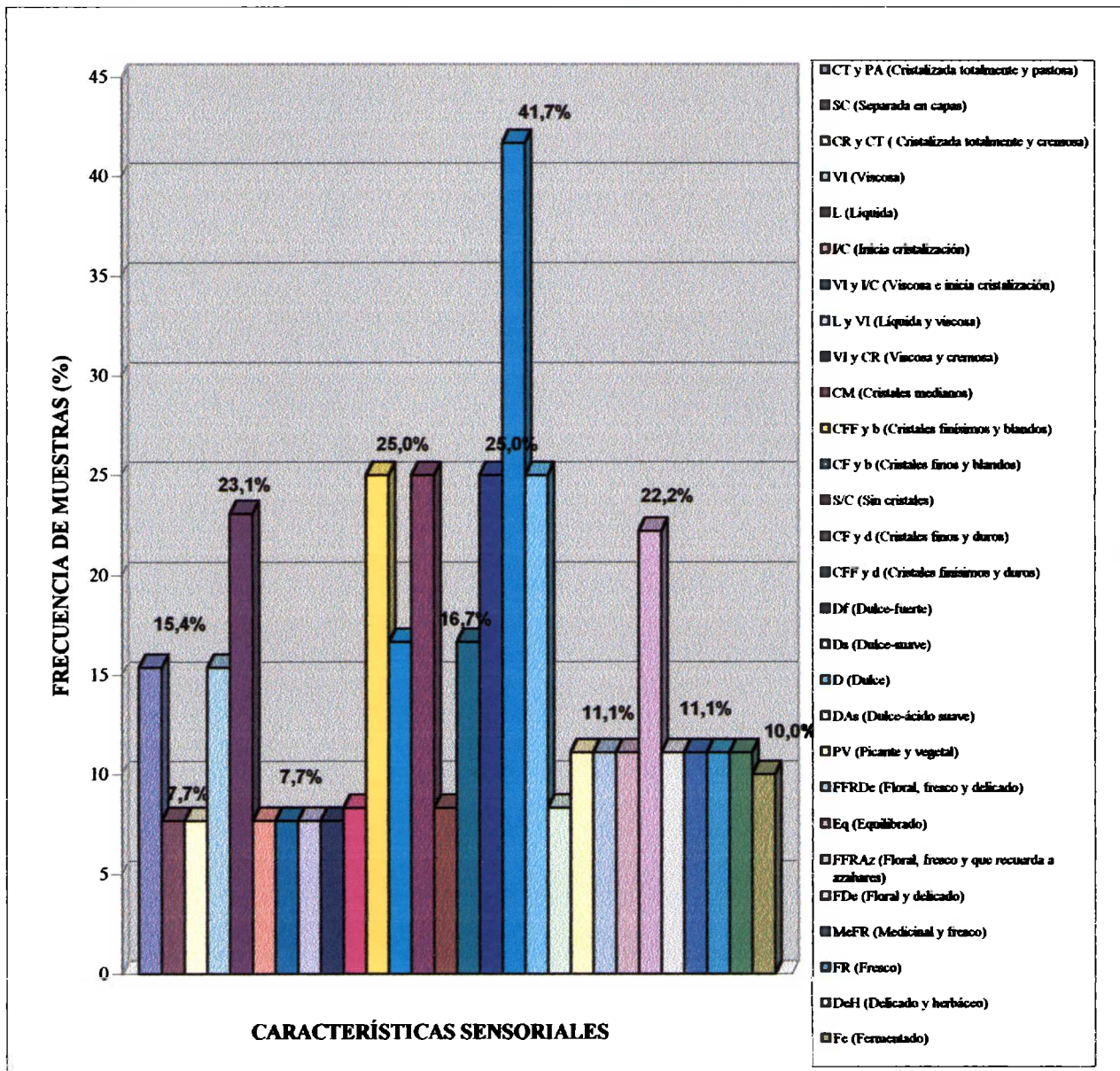


**GRÁFICO VII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR EXAMEN OLFATIVO Y DEFECTOS EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

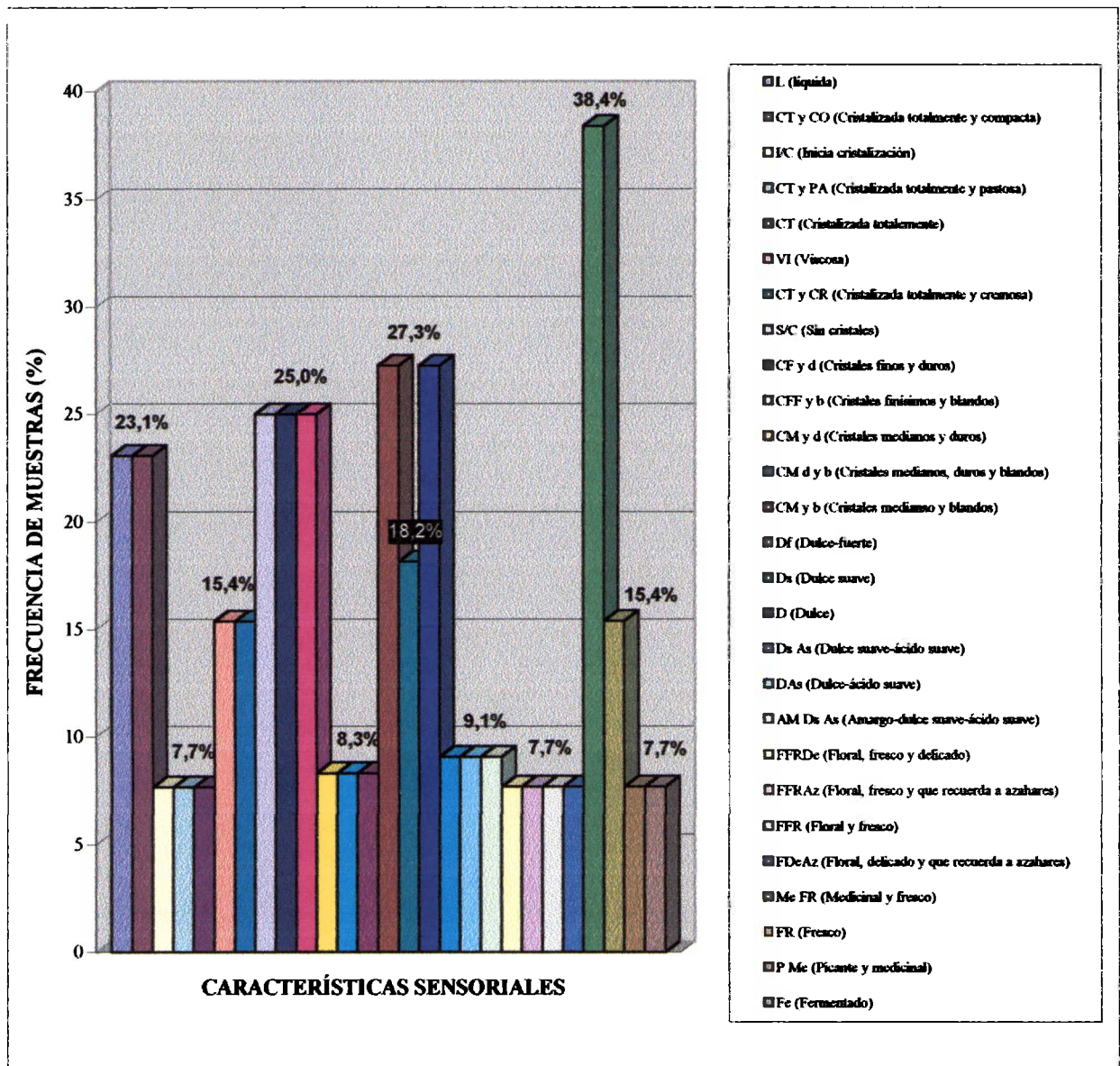




**GRÁFICO VIII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE EUCALYPTUS SP ENTRE 50% Y 70%**

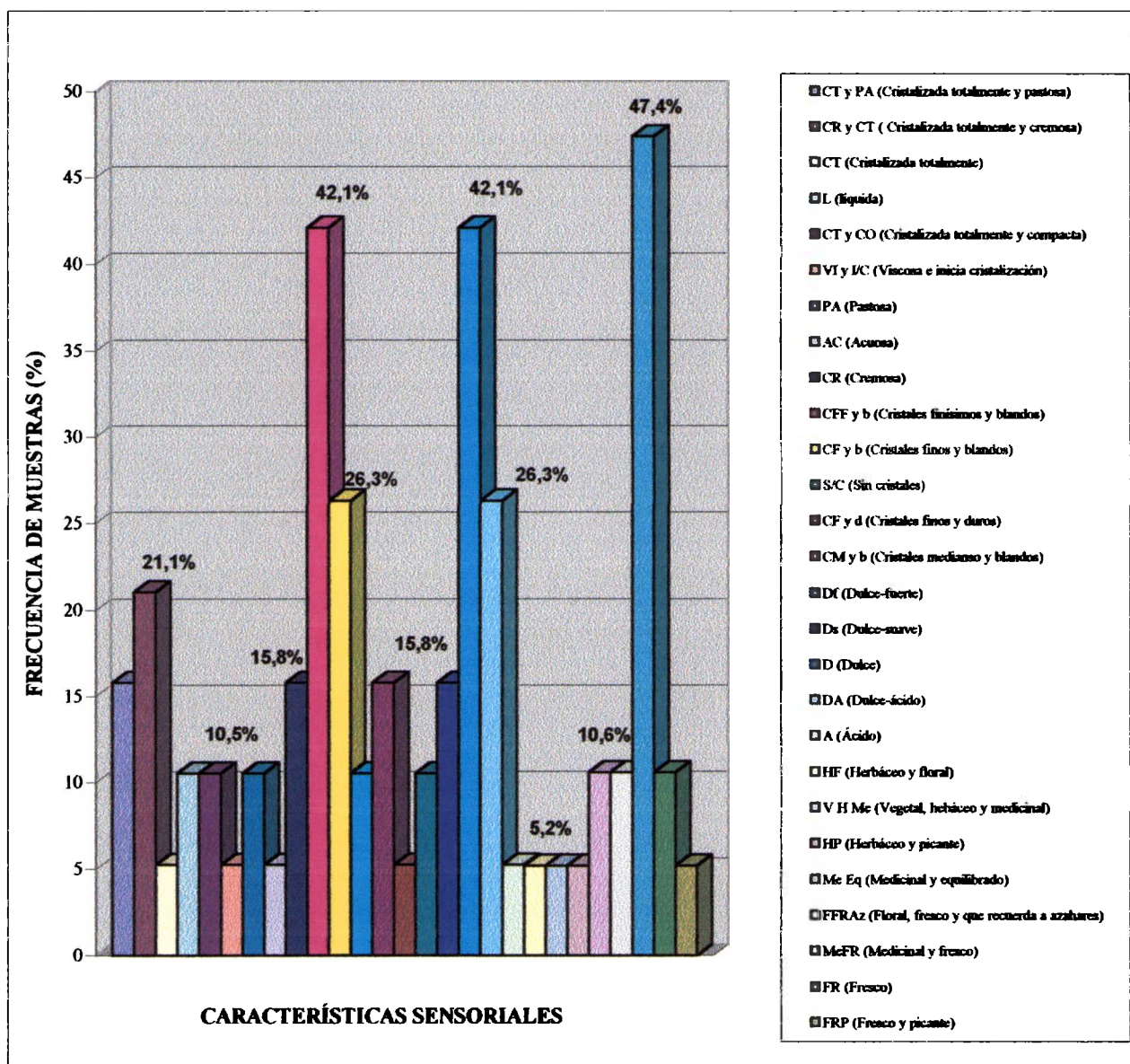


**GRÁFICO IX: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE EUCALYPTUS sp ENTRE 70% Y 90%**

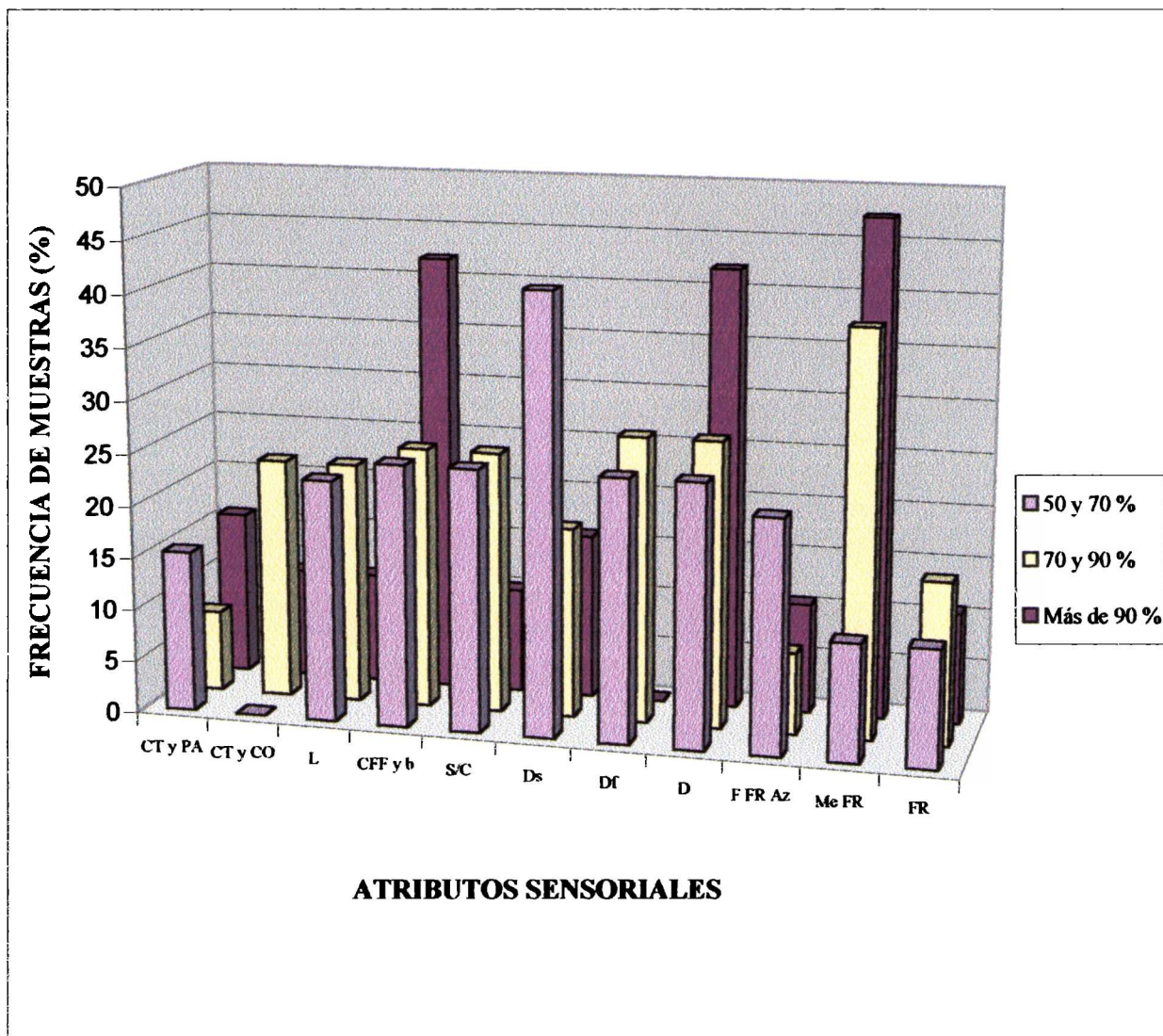




**GRÁFICO X: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE EUCALYPTUS sp MAYOR DE 90%**



**GRÁFICO XI: VARIACIONES DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE LA MIEL CON EL CONTENIDO DE POLEN DE EUCALYPTUS sp.**



**Referencias:**

CT y PA: Cristalizada totalmente y pastosa.

L: Líquida.

CFF y b: Cristales finisimos y blandos.

S/C: Sin cristales.

Ds: Dulce suave.

Df: Dulce fuerte.

D: Dulce.

F FR Az: Floral, fresco y que recuerda a azahares.

Me FR: Medicinal y fresco.

FR: Fresco.



TABLA III: ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS MIELES DE EUCALYPTUS sp

Muestras	Color mm Pfund.	Humedad %	Acidez libre meq Kg	pH	HMF mg Kg	Ac. Diast ND	Glucosa %	Sacarosa %	Cenizas %	Pod. Rot. especif.	Cond. elec. 10 <sup>4</sup> S cm <sup>-1</sup>
1	50,0	19,0	34,2	4,0	4,3	37,0	36,0	3,4	0,095	n.d	n.d
2	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0,019	n.d	n.d
3	50,0	18,4	25,5	4,0	n.d	n.d	n.d	n.d	0,220	n.d	n.d
4	71,6	20,8	12,4	4,8	5,2	29,5	34,7	1,7	0,245	n.d	n.d
5	83,0	18,0	29,6	4,4	6,0	15,5	36,0	0,0	0,220	-7,4	7,8
6	68,9	19,4	36,0	3,7	4,3	21,1	36,5	2,1	0,056	n.d	n.d
7	73,6	19,2	29,0	3,8	4,3	36,8	36,0	3,4	0,130	n.d	n.d
8	78,1	19,0	10,1	4,7	1,7	12,6	36,9	1,7	0,240	n.d	n.d
9	49,5	22,0	25,5	4,1	2,5	10,9	36,0	0,0	0,125	-10,1	6,5
10	17,0	21,0	19,1	3,8	n.d	n.d	n.d	n.d	0,100	n.d	n.d
11	n.d	19,9	30,8	3,9	3,4	20,6	32,4	3,4	0,150	n.d	n.d
12	79,3	19,8	19,3	4,3	1,7	20,9	34,2	1,7	0,210	-8,8	8,3
13	71,1	21,8	27,8	4,8	1,7	17,3	34,2	3,1	0,285	-4,9	8,9
14	n.d	18,8	30,4	4,2	3,8	17,4	38,2	1,7	0,190	n.d	n.d
15	17,0	19,4	18,1	3,9	n.d	n.d	35,5	2,6	0,220	-5,6	n.d
16	17,0	15,0	7,7	4,1	n.d	6,0	35,1	3,8	0,039	n.d	n.d
17	46,2	17,0	18,9	4,0	5,2	13,5	33,2	3,7	0,033	-6,6	4,2
18	22,5	17,4	10,6	4,1	6,0	10,3	33,3	2,7	0,047	-12,0	2,3
19	60,3	18,2	14,7	4,3	7,9	8,7	31,5	2,7	0,170	n.d	n.d
20	108,8	18,8	27,8	4,4	7,0	12,9	38,7	0,0	n.d	-10,1	11,2
21	91,5	22,0	25,0	4,5	2,5	16,2	34,6	4,4	0,240	-9,1	7,7
22	n.d	21,0	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
23	50,0	20,0	25,0	3,9	1,7	9,7	36,4	1,5	0,005	n.d	n.d
24	19,0	17,8	18,6	3,7	2,5	6,7	37,3	0,9	0,055	n.d	2,9
25	56,4	20,0	25,2	4,4	1,7	42,6	32,9	4,0	0,200	n.d	n.d
26	94,0	18,0	24,8	4,4	0,8	31,7	33,3	2,2	n.d	-9,8	n.d
27	70,1	19,0	10,1	4,9	0,8	19,1	37,8	1,7	0,240	n.d	n.d
28	50,0	20,0	20,4	4,6	6,0	24,5	38,3	0,9	0,205	-7,7	9,9
29	85,0	20,2	37,7	4,0	n.d	n.d	34,5	3,5	0,220	n.d	n.d
30	85,0	17,0	18,8	4,4	4,3	21,4	36,6	1,5	0,065	n.d	n.d
31	106,7	18,8	37,3	4,4	1,3	60,0	31,2	5,7	n.d	n.d	n.d
32	86,5	20,4	39,1	4,3	1,7	33,3	32,4	5,3	n.d	n.d	n.d
33	83,5	19,4	16,6	4,5	6,0	15,5	34,2	3,4	0,340	n.d	n.d
34	86,5	19,0	22,3	4,4	4,3	27,7	36,5	2,0	0,145	-12,8	10,1
35	50,0	15,7	12,7	5,1	0,8	30,0	36,1	2,7	0,140	-5,9	7,9
36	59,0	17,9	11,6	4,9	0,8	28,2	36,1	2,7	0,240	-7,2	n.d
37	54,3	21,3	17,5	4,7	0,3	50,0	36,1	1,6	0,160	-6,6	8,7
38	84,4	17,3	23,9	4,5	1,0	14,0	33,0	5,4	0,290	-8,6	10,1
39	40,9	16,4	10,3	5,2	0,5	30,0	36,2	1,6	0,220	-6,3	8,1
40	80,4	16,6	n.d	n.d	0,8	25,0	34,7	1,9	0,220	-6,6	9,6
41	41,6	17,0	13,6	5,7	0,3	41,0	36,1	0,0	0,310	-10,2	8,5
42	48,6	16,7	8,0	5,6	0,3	35,0	33,8	3,7	0,095	n.d	8,8
43	65,0	17,4	19,3	4,9	1,5	29,0	33,6	1,6	0,150	-10,7	6,1
44	49,6	17,1	9,5	5,3	0,4	35,5	37,5	0,3	0,053	-10,0	6,7
45	50,3	18,1	19,3	5,2	0,5	29,0	35,3	3,3	0,240	n.d	9,1
46	77,4	17,0	12,2	5,1	0,1	35,5	37,5	0,9	0,260	-5,2	9,4
d.s.máx %	1,4	0,5	2,1	0,4	1,5	1,6	1,1	0,9	0,1	0,8	0,6

Los valores son promedios de al menos dos ensayos.

d.s.máx %: desviación estándar máxima (%).

n.d: no determinado.



**TABLA IV: ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

PARAMETROS	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
Color (mm Pfund)	17,0	108,8	62,6	23,9
Humedad (%)	15,0	22,0	18,8	1,7
Acidez libre (meq/Kg)	7,7	39,1	21,1	8,7
pH	3,7	5,7	4,5	0,5
HMF (mg/Kg)	0,1	7,9	2,7	2,2
Actividad diastásica (ND)	6,0	60,0	24,5	12,3
Glucosa (%)	31,2	38,7	35,2	1,9
Sacarosa (%)	0,0	5,7	2,4	1,5
Cenizas (%)	0,005	0,340	0,168	0,088
Poder rot. Especifico	-12,8	-4,9	-8,3	2,2
Cond. Eléctrica ( $10^{-4} S cm^{-1}$ )	2,3	11,2	7,9	2,3

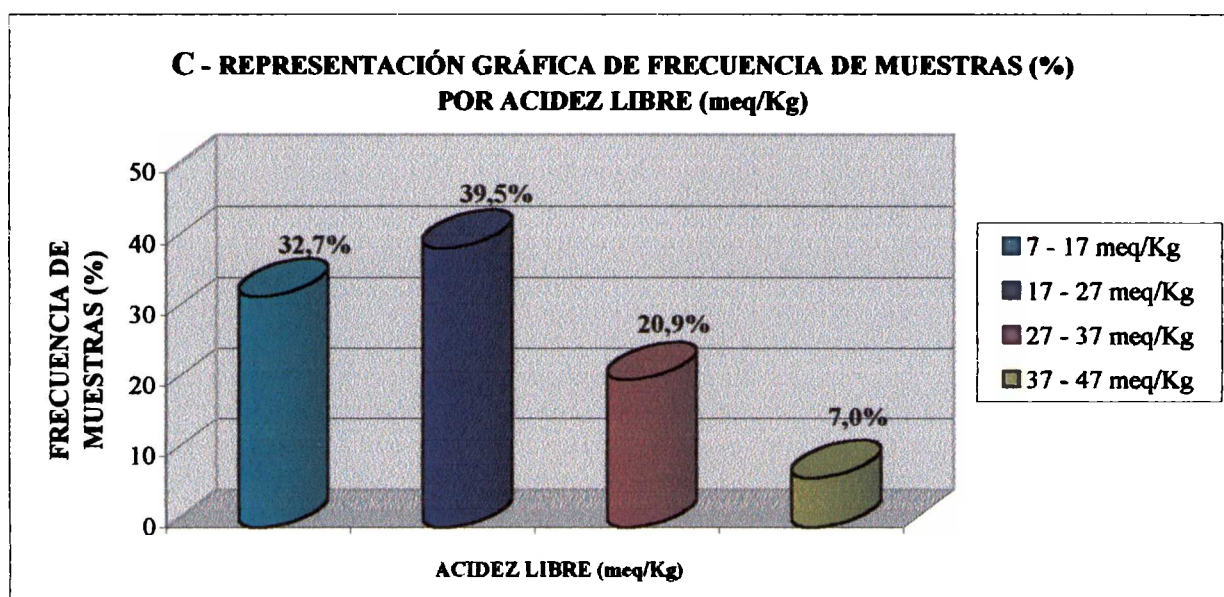
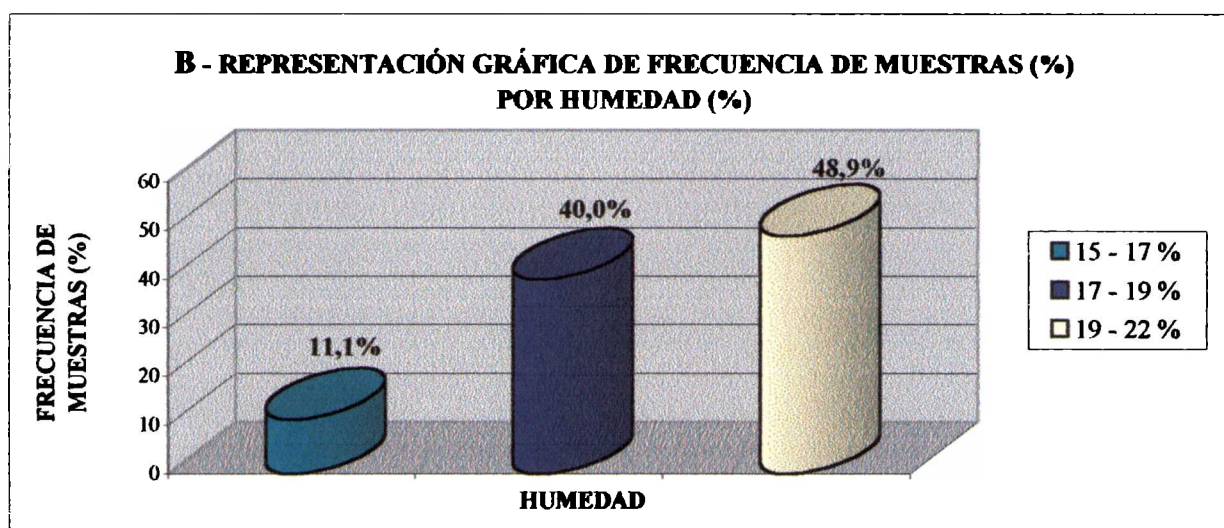
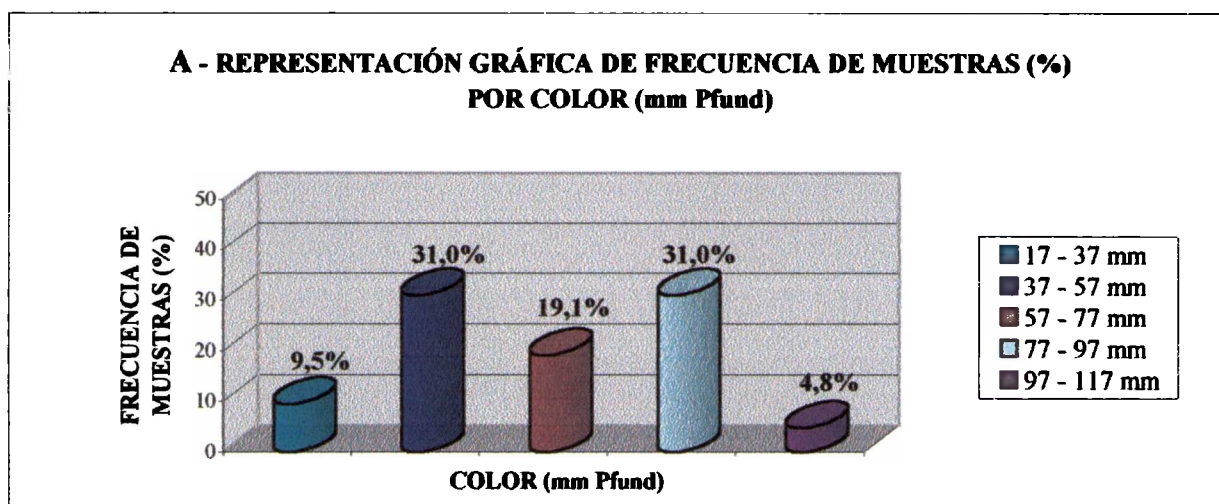
Desv. est: Desviación estándar

**TABLA V: VALORES MEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE EUCALYPTUS sp ENTRE 50% - 70%, 70% - 90% Y MAYOR DE 90%**

PARAMETROS	ENTRE 50% Y 70%		ENTRE 70% Y 90%		MAYOR DE 90%	
	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA	DESV. EST.
Color (mm Pfund)	58,8	23,6	61,8	25,1	65,5	24,3
Humedad (%)	18,3	1,5	19,1	2,1	18,8	1,6
Acidez libre (meq/Kg)	24,2	8,1	21,1	8,9	18,9	8,9
pH	4,2	0,4	4,4	0,4	4,7	0,5
HMF (mg/Kg)	3,4	1,9	2,0	1,2	2,7	2,8
Actividad diastásica (ND)	21,5	12,2	20,0	8,1	29,6	13,3
Glucosa (%)	34,9	1,7	35,3	1,5	35,4	2,2
Sacarosa (%)	2,8	1,5	2,0	1,0	2,3	1,7
Cenizas (%)	0,119	0,088	0,169	0,081	0,210	0,073
Poder rot. Especifico	-8,1	2,4	-8,3	2,1	-8,4	2,5
Cond. Eléctrica ( $10^{-4} S cm^{-1}$ )	5,9	3,2	7,9	1,5	8,9	1,2

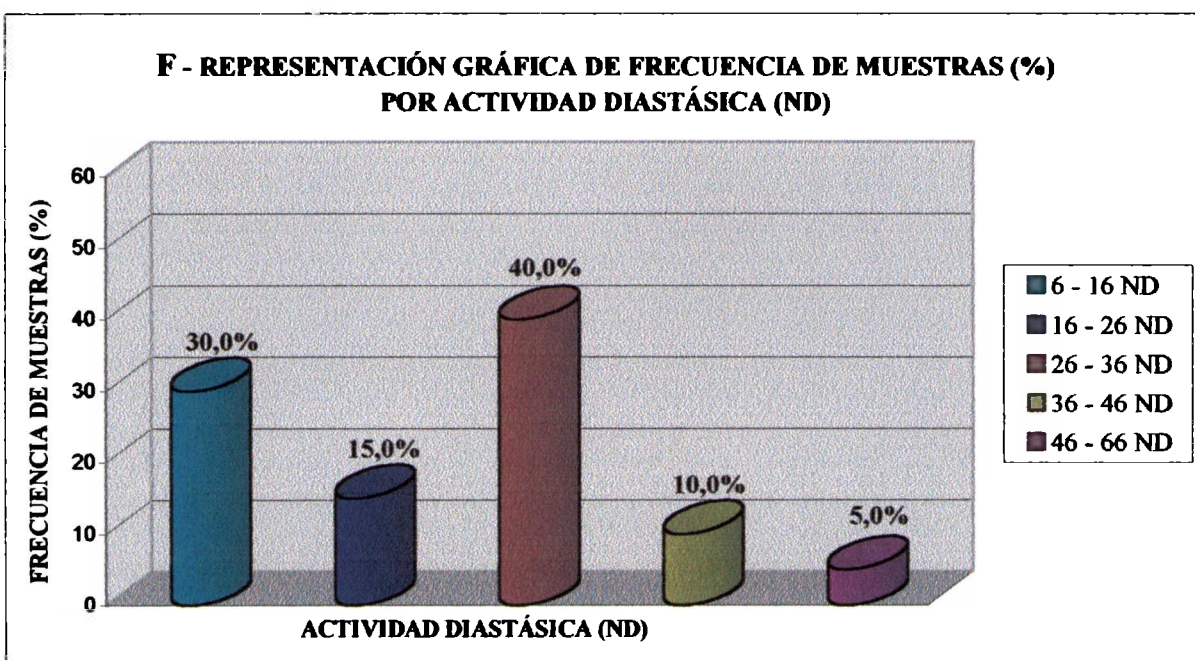
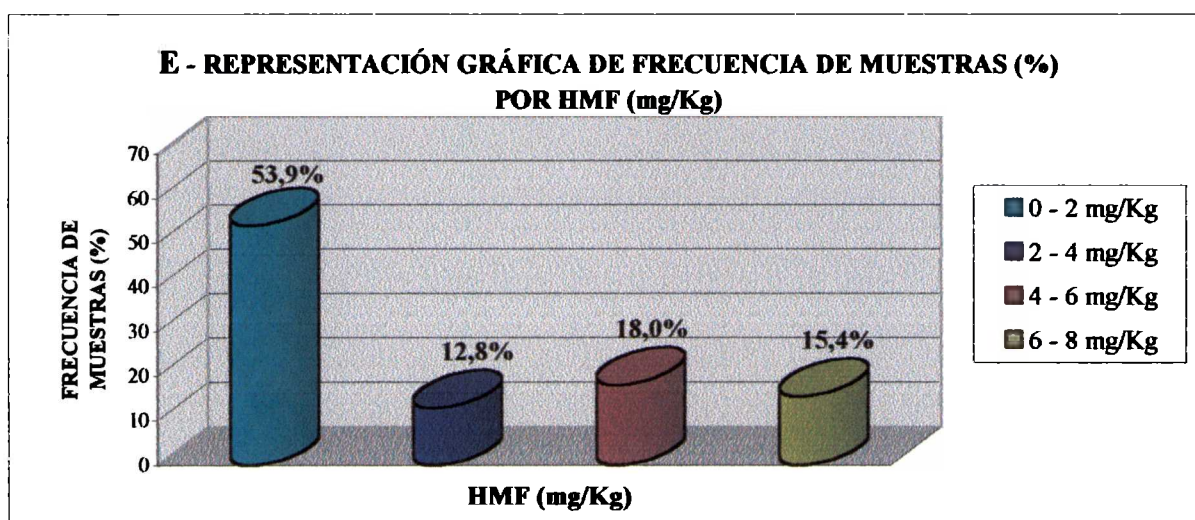
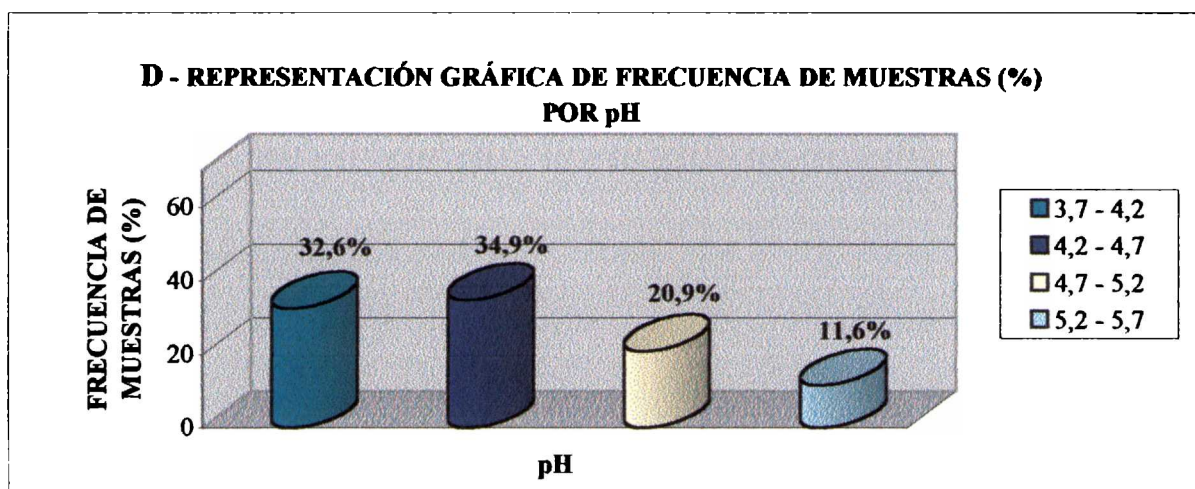
Desv. est: Desviación estándar

**GRÁFICO XII: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**



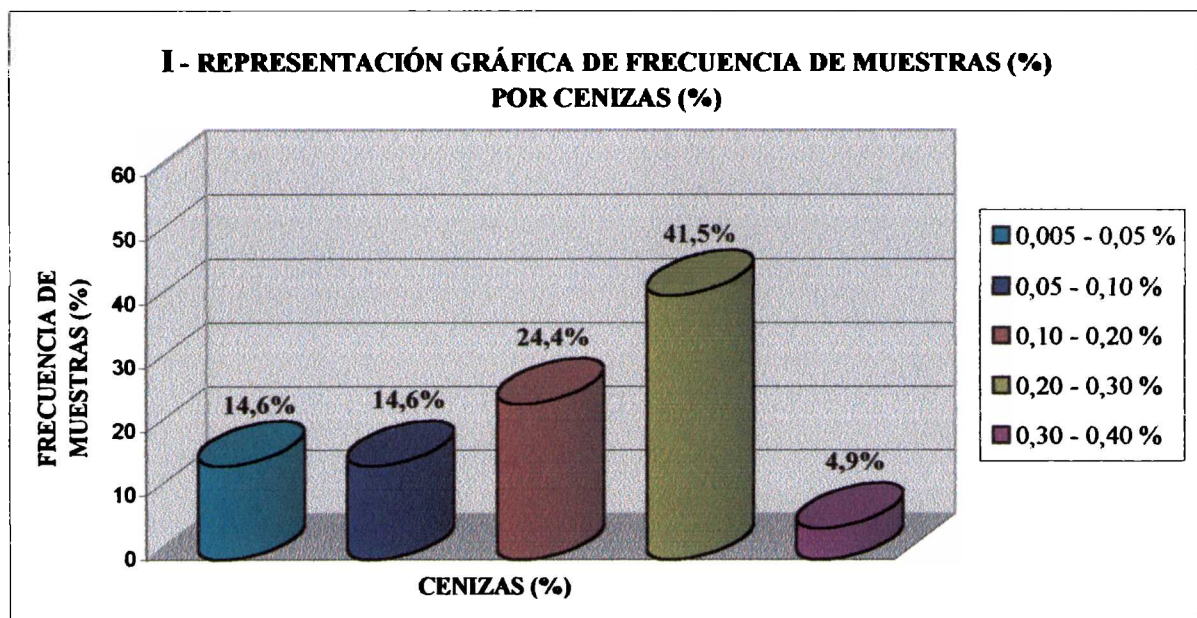
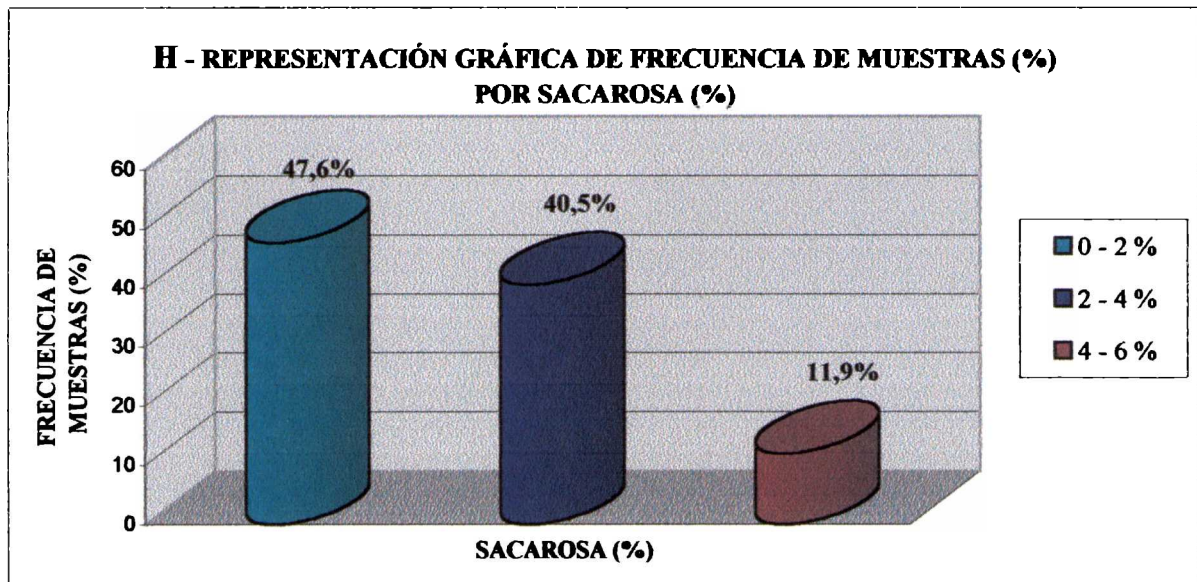
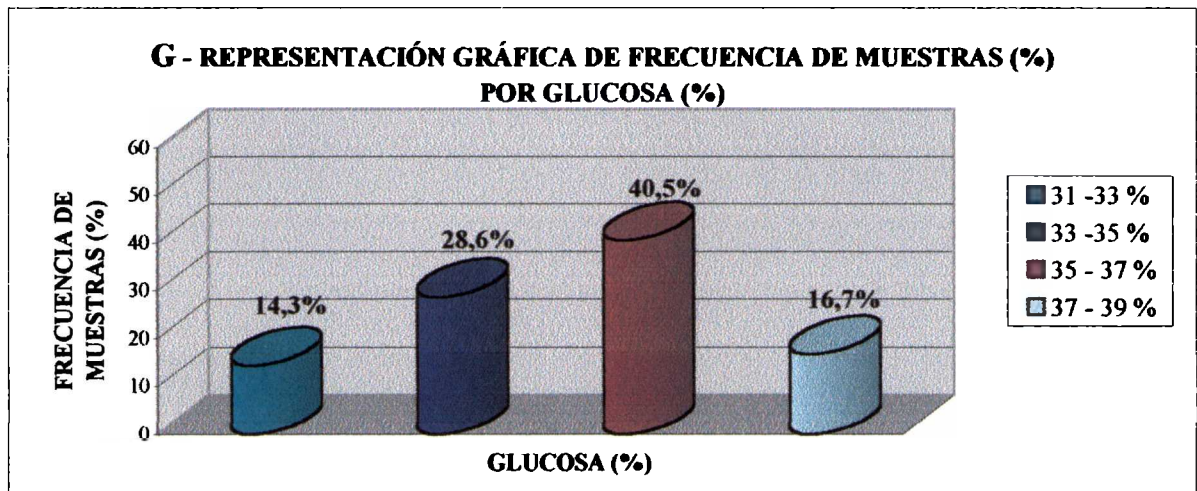


CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

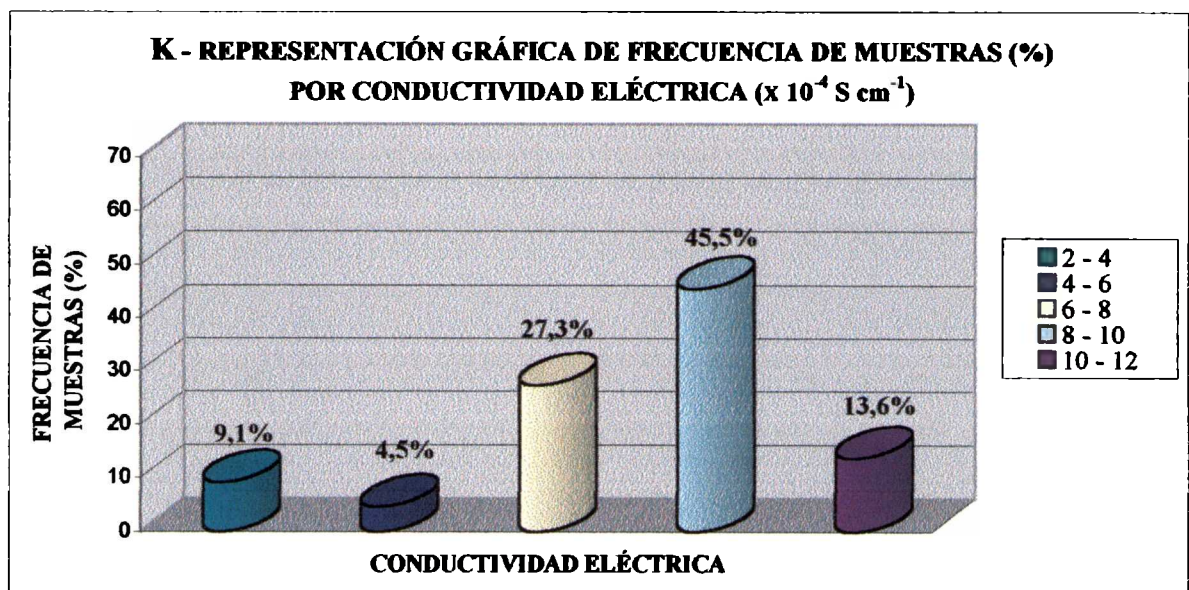
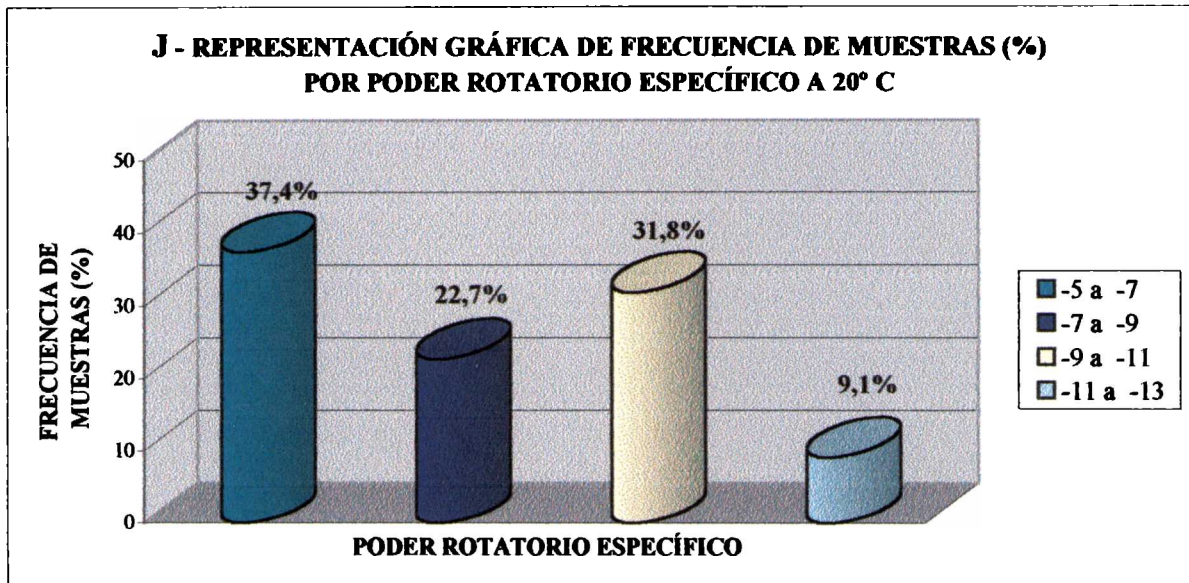




CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

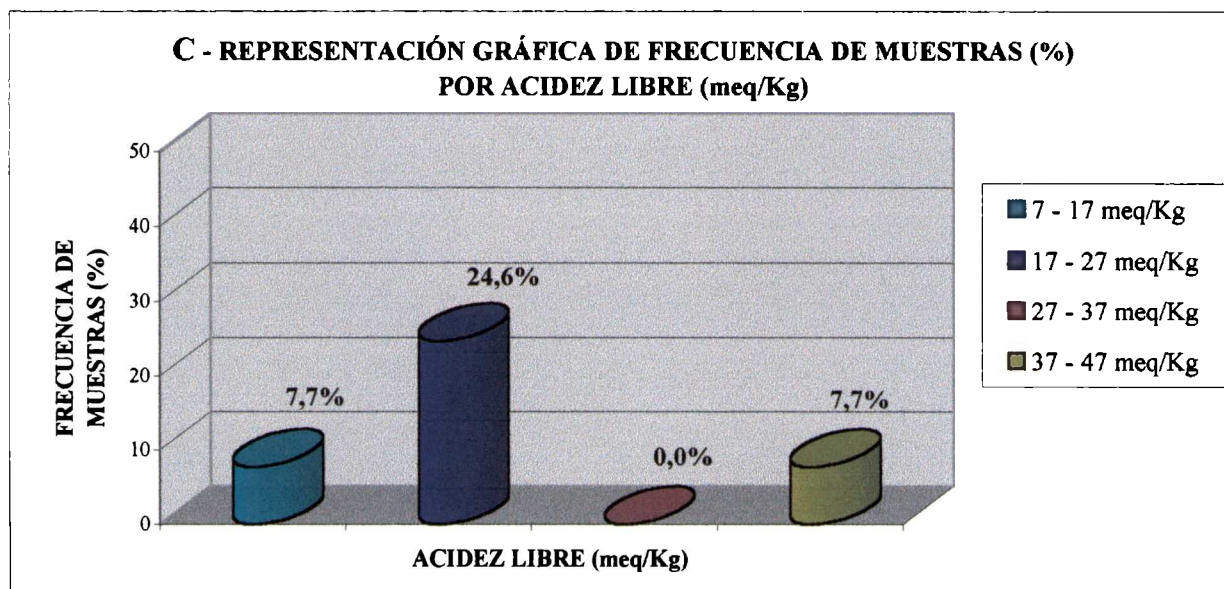
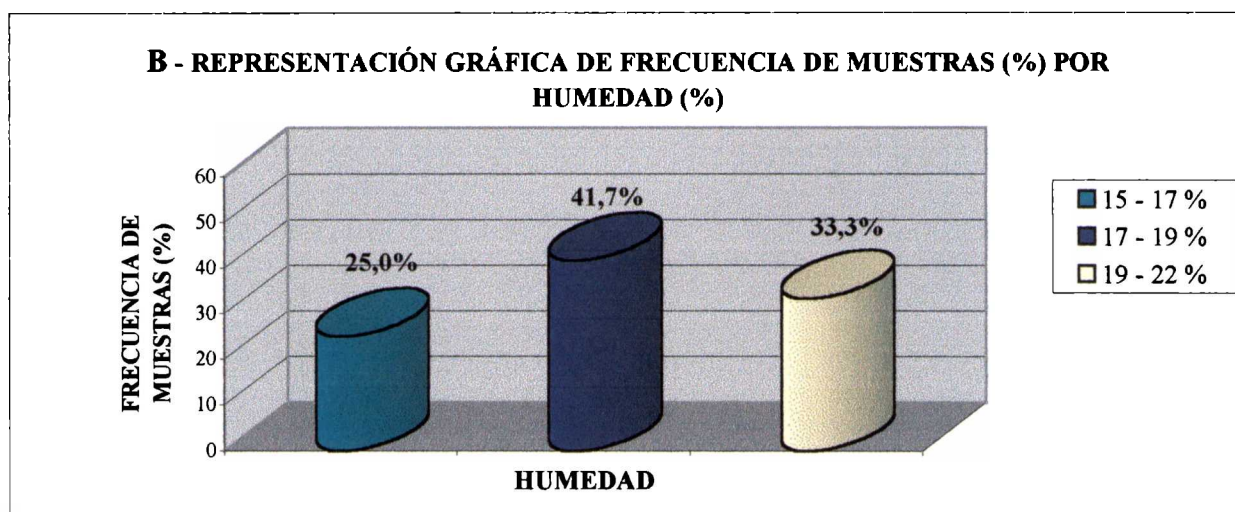
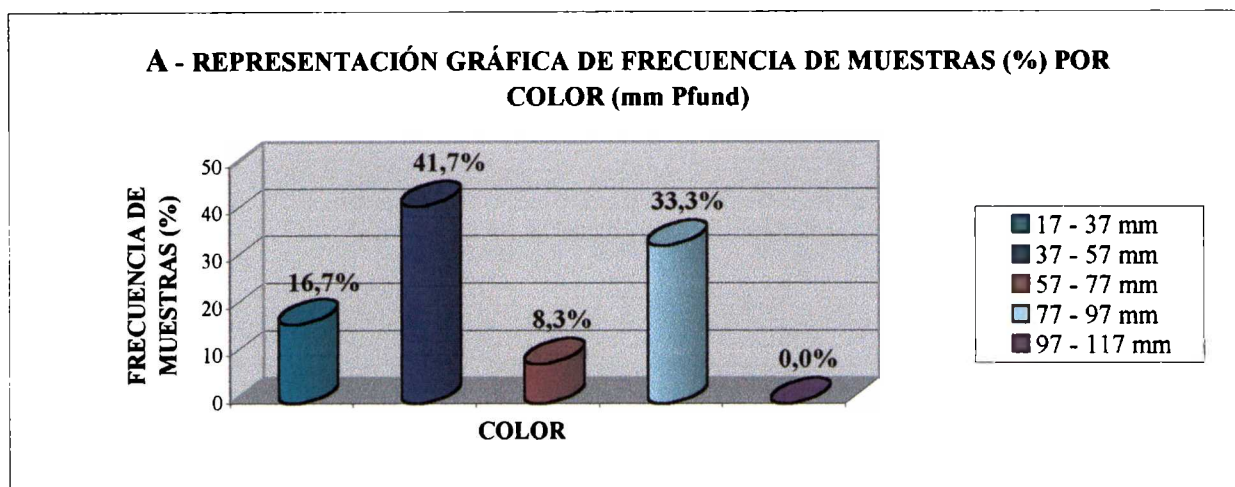


CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

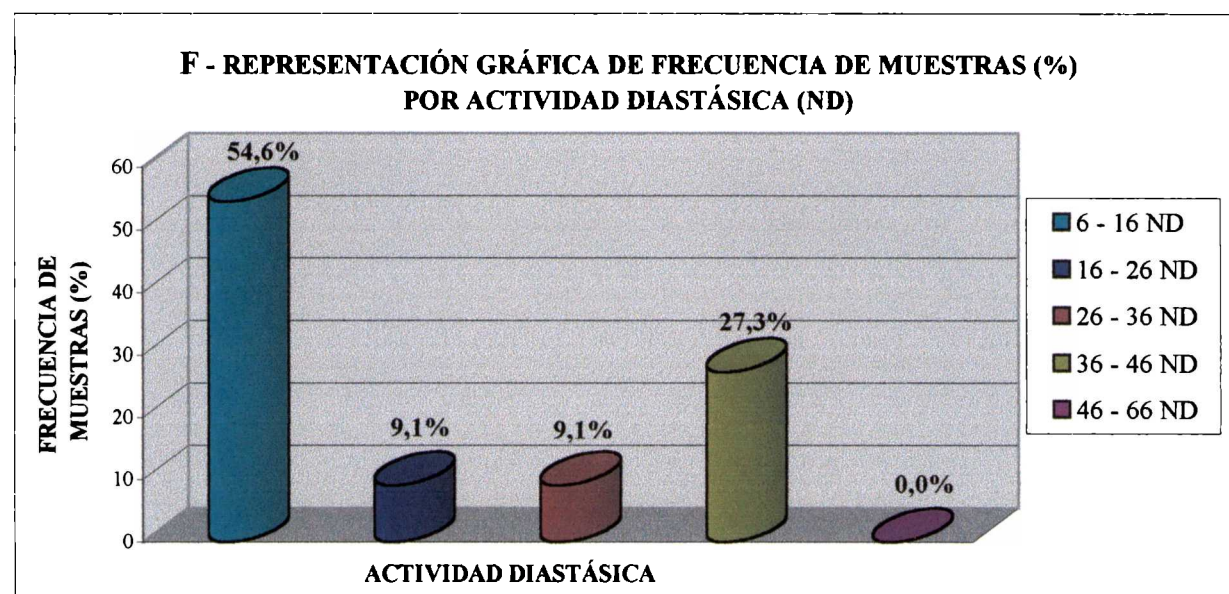
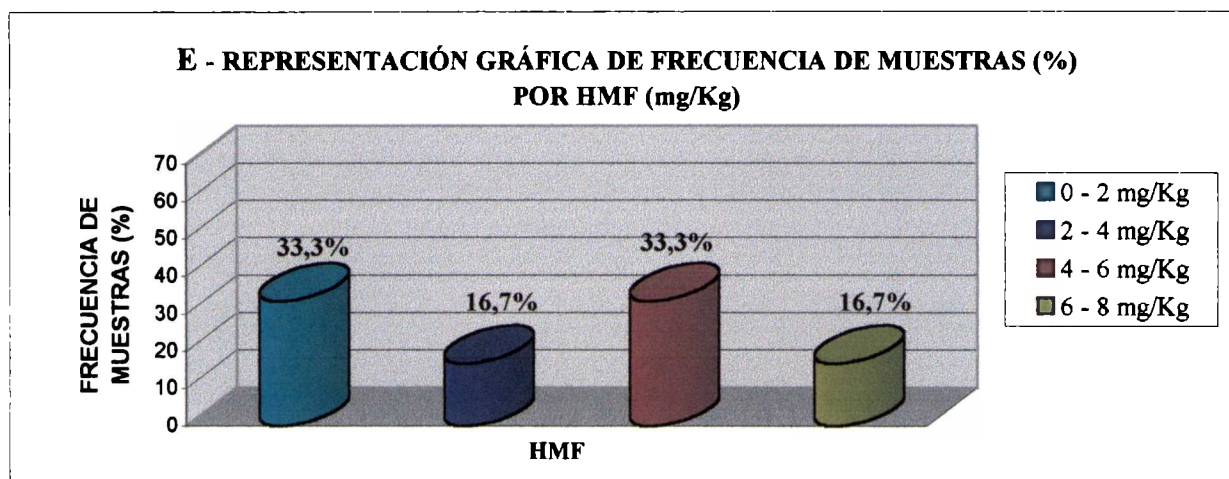
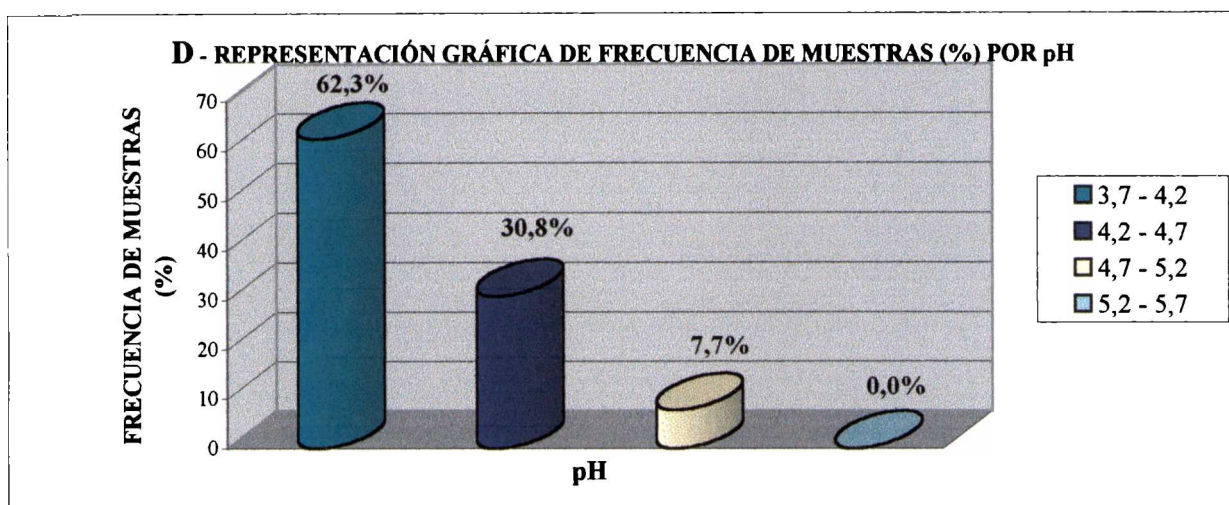




**GRÁFICO XIII: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE EUCALYPTUS sp ENTRE 50 Y 70 %.**

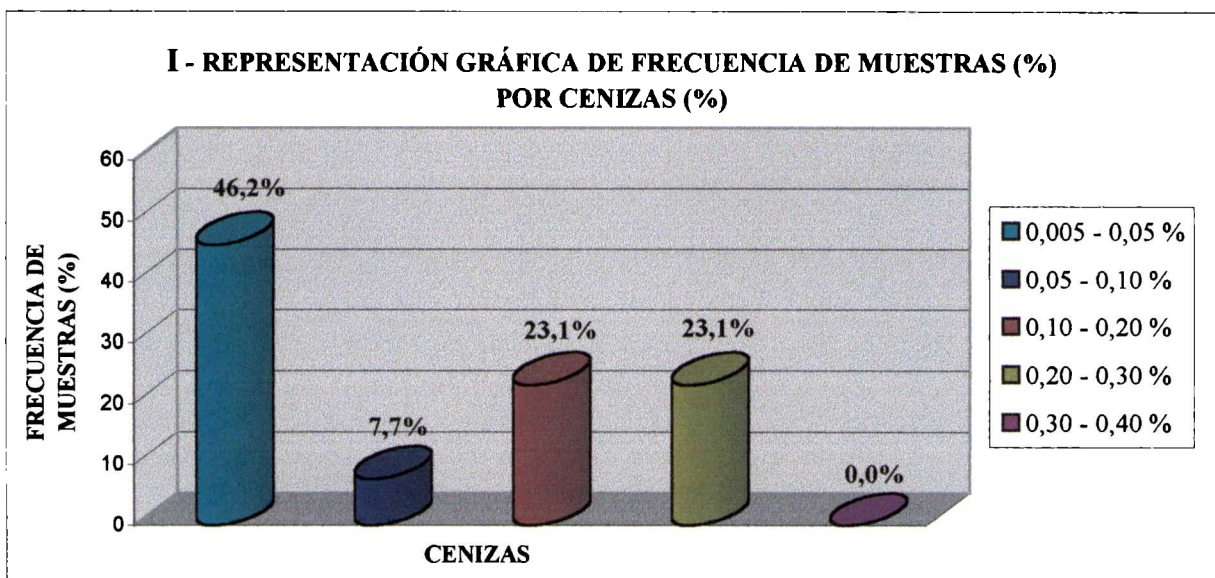
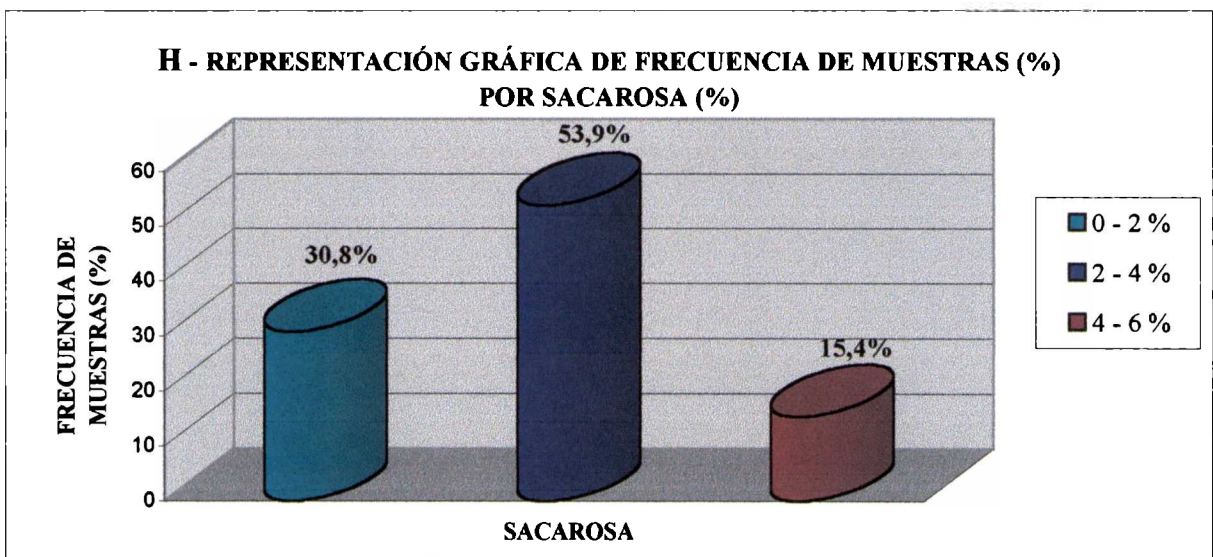
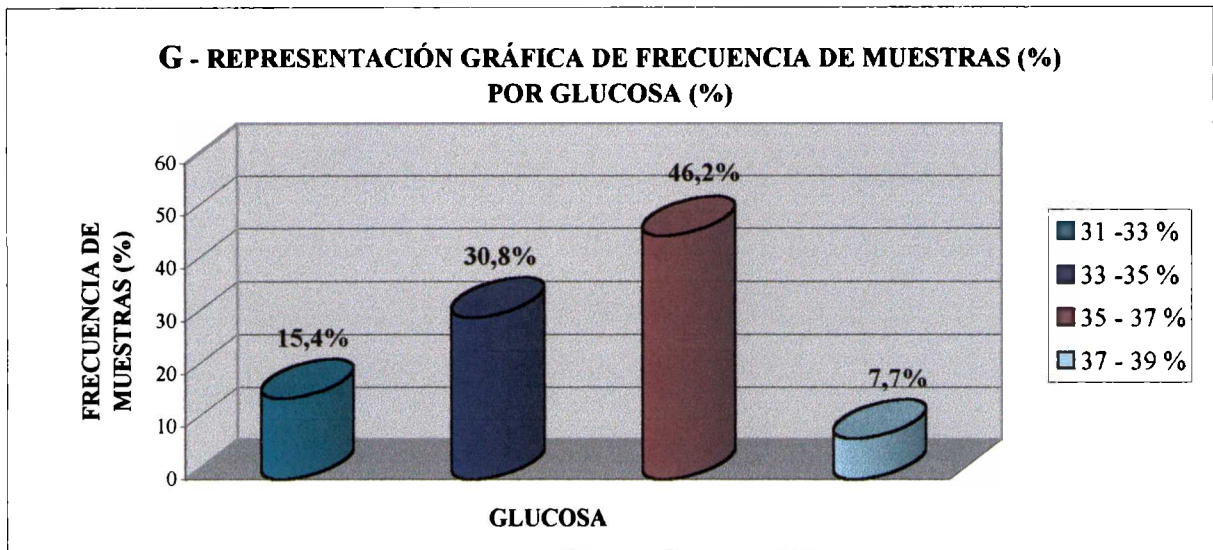


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

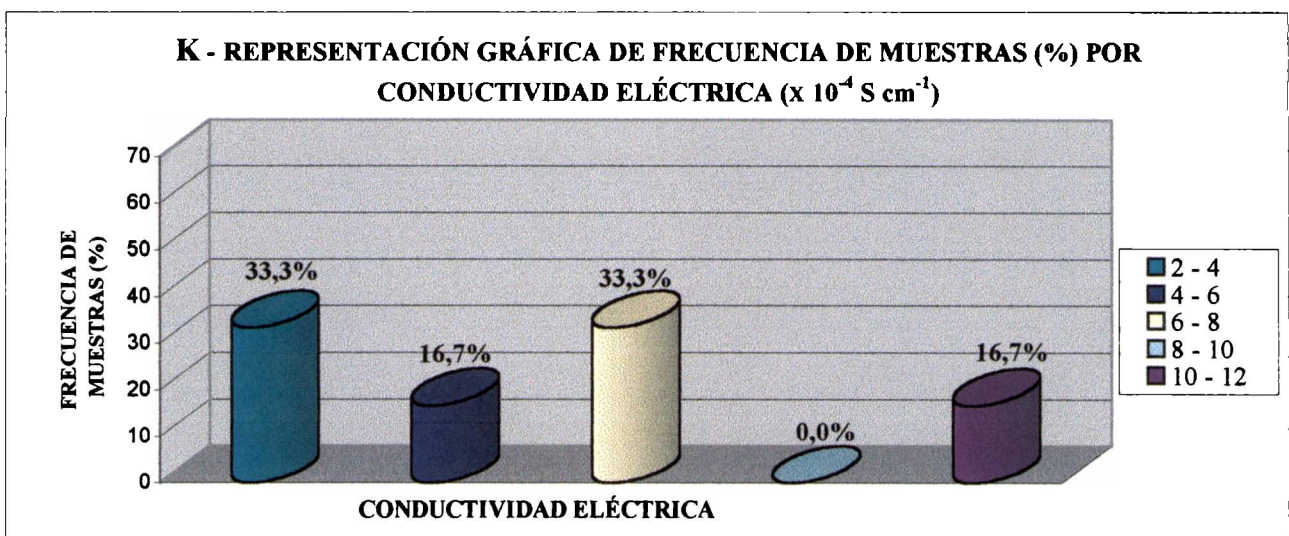
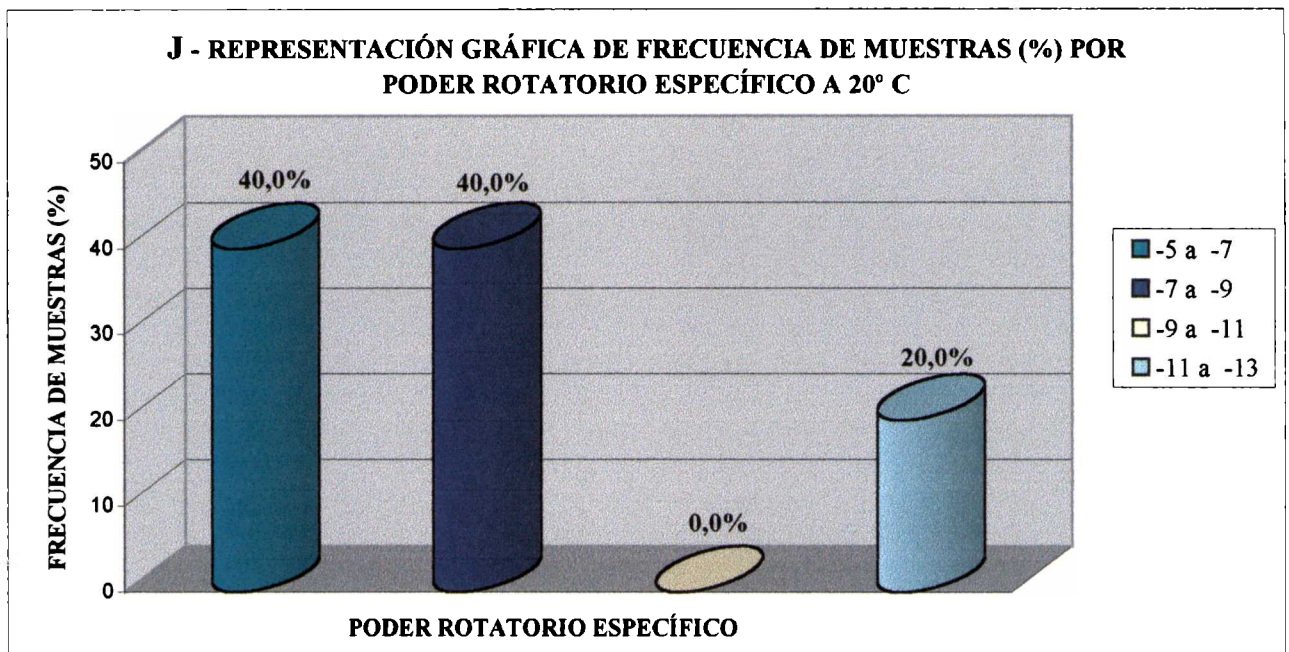




CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

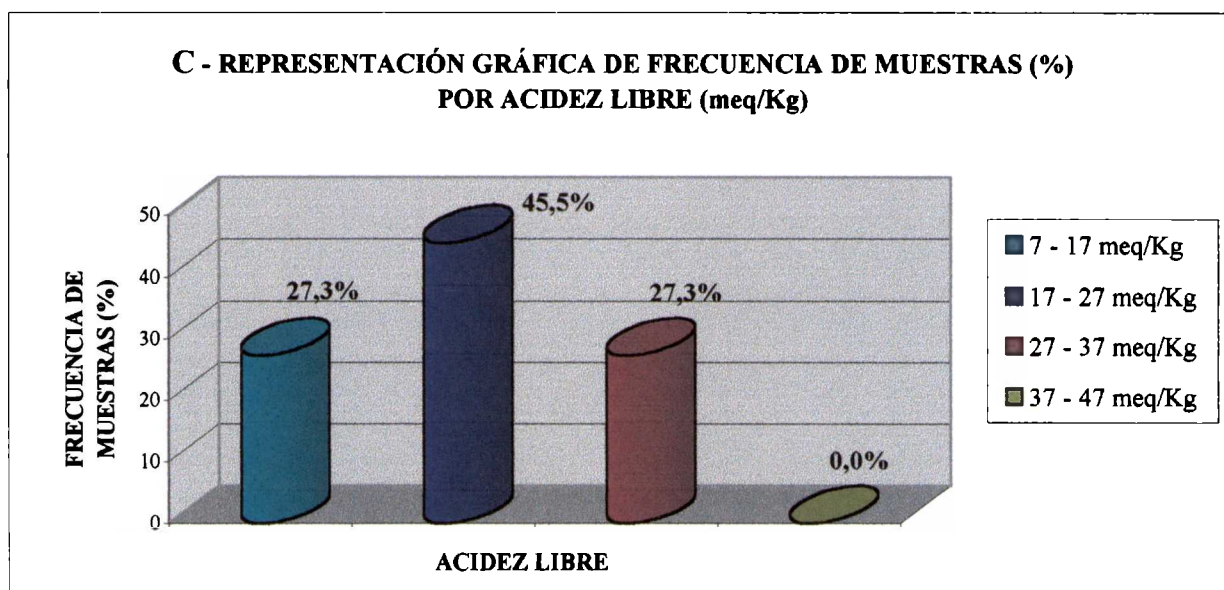
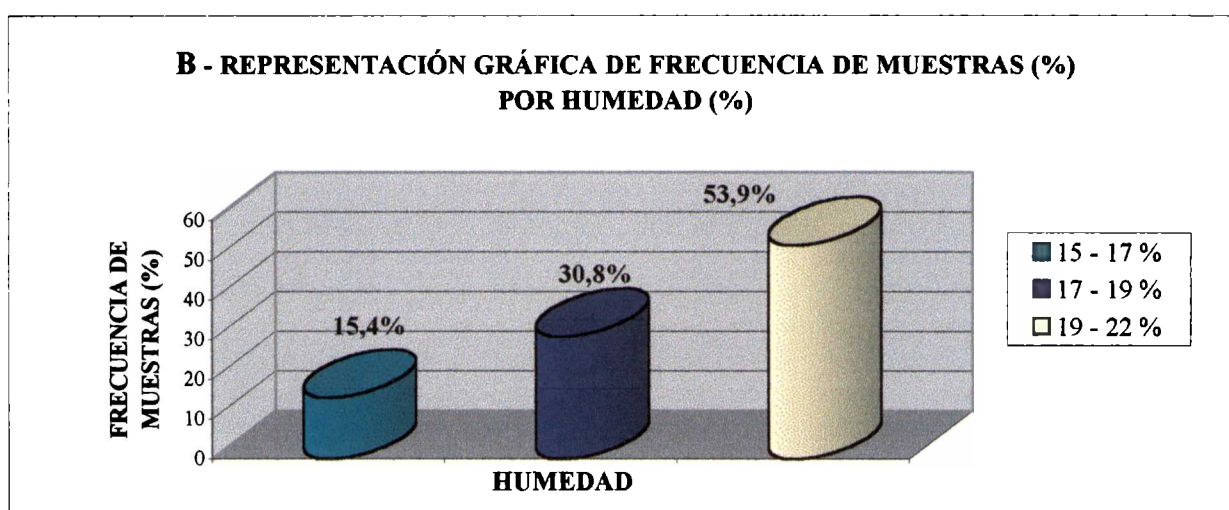
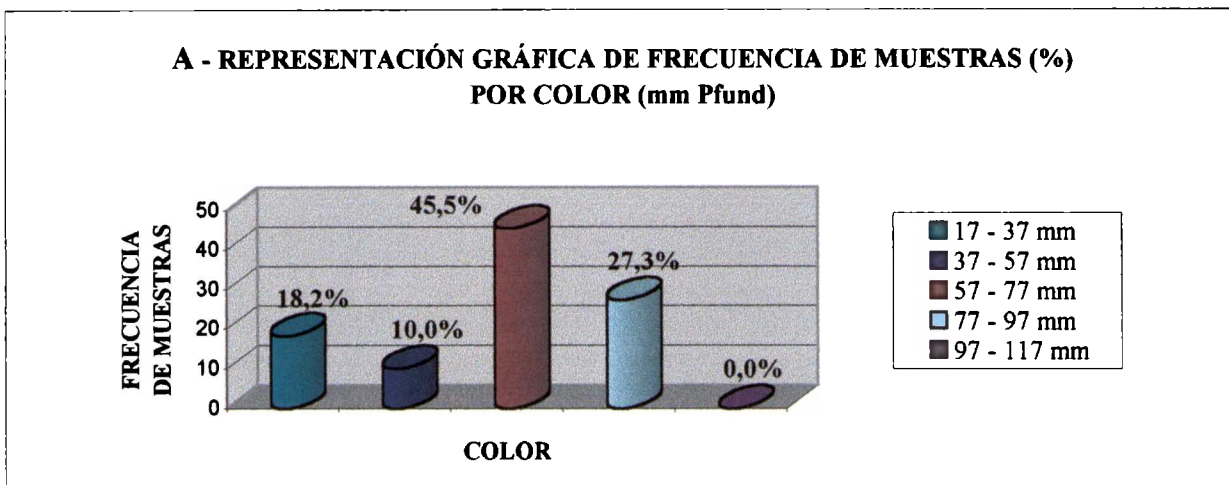


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

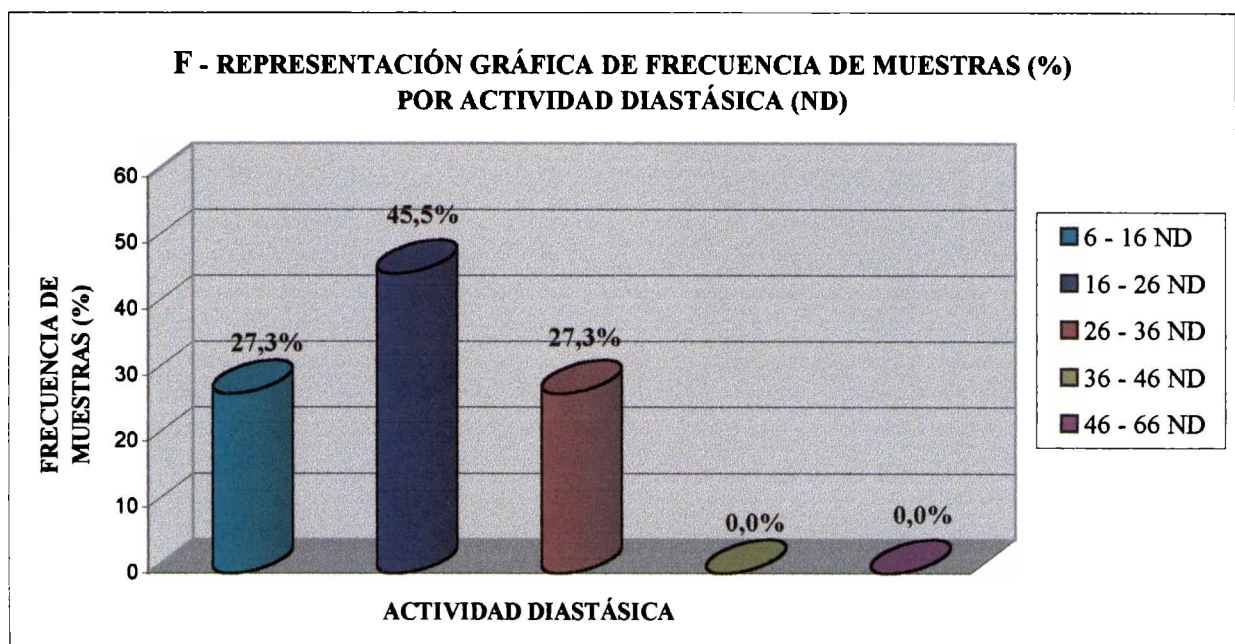
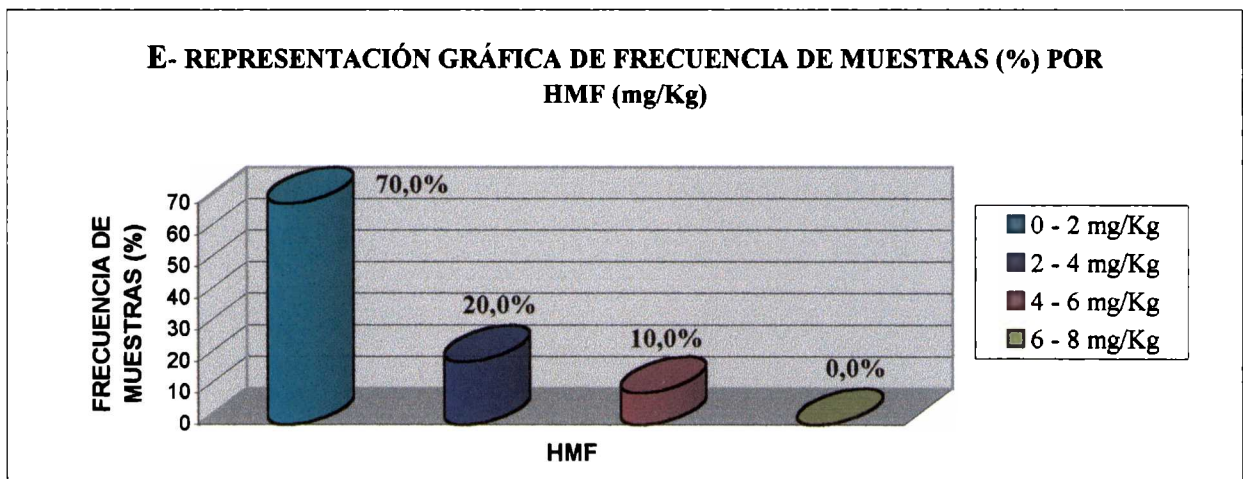
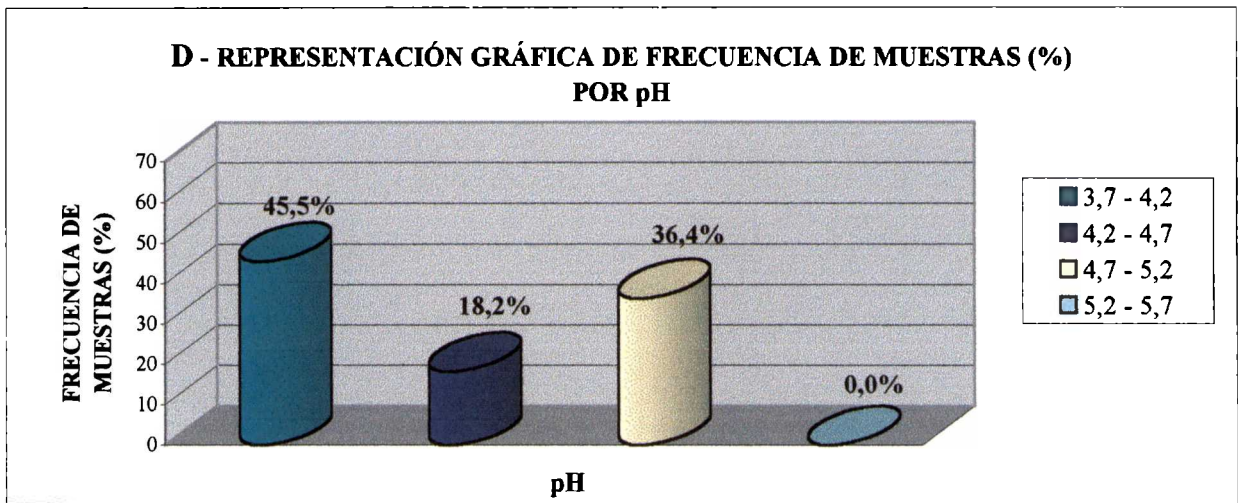




**GRÁFICO XIV: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE EUCALYPTUS sp ENTRE 70 Y 90 %.**

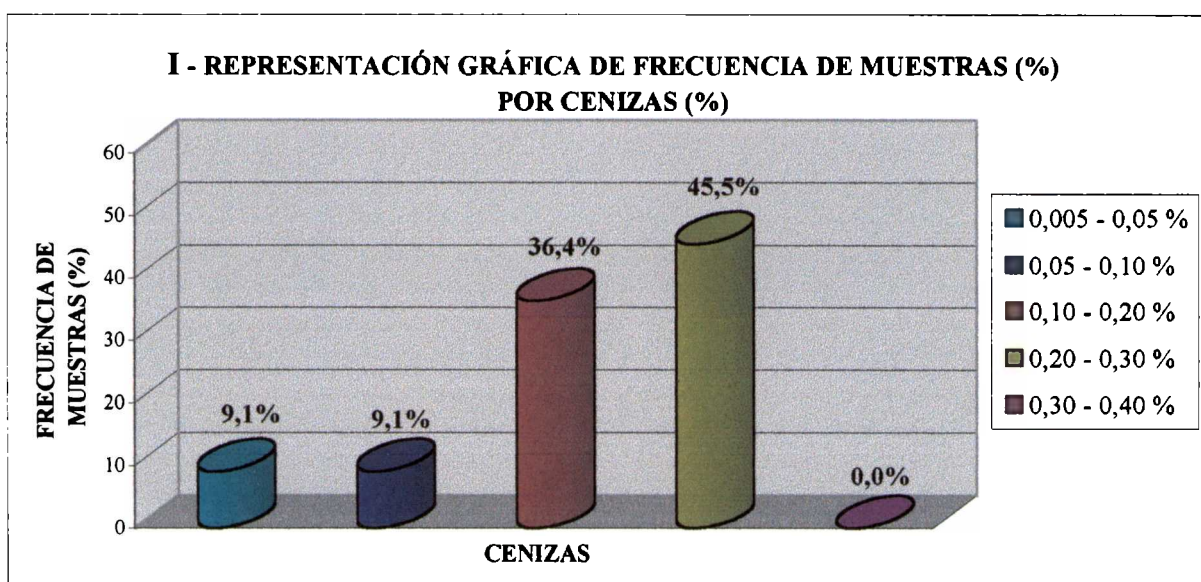
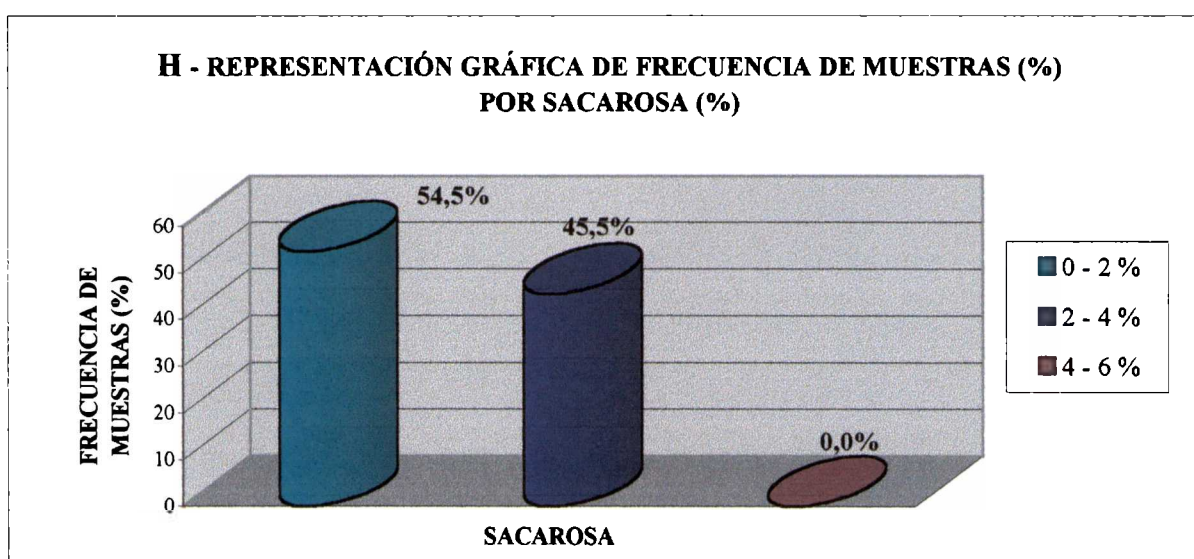
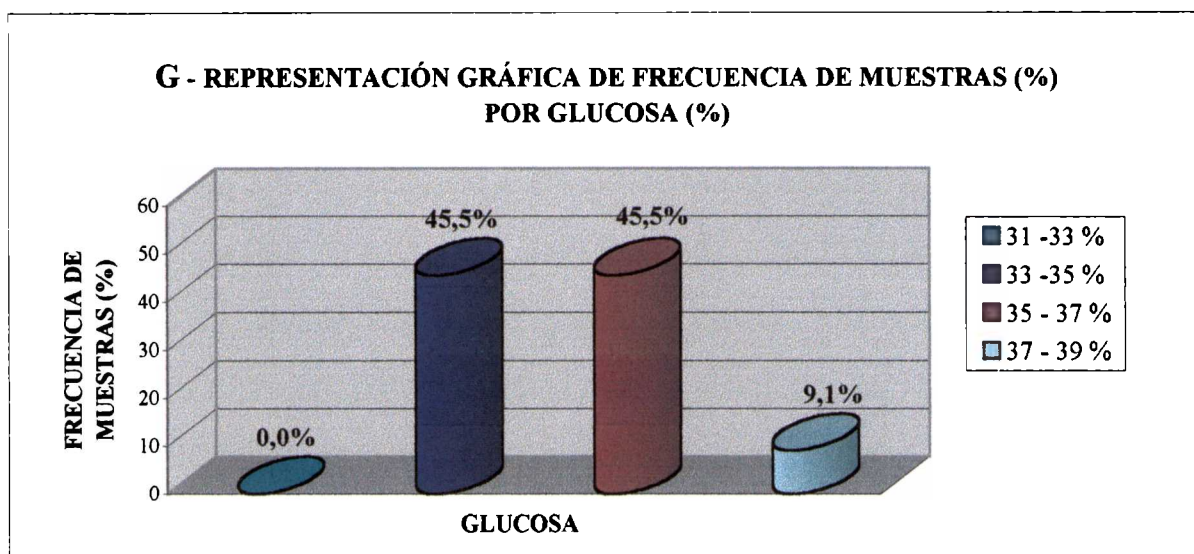


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIV



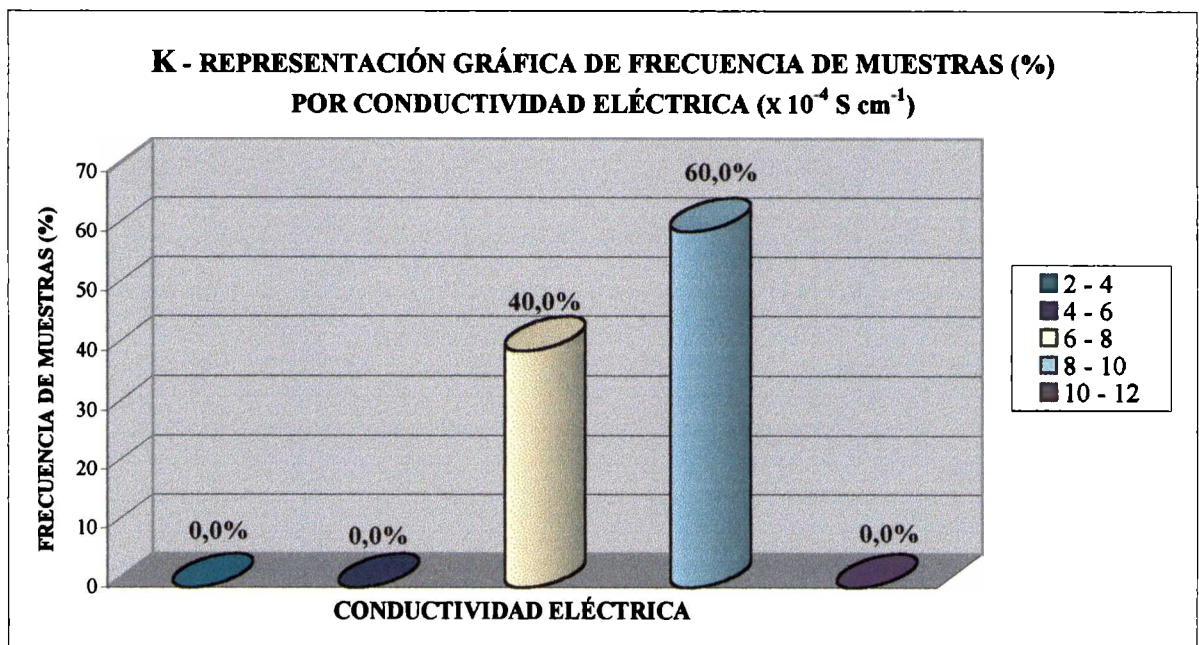
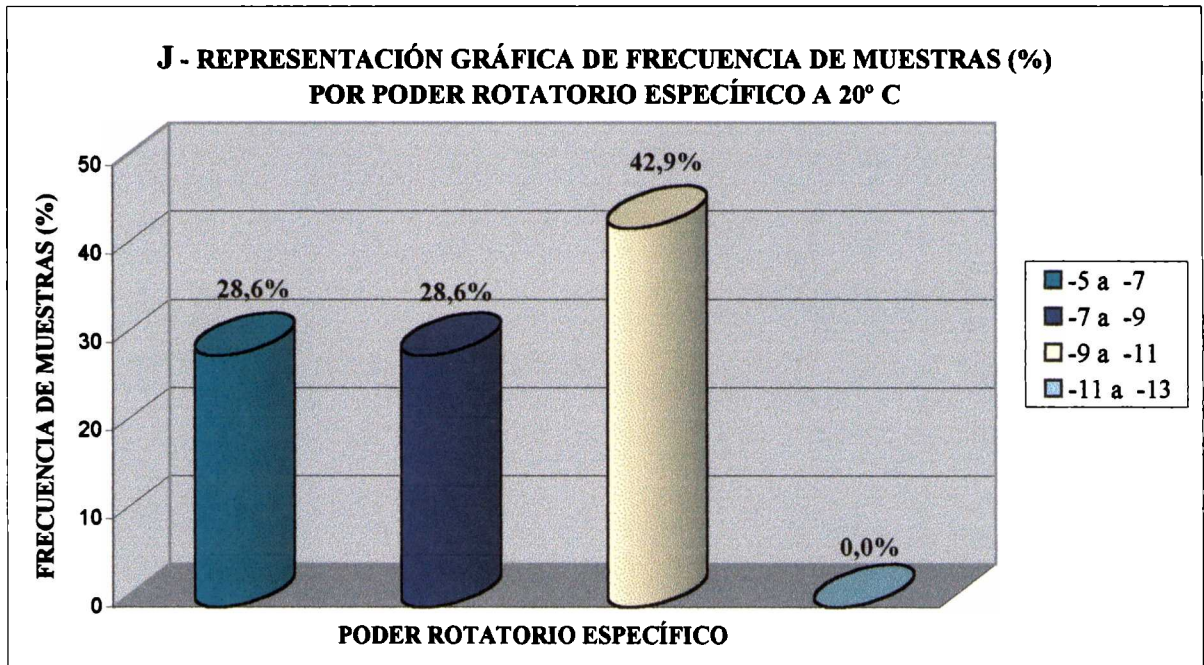


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIV

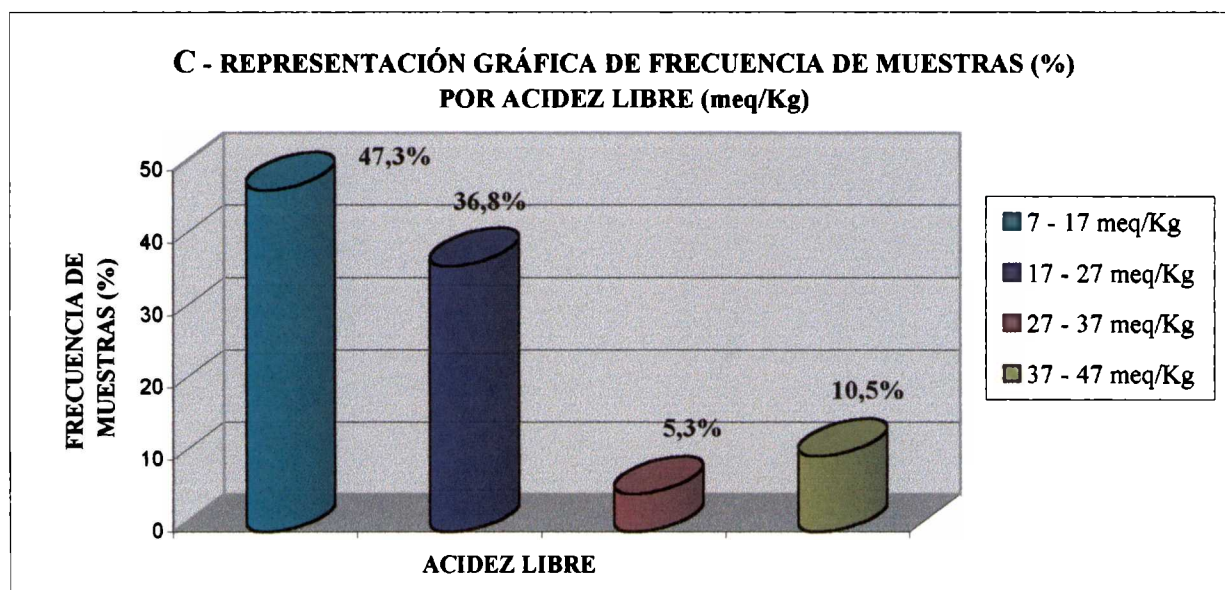
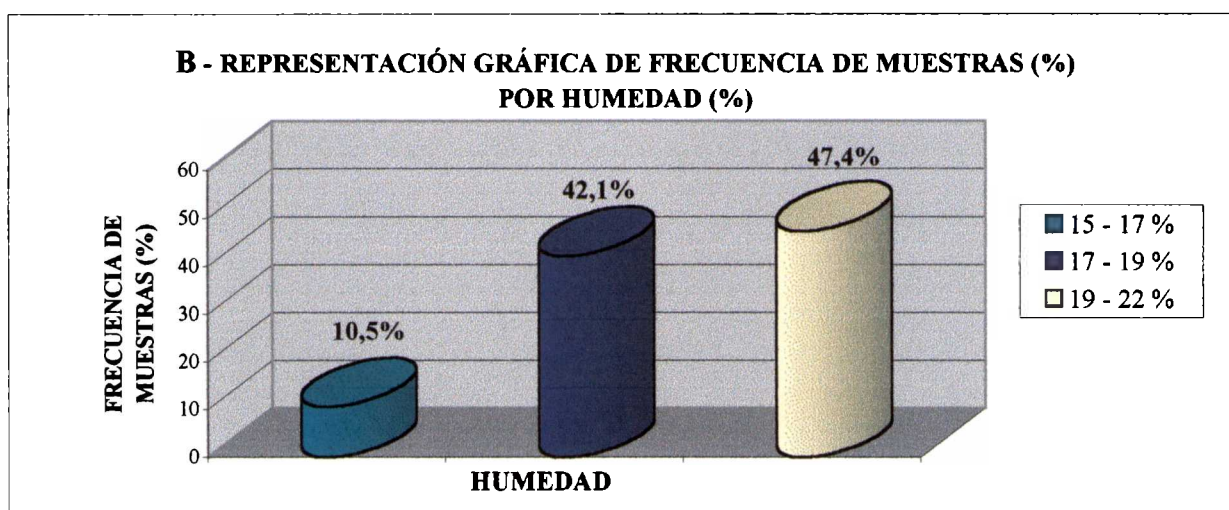
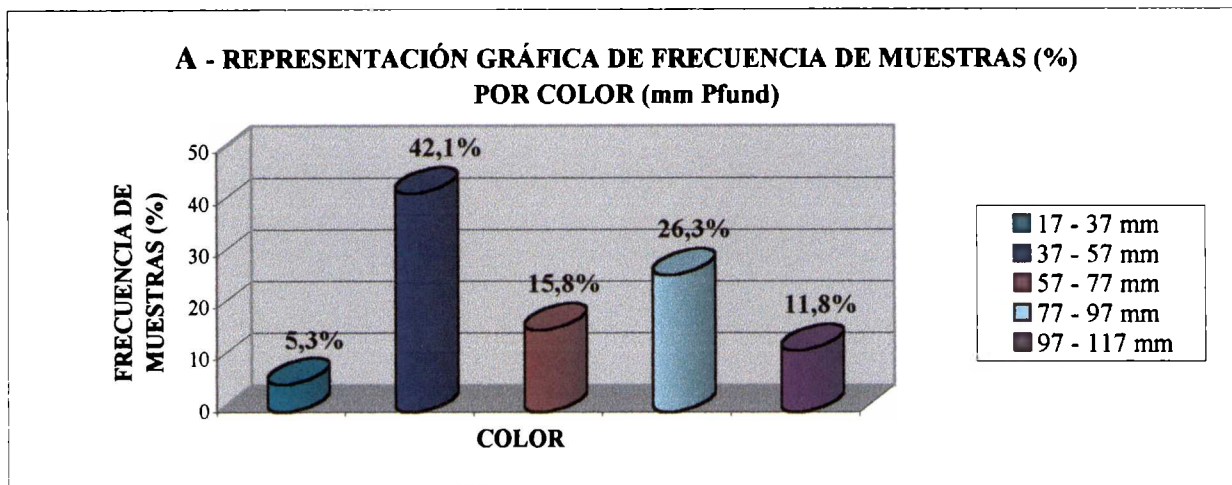




CONTINUACIÓN GRÁFICO XIV

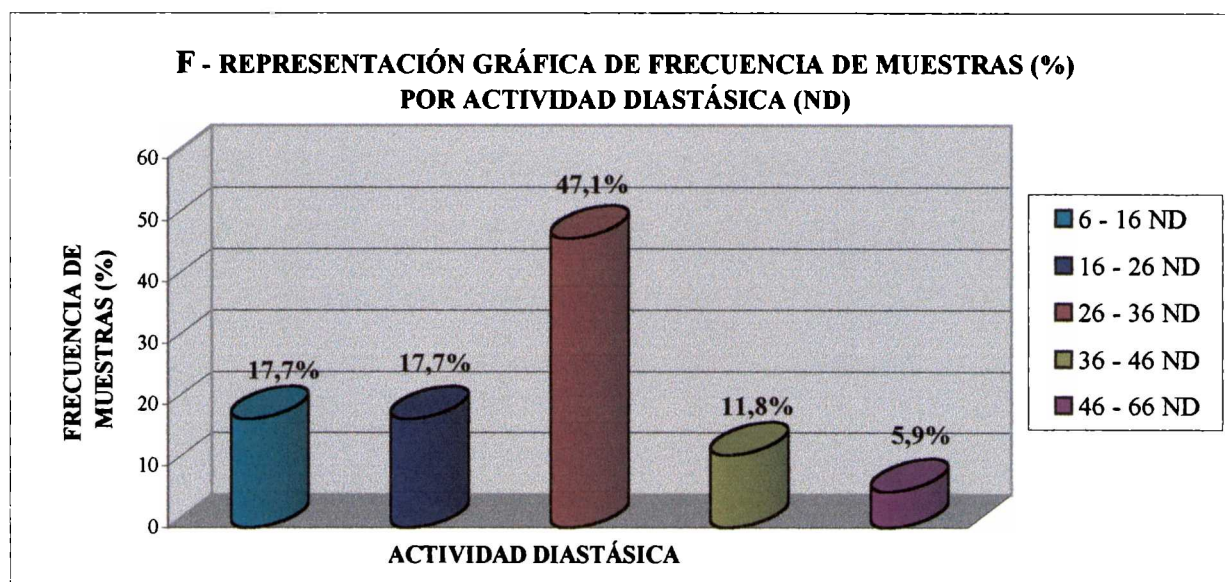
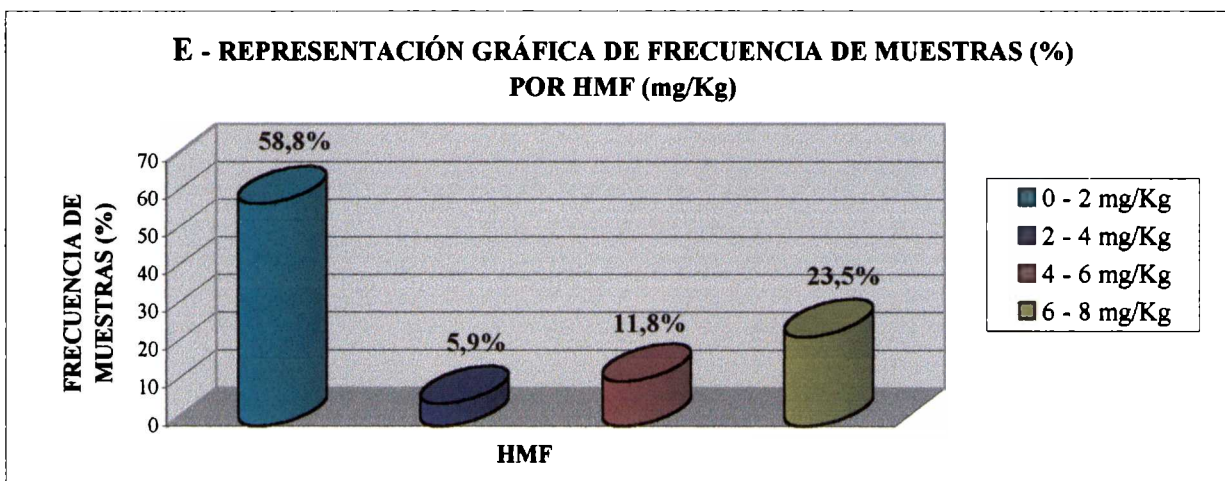
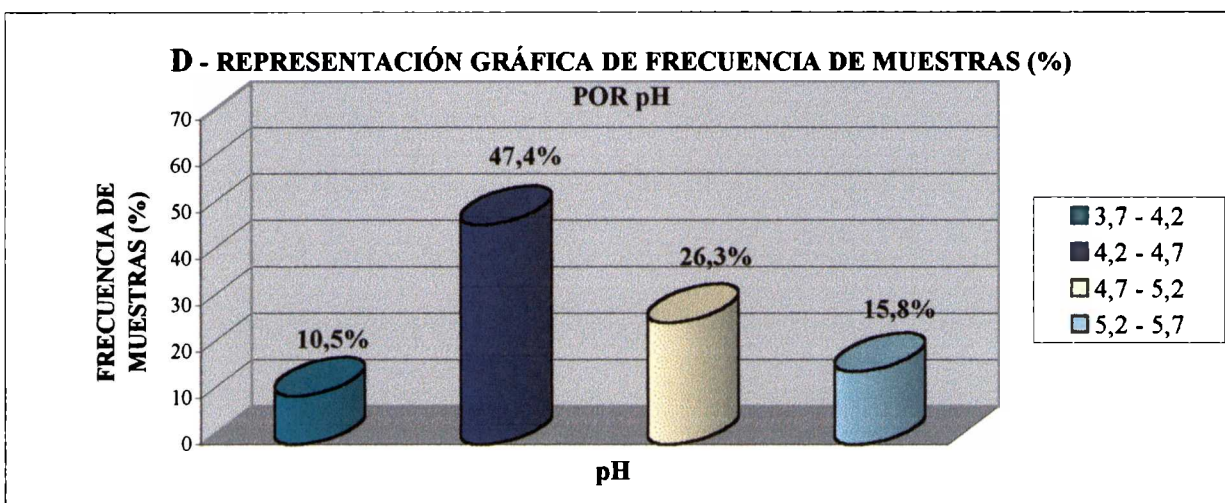


**GRÁFICO XV: FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR DETERMINACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE EUCALIPTUS *sp* MAYOR AL 90%**

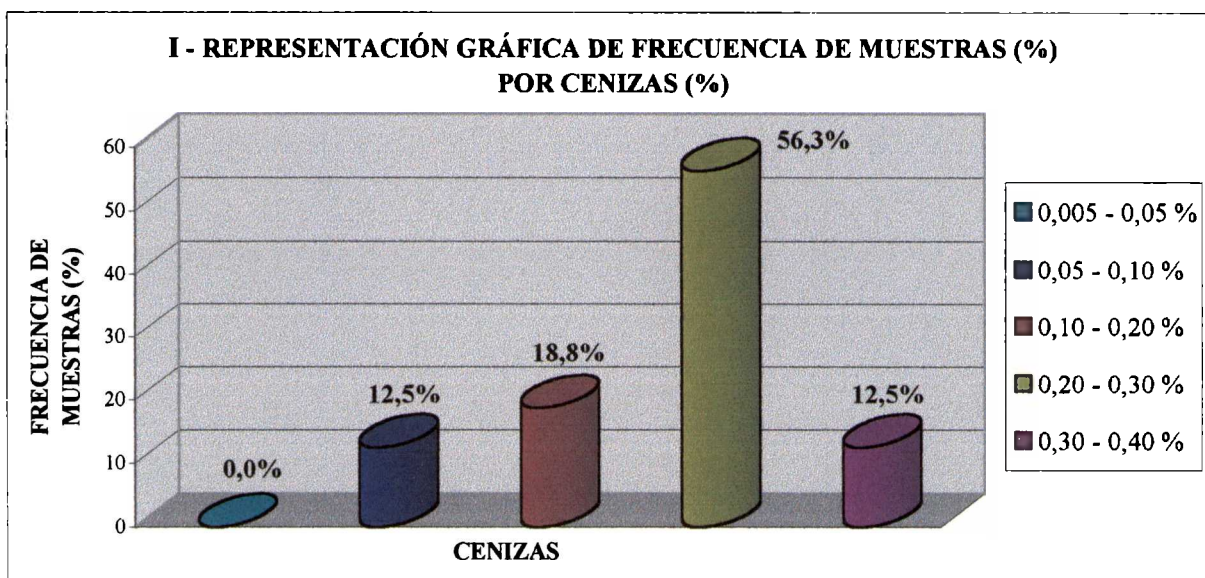
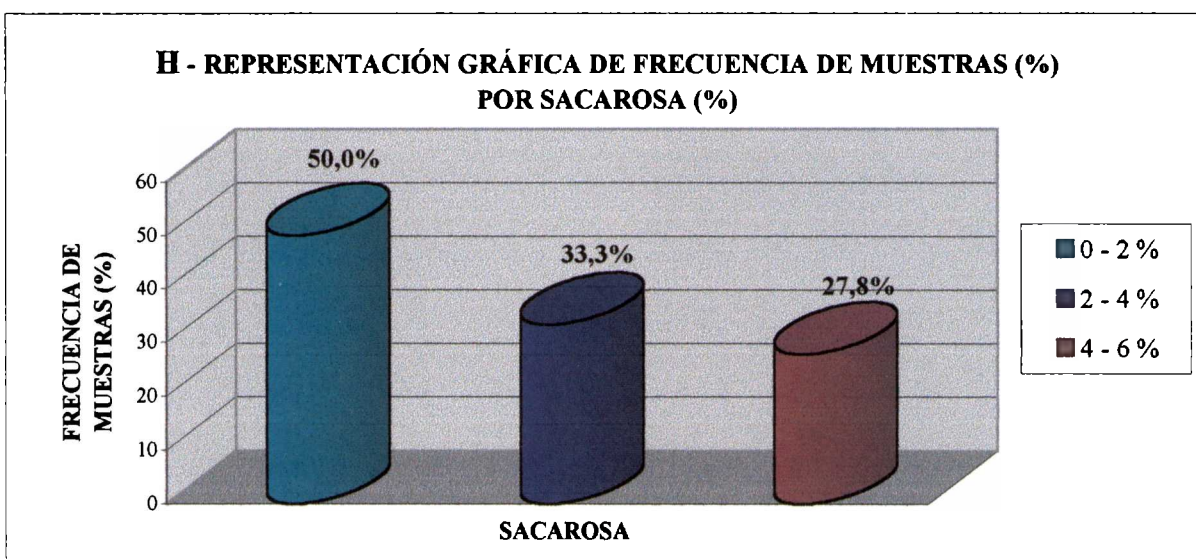
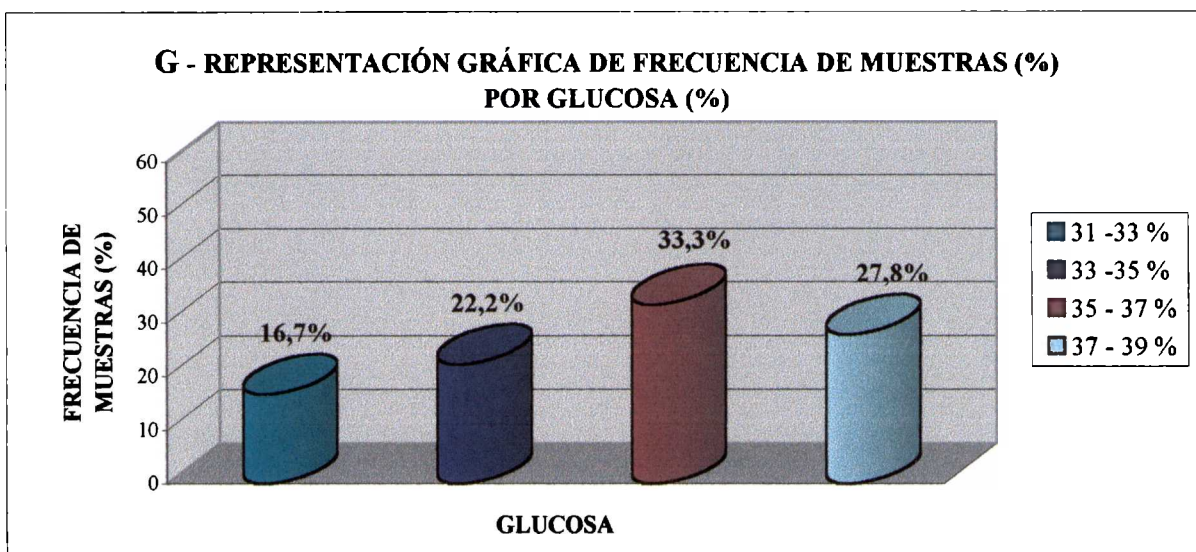




CONTINUACIÓN GRÁFICO XV

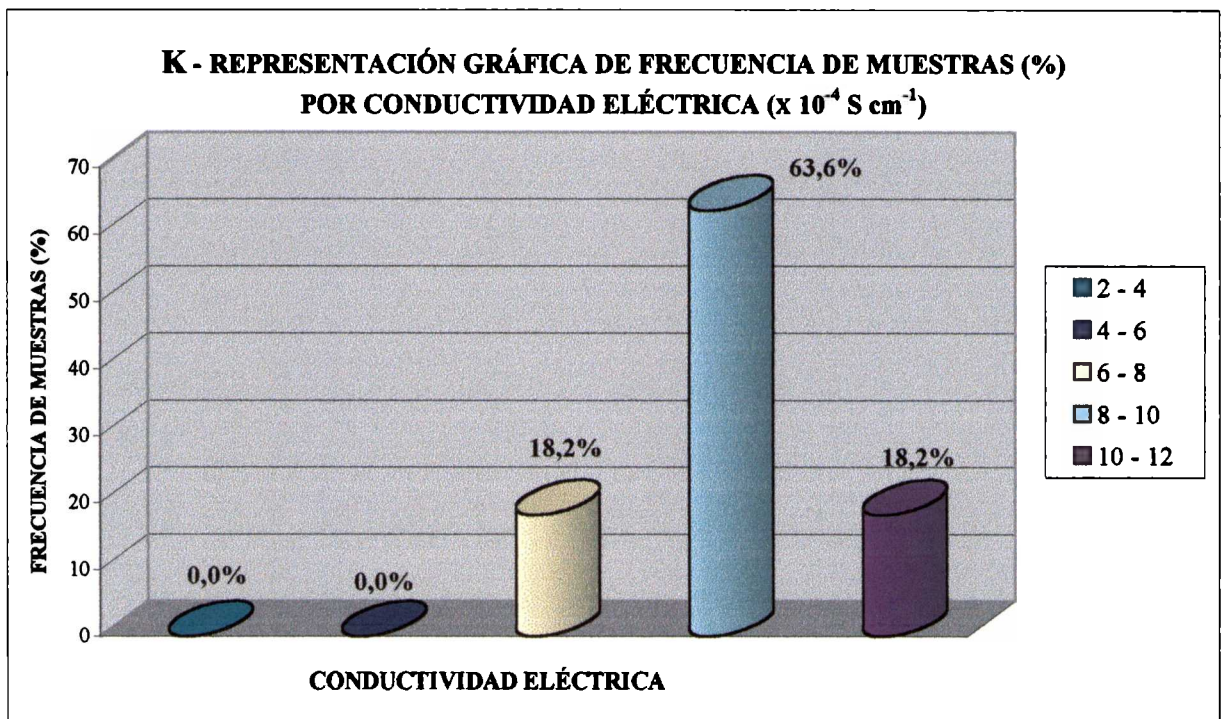
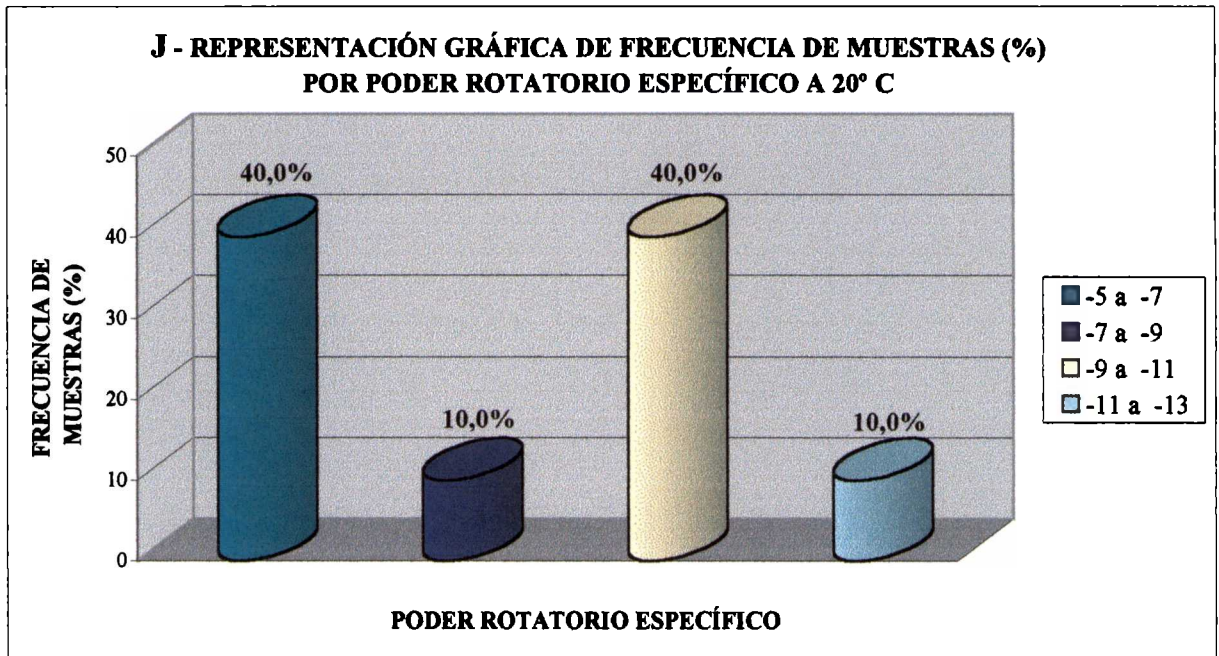


CONTINUACIÓN GRÁFICO XV



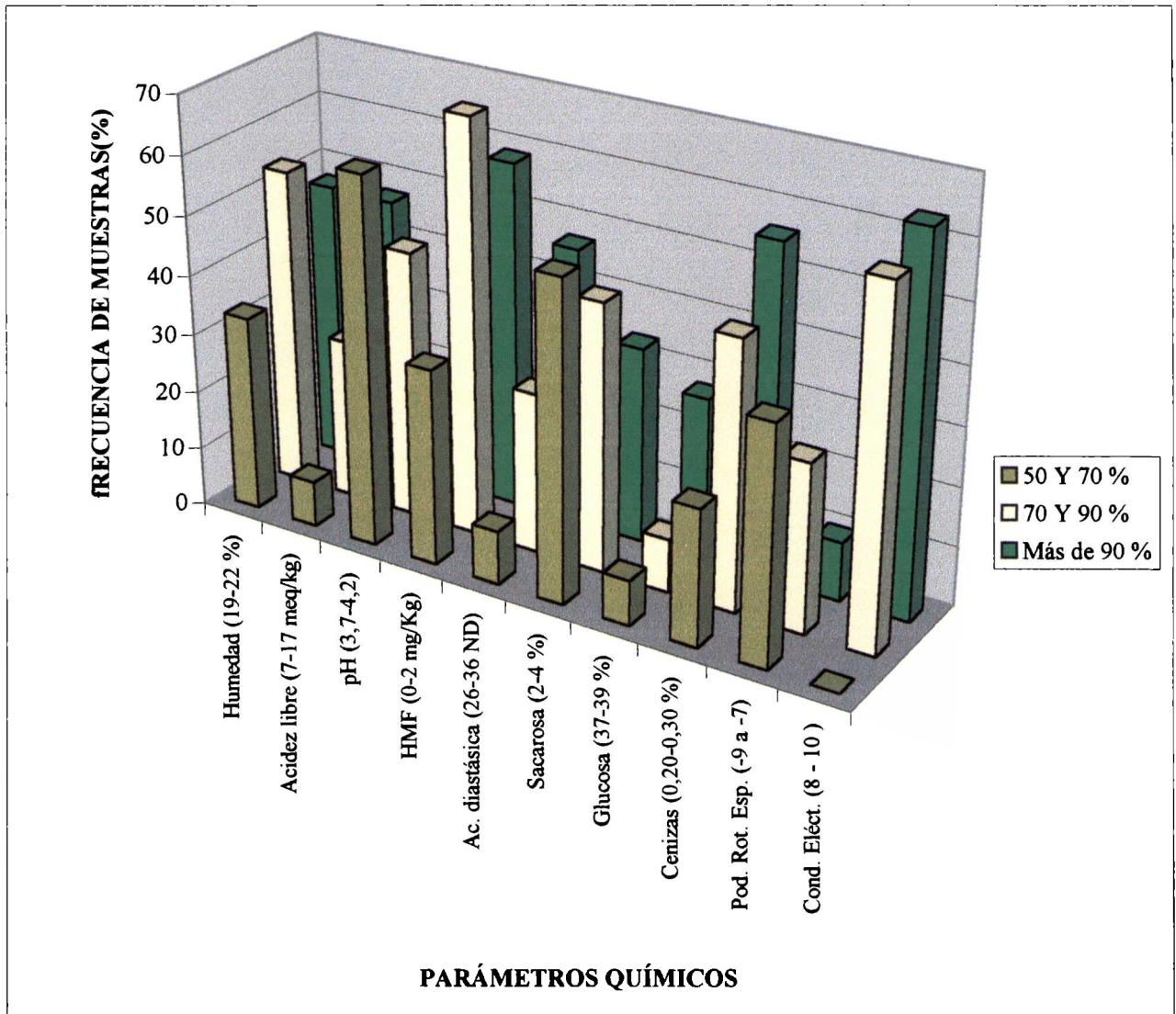


CONTINUACIÓN GRÁFICO XV





**GRÁFICO XVI: RELACIONES ENTRE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE EUCALYPTUS sp ENTRE 50 Y 70 %, 70 Y 90 % Y MÁS DE 90 %.**



#### 4.1.3.3. Discusión de resultados.

A través del análisis del espectro polínico (Tabla I) se pudo constatar la riqueza de las mieles estudiadas en cuanto a polen de *Eucalyptus sp* y la presencia de una flora acompañante no muy numerosa, ya que los tipos morfológicos identificados por muestra, fueron en la mayor cantidad de ellas (53 %) de hasta 5, en un 42 % de muestras hasta 10 y sólo un 5 % de ellas contienen hasta 12 tipos polínicos diferentes.

Acompañan a *Eucalyptus sp*, como tipos morfológicos de mayor frecuencia los mencionados en el Gráfico I, destacándose la presencia de *Citrus sp* que tiene una notable influencia sobre todo en los caracteres organolépticos y en parámetros como el color y la actividad diastásica de las mieles estudiadas.

Se puede observar que todas las muestras contienen polen de *Eucalyptus sp* como dominante (D: > 45 %), en un rango que va desde el 52 % al 98 % de polen, la mayor cantidad de muestras (69,5 %) contienen más del 70 % de polen de *Eucalyptus sp* y un 24 % de muestras contienen entre el 95 y 98 % de polen de esta especie (Gráfico III).

La legislación fija para este tipo de mieles, un contenido mínimo del 70 % de polen de *Eucalyptus sp* para considerarla como monofloral. Podemos comprobar a través de este estudio que el polen de esta especie en las mieles seleccionadas, se encuentra hiper representado, lo que sería responsable de las características organolépticas particulares que presenta la miel.

De acuerdo a los resultados del análisis sensorial para el total de muestras analizadas, el examen visual (Gráfico IV) muestra que al momento del análisis, el 17,8 % de las muestras se encontraban todavía líquidas, siguiendo las que cristalizaron completamente en forma cremosa (15,5 %) y pastosa (13,3 %). A los 6 meses posteriores al análisis, todas se encontraban totalmente cristalizadas. El examen táctil demostró que la característica de mayor frecuencia de muestras fue cristales finísimos y blandos (Gráfico V). No podemos afirmar que la forma de cristalización dependa del origen floral.

En el examen gustativo y olfativo predominan el gusto dulce suave, dulce y dulce-ácido, se destacan los atributos medicinal y fresco en un 28,5 % de las muestras, existiendo un 12 % que contiene *Citrus sp* en las cuales predominan los atributos floral, delicado y que recuerda a azahares (Tabla I). Existe también un 4,7 % de muestras que poseen signos de fermentación por lo que no se las incluye en el análisis sensorial (Gráficos VI y VII).

El análisis sensorial también se realizó para cada categoría de muestras seleccionadas de acuerdo al contenido de polen de *Eucalyptus sp*.

En las mieles que contienen entre 50 y 70 % de polen, predomina la cristalización total y pastosa con cristales finísimos y blandos aunque se mantiene alto el porcentaje de muestras que todavía no habían comenzado a cristalizar, lo que justifica la presencia de mieles sin cristales. Se destacan los gustos dulce y dulce suave; los atributos principales se reparten entre medicinal, fresco, delicado, herbáceo y un 22,2 % de las muestras se presenta como floral, fresca y que recuerda a azahares (Gráfico VIII).

Para las mieles que contienen entre 70 y 90 % de polen de *Eucalyptus sp*, se puede observar que cristalizan totalmente pero en forma compacta y se mantiene la predominancia de cristales finísimos y blandos. El gusto se intensifica hacia el dulce fuerte, se destaca notablemente el atributo de medicinal y fresco en el mayor porcentaje de las muestras (38,4 %) (Gráfico IX).

En la tercer categoría de muestras (más de 90 % de polen), la mayoría de las mieles cristalizaron totalmente en forma cremosa con cristales finísimos y blandos. Esta constante en el tipo de cristal parece ser característico de este tipo de miel. El gusto se hace más equilibrado predominando el dulce. Se mantiene el atributo medicinal y fresco en un número mayor de muestras (47,4 %) (Gráfico X).

La comparación de los atributos sensoriales de las tres categorías de muestras se resumen en el Gráfico XI, donde se puede observar que el aumento del contenido de polen de *Eucalyptus sp* parece influir más que nada en el gusto dulce, el que se intensifica, y los atributos descriptivos y de evocación y analogía (medicinal y fresco), que se definen claramente a medida que aumenta el contenido de polen, lo mismo que los cristales finísimos y blandos (Tabla V).

El análisis de los parámetros químicos para el total de las muestras analizadas demuestra que el color, acusa una media de 62,6 mm, el que corresponde según la escala de Pfund (pag 7) al color ámbar claro, lo que es característico de este tipo de mieles coincidiendo con valores encontrados para mieles italianas de *Eucalyptus sp* (Persano Oddo y col., 1988). Se pueden observar algunas dispersiones en cuanto al color, en las muestras que contienen *Citrus sp*, que hacen bajar el color al rango del blanco (16 a 34 mm) y ámbar extra claro (34 a 50 mm) lo mismo que *Echium plantagineum* aunque en menor grado (Tabla III).

El valor medio obtenido para la humedad es de 18,8 %, con un mínimo de 15,7 % y un máximo de 22 % (Tabla IV). Los valores mínimos de humedad, entre el 15 y 17 % se encuentran en un 11,1 % de las muestras y un 48,9 % de muestras contienen entre 19 y 22 % de humedad (Gráfico XII B). Si bien el contenido de humedad varía en un amplio rango , se puede comprobar que las muestras cristalizaron completamente en el tiempo.

Analizando los resultados mostrados en las Tabla III, pudo observarse que las muestras acusan una acidez libre por debajo del máximo permitido por la legislación (40 meq/Kg). La media obtenida fue de 21,1 me/Kg, con un rango desde 7,7 a 39,1 meq/Kg (Tabla IV). El rango de mayor frecuencia fue el de 17 a 27 meq/Kg (Gráfico XII C). Otros autores han informado para mieles españolas de *Eucalyptus sp* una media de 21 meq/Kg. Podemos observar que el valor de acidez es menor que en mieles de otro origen floral como *Lotus corniculatus*, por ejemplo, que posee una media de 21 meq/Kg (Tabla IV pag 130), no obstante ello coincidiendo con Serra, (1989) este parámetro no es muy seguro como elemento diferenciador para la miel de *Eucalyptus sp*.

El pH tiene un valor medio de 4,5 variando desde 3,7 hasta 5,7 (Tabla IV), estando la media en el rango de mayor frecuencia (4,2 – 4,7) (Gráfico XII D). El valor medio obtenido es sensiblemente mayor en este tipo de mieles y puede ser uno de los parámetros útiles como indicador de monofloridad.

El contenido de hidroximetilfurfural es bajo, propio de mieles frescas, tiene una media de 2,7 mg/Kg, un mínimo de 0,1 mg/Kg y un máximo de 7,9 mg/Kg (Tabla IV). Este parámetro se encuentra dentro de los valores informados para mieles florales frescas y sin procesar (Baldi y col, 1994); la mayor frecuencia se encuentra en el rango de de 0 a 2 mg/Kg (Gráfico XII E).

La actividad diastásica tiene un valor medio de 24,5 ND, observándose una gran dispersión en los valores, que va desde 6 ND hasta 60 ND (Tabla III). Un 40 % de las muestras se encuentran en el rango de 26 a 36 ND y un 30 % en el rango de 6 a 16 ND (Gráfico XII F).

Solamente un 5 % de las muestras contienen los valores más altos y los valores más bajos parecen estar influenciados por la presencia de *Citrus sp*, cuyas mieles presentan naturalmente actividades más bajas de esta enzima (Tabla I). El valor medio obtenido es mayor que los hallados para mieles de *Eucalyptus sp* españolas (18,04 ND) (Serra, 1989), y comparable al de las mieles italianas (25,5 ND).

El análisis de los azúcares arroja un valor medio de glucosa de 35,2 % (Tabla IV), la mayor frecuencia de muestras se encuentra en el rango de 35 a 37 % (Gráfico XII G) y una media de 2,4 % para la sacarosa, encontrándose la mayor cantidad de muestras en el rango de 0 a 2 % (Gráfico XII H). Para estas mieles se destacan los valores bajos de sacarosa (Tabla III), coincidiendo con Serra y col. (1989) quien estudiando mieles monoflorales españolas encuentra también contenidos bajos de sacarosa respecto a las demás mieles monoflorales. Parecería ser que la monofloridad en este caso influiría en este azúcar, más que en la glucosa aunque se encuentre ésta en contenidos mayores.

Las cenizas dan un valor medio del 0,17 % (Tabla IV), la mayor frecuencia de muestras se ubica en el rango 0,20 a 0,30 % (Gráfico XII I), los valores altos de cenizas pueden relacionarse con el alto contenido de sedimento observado al realizar el examen del polen (dato no mostrado).

En cuanto al poder rotatorio específico, estas mieles se encuentran encuadradas entre estos parámetros estadísticos: media, -8,3, mínimo -12,8 y máximo -4,9 (Tabla IV). Se puede observar una gran dispersión de los valores de este parámetro en un amplio rango. El rango de mayor frecuencia de muestras fue el de -7 a -5, es decir que se acerca al máximo obtenido (Gráfico XII J). La media es menor que la que informan Persano Oddo y col. (1988) (-14) para mieles italianas de *Eucalyptus sp*.

La conductividad eléctrica hallada es sensiblemente mayor que los valores informados para mieles de *Eucalyptus sp* italianas ( $5,0 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ ), con una media de  $7,8 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ , en un rango que va desde 4,2 hasta  $11,2 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Tabla IV), exceptuando dos muestras que presentan valores más bajos, de 2,3 y  $2,9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ . La mayor frecuencia se encuentra ubicada en el rango de 8 a  $10 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Gráfico XII K). Para mieles de *Eucalyptus sp* españolas se halló un valor medio también sensiblemente menor, de  $5,8 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Serra, 1989). Los valores de conductividad eléctrica para mieles argentinas de *Eucalyptus sp* se diferencian de los hallados para otras mieles monoflorales provenientes de *Leguminosas*, como *Lotus corniculatus*, *Melilotus albus*; y también de *Echium plantagineum*, por lo que pensamos que este parámetro podría ser un elemento útil como indicador de monofloridad ya que se ha observado en la conductividad eléctrica una tendencia a aumentar su valor a medida que aumenta el porcentaje de polen, aunque no se cumple estrictamente en todas las muestras.

En este caso la totalidad de las muestras tienen un alto porcentaje de polen por lo que se dividieron las muestras en tres categorías, las que contienen entre 50 y 70 % de polen, entre 70 y 90 % y más de 90 % de polen de *Eucalyptus sp*.

Para la comparación de estos resultados se seleccionaron los rangos que presentan tendencias más definidas y que permiten ver cómo influye la monofloridad en las características físico-químicas (Gráfico XVI).

El valor medio obtenido para el color aumenta a medida que aumenta el porcentaje de polen de *Eucalyptus sp* (Tabla V). Sin embargo la distribución por frecuencia de muestras para un mismo rango de color no presenta una relación directa con el contenido de polen. El análisis de estos resultados indica que para la primer categoría de muestras el rango predominante es 37-57 mm (41,7 % de muestras) (Gráfico XIII A), para la segunda categoría es de 57-77mm (45,5 % de muestras) (Gráfico XIV A) y en el tercer caso predomina el rango entre 37-57 mm (42,1 % de las muestras) (Gráfico XV A). Esta dispersión en los rangos de color se debe a la influencia de la flora acompañante, que en el caso del Citrus hace bajar el color. El análisis de varianza no dio diferencias significativas entre las tres categorías de muestras.

El Citrus contribuye con muy poco polen a la miel porque es más nectarífero que polinífero, motivo por el cual un pequeño porcentaje presente (en este caso 5,2 %) en la miel de *Eucalyptus sp* significa una contaminación importante debido a los componentes químicos de su néctar. Esto explicaría porque en la miel de *Eucalyptus sp* se modifican las propiedades en forma tan marcada.

Estos resultados advierten sobre el valor relativo del análisis polínico para clasificar las mieles por origen botánico sin tener en cuenta otros parámetros como compuestos químicos que provienen del néctar.

Como resultado de todos los estudios realizados en este trabajo, el color es una de las características que se relaciona directamente con el origen floral.

La humedad es un parámetro que no se relaciona con los contenidos de polen; se obtuvieron valores medios de 18,3 % , 19,1 % y 18,8 % para cada una de las categorías de mieles estudiadas (Tabla V). La frecuencia de muestras indica que para las mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 50 y 70 % el rango que predomina es de 17 a 19 % de humedad (41,7 % de muestras) (Gráfico XIII B), en cambio para las otras dos categorías (entre 70 y 90 % y más de 90 % de polen) la mayor cantidad de muestras poseen entre 19 y 22 % de humedad (53,9 % y 47,4 % de muestras) respectivamente, (Gráfico XIV B y XV B). Si bien se puede deducir que a partir del 70 % de polen la humedad se define en un mismo rango, no podemos afirmar que dependa del origen floral ya que este parámetro es muy influenciado por otros factores ajenos a la miel.

La frecuencia de muestras con acidez libre en el rango de 7 a 17 meq/Kg, aumenta con el contenido de polen, aunque en las dos primeras categorías de mieles la mayor frecuencia se ubica en el rango de 17 a 27 meq/Kg (Gráficos XIII C, XIV C y XV C). Los valores medios fueron 24,2, 21,1 y 18,9 meq/Kg, respectivamente, para cada categoría de muestras, como se observa en la Tabla V. El análisis de varianza no dio en este caso diferencias significativas. Las mieles que contienen más del 90 % de polen de *Eucalyptus sp* son las que presentan el mayor porcentaje de muestras en el rango más bajo de acidez (7-17 meq/Kg) (Gráfico XV C) y el valor medio más bajo (Tabla V); esto justifica la definición del sabor en estas mieles, hacia un dulce más intenso y menos ácido.

El valor medio del pH aumenta con el contenido de polen, obteniendo los valores 4,2, 4,4 y 4,7 respectivamente para los tres grupos de mieles (Tabla V). El análisis de la distribución por frecuencia indica que en la primer categoría de mieles la mayor cantidad de muestras (62,3 %) se ubica en el rango de 3,7 a 4,2 (Gráfico XIII D), lo mismo que en la segunda categoría (45,5 % de muestras) (Gráfico XIV D), en cambio para las mieles con más de 90 % de polen de *Eucalyptus sp* el rango que predomina es de 4,2 a 4,7 en un 47,4 % de muestras y aparece un 15,8 % de muestras con valores altos de pH (5,2 a 5,7) (Gráfico XV D).



En estas mieles el aumento del valor del pH parece estar relacionado con el aumento del contenido de polen de *Eucalyptus* sp. Se observa que los valores más altos aparecen en las muestras con más de 90 % de polen de esta especie. El análisis de varianza indica diferencias al nivel de significación del 1 % por lo que éste sería uno de los parámetros útiles para identificar una miel monofloral de *Eucalyptus* sp.

Las mieles de *Eucalyptus* sp presentan contenidos medios de HMF de 3,4 mg/Kg, 2,0 mg/Kg y 2,7 mg/Kg, respectivamente, en los tres grupos de mieles estudiadas (Tabla V). Predomina el rango de 0 a 2 mg/Kg en las mieles que contienen más del 70 % de polen de *Eucalyptus* sp, (70 % de las muestras) (Gráfico XIV D) y en la tercer categoría (58,8 % de muestras) (Gráfico XV D), aunque no se encuentra una relación con el contenido de polen de las mieles.

El análisis de los valores medios obtenidos para la actividad diastásica fueron 21,5 ND, 20 ND y 29,6 ND en las tres categorías de muestras, respectivamente (Tabla V) no observándose una relación con el contenido de polen. La distribución por frecuencia para la actividad diastásica muestra que el rango predominante para la primer categoría de mieles es de 6 a 16 ND (54,6 % de muestras) (Gráfico XIII F). La frecuencia de muestras en este rango va disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de polen, se encuentra en un 27,3 % de muestras en la segunda categoría (Gráfico XIV F) y en un 17,7 % en la tercer categoría (Gráfico XV F). En cambio aumenta la cantidad de muestras que se ubican en el rango de 26 a 36 ND el que se encuentra en un 9,1 % de muestras para el primer grupo de mieles (Gráfico XIII F), 27,3 % para el segundo (Gráfico XIV F) y 47,1 % de muestras en la tercer categoría de mieles (Gráfico XV F). Esto parece indicar que a partir de un contenido de polen del 70 % la actividad diastásica se define en el rango de 26 a 36 ND y las mieles con más de 90 % de polen de *Eucalyptus* sp se destacan por contener el máximo valor medio (Tabla V) y un aumento importante de muestras en el rango indicado (Gráfico XV F). No obstante ello el análisis de varianza no acusa diferencias significativas entre las tres categorías de muestras.

Los resultados obtenidos para los contenidos de glucosa arrojan una media de 34,9 %  $\pm$  1,7 para el primer grupo de mieles, 35,3 %  $\pm$  1,5 para el segundo y 35,4 %  $\pm$  2,2 para el tercero (Tabla V). La distribución por frecuencia indica que el rango de mayor frecuencia (46,2 % de las muestras) es el que contiene entre 35 a 37 % de glucosa para la primer categoría de mieles (Gráfico XIII G). Un 45,5 % las mieles ubicadas en la segunda categoría presentan contenidos de glucosa en ese rango (Gráfico XIV G), mientras que en la tercer categoría la cantidad de muestras disminuyen a 33,3 % en ese rango de glucosa. En cambio se observa que a medida que aumenta el porcentaje de polen de *Eucalyptus* sp aumenta la cantidad de muestras que se ubican en un rango mayor de glucosa (37 a 39 %); 7,7 % de muestras para el primer caso (Gráfico XIII G), 9,1 % en el segundo (Gráfico XIV G) y 27,8 % en el tercero (Gráfico XV G). Sin embargo el análisis de varianza no acusa diferencias significativas entre las tres categorías de muestras por lo que no podemos tomar este parámetro como indicativo del origen floral.

En cuanto a la sacarosa, los valores medios encontrados fueron 2,8 % para las mieles ubicadas en la primera categoría, 2 % para la segunda y 2,3 % para la tercera (Tabla V). La mayor cantidad de muestras, un 53,9 %, se ubica en el rango de 2 a 4 % de sacarosa para las mieles con un contenido de polen entre 50 y 70 % (Gráfico XIII H).

Este porcentaje disminuye a un 45,5 % de muestras para las mieles que contienen entre 70 y 90 % de polen en ese rango (Gráfico XIV H) y para las mieles con más de 90 % de polen, la cantidad de muestras ubicadas en ese rango de sacarosa es de 33,3 % (Gráfico XV H).

Se observa que a partir del 70 % de polen de *Eucalyptus sp* aumenta la cantidad de muestras que contienen entre 0 y 2 % de sacarosa, (Gráfico XIV H y XV H). En términos generales esto parece indicar que a medida que aumenta el polen de eucalyptus aumenta el número de muestras con los contenidos más bajos de sacarosa, aunque el análisis de varianza no acusa diferencias significativas entre las tres categorías de muestras. Para Serra (1989) los contenidos bajos de sacarosa son propios de mieles monoflorales de *Eucalyptus sp*.

Para este tipo de mieles se observa un aumento de la cantidad de muestras en el rango de 0,20 a 0,30 % de cenizas a medida que aumenta el contenido de polen de *Eucalyptus sp* (Gráficos XIII I, XIV I y XV I). El análisis de varianza indica diferencias al nivel de significación de 5 %. Este contenido de cenizas (0,20 a 0,30 %) sería característico para este tipo de mieles y constituiría uno de los parámetros indicativos del origen floral.

El poder rotatorio específico es un parámetro que no varía demasiado con el contenido de polen, los valores medios encontrados fueron de -8,1, -8,3 y -8,4, respectivamente, para las tres categorías de muestras estudiadas (Tabla V). La distribución por frecuencia de muestras no indica variaciones que puedan relacionarse con el contenido de polen. Para la primera categoría de muestras predominan los rangos de -7 a -5 y de -9 a -7 (40 % de muestras) en cada uno (Gráfico XIII J), en la segunda categoría de mieles disminuye la cantidad de muestras (28,6 %) en esos rangos (Gráfico XIV J) y en las mieles que contienen más de 90 % de polen predominan los rangos -7 a -5 y -11 a -9 (40 % de muestras cada uno). El análisis de varianza no arrojó diferencias significativas entre las tres categorías de mieles.

El análisis de los resultados de conductividad eléctrica demuestran que los valores medios aumentan con el aumento del contenido de polen de las mieles. Los resultados fueron para las mieles que contienen entre 50 y 70 % de polen de *Eucalyptus sp*,  $5,9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ , para las que contienen entre 70 y 90 % de polen  $7,9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  y para las que contienen más de 90 % de polen  $8,9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Tabla V). La frecuencia de muestras indica que con más del 70 % de polen la conductividad eléctrica se define en el rango de  $8 \text{ a } 10 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ , donde se encuentra la mayor cantidad de muestras, 60 % para la segunda categoría de mieles (Gráfico XIV K) y 63,6 % de muestras para la tercera (Gráfico XV K). Este rango parece ser característico de mieles monoflorales de *Eucalyptus sp*. El análisis de varianza muestra diferencias a nivel de significación del 5 % entre las tres categorías de muestras.

Los resultados obtenidos indican que los tres parámetros físico-químicos que varían con el contenido de polen de *Eucalyptus sp* son pH, cenizas y conductividad eléctrica. Este resultado es esperable ya que ambos parámetros están estrechamente relacionados.

Con respecto al límite para considerar esta miel como monofloral, viendo que los parámetros mencionados varían significativamente con el contenido de polen, tanto si consideramos como límite el 70 % como el 90 %, teniendo en cuenta que alrededor del 40 % de las muestras estudiadas presentaban un porcentaje de polen de *Eucalyptus sp* superior al 90 %, consideramos este porcentaje como el límite inferior para indicar la

monofloridad de esta miel. El análisis de flavonoides de estas mieles (punto 4.1.5 pag. 285) corrobora el límite propuesto, como se verá más adelante.

#### **4.1.3.4. Conclusiones.**

Del estudio de 46 muestras de miel monofloral de *Eucalyptus sp* se extrajeron las siguientes conclusiones:

#### **Características melisopalinológicas.**

- Las mieles de *Eucalyptus sp* son ricas en polen de esta especie, identificándose una flora acompañante no muy numerosa formada por distintos tipos morfológicos en número de 10 a 12.
- El contenido de polen de *Eucalyptus sp* se encuentra entre el 50 y 100 %; la mayor cantidad de muestras contiene más del 70 %. El rango de mayor frecuencia se encuentra entre el 95 y 100 % de polen de esta especie.
- El límite propuesto para considerar monofloral una miel de *Eucalyptus sp* es de 90 % de polen de esta especie.

#### **Características sensoriales.**

- Estado físico: cristalizan totalmente en forma cremosa y compacta, predominando los cristales finísimos y blandos.
- Gusto y olor: predomina el gusto dulce que se intensifica con el aumento del polen, y atributos de medicinal y fresco se destacan claramente.

#### **Características físico-químicas.**

Los parámetros de pH, cenizas y conductividad eléctrica pueden considerarse característicos de mieles monoflorales de *Eucalyptus sp*.

Los valores medios del resto de los parámetros varían al ir aumentando el porcentaje de polen y sus desviaciones estándar son elevadas, por lo que no son considerados indicativos del origen floral. Para definir factores de composición se ha tomado el promedio general para los parámetros físico-químicos excepto pH, conductividad eléctrica y cenizas, en los que se consideran sólo las muestras con más de 90 % de polen de esta especie.

#### **Composición química.**

Color: 62,6 mm Pfund.

Humedad: 18,8 %.

Acidez libre: 21,1 meq/Kg.

PH: 4,7

HMF: 2,7 mg/Kg.

Actividad diastásica: 24,5 ND.

Glucosa: 35,2 %.

Sacarosa: 2,4 %.

Cenizas: 0,210 %

Poder rotatorio específico: -8,3

Conductividad eléctrica:  $8,9 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$

ANEXO IV

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla I: Espectro polínico de las mieles de *Eucalyptus sp*.

Gráfico I: Representación gráfica de los tipos polínicos de mayor frecuencia en las muestras analizadas.

Gráfico II: Representación gráfica de frecuencia por familia.

Gráfico III: Representatividad del polen de *Eucalyptus sp* en el total de muestras analizadas.

Tabla II: Análisis sensorial en mieles de *Eucalyptus sp*.

Gráfico IV: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por características visuales en el total de muestras analizadas.

Gráfico V: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por característica táctil en el total de muestras analizadas.

Gráfico VI: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen gustativo en el total de muestras analizadas.

Gráfico VII: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen olfativo y defectos en el total de muestras analizadas.

Gráfico VIII: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por análisis sensorial en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 50 y 70 %.

Gráfico IX: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por análisis sensorial en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 70 y 90 %.

Gráfico X: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por análisis sensorial en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* mayor de 90 %.

Gráfico XI: Variación de los atributos sensoriales de la miel con el contenido de polen de *Eucalyptus sp*.

Tabla III: Parámetros físico-químicos en las mieles de *Eucalyptus sp*.

Tabla IV: Estudio estadístico de los parámetros físico-químicos en el total de muestras analizadas.

Tabla V: Valores medios y desviación estándar en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 50 y 70 %, 70 y 90 % y más de 90 %.

Tabla VI: Análisis de varianza para las mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 50 y 70 %, 70 y 90 % y más de 90 %.

Gráfico XII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico-química en el total de muestras analizadas.

Gráfico XIII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico-química en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 50 y 70 %.

Gráfico XIV: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico-química en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* entre 70 y 90 %.

Gráfico XV: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico-química en mieles con contenidos de polen de *Eucalyptus sp* mayor de 90 %.

Gráfico XVI: Variación de los parámetros físico-químicos de la miel con el contenido de polen de *Eucalyptus sp*.

#### **4.1.4. MIELES MONOFLORALES DE ECHIUM PLANTAGINEUM**

##### **4.1.4.1. Introducción.**

La especie *Echium plantagineum* pertenece a la familia de las *Borraginaceas*, se conoce con el nombre vulgar de “flor morada” o “borraja” (Foto 1). Es una especie de amplia difusión en nuestro país, habita principalmente en suelos modificados, y constituye una maleza en campo cultivados con lino, alfalfa, etc.

**FOTO 1: FLOR DE *ECHIUM PLANTAGINEUM***





Desde el punto de vista apícola es muy importante por su aporte de polen y néctar, pero fundamentalmente polen. Es una de las explotaciones no tradicionales, ya que el apicultor aprovecha su floración cuando crece como maleza, en la primavera, proporcionando una miel clara de muy buena calidad.

Es una planta anual o bienal, con una altura que alcanza hasta 70 cm de altura, tallos erguidos o algo decumbentes, en general ramificados en forma laxa, hirsutos, con algunos pelos con base pustulosa. Posee hojas de borde algo sinuoso, las basales arroseadas, con nervios bien visibles, elípticas y ovales, atenuadas en largos pseudopecíolos, las restantes, elípticas o estrechamente lanceoladas, todas con abundantes pelos hirsutos de base pustulosa. Las flores son subsésiles dispuestas en cincinos simples o dobles, bracteados. Cáliz de segmentos lanceolados, hirsutos. Corola en general azul violácea hasta púrpura, rara vez rosada o blanca y exteriormente pilosa. Estambres con filamentos glabros o glabrescentes, insertados a distintas alturas (Apicultura Joven, 1993).

El polen de *Echium sp* se ha encontrado con bastante frecuencia en mieles europeas, pero en el estado de polen aislado, excepto en países como España en donde se lo ha encontrado en mayor cantidad. En mieles de Alemania, Suiza, Francia, Hungría y Yugoslavia, en una proporción que no excede el 10 %. En estos países se encuentra fundamentalmente *Echium vulgare* (Maurizio y Louveaux, 1965).

En España y en América del Sur fundamentalmente en Chile, las numerosas especies de *Echium* visitadas por las abejas proporcionan mieles muy claras, muy aromáticas y de sabores fuertes. En mieles de Chile, se observa una asociación muy característica entre el polen de *Echium* y de *Trifolium incarnatum*. En todas ellas el polen de *Echium* aparece como dominante o como polen de acompañamiento (Maurizio y Louveaux, 1965). Estos autores opinan que las mieles que presentan un fuerte porcentaje de polen de *Echium* son producidas fuera de Europa, excepto España.

Las mieles argentinas de *Echium*, no han sido estudiadas hasta el momento.

Los pólenes de *Echium plantagineum* presentan las siguientes características morfológicas (Tellería, 1995):

Granos tricolporados, prolatos, subisopolares, piriformes. Amb. circular.

Diámetro polar: 17 - 18  $\mu\text{m}$ .

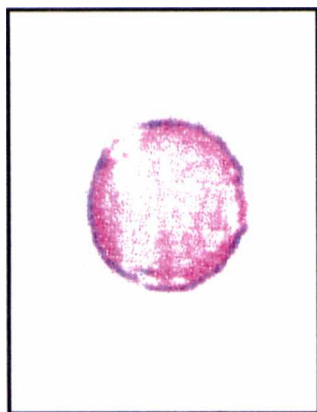
Diámetro ecuatorial: 12 - 13  $\mu\text{m}$ .

Colpos: de 12  $\mu\text{m}$  de largo, con membrana escabrada. Ora circulares a lalongados, de 3 x 2  $\mu\text{m}$ .

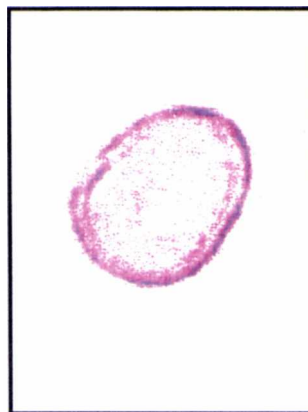
Exina: de 1  $\mu\text{m}$ , microreticulada. Nexina = sexina.

En la foto II se puede observar un polen de *Echium plantagineum* (x 1000) en vista polar y ecuatorial.

FOTO II: POLEN DE *ECHIUM PLANTAGINEUM*



Vista polar



Vista ecuatorial

Las mieles de *Echium plantagineum* no se encuentran legisladas dentro de las mieles monoflorales en nuestro país, por lo que fueron seleccionadas de acuerdo a la observación de la presencia predominante de este polen en las muestras estudiadas. Como se verá en los resultados, presentan una riqueza polínica importante, lo que influye en las características de la miel, pudiéndose obtener una miel monofloral como producción no tradicional, ya que esta planta crece como maleza.

Se analizaron también desde el punto de vista fisico-químico y sensorial, lo que proporcionó determinados parámetros que servirían de indicadores del origen floral.

#### **4.1.4.2. Resultados.**

Se seleccionaron 18 muestras de miel que contienen como mínimo 20 % de polen de *Echium plantagineum* para caracterizarlas desde el punto de vista melisopalinológico, sensorial y fisico-químico.

Los resultados del análisis polínico que muestran el espectro de los distintos tipos morfológicos presentes en las mieles se presentan en la Tabla I.

Estos resultados acusan la presencia de 59 tipos morfológicos clasificados a niveles taxonómicos de género y especie. Clasificados como familias fueron identificadas 26. El Gráfico I representa los tipos morfológicos de mayor frecuencia en el total de muestras analizadas, mientras que el Gráfico II muestra la distribución de muestras por familia y el Gráfico III la frecuencia de muestras en relación al porcentaje de polen *Echium plantagineum*.

En la Tabla II se presentan los resultados del análisis sensorial, con el examen visual, táctil, olfativo y gustativo.

La distribución por frecuencia de los diferentes atributos sensoriales analizados se pueden observar en los Gráficos IV, V, VI y VII para las características visuales, táctiles, gustos básicos y los atributos generales, descriptivos, evocaciones y defectos del examen olfativo y gustativo.

Para el estudio de la relación entre los atributos sensoriales y el contenido de polen se dividieron las mieles en dos categorías, las que contienen entre 20 y 45 % y las que contienen más del 45 % de polen de *Echium plantagineum*. Los resultados obtenidos se aprecian en los Gráficos VIII y IX. En el Gráfico X se hace una comparación de los atributos sensoriales más característicos en las dos categorías de muestras.

El análisis fisico-químico incluyó las mismas determinaciones realizadas en los estudios anteriores; los valores obtenidos para el total de muestras se resumen en la Tabla III. En la Tabla IV se muestran algunos parámetros estadísticos de los resultados obtenidos los promedios y desviación estándar para las dos categorías de mieles seleccionadas, se encuentran en la Tabla V.

La distribución por frecuencia para cada una de las determinaciones químicas en el total de muestras se representa en el Gráfico XI y para los dos grupos de muestras elegidas, en los Gráficos XII y XIII.

En el Gráfico XIV se comparan los resultados del análisis fisico-químico para las dos categorías de mieles estudiadas.

MIELES MONOFLORALES DE ECHIUM PLANTAGINEUM

TABLA I: ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES DE ECHIUM PLANTAGINEUM

ORIGEN BOTANICO/MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>AMARANTHACEAE</b>																		
<i>Amaranthus viridis</i>							r											
<b>BORRAGINACEAE</b>																		
<i>Echium plantagineum</i>	D	D	D	S	D	D	S	D	D	D	S	D	S	S	S	S	S	D
<i>Heliotropium nicotianaefolium</i>																	r	
<b>CALICERACEAE</b>																		
<i>Acicarpa trobuloides</i>	r																	
<b>CAPRIFOLIACEAE</b>																		
<i>Lonicera Japonica</i>												r					r	
<b>COMPOSITAE</b>																		
<i>Anthemis cotula</i>	s			r				r										
<i>Aspilia pascalioides</i>																r		r
<i>Baccharis spp</i>		s		s														
<i>Baccharis articulata</i>						r												
<i>Baccharis drancunculifolia</i>															r			r
<i>Bidens</i>						r												
<i>Baccharis pingraea</i>							s											
<i>Carduus nutans</i>								r										
<i>Cichorium intybus</i>																r		r
<i>Senecio grisebachii</i>										r								
<i>Vernonia squarrosa</i>						r												
<i>Trixis praestans</i>													s					
<b>CRUCIFERAE</b>																		
<i>Brassica campestris</i>													r					
<i>Rapistrum rugosum</i>	s	r		s	s		r	s	s	r		r				r		
Otros													r					
<b>EUPHORBIACEAE</b>																		
<i>Sapium haematospermum</i>							s									r		
<b>ESCROFULARIACEAE</b>																		
<i>Gerardia communis</i>															s			
<b>GRAMINEACEAE</b>																		
Otros			r							r				r	r			
<b>IRIDACEAE</b>																		
<i>Sisyrinchium minus</i>																	r	

REFERENCIAS.

- D: > 45 %
- S: 16 - 45 %
- s: 3 - 16 %
- r: > 3 %



MIELES MONOFLORALES DE ECHIUM PLANTAGINEUM

CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOTANICO/MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>LABIADAS</b>																		
<i>Hyptis mutabilis</i>		r													r			
<i>Stachys arvensis</i>							r										s	
<b>LEGUMINOSAE</b>																		
<i>Acacia bonariensis</i>														r				
<i>Acacia caven</i>										r								
<i>Desmodium canun</i>												s						
<i>Lotus corniculatus</i>		S	s	r			r	S	s					r				
<i>Melilotus albus</i>		S					S	S				r			s			
<i>Mimosa pilulifera</i>											r		r		r			
<i>Trifolium spp</i>				r														
<i>Trifolium repens</i>										s								
<i>Trifolium polynorphum</i>																		
<b>LITRACEAE</b>																		
<i>Heimia salicifolia</i>													s					
<b>MYRTACEAE</b>																		
<i>Eucalyptus spp</i>	r		S	s	S	s	s						D	D				
<i>Eucalyptus tereticornis</i>										s	D	s			D	D	D	r
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>																		r
<b>OLACEAE</b>																		
<i>Ligustrum lucidum</i>								r		s								
<b>OXALIDACEAE</b>																		
<i>Oxalis hispidula</i>														r				
<b>PASIFLORACEAE</b>																		
<i>Passiflora caerulea</i>											r					r		
<b>POLIGALACEAE</b>																		
<i>Polygala Duarteana</i>													r					r
<b>QUENOPODIACEAE</b>																		
<i>Chenopodium album</i>								r										
<b>RAMNACEAE</b>																		
<i>Scutia buxifolia</i>		r		S	s	r		S	S	S			r	r				r

REFERENCIAS.

- D: > 45 %
- S: 16 - 45 %
- s: 3 - 16 %
- r: > 3 %



CONTINUACIÓN TABLA I

ORIGEN BOTANICO/MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<b>ROSACEAE</b>																	r		
Otros	s																		
<b>RUTACEAE</b>																			
Citrus spp										s	s				s	s			
<b>SALICACEAE</b>																			
Salix humboldtiana				s											s	r	r		
Salix spp												s	r						
Otros			r		r	s							s						
<b>SOLANACEAE</b>																			
Nicotiana Longiflora								r											
Petunia				r	r									r					
Solanum sisymbriifolium						s		r											
<b>OLACEAE</b>																			
Ammi majus		s		r			s	r											
Ammi visnaga															r				
Eryngium paniculatum		s	r	r									r			r		s	
<b>VERBENACEAE</b>																			
Verbena spp			r																
Verbena platensis								r											
Verbena rigida												r							

REFERENCIAS.

- D: > 45 %
- S: 16 - 45 %
- s: 3 - 16 %
- r: > 3 %

GRÁFICO I: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TIPOS POLÍNICOS DE MAYOR FRECUENCIA EN LAS MUESTRAS ANALIZADAS

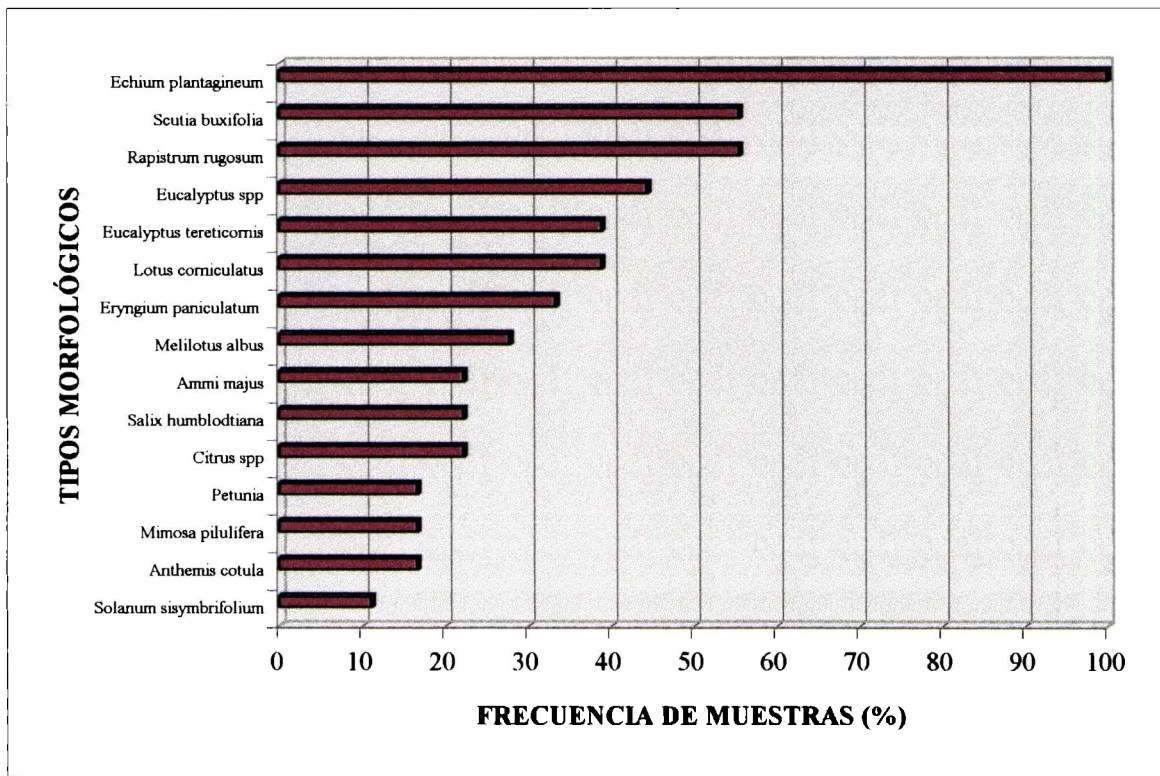


GRÁFICO II: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA (%) POR FAMILIA

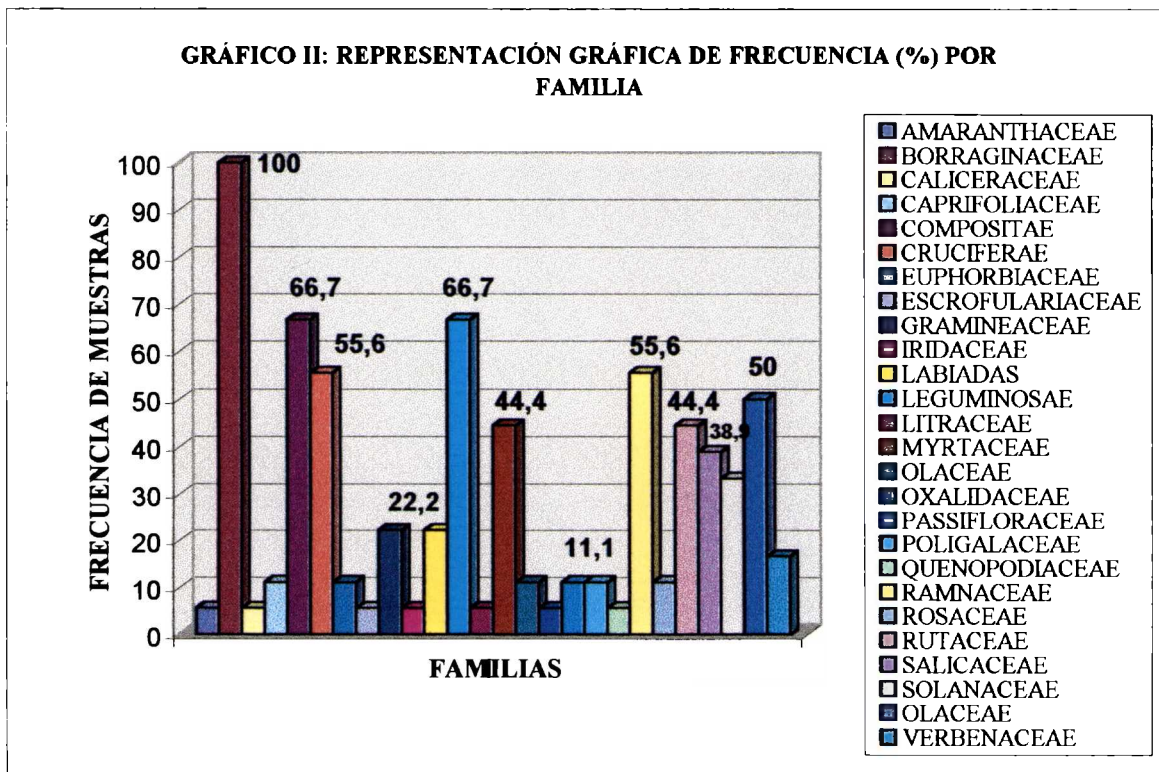




GRÁFICO III: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE POLEN DE ECHIUM PLANTAGINEUM POR FRECUENCIA DE MUESTRAS

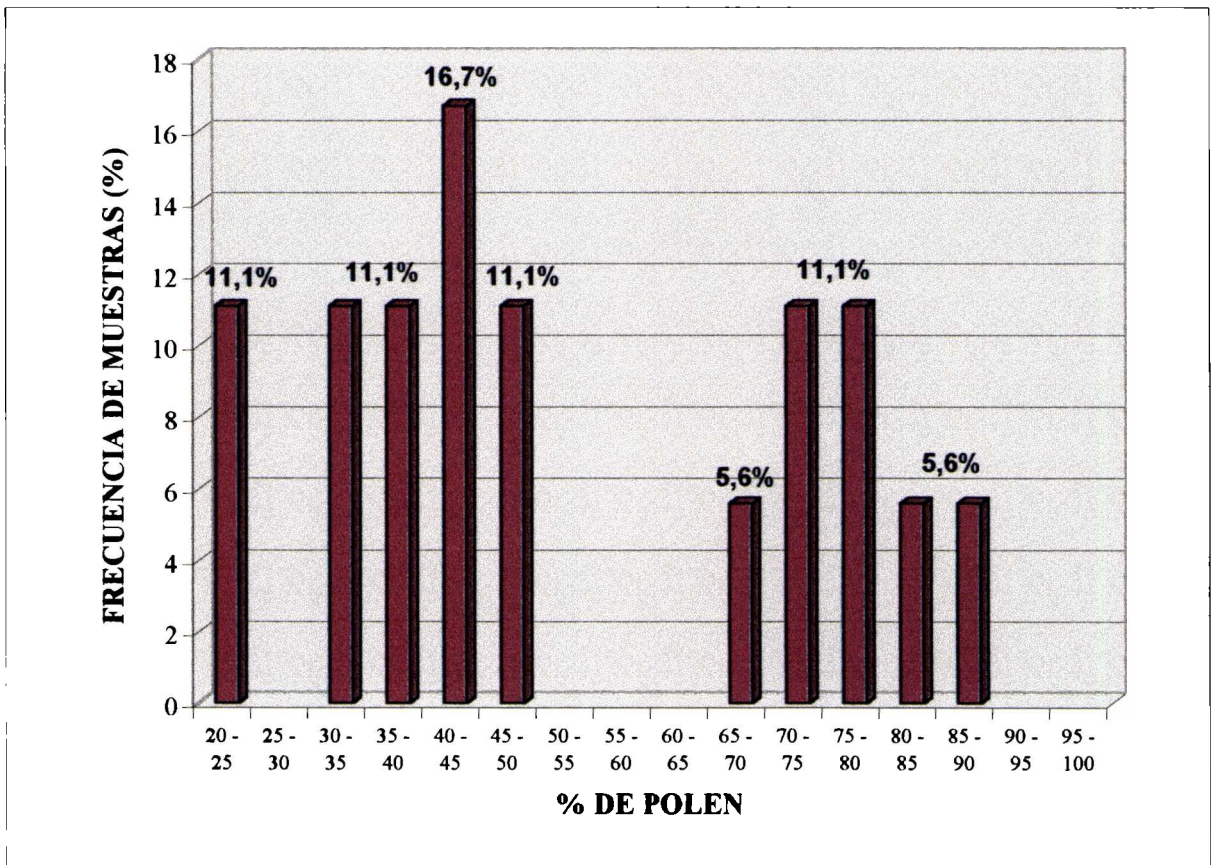


TABLA II: ANALISIS SENSORIAL DE LAS MIELES DE ECHIU PLANTAGINEUM

MUESTRAS	EXAMEN VISUAL	EXAMEN TACTIL	EXAMEN OLFATIVO Y GUSTATIVO
1	CR	n.d	Ds As FR FT
2	CT CO	CFF b	D A Ce
3	n.d	n.d	n.d
4	CT CR	CF b	D Gn
5	CT	CF d	Df FR
6	CT	CF md	D FR
7	L AC	S/C	D A AS H
8	CT CR	CF b	AM AS
9	L VI	S/C	A Ds AM
10	CP	CF b	Ds FR
11	VI	CFF b	D F Az FR
12	L	S/C	Ds Az FR
13	CR VI	CF d	Df FR
14	CR PA	CFF b	Ds F Az
15	L VI	S/C	D De H
16	L	S/C	Ds De
17	VI I/C	S/C	Ds
18	L	S/C	Ds

**Referencias:**

**Examen visual.**

CP: Cristalizada parcialmente

CT: Cristalizada totalmente.

I/C: Inicia cristalización.

SC: Separada en capas.

FL: Fluída.

VI: Viscosa.

L: Líquida.

AC: Acuosa.

PA: Pastosa.

CO: Compacta.

CR: Cremosa.

**Examen táctil.**

CF: Cristales finos.

CFF: Cristales finísimos.

CM: Cristales medianos.

CG: Cristales grandes.

S/C: Sin cristales

b: Blandos.

d: Duros.

**Examen olfativo y gustativ Atr. Descriptivos**

**Gustos básicos.**

A: Acido.

S: Salado.

D: Dulce.

AM: Amargo.

**Intensidad.**

p: poco m: muy

s: suave f: fuerte

**Atributos generales**

De: Delicado.

Gn: Genérico

Eq: Equilibrado

Ag: Agresiva.

P: Picante

AS: Astringente

F: Floral

FR: Fresco

H: Herbáceo

FT: Frutado

V: Vegetal.

**Evocación y analogía**

Me: Medicinal

Ce: Cereal

Po: Polen

**Carac.relacionadas al origen botánico.**

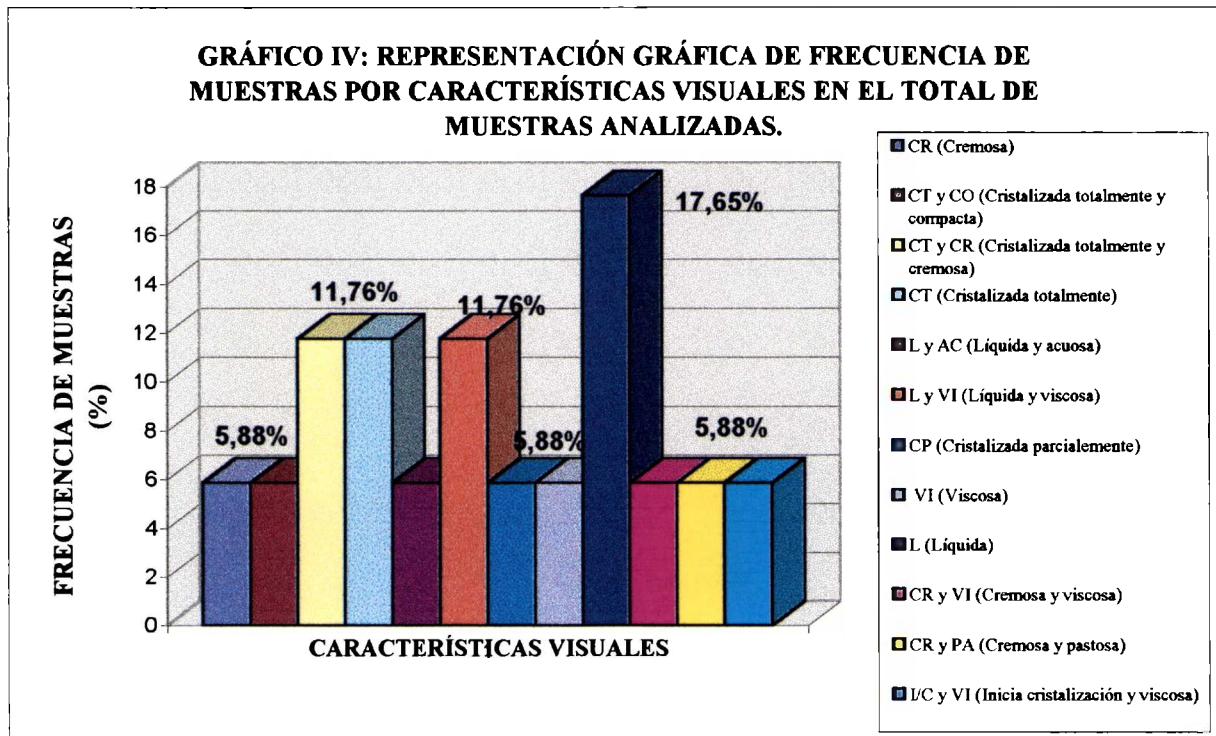
Az: recuerda a azahares.

**Defectos.**

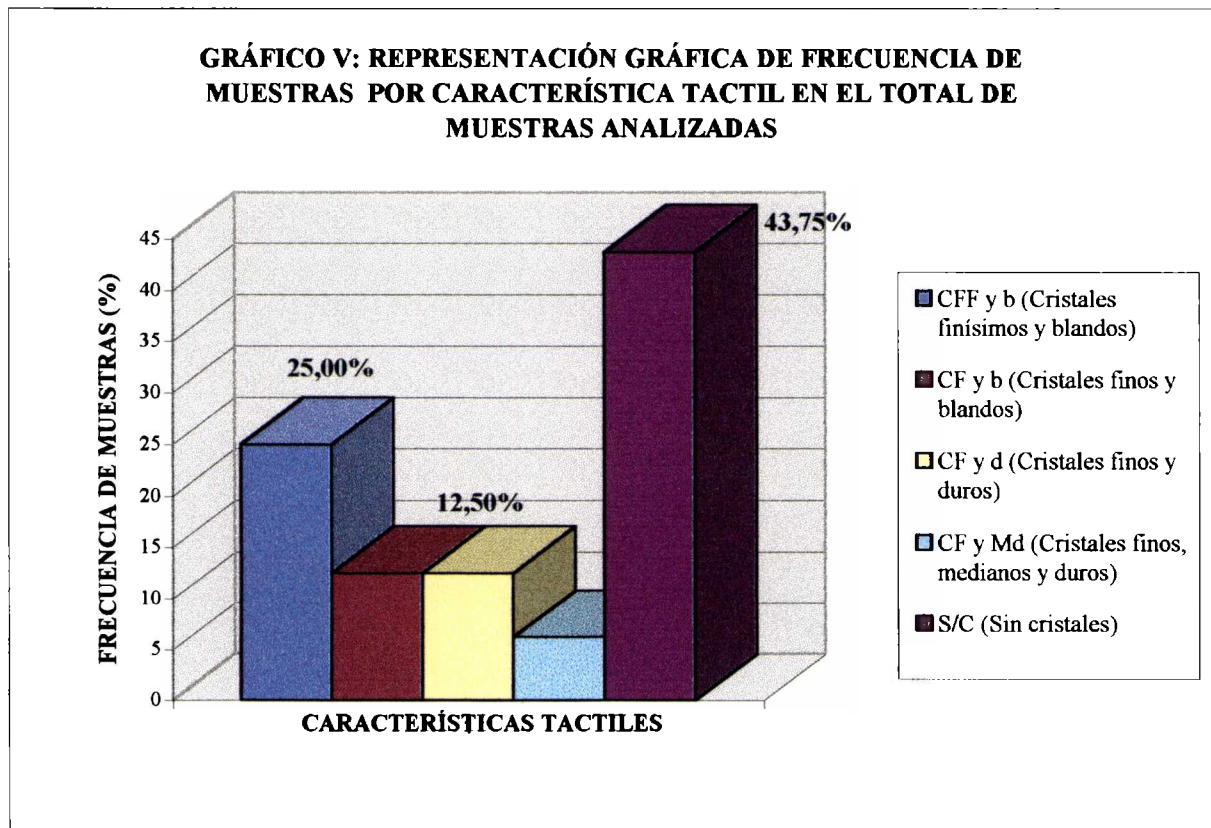
Hu: Humo

Fe: Fermentación.

**GRÁFICO IV: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS POR CARACTERÍSTICAS VISUALES EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS.**

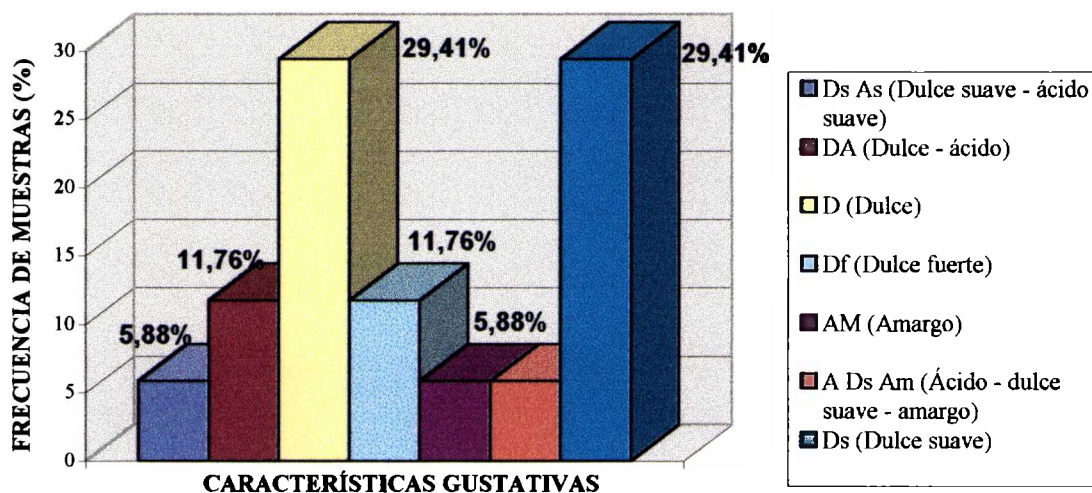


**GRÁFICO V: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS POR CARACTERÍSTICA TÁCTIL EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

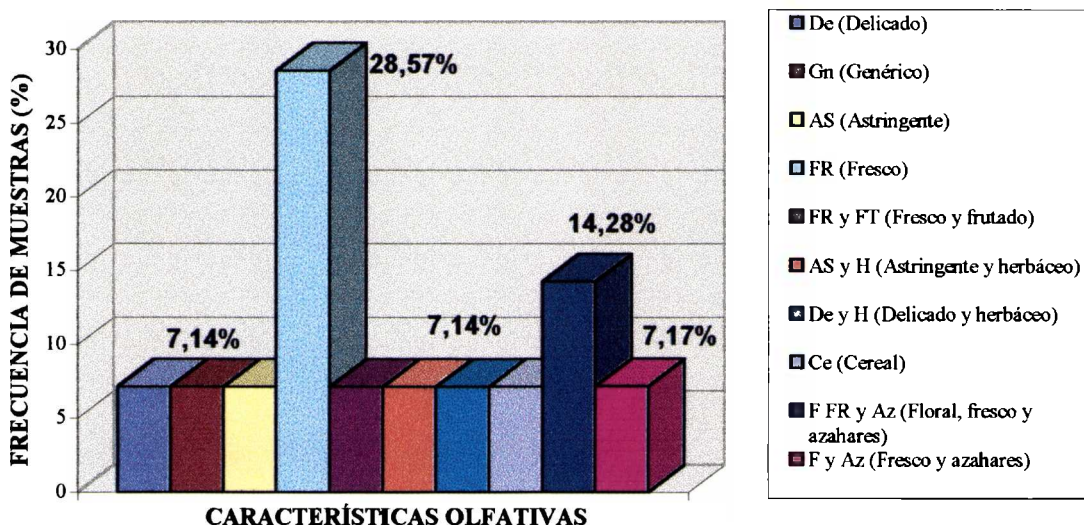




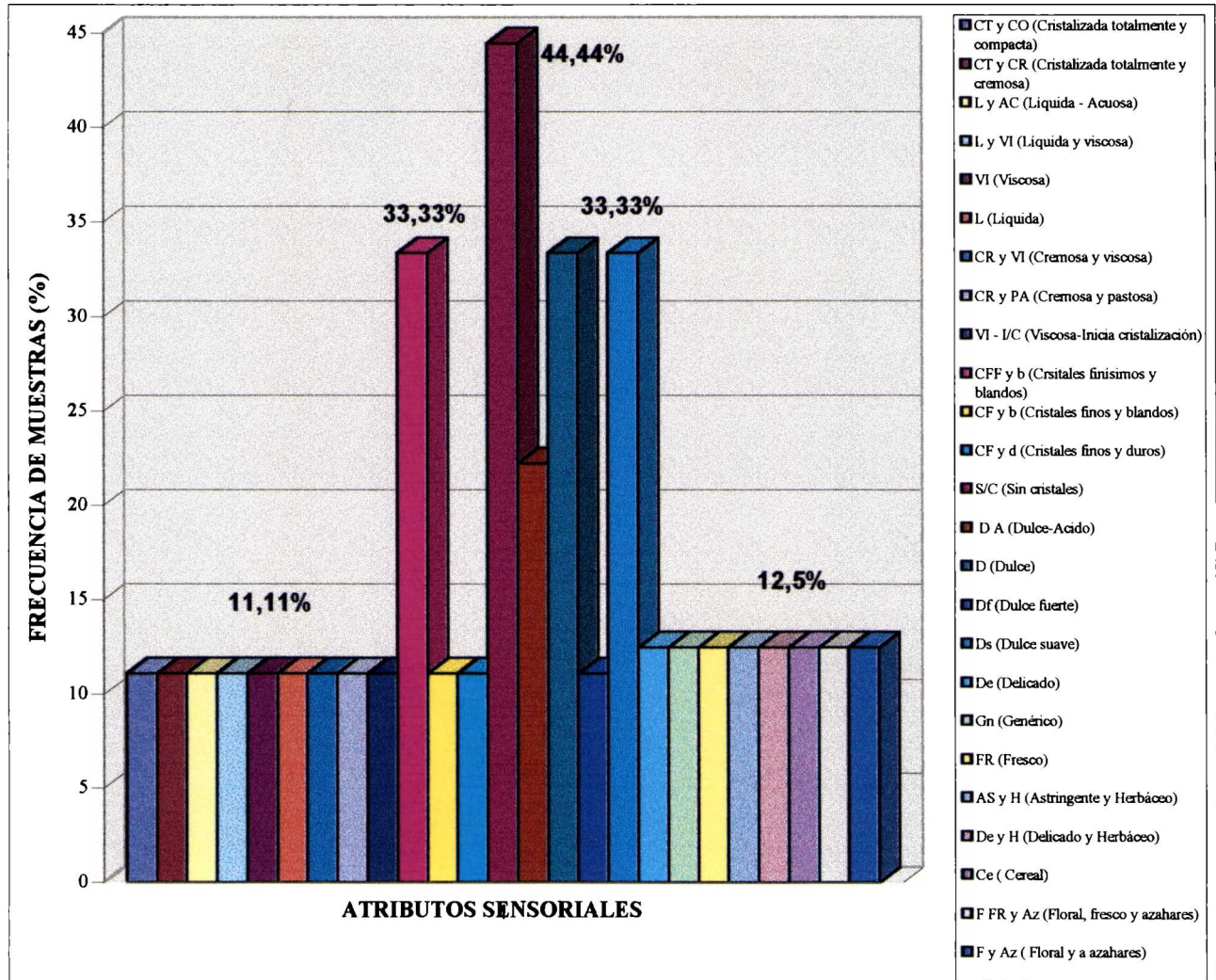
**GRÁFICO VI: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR EXAMEN GUSTATIVO EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS.**



**GRÁFICO VII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR EXAMEN OLFATIVO EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS.**

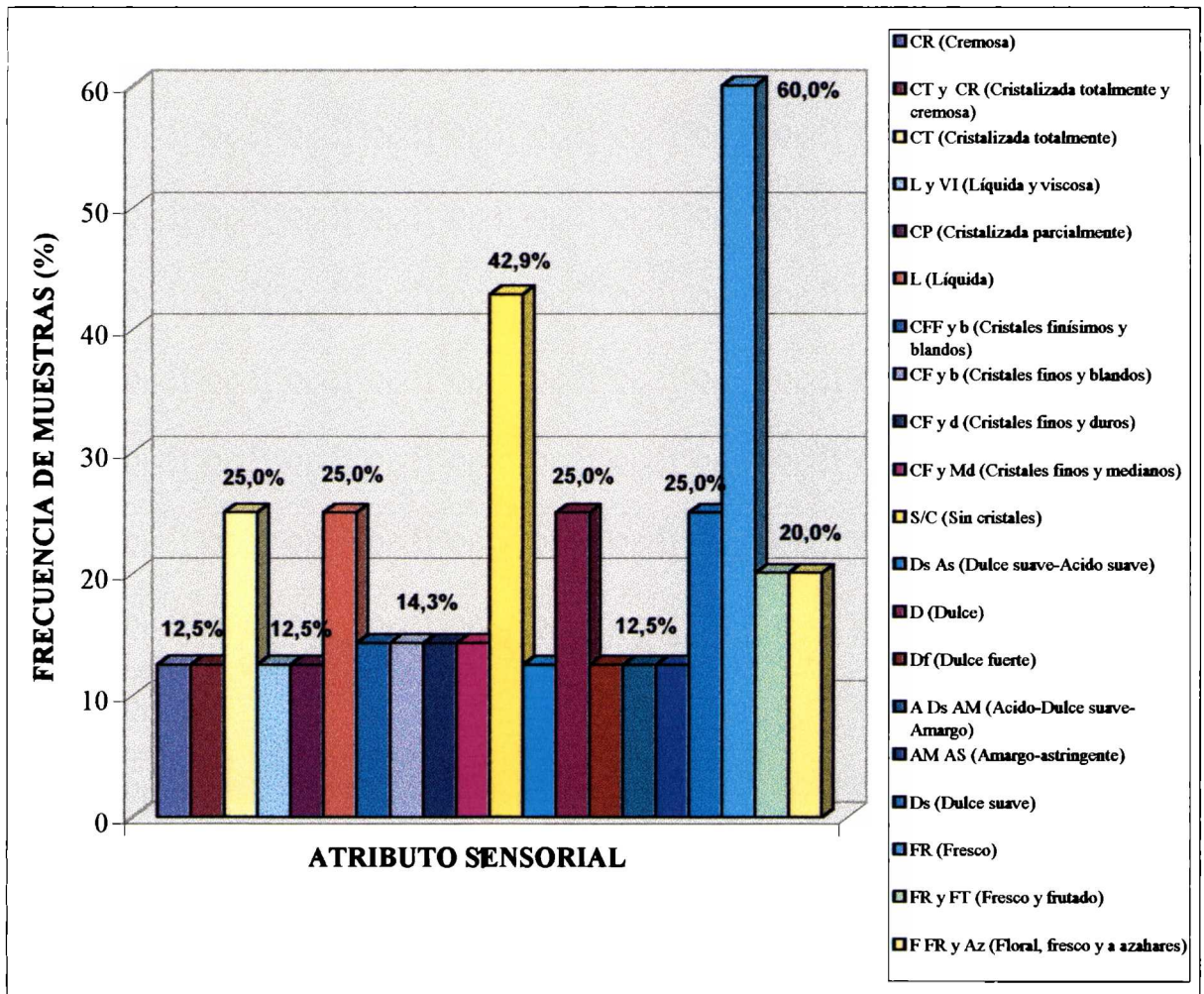


**GRÁFICO VIII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE ECHIUM PLANTAGINEUM ENTRE EL 20 Y 45 %.**

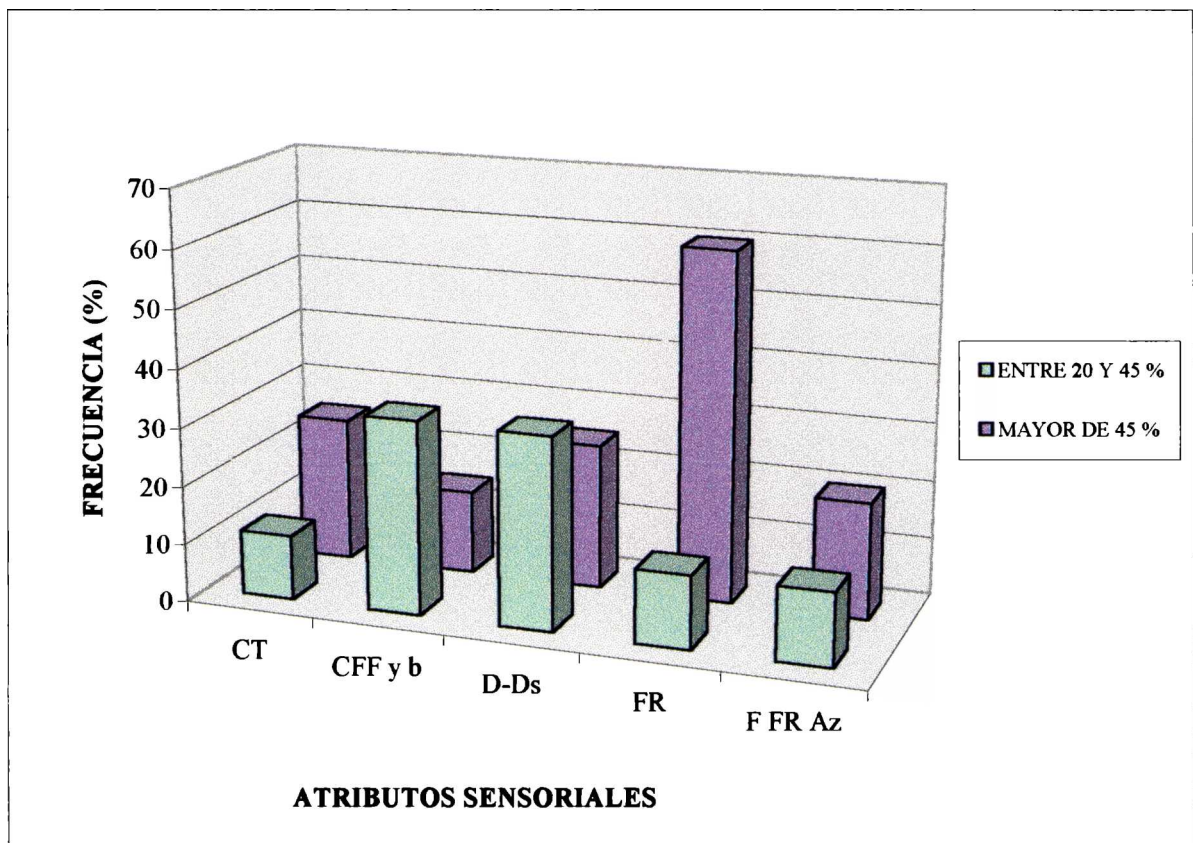




**GRÁFICO IX: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ANÁLISIS SENSORIAL EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE ECHIUM PLANTAGINEUM MAYOR DE 45 %**



**GRÁFICO X: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES ANALIZADOS EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE ECHIUM PLANTAGINEUM ENTRE 20 Y 45 % Y MAYOR DE 45 %**



**Referencias:**

CT: Cristalizada totalmente.

CFF y b: Cristales finísimos y blandos.

D-Ds: Dulce- dulce suave.

FR: Fresco.

F FR Az: Floral, fresco y que recuerda a azahares.



TABLA III: PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS MIELES DE ECHIUM PLANTAGINEUM

Muestras	Color mm Pfund	Humedad %	Acidez libre meq/Kg	pH	HMF mg/Kg	Ac. Diastásica ND: N° Diastasa
1	34,0	21,6	40,0	3,7	1,5	45,5
2	27,0	17,9	39,1	3,9	7,3	20,0
3	23,5	16,7	11,0	4,0	1,2	27,4
4	56,0	17,3	40,0	4,3	16,9	20,2
5	20,5	15,4	10,0	4,1	1,5	14,0
6	18,5	15,6	10,0	4,1	0,8	15,0
7	32,6	18,0	39,1	3,8	10,7	16,0
8	34,0	18,8	40,0	3,8	3,4	60,0
9	39,2	19,0	39,1	3,5	1,7	22,7
10	21,5	22,0	19,1	3,5	1,7	n.d
11	17,3	19,2	30,4	3,9	3,4	20,6
12	15,1	16,6	21,6	3,6	2,5	15,1
13	48,0	17,3	23,9	4,5	1,0	14,0
14	23,5	17,7	13,5	n.d	0,5	14,7
15	34,0	17,0	18,9	4,0	5,2	13,5
16	19,0	17,8	18,6	3,7	2,5	6,7
17	50,1	16,2	18,9	4,2	4,3	21,4
18	50,1	18,4	39,1	4,4	3,9	42,6
d.s.máx (%)	1,4	0,9	1,8	0,6	1,9	1,7

CONTINUACIÓN TABLA III.

Muestras	Glucosa %	Sacarosa %	Cenizas %	Pod.rotatprio esp. A 20°C	Conductividad elect.10-4S cm-1
1	35,1	2	0,090	-6,5	n.d
2	37,0	1	0,100	n.d	n.d
3	33,3	6	n.d	n.d	n.d
4	37,1	0	0,270	-7,2	2,5
5	34,2	3	0,090	-5,8	2,2
6	34,7	4	0,060	-7,0	2,5
7	34,7	2	0,100	n.d	n.d
8	37,8	1	n.d	n.d	n.d
9	36,0	0	0,030	n.d	n.d
10	36,1	2	0,300	n.d	n.d
11	32,4	3	0,150	-5,7	n.d
12	36,6	2	0,080	-7,0	n.d
13	33,0	5	0,290	n.d	n.d
14	33,8	3	0,070	-8,6	2,5
15	33,2	4	0,030	n.d	n.d
16	37,3	1	0,060	n.d	n.d
17	36,6	1	0,070	n.d	n.d
18	n.d	n.d	0,280	n.d	n.d
d.s.máx (%)	1,2	1,1	0,7	0,7	0,4

Los valores son promedio de al menos dos ensayos.

d.s.máx (%): desviación estándar máxima en %.

n.d : no determinado.



**TABLA IV: ALGUNOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LAS DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS.**

PARÁMETROS	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV. EST.
Color (mm Pfund)	15,10	55,00	31,65	12,721
Humedad (%)	15,60	22,00	17,93	1,76
Acidez libre (meq/Kg)	10,00	40,00	27,13	12,32
pH	3,48	4,50	3,94	0,30
HMF (mg/Kg)	0,50	16,50	3,84	4,06
Ac. diastásica (ND)	6,66	60,00	22,90	13,85
Glucosa (%)	32,40	37,80	35,23	1,72
Sacarosa (%)	0,00	5,98	2,44	1,73
Cenizas (%)	0,03	0,30	0,13	0,10
Poder rot. Especifico	-8,91	-5,72	-6,88	1,08
Cond. Eléctrica $10^{-4}$ S $cm^{-1}$	2,20	2,50	2,43	0,15

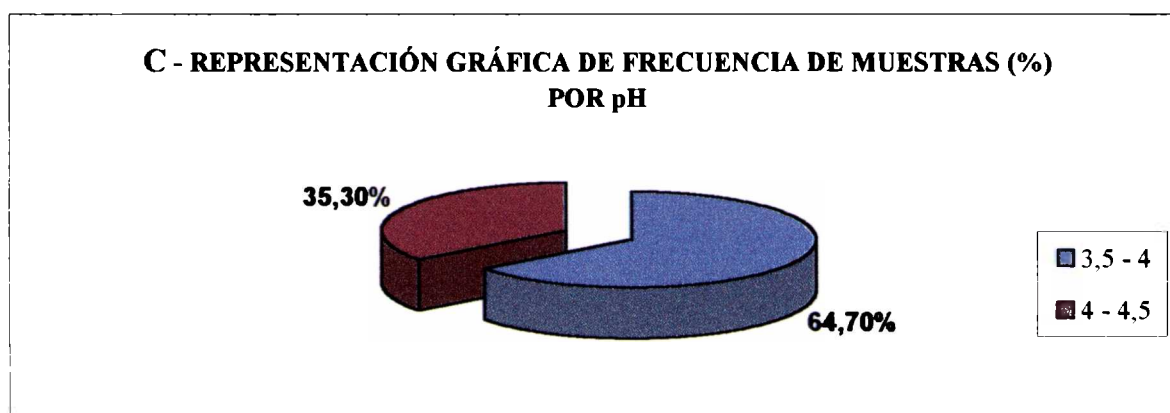
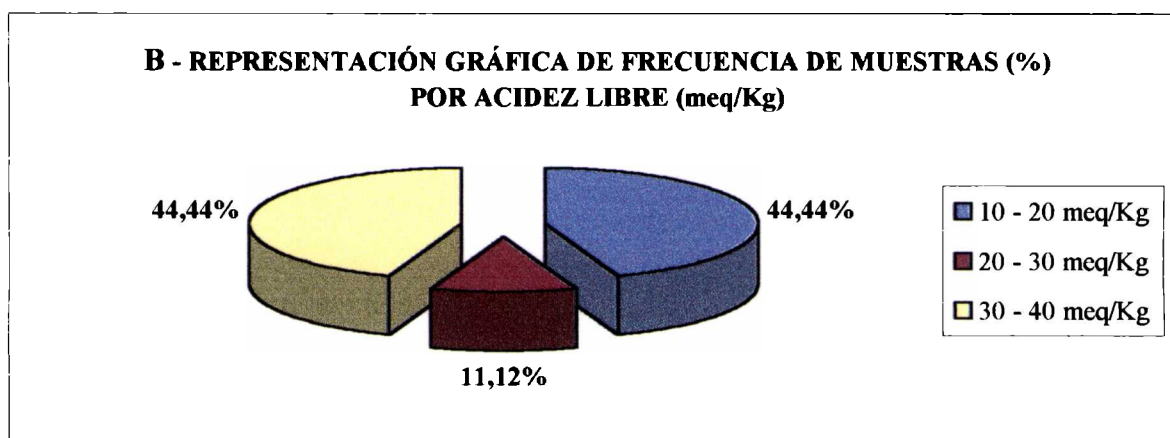
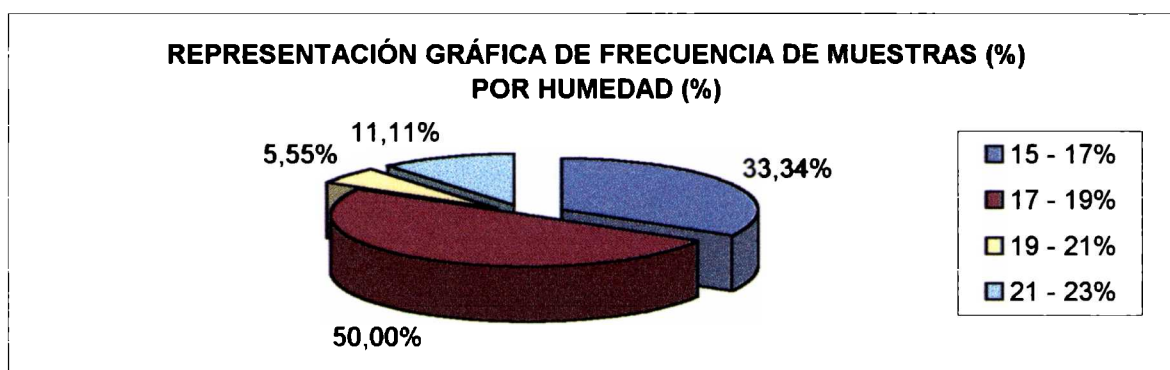
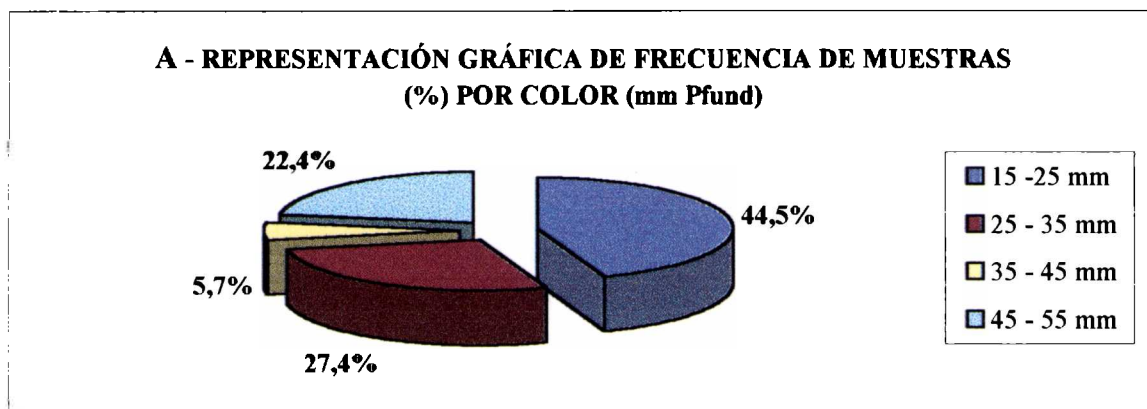
Desv.est.: Desviación estándar

**TABLA V: VALORES MEDIOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE ECHIUM PLANTAGINEUM ENTRE EL 20%-45% Y MAYOR DE 45%**

PARÁMETROS	ENTRE 20%-45%		MAYOR DE 45%	
	MEDIA	DESV. EST.	MEDIA	DESV. EST.
Color (mm Pfund)	32,84	14,38	28,49	11,51
Humedad (%)	17,50	0,83	18,26	2,38
Acidez libre (meq/Kg)	27,99	10,77	25,54	13,86
pH	3,99	0,29	3,85	0,32
HMF (mg/Kg)	5,39	4,94	1,97	0,92
Ac. diastásica (ND)	16,21	4,51	30,29	17,16
Glucosa (%)	35,17	1,95	35,47	1,44
Sacarosa (%)	2,43	1,53	2,37	1,97
Cenizas (%)	0,12	0,09	0,13	0,11
Poder rot. Especifico	-7,20	1,31	-6,57	0,58
Cond. Eléctrica $10^{-4}$ S $cm^{-1}$	2,50	0,00	2,35	0,21

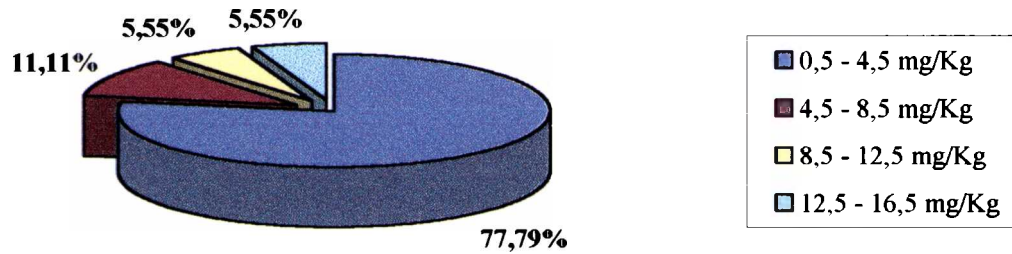
Desv.est.: Desviación estándar

**GRÁFICO XI: FRECUENCIA DE MUESTRAS POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN EL TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS**

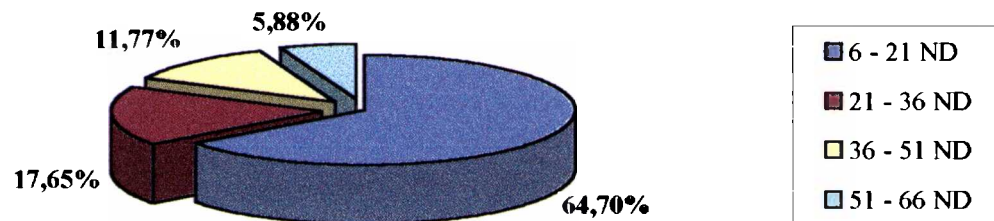


CONTINUACIÓN GRÁFICO XI

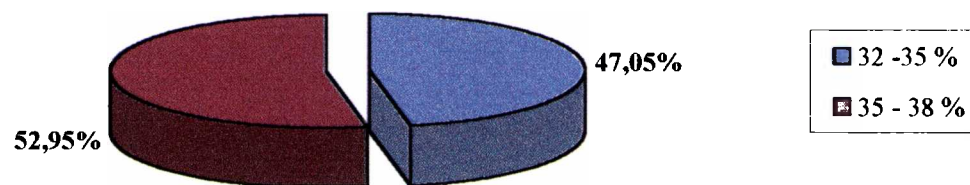
**E - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR HMF (mg/kg)**



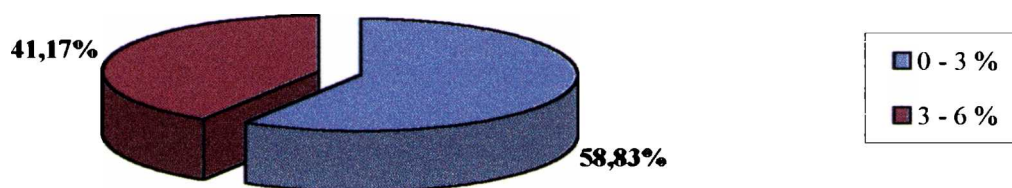
**F - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR ACTIVIDAD DIASTÁSICA (ND)**



**G - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR GLUCOSA (%)**

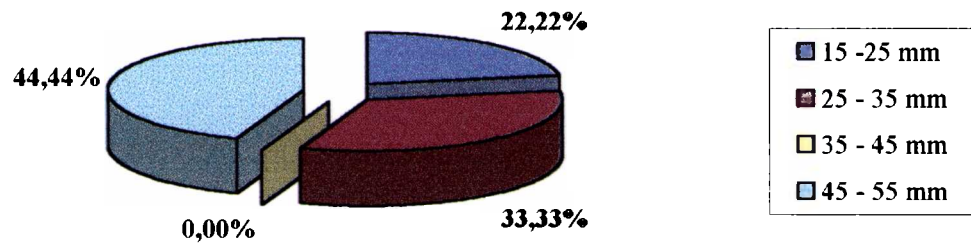


**H - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR SACAROSA (%)**

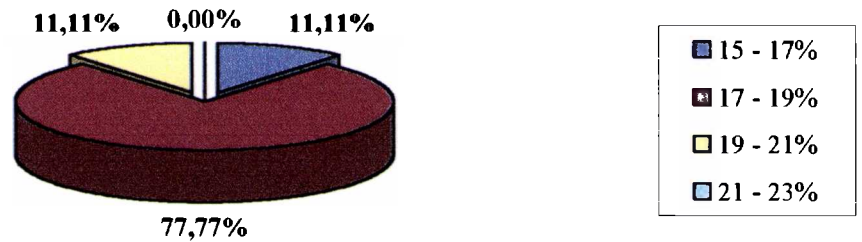


**GRÁFICO XII: FRECUENCIA DE MUESTRAS POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE ECHIUM PLANTAGINEUM ENTRE 20% Y 45%**

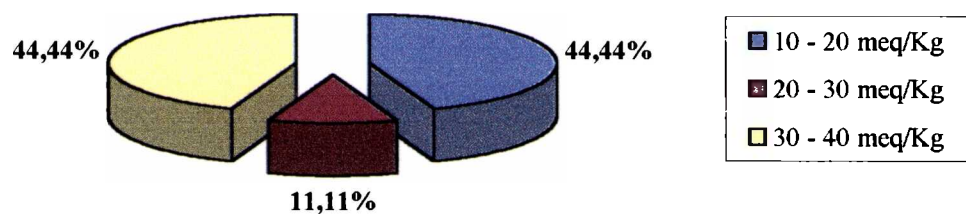
**A - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR COLOR (mm Pfund)**



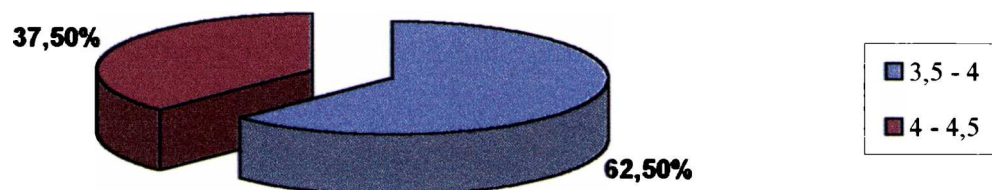
**B - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR HUMEDAD (%)**



**C - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ACIDEZ LIBRE (meq/Kg)**

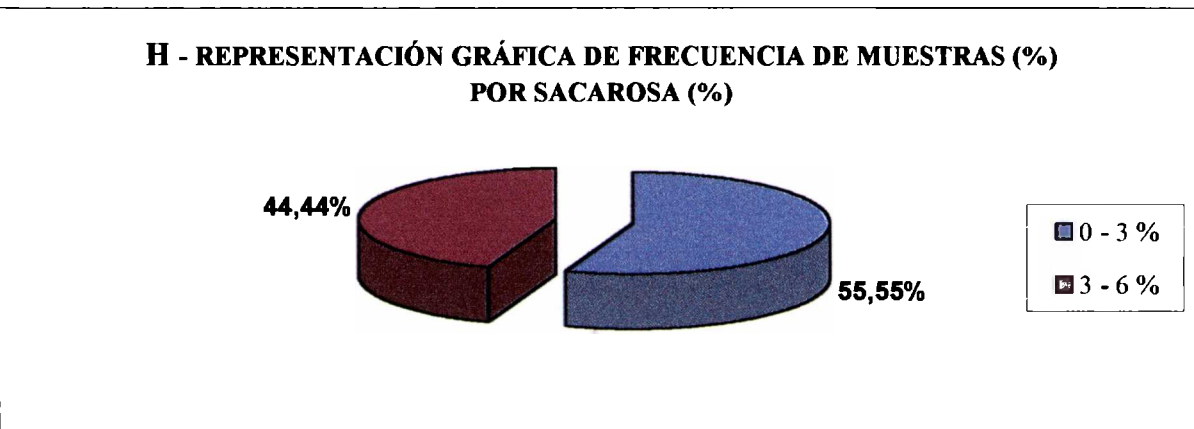
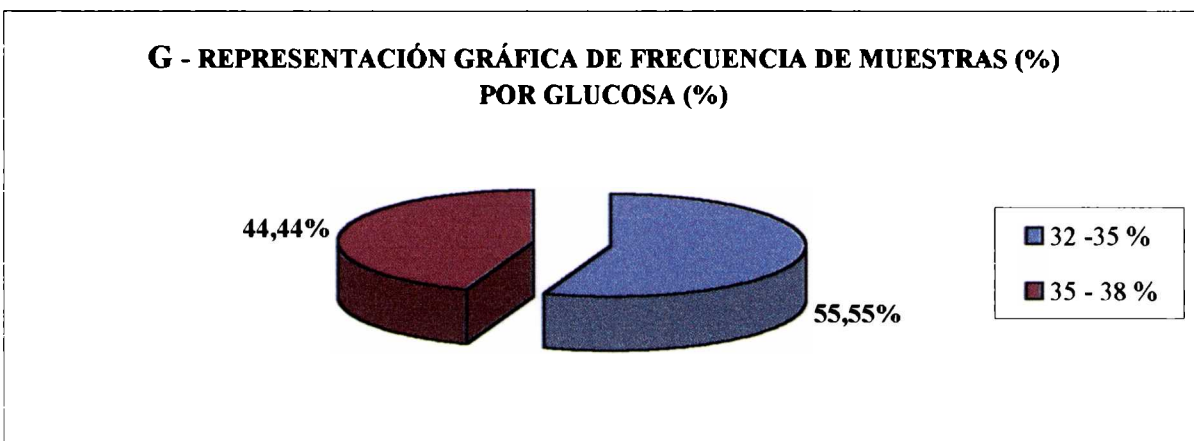
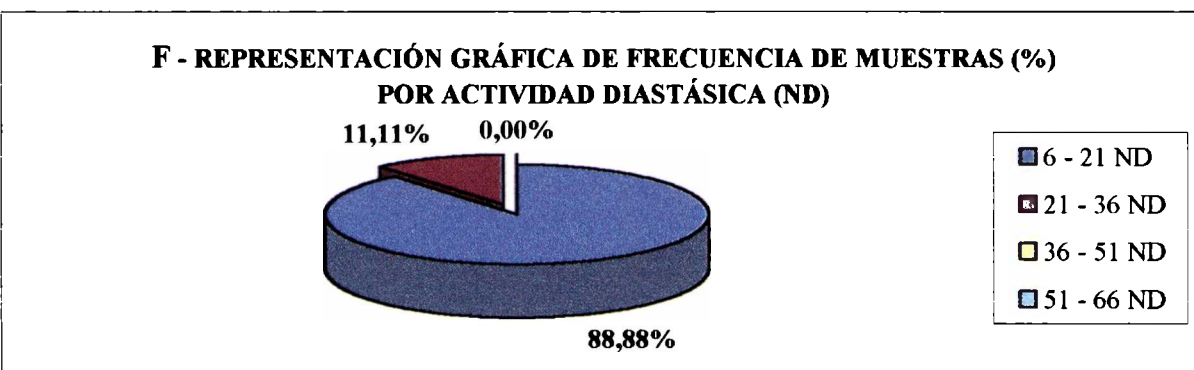
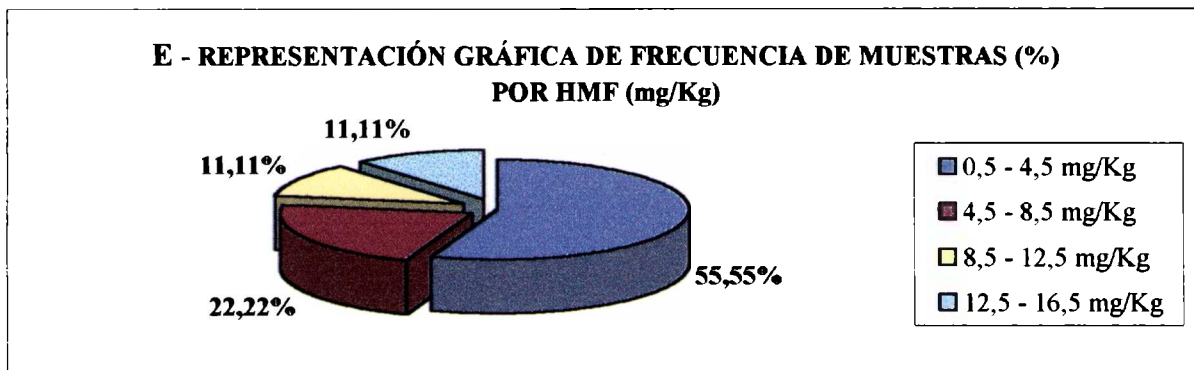


**D - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR pH**



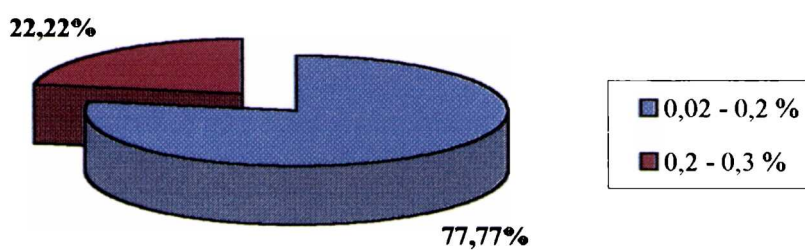


CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

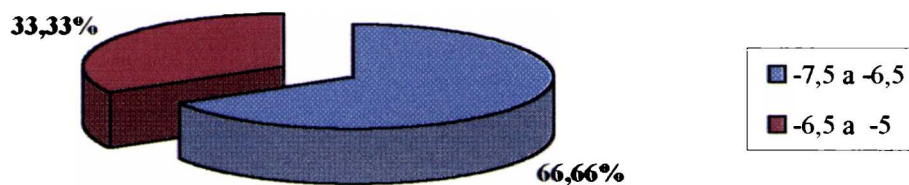


CONTINUACIÓN GRÁFICO XII

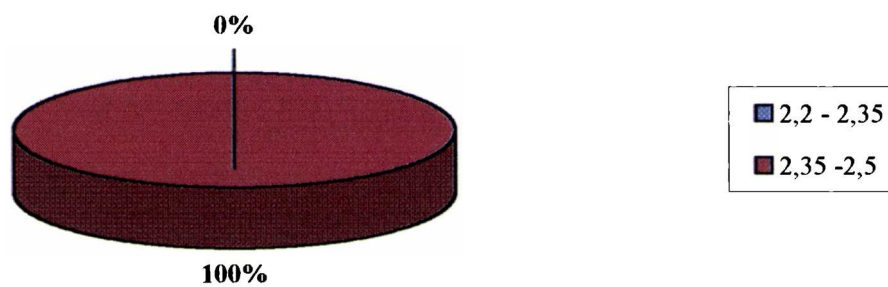
**I - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR CENIZAS (%)**



**J - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR PODER ROTATORIO ESPECÍFICO**

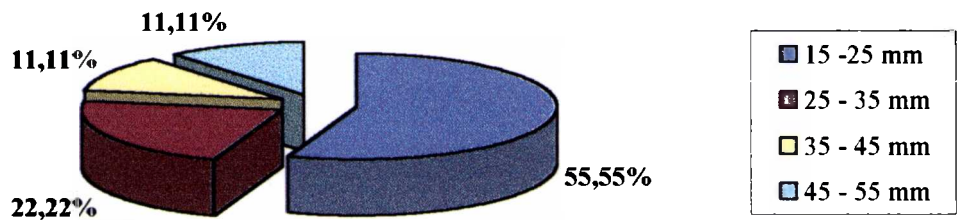


**K - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ( $\times 10^{-4}$  S  $\text{cm}^{-1}$ )**

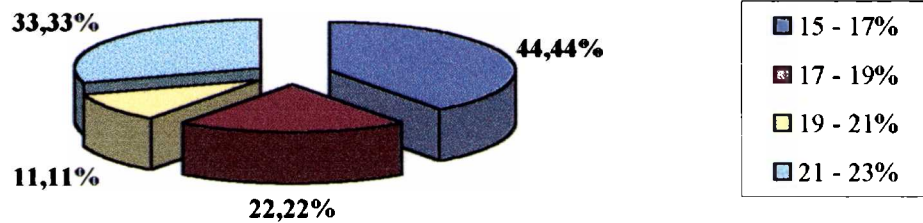


**GRÁFICO XIII: FRECUENCIA DE MUESTRAS POR DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN MIELES CON CONTENIDO DE POLEN DE ECHIUUM PLANTAGINEUM MAYOR DEL 45 %**

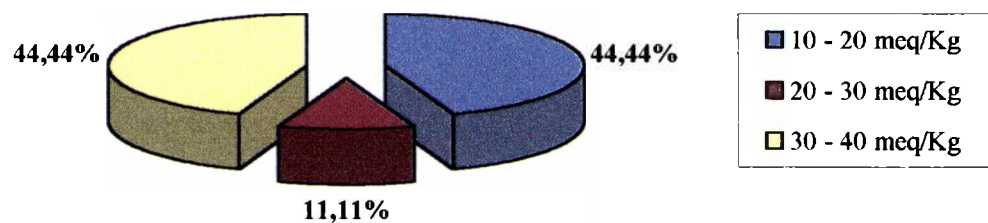
**A - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR COLOR (mm Pfund)**



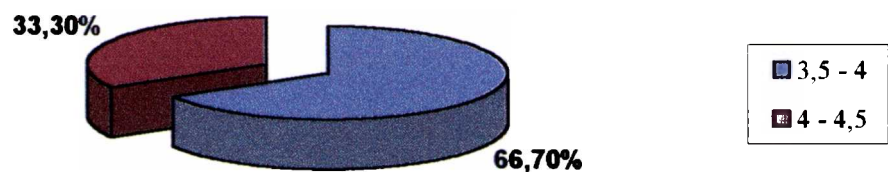
**B - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR HUMEDAD (%)**



**C - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR ACIDEZ LIBRE (meq/Kg)**

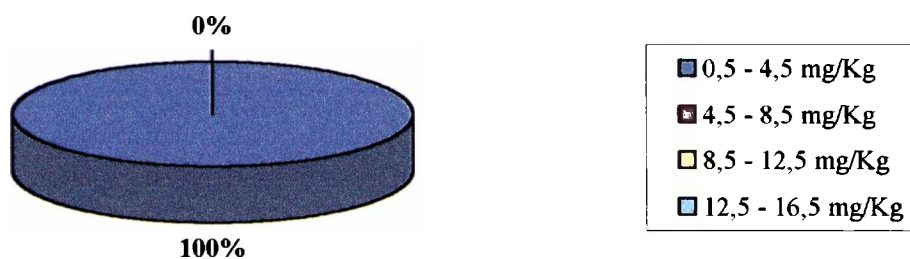


**D - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%) POR pH**

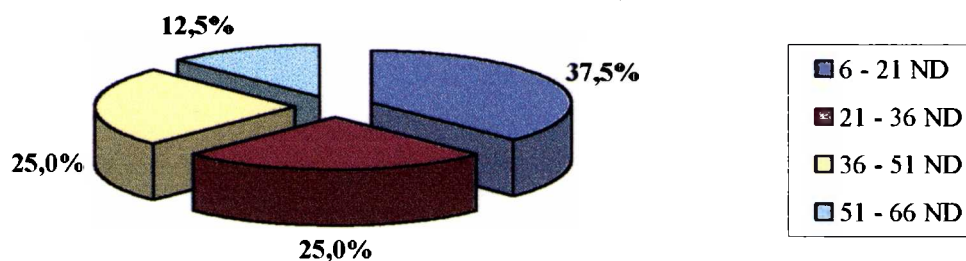


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

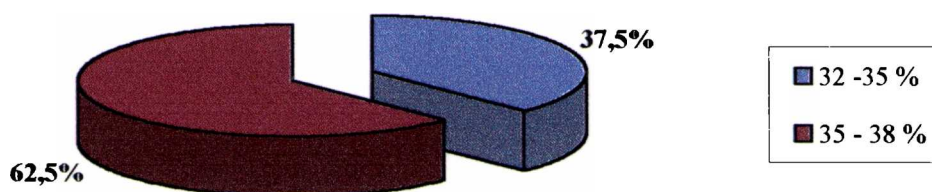
**E - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR HMF (mg/Kg)**



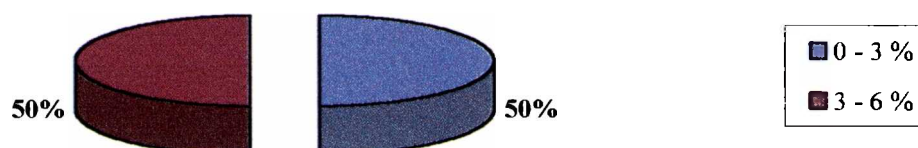
**F - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR ACTIVIDAD DIASTÁSICA (ND)**



**G - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR GLUCOSA (%)**



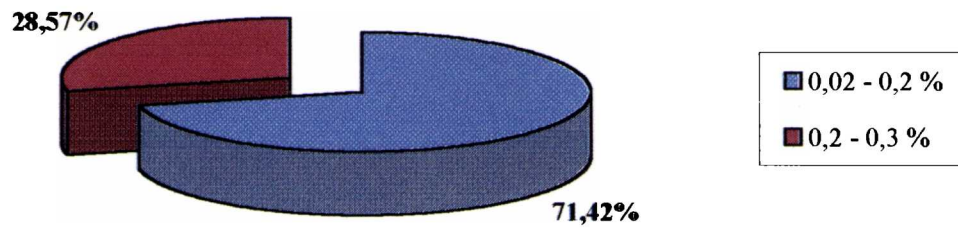
**H - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR SACAROSA (%)**



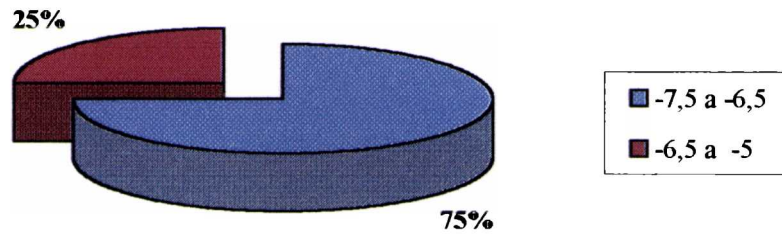


CONTINUACIÓN GRÁFICO XIII

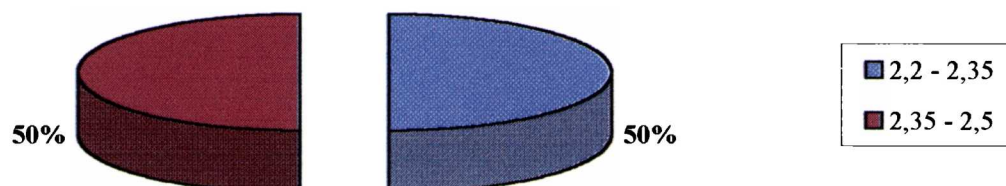
I - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR CENIZAS (%)



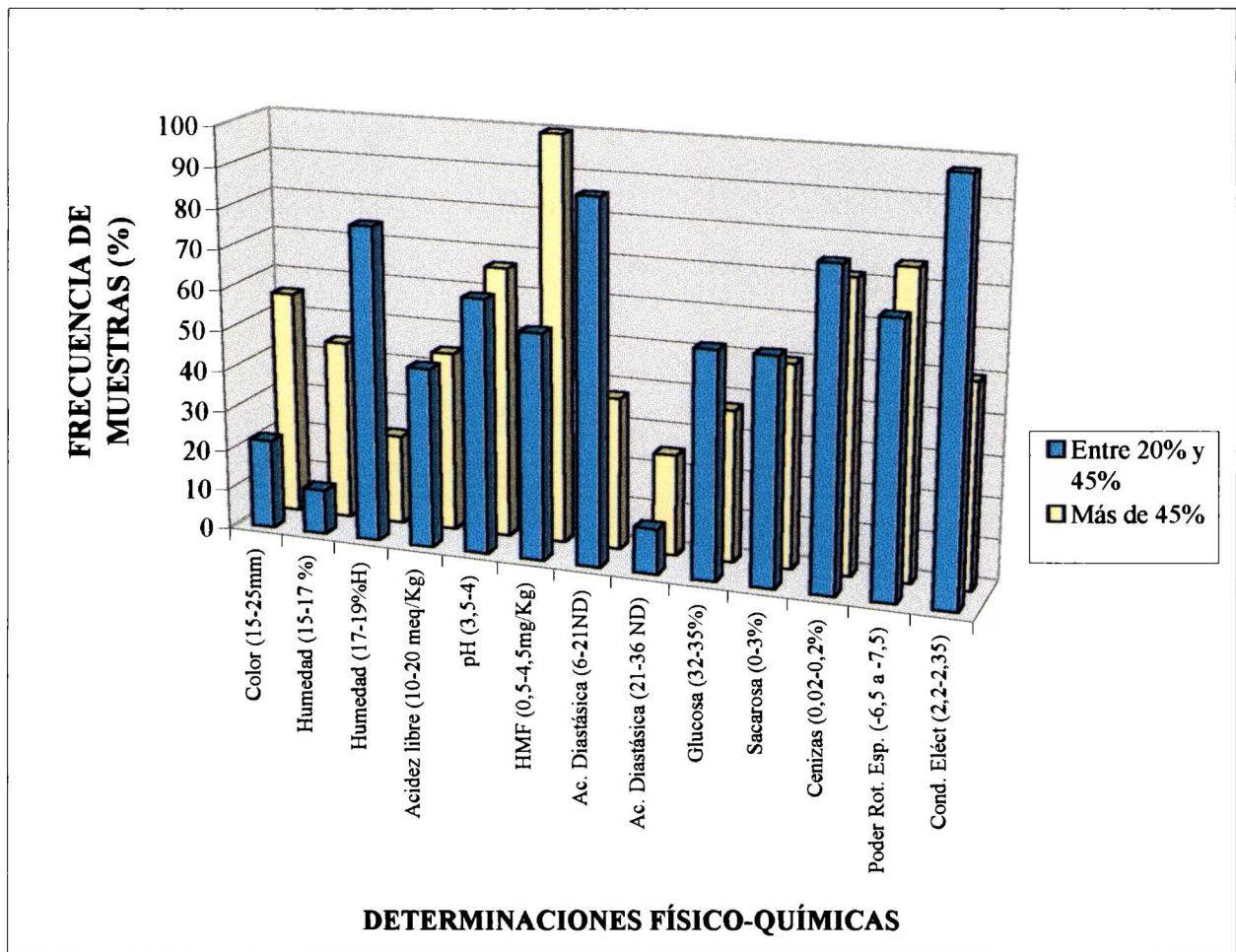
J - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR PODER ROTATORIO ESPECÍFICO A 20° C



K - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)  
POR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ( $\times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ )



**GRÁFICO XIV: RELACIONES ENTRE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN MIELES CON CONTENIDOS DE POLEN DE ECHIU PLANTAGINEUM ENTRE 20% - 45% Y MAYOR DEL 45%**



#### 4.1.4.3. Discusión de resultados.

Las mieles monoflorales de *Echium plantagineum* no se encuentran incluidas en la legislación alimentaria, pero fueron estudiadas, dada su riqueza polínica y la disponibilidad floral de esta especie en determinada época del año la cual es muy apreciada por las abejas debido a su abundante secreción de néctar y producción de polen.

En las muestras analizadas se observó que el polen de *Echium plantagineum* se encuentra acompañado por distintos pólenes pertenecientes a una variada flora (Tabla I).

Analizados los tipos polínicos por muestra (Tabla I), se observa que el mayor porcentaje, un 83,3 %, contienen de 6 a 12 tipos polínicos, y el resto de las muestras, un 16,7 % contienen hasta 6 tipos diferentes (Tabla I); los de mayor frecuencia se pueden ver en el Gráfico I.

Agrupados por familia, la frecuencia se representa en Gráfico II. Después de *Borraginaceae*, a la que pertenece *Echium* las que se encuentran en un mayor número de muestras como *Compositae*, *Cruciferae*, *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Ramnaceae*, *Rutaceae* y *Oleaceae* justifican la presencia de los tipos morfológicos antes dichos y confirman el tipo de flora melífera que posee nuestro país.

En cuanto al porcentaje de polen de *Echium plantagineum* presente en las muestras estudiadas, (Gráfico III), varía desde el 20 al 88 %, siendo la mayor frecuencia de muestras (16,7 %) la que tiene un 40 al 45 % de polen de *Echium plantagineum*.

Esto podría indicar un límite mínimo de polen para considerar a esta miel como monofloral, aunque se encuentra una cantidad importante de muestras (39 %) que contienen más del 65 % de polen; también se ha podido observar que esta cantidad es frecuente en este tipo de miel. Mieles de *Echium plantagineum* españolas, estudiadas por Lozano y col. (1995) contienen 72 % de polen de esta especie y ese es el límite que considera para rotularla como monofloral.

Los resultados del análisis sensorial en el total de muestras analizadas (Tabla II) para el examen visual y táctil, demuestra que al momento del análisis un 17,6 % de las muestras no había comenzado a cristalizar, y las que lo hicieron cristalizaron totalmente en forma cremosa y a veces compacta o bien viscosa o se encontraban iniciando cristalización (Gráfico IV). Entre los cristales formados predominan los finísimos y blandos (Gráfico V).

Presentan en general gusto dulce poco intenso y el atributo predominante es fresco (Gráfico VI y VII), sólo dos muestras se destacan por ser amargas (Tabla III). La flora acompañante no parece influir demasiado en las propiedades de las mieles excepto en las muestras que contienen *Citrus sp* donde se encuentran los colores más claros y se destaca la influencia sobre el gusto y el olor; un 21,5 % de muestras recuerda a azahares por lo que enmascara las características predominantes; el resto se reparte entre frutado, genérico, astringente, fresco, floral, delicado y herbáceo (Tabla II) (Gráficos VI y VII). Podemos decir que si bien hay un atributo que predomina, en la generalidad se presentan muy heterogéneas.

Las mieles de *Echium plantagineum* se dividieron de acuerdo a su contenido de polen en dos categorías, las que contienen entre 20 y 45 % y las que contienen más de 45 % de polen de esta especie. Los resultados del análisis sensorial de ambas se resume en Gráfico X, donde se ve el efecto del enriquecimiento de las mieles en polen de *Echium*.

Analizadas de esta manera observamos, que las mieles que contienen entre 20 y 45 % de polen de *Echium plantagineum* se muestran muy heterogéneas, aunque predomina la cristalización finísima y blanda; el gusto es dulce suave y los atributos sensoriales se distribuyen entre delicado, genérico, astringente, fresco, floral y herbáceo, además de las que tienen olor a azahares (Gráfico VIII).

En la segunda categoría de muestras (más de 45 % de polen), un 25 % de las mieles cristalizaron totalmente, disminuyen las muestras que poseen cristales finísimos y blandos, se mantiene el gusto dulce suave y se definen las características de fresco y frutado (Gráfico IX).

El análisis físico químico (Tabla III, IV) demuestra que el color medido en la escala de Pfund, se encuentra en un rango que va desde 15,1 mm a 55,0 mm, con una media de 31,6 mm. La mayor frecuencia de muestras se encuentra en el rango de 15 a 25 mm. Estas mieles parecen caracterizarse por el color claro, corresponde a blanco en la escala de Pfund (Gráfico XI A).

La humedad presenta un valor medio de 17,9 % con un mínimo de 15,6 % y un máximo de 22,0 % (Tabla IV). Un 50 % de las muestras tiene un valor de humedad entre 17 y 19 %, rango en el cual se encuentra la media (Gráfico XI B) Se puede constatar que estos porcentajes de humedad se condicen con el estado de conservación de las muestras.

Para la acidez libre, si bien la media obtenida (27,1 meq/Kg) se encuentra dentro de los valores normales en mieles, el máximo obtenido es el permitido por la legislación (40 meq/Kg), y el mínimo también se puede considerar normal (Tabla IV). En este caso consideramos que este parámetro no es discriminativo para mieles monoflorales de *Echium plantagineum*, y coincidimos con Lozano y col. (1995) en que muchas veces se encuentra influenciado por otros factores como ser la edad de la miel o la presencia de determinadas especies botánicas en la flora de acompañamiento. Esto se refleja en la distribución de porcentajes equivalentes para rangos 10-20 y 30-40 meq/Kg de acidez libre (Gráfico XI C).

El pH tiene un valor de 3,9, variando desde 3,5 a 4,5 valores propios de mieles florales (Tabla IV), el 64,7 % de las muestras se acercan al valor de la media y el resto (35,3 %) se distribuye con tendencia al máximo (Gráfico XI D). Estos resultados coinciden con valores obtenidos para mieles españolas de esta especie floral (Lozano y col. 1995).

El hidroximetilfurfural se encuentra en cantidades propias de mieles frescas, con una media de 3,8 mg/Kg, un mínimo de 0,5 y un máximo de 16,5 mg/Kg (Tabla IV). La mayor frecuencia de muestras se encuentra en los valores más bajos (0,5 a 4,5 mg/Kg) (Gráfico XI E). Este contenido es normal para mieles florales y se corresponde con al rango observado en las miles con mayor cantidad de polen de *Echium plantagineum* (Gráfico XIII E).

La actividad diastásica se distribuye entre un mínimo de 6,6 ND y un máximo de 60 ND, con una media de 22,9 ND (Tabla IV). La distribución de los valores demuestra que la mayoría de las muestras (64,7 %) presentan valores por debajo de la media (Gráfico XI G).



Un 17,6 % de las muestras se encuentran en el rango de la media, y el resto posee valores altos, cercanos al máximo (Gráfico XI G).

Los contenidos de glucosa son bastantes uniformes, el valor medio es de 35,2 % y para la sacarosa 2,4 % (Tabla IV).

El contenido medio de cenizas es de 0,13 %, variando desde 0,03 a 0,3 % (Tabla IV). Se encuentra dentro de los valores normales para mieles florales. La mayor frecuencia se ubica en los menores valores (0,03 a 0,2%) (Gráfico XI I). Esto explica los valores bajos de conductividad eléctrica y se correlaciona con los colores claros de estas mieles.

Para este tipo de mieles se obtuvo una media de -6,9 un mínimo de -8,9 y un máximo de -5,7 para el poder rotatorio específico (Tabla IV). En este caso los valores encontrados varían en un rango estrecho y se presentan homogéneos.

En cuanto a la conductividad eléctrica, parámetro informado como orientativo del origen floral de las mieles (Lozano y col., 1995) encontraron valores bajos en relación a las mieles estudiadas precedentemente; el promedio es de  $2,43 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ , el máximo de  $2,50 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  y el mínimo de  $2,20 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  (Tabla IV). Se observa un estrecho rango de variación y la mayor frecuencia de muestras se encuentra en el rango más alto ( $2,2$  a  $2,5 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ ) (Gráfico XI K). Lozano y col. (1995) para mieles españolas de *Echium plantagineum* informaron valores de  $4,1 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  considerablemente mayores a los encontrados en este estudio. El análisis de varianza en este caso, no acusa diferencias significativas por lo que no podemos considerar este parámetro como discriminativo del origen floral.

El análisis de las mieles clasificadas por contenido de polen (Gráficos XII y XIII) permitió estudiar el efecto del porcentaje de polen de *Echium* sobre los caracteres fisico-químicos (Gráfico XIV).

El color se desplaza notablemente desde el rango de 45-55 mm hacia el rangos de 15-25 mm en las mieles que contienen más de 45 % de polen de *Echium plantagineum*, encontrándose en este rango la mayor cantidad de muestras (Gráfico XIII A). El color claro parece ser característico de estas mieles aunque el análisis de varianza no arroja diferencias significativa entre las categorías de muestras estudiadas.

La humedad no es un parámetro que pueda considerarse discriminativo para el origen floral, los valores en que se encuentran en las dos categorías de muestras se consideran típicos de mieles florales (Tabla V), e indican el buen estado de conservación de las mieles y que han sido recolectadas en buen estado de madurez. La distribución por frecuencia indica que la cantidad de muestras, en el rango de humedad entre el 17-19 %, disminuye con el aumento del contenido de polen, a la vez que aumentan las muestras que contienen entre 19 y 21 % de humedad.

La acidez libre se mantiene sin variaciones en las dos categorías de muestras por lo que no se relaciona con el contenido de polen (Tabla V), la frecuencia de muestras se distribuye de la misma forma que para la totalidad de las mieles estudiadas (Gráficos XI C, XII C y XIII C).

En cambio en el caso del pH, con el aumento del contenido de polen aumentan las muestras que se ubican en un rango mayor (4-5) al que venía predominando (2-4). El análisis por frecuencia de muestras indica que en las dos categorías predomina el rango de 4-4,5 (62,5 y 66,7 % de muestras, respectivamente) (Gráficos XII D y XIII D). Lozano y col., (1995) observó para mieles españolas de *Echium plantagineum* que el pH

podría ser uno de los parámetros que contribuyen a la discriminación de estas mieles. Para nuestras mieles el análisis de varianza no dio diferencias significativas por lo que no podemos considerar el mismo criterio.

Si bien la mayor parte de las muestras tienen contenidos de HMF en el rango de 0,5 a 4,5 mg/K, aumenta la frecuencia de muestras que caen en este rango en las mieles con más de 45 % de polen de *Echium plantagineum*. La tendencia es que los valores más altos bajan para ubicarse el 100 % de las muestras en el rango mencionado (Gráficos XII E y XIII E). Los valores medios disminuyen de 5,9 a 1,97 mg/Kg con el aumento del contenido de polen (Tabla V).

La actividad diastásica predominante (88,9 % de las muestras presentan valores de 6 a 21 ND) en la primer categoría de mieles (Gráfico XII F), baja en la segunda categoría a 37,5 % de muestras aunque sigue predominando dicho valor (Gráfico XIII F). La actividad diastásica en este caso no podría considerarse de utilidad como parámetro indicador de monofloridad porque se ve influenciado por factores como las especies botánicas presentes en la flora acompañante.

En relación al contenido de glucosa, aumenta la frecuencia de muestras con valores entre 35 a 38 % en las mieles con más contenido de polen (Gráfico XII G y XII G), aunque los valores medios son bastante similares para las dos categorías de muestras (Tabla V). Estos valores se corresponden con el tipo de cristalización de las mieles; para la sacarosa se mantiene la misma distribución de frecuencia en las dos categorías de muestras (Gráficos XII H y XIII H).

Las cenizas, en los dos grupos de mieles se mantiene la mayor frecuencia en el mismo rango, de 0,02 a 0,2 % (Gráficos XII I y XIII I) y los valores medios no presentan diferencias significativas (Tabla V). Esto estaría relacionado con el estrecho rango de variación que se observó para la conductividad eléctrica, como se discutirá más adelante.

Para este tipo de mieles el rango de poder rotatorio específico con mayor frecuencia de muestras fue de  $-7,5$  a  $-6,5$  (Gráficos XII J y XIII J) en los dos grupos de mieles.

La conductividad eléctrica en todas las muestras de la primer categoría fue de 2,2 a  $2,35 \times 10^{-4}$  S cm<sup>-1</sup> (Gráfico XII K), en las mieles con más de 45 % de polen de *Echium plantagineum* se observó un 50 % de ellas con conductividad eléctrica en el rango de 2,2 a  $2,35 \times 10^{-4}$  S cm<sup>-1</sup> (Gráfico XIII K). De igual manera se considera un rango muy estrecho de variación y los valores encontrados parecen ser característicos de este tipo de miel. Lozano y col., (1995) propone a la conductividad eléctrica como parámetro orientador del origen floral para mieles españolas de *Echium plantagineum*, en nuestro caso el análisis de varianza no indica diferencias significativas.

#### **4.1.4.4. Conclusiones.**

De la evaluación de los parámetros obtenidos en los análisis melisopalinológico, sensorial y físico-químico, pudieron extraer las siguientes conclusiones:

**Características melisopalinológicas.**

- Las mieles de *Echium plantagineum* presentaron un contenido en polen de esta especie, acompañado por una flora variada que contiene entre 6 y 12 tipos polínicos diferentes.

- El estudio de frecuencia nos muestra que la mayoría de las muestras contienen más de 40 % de polen, el mayor porcentaje de muestras poseen entre 40 y 45 % de polen de *Echium plantagineum*.

- El 40 % podría ser el límite mínimo a establecer para considerar monofloral una miel de *Echium plantagineum*, aunque es muy frecuente encontrar porcentajes más elevados (> 45 %), esto no parece influir en los parámetros físico-químicos ni en los caracteres organolépticos.

**Características organolépticas.**

- Estado físico: Cristaliza totalmente con cristales finos que al tacto se presentan blandos.
- Gusto y olor: predomina el gusto dulce suave y se definen claramente como frescas y en menor grado se perciben atributos como floral y frutado.

**Características químicas.**

Los parámetros químicos para las mieles de *Echium plantagineum* no presentan diferencias significativas en el análisis de varianza por lo que los factores de composición son promedio del total de muestras.

**Composición.**

- Color: 31,6 mm Pfund.
- Humedad: 17,9 %.
- Acidez libre: 27,1 meq/Kg.
- PH: 3,9.
- Hidroximetilfurfural: 3,9 mg/Kg.
- Actividad diastásica: 22,9 ND.
- Glucosa: 35,2 %.
- Sacarosa: 2,4 %.
- Cenizas: 0,13 %.
- Poder rotatorio específico: -6,9.
- Conductividad eléctrica:  $2,43 \cdot 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ .

**ANEXO V**

**INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS**

Tabla I: Espectro polínico de las mieles de *Echium plantagineum*.

Gráfico I: Representación gráfica de los tipos polínicos de mayor frecuencia en las muestras analizadas.

Gráfico II: Representación gráfica de frecuencia (%) por familia.

Gráfico III: Representación gráfica del porcentaje de polen de *Echium plantagineum* por frecuencia de muestras.

Tabla II: Análisis sensorial de las mieles de *Echium plantagineum*

Gráfico IV: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por características visuales en el total de muestras analizadas.

Gráfico V: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por característica táctil en el total de muestras analizadas.

Gráfico VI: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen gustativo en el total de muestras analizadas.

Gráfico VII: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por examen olfativo y defectos en el total de muestras analizadas.

Gráfico VIII: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por análisis sensorial en mieles con contenido de polen de *Echium plantagineum* entre el 20% y 45%.

Gráfico IX: Representación gráfica de frecuencia de muestras (%) por análisis sensorial en mieles con más de 45 % de polen de *Echium plantagineum*.

Gráfico X: Representación gráfica de los atributos sensoriales analizados en mieles con contenidos de polen de *Echium plantagineum* entre el 20% - 45% y mayor de 45%.

Tabla III: Parámetros físicos químicos en las mieles de *Echium plantagineum*.

Tabla IV: Algunos parámetros estadísticos de las determinaciones físico-químicas en el total de muestras analizadas.

Tabla V: Valores medios y desviación estándar en mieles con contenidos de polen de *Echium plantagineum* entre el 20% - 45% y mayor de 45%.

Gráfico XI: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en el total de muestras analizadas.

Gráfico XII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenidos de polen de *Echium plantagineum* entre el 20% y 45%.

Gráfico XIII: Frecuencia de muestras (%) por determinación físico química en mieles con contenidos de polen de *Echium plantagineum* mayor de 45%.

Gráfico XIV: Relaciones entre los parámetros físico químicos en mieles con contenidos de polen de *Echium plantagineum* entre 20% - 45% y mayor de 45%.



**4.1.5. ESTUDIO DE LA FRACCIÓN FENÓLICA  
DE MIELES MONOFLORALES Y SU RELACIÓN  
CON EL ORIGEN BOTÁNICO.**

**4.1.5.1. Introducción.**

Los flavonoides constituyen un grupo de sustancias vegetales que como metabolitos secundarios están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, y se encuentran en forma universal en las plantas vasculares, siendo los responsables mayoritarios de la pigmentación de los vegetales. En el campo alimentario contribuyen al sabor y al color de los alimentos de origen vegetal.

Biológicamente, los flavonoides poseen una actividad polivalente, se conocen sus propiedades antibióticas, antifúngicas e incluso viroestáticas ( Ghisalberti, 1979; Koning y col., 1983), propiedades que transfieren a la miel.

La existencia de estos compuestos en la miel ha sido objeto de diversas investigaciones a fin de comprobar su utilización en la caracterización botánica y geográfica de este producto.

Estudios realizados sobre la miel de "La Alcarria" (España) (Ferrerres y col., 1992; Ortiz, 1992-1996), demuestran que el origen de los flavonoides en esta miel es doble: por una parte provienen del polen, que contiene glicósidos de flavonoides que después de hidrolizados por la abeja pasan a la miel en forma de agliconas. Por otra parte, que parece ser la más importante, provienen del propóleo, que es una fuente muy rica en flavonoides. Se han descrito aproximadamente 50 flavonoides, entre flavononas, flavonoles, y chalconas ( Walker y Grane, 1987).

En el ámbito de la Taxonomía Química ( "Chemical Plant Taxonomy", 1963), se ha considerado a los flavonoides entre los marcadores químicos preferenciales empleados con finalidades quimiotaxonómicas, sobre todo por el hecho que cumplen con el concepto generalizado según el cual para que un grupo de sustancias pueda ser considerado como marcador taxonómico debe reunir condiciones de variabilidad estructural, amplia distribución en el reino vegetal, buena estabilidad fisiológica y química, y detección rápida y fácil ( Harbone, 1967).

Se ha comprobado que los flavonoides son los metabolitos secundarios que mejor cumplen con estas características, ya que en cuanto a su variabilidad estructural, hasta el año 1985 se conocían más de 4000 estructuras de flavonoides diferentes (Harbone, 1986) y actualmente superan los 5000 ( Harbone, comunicación personal).

Además se encuentran distribuidos universalmente en Angiospermas, Gimnospermas y Pterodofitas. En cuanto a su estabilidad química y fisiológica, los flavonoides son los caracteres químicos más estables de las plantas, se ha descrito que estas sustancias han sido detectadas en plantas fósiles con más de 25 años de antigüedad (Harbone, 1967). Por otra parte, debido a su estructura altamente aromática, se los puede identificar espectrofotométricamente con luz UV de onda larga (366 nm).

También la cromatografía líquida de alta presión (HPLC) se ha utilizado ampliamente desde 1980, específicamente empleando detector de red de diodos como método analítico de fácil aplicación en el análisis de estas sustancias.

El análisis de flavonoides y otros compuestos fenólicos se considera importante también en la caracterización por HPLC de otros alimentos como vinos, zumos de frutas y mermeladas .

En el campo apícola, han sido de utilidad para determinar el origen botánico del polen (Tomás-Lorente y col.,1986; Tomás-Barberán y col., 1989), y ha permitido establecer una clara relación entre el producto dietético comercial y su origen vegetal. Además se ha informado sobre el estudio de ciertos flavonoides en particular, como el 8-metoxicaemferol 3- sophoroside (Ferrerres y col., 1988), lo mismo que los flavonoides de *Cistus ladanifer* en polen apícola ( Tomás-Lorente y col., 1992).

Con respecto al origen botánico de las mieles el análisis de flavonoides fue sugerido por Amiot y col. (1989). Sabatier y col. (1989) y Amiot y col. (1989), informaron sobre la detección de algunos flavonoles y flavononas en mieles de girasol. Otros compuestos fenólicos fueron hallados por Bogdanov (1989) en mieles suizas. Tomás-Barberán, (1996), ha logrado identificar 18 flavonoides en mieles españolas de La Alcarria.

De acuerdo a estas apreciaciones, se podría considerar que el análisis de estas sustancias puede ser de gran interés y utilidad en estudios tendientes a la caracterización botánica y geográfica de mieles, sobre todo mieles monoflorales.

La identificación de flavonoides con estos objetivos justifica las expectativas del sector industrial apícola sobre caracterización de mieles a fin que las distintas denominaciones constituyan un instrumento de prestigio a la hora de certificar un determinado origen y calidad.

#### **4.1.5.2. Resultados.**

Para el estudio de la fracción fenólica de mieles monoflorales se seleccionaron 4 muestras de miel de *Lotus corniculatus*, 6 muestras de miel de *Eucalyptus sp*, y 2 de *Echium plantagineum*. El resultado del análisis melisopalinológico de cada una de las mieles se muestra en las Tablas I, II y III.

El análisis de flavonoides se realizó por cromatografía líquida de alta presión y para la miel de *Lotus corniculatus* se obtuvieron cromatogramas a 340 y 290 nm (Figura I).

La Figura II muestra los espectros de las sustancias fenólicas identificadas en la miel de *Lotus corniculatus*.

Los cromatogramas obtenidos a 340 y 290 nm para la miel de *Eucalyptus sp* se presentan en la Figura III y los espectros de las sustancias fenólicas identificadas en la miel, en la Figura IV.

La Figura V muestra los cromatogramas resultantes a 340 y 290 nm y la Figura VI los espectros de las sustancias fenólicas identificadas en la miel de *Echium plantagineum*.

Para la identificación de las sustancias fenólicas de las mieles se realizó el análisis cromatográfico de sustancias puras como las flavonas dihidrofisetina y dihidroquercitina cuyos cromatogramas y espectros se observan en la Figura VII.

Los cromatogramas obtenidos para las falvonas hesperidina, chrysin, apigenina y galangina se muestran en la Figura VIII.

Las Figuras IX y X muestran los cromatogramas y espectros de la catequina y la epicatequina.

Los cromatogramas y espectros de los ácidos cumárico, ferúlico, cafeico, se muestran en la Figura XI; en la Figura XII los ácidos protocatéuico y sinápico, y en la Figura XIII los ácidos hidroxibenzoico y siríngico.

Por último, los cromatogramas y espectros obtenidos de los patrones de flavonoles: miricetin, quercitina y kaempferol, se pueden observar en la Figura XIV.

TABLA I:

ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES DE *Lotus corniculatus*.

## Muestra N°1.

LEGUMINOSAS – <i>Lotus corniculatus</i>	78,0 %
UMBELIFERAS – <i>Ammi majus</i>	9,2 %
LEGUMINOSAS – <i>Melilotus albus</i>	9,1 %
CRUCIFERAS – <i>Rapistrum rugosum</i>	1,2 %
COMPUESTAS – <i>Cichorium intybus</i>	1,4 %
AMARANTACEAS .	1,1 %

## Muestra N° 2.

LEGUMINOSAS – <i>Lotus corniculatus</i>	35,7 %
LEGUMINOSAS – <i>Trifolium repens</i>	19,6 %
COMPUESTAS – <i>Conyza bonariensis</i>	19,6 %
UMBELIFERAS – <i>Ammi visnaga</i>	9,8 %
GRAMINEAS -	2,7 %
RAMNACEAS – <i>Scutia buxifolia</i>	2,7 %
CRUCIFERAS – <i>Rapistrum rugosum</i>	2,7 %
VERVENACEAS – <i>Verbena platensis</i>	2,7 %
COMPUESTAS – <i>Cirsum vulgare</i>	1,8 %
AMARANTACEAS- <i>Amaranthus quitensis</i>	1,8 %
COMPUESTAS – <i>Sonchus oleraceus</i>	0,9 %

## Muestra N° 3.

LEGUMINOSAS – <i>Lotus corniculatus</i>	36,6 %
UMBELIFERAS – <i>Ammi majus</i>	29,5 %
LEGUMINOSAS – <i>Melilotus albus</i>	28,7 %
CRUCIFERAS – <i>Rapistrum rugosum</i>	1,8 %
CALYCERACEAE- <i>Acicarpha tribuloides</i>	1,1 %
COMPUESTAS – <i>Carduus nutans</i>	0,7 %
BORRAGINACEAS - <i>Echium plantagineum</i>	0,7 %
COMPUESTAS – <i>Solidago chilensis</i>	0,4 %
AMARANTACEAS	0,4 %

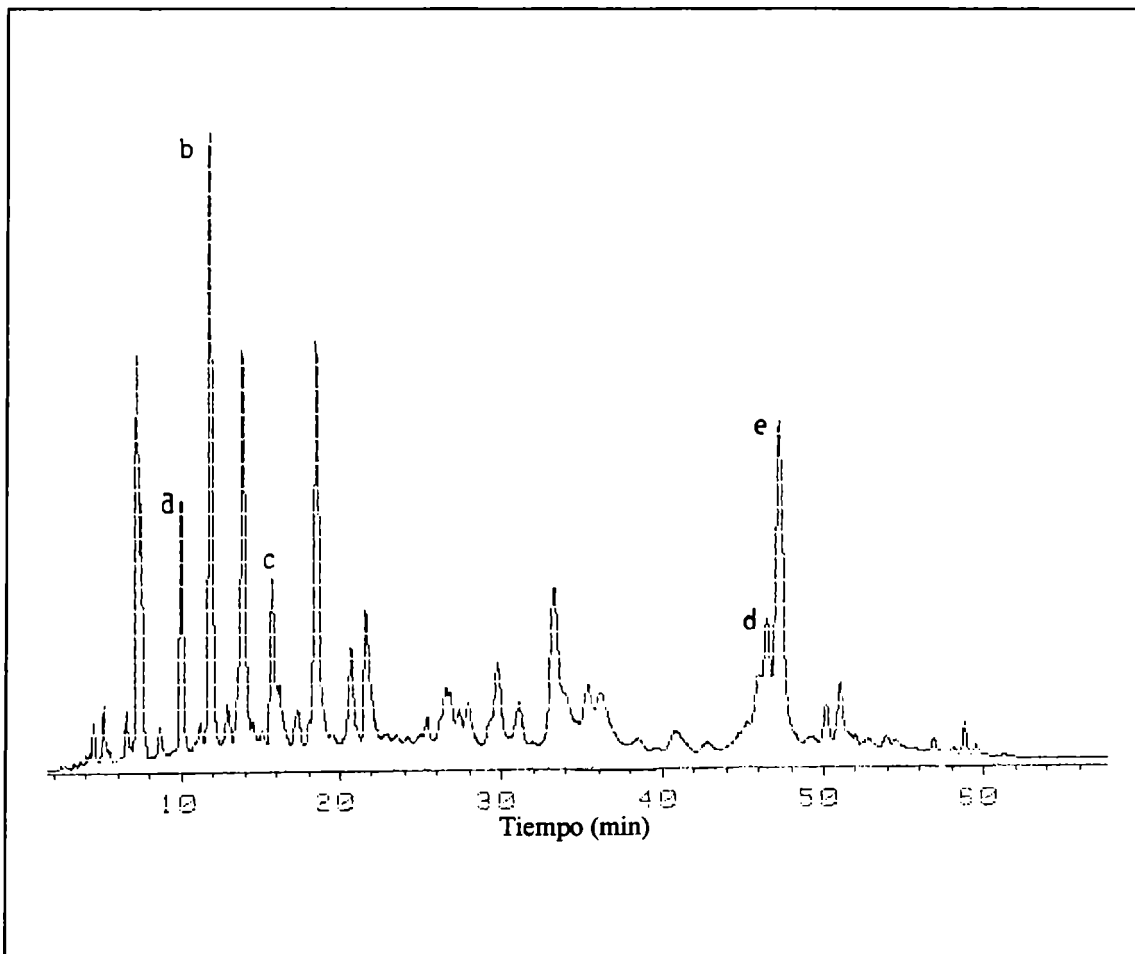
**Muestra N° 4.**

LEGUMINOSAS – <i>Lotus corniculatus</i>	42,2 %
COMPUESTAS – <i>Grindelia pulchella</i>	17,3 %
COMPUESTAS – <i>Baccharis sp</i>	12,5 %
LEGUMINOSAS – <i>Melilotus y Trifolium</i>	11,1 %
UMBELIFERAS – <i>Ammi majus</i>	4,8 %
CRUCIFERAS – <i>Rapistrum rugosum</i>	4,4 %
LABIADAS - <i>Hyptis mutabilis</i>	1,5 %
BORRAGINACEAS - <i>Echium plantagineum</i>	1,5 %
MIRTACEAS – <i>Eucaliptus</i>	1,2 %
LEGUMINOSAS – <i>Medicago sp</i>	0,7 %
COMPUESTAS – <i>Cichorium intybus</i>	0,7 %
VERBENACEAS	0,7 %
AMARANTACEAS - <i>Amaranthus quitensis</i>	0,4 %
COMPUESTAS – <i>Carduus nutans</i>	0,4 %



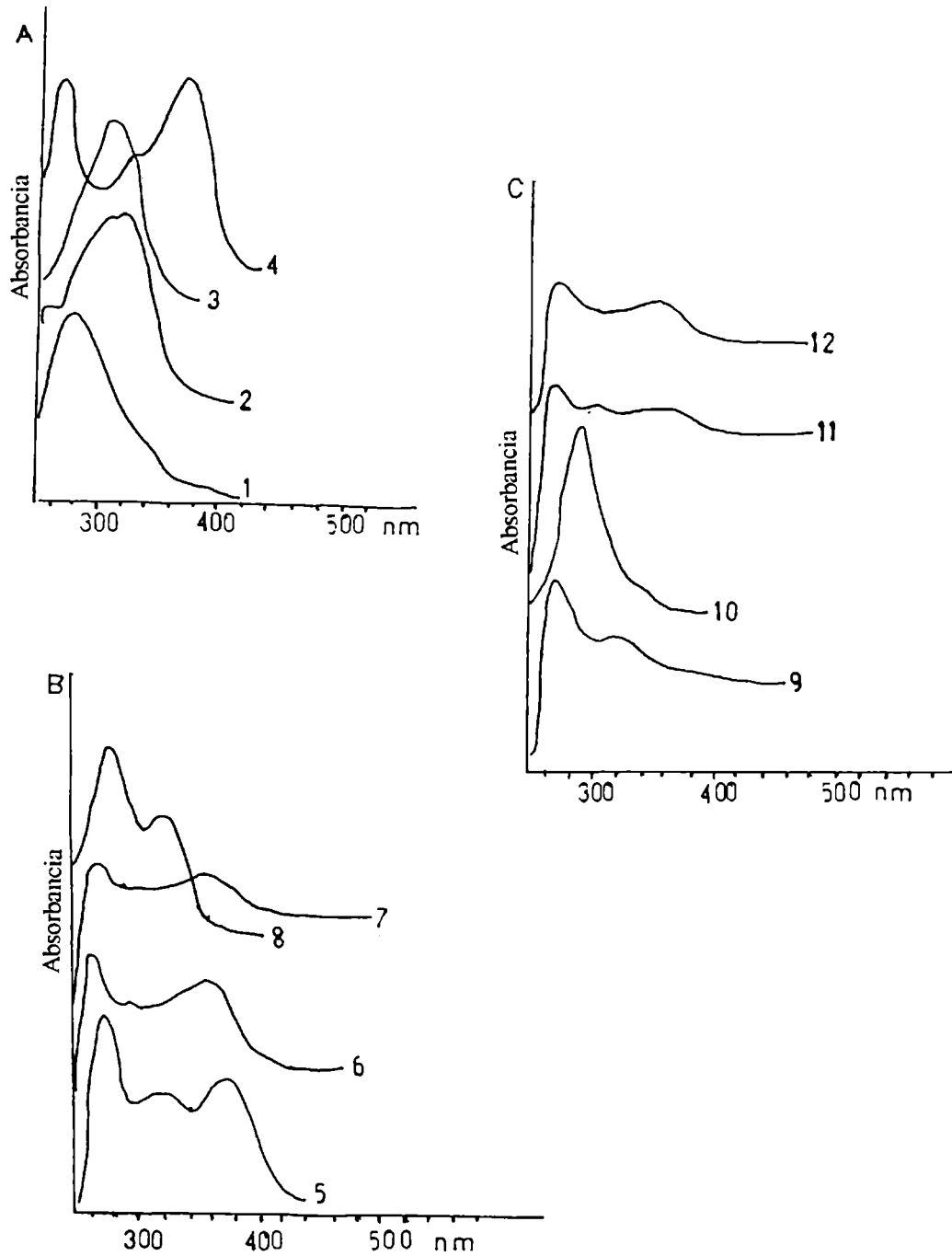
FIGURA I: CROMATOGRAMA OBTENIDO  
EN MIEL DE *Lotus corniculatus*.

Muestra N° 1: 340 nm.



- a) ácido benzoico.
- b) Ácido cumárico.
- c) Ácido ferúlico.
- d) 8-metoxikaempferol.
- e) Kaempferol.

FIGURA II: ESPECTROS DE SUSTANCIAS FENÓLICAS IDENTIFICADAS EN MIEL DE *Lotus corniculatus*.



A: 1) ácido benzoico.  
2) ácido ferúlico.  
3) ácido cumárico.  
4) kaempferol.

B: 5) 8-metoxikaempferol.  
6) kaempferol 3-metiléter.  
7) quercitina metil éter.  
8) flavona no identificada.

C: 9) chrysin.  
10) pinobanksina.  
11) tectochrysin.  
12) galangina.

TABLA II:

ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES DE *Eucalyptus sp.*

**Muestra N° 1.**

MIRTÁCEAS- <i>Eucalyptus</i>	80,6 %.
COMPUESTAS- Baccharis	17,1 %.
GRAMÍNEAS.	2,3 %.

**Muestra N° 2.**

MIRTÁCEAS - <i>Eucalyptus</i>	97,3 %.
COMPUESTAS- Tipo Baccharis	0,9 %.
LABIADAS - <i>Hyptis mutabilis</i>	0,9 %.
BOMBACACEAS - <i>Chorisia</i>	0,5 %.
COMPUESTAS - <i>Ambrosia tenuifolia</i>	0,4 %.

**Muestra N° 3.**

MIRTÁCEAS - <i>Eucalyptus</i>	97,9 %.
COMPUESTAS - <i>Baccharis salicifolia</i>	0,9 %.
LABIADAS - <i>Hyptis mutabilis</i>	0,4 %.
UMBELIFERAS - <i>Ammi visnaga</i>	0,4 %.
GRAMINEAS -	0,4 %.

**Muestra N° 4**

MIRTACEAS - <i>Eucalyptus</i>	80,1 %.
BORRAGINACEAS- <i>Echium plantagineum</i>	6,3 %.
COMPUESTAS - Baccharis	4,6 %.
UMBELIFERAS - <i>Ammi majus</i>	2,1 %.
LEGUMINOSAS- <i>Lotus corniculatus</i>	2,1 %.
GRAMÍNEAS -	1,1 %.
COMPUESTAS- <i>Ambrosia tenuifolia</i>	0,7 %.
CRUCIFERAS -	0,7 %.
BIGNONACEAS- <i>Dolichandra cynanchoides</i>	0,7 %.
SALICACEAS - <i>Salix</i>	0,4 %.
LABIADAS - <i>Ocimum selloi</i>	0,4 %.
LEGUMINOSAS - <i>Acacia bonariensis</i>	0,4 %.
COMPUESTAS - <i>Xanthium cavanillesii</i>	0,4 %.

**Muestra N° 5.**

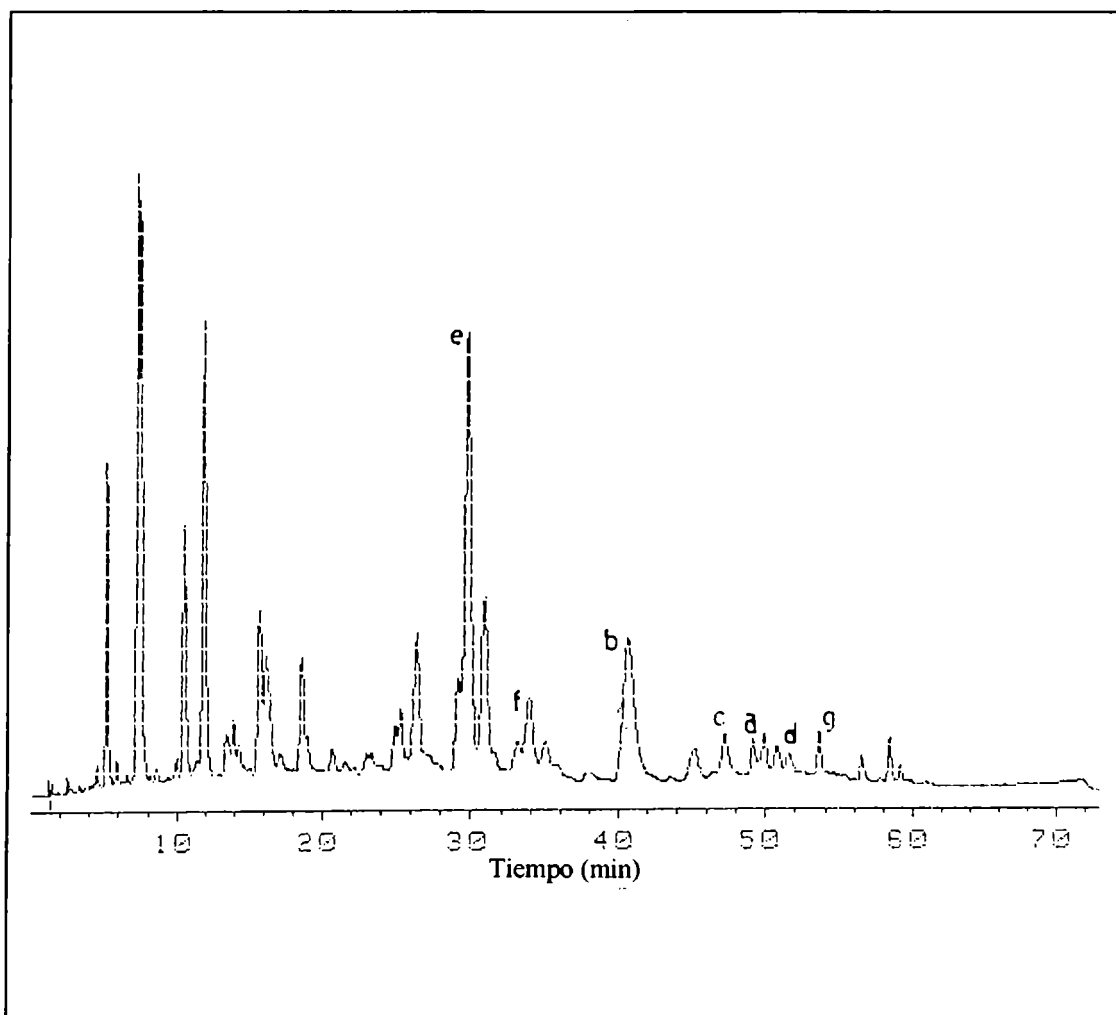
MIRTÁCEAS - <i>Eucalyptus</i>	94,5 %.
COMPUESTAS - <i>Baccharis</i>	3,9 %.
GRAMINEAS	0,8 %.
AMARANTACEAS	0,8 %.

**Muestra N° 6.**

MIRTACEAS - <i>Eucalyptus</i>	61,5 %.
LEGUMINOSAS - <i>Lotus corniculatus</i>	33,7 %.
COMPUESTAS - <i>Baccharis salicifolia</i>	4,4 %.
UMBELIFERAS - <i>Eryngium paniculatum</i>	0,4 %.

FIGURA III: CROMATOGRAMA OBTENIDO  
EN MIEL DE *Eucalyptus sp.*

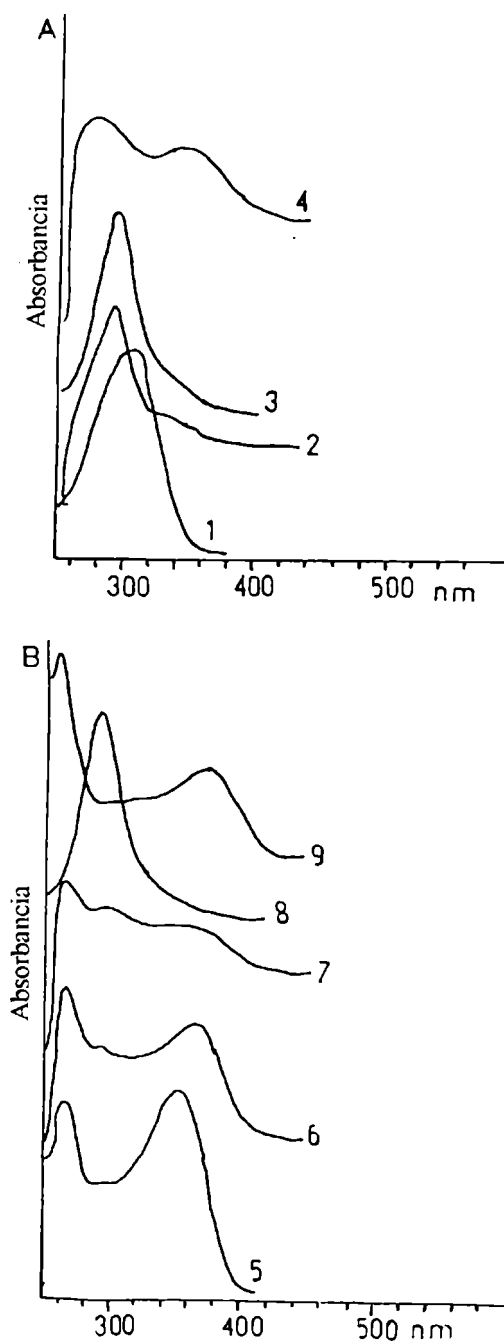
Muestra N° 4: 340 nm.



- a) apigenina.
- b) luteolina.
- c) kaempferol.
- d) kaempferol metil éter.
- e) pinobanksina.
- f) Quercitina.
- g) pinocembrina.



FIGURA IV: ESPECTROS DE SUSTANCIAS FENÓLICAS IDENTIFICADAS EN MIEL DE *Eucalyptus* sp.



**A:** 1) ácido cumárico (290 nm)  
2) pinocembrina (290 nm)  
3) pinobanksina (290 nm)  
4) apigenina (340 nm)

**B:** 5) luteolina (340 nm).  
6) kaempferol (340 nm).  
7) kaempferol metil éter (340 nm).  
8) pinobanksina (340 nm).  
9) quercitina (340 nm).

**TABLA III:**  
**ESPECTRO POLÍNICO DE LAS MIELES**  
**DE *Echium plantagineum*.**

**Muestra N° 1**

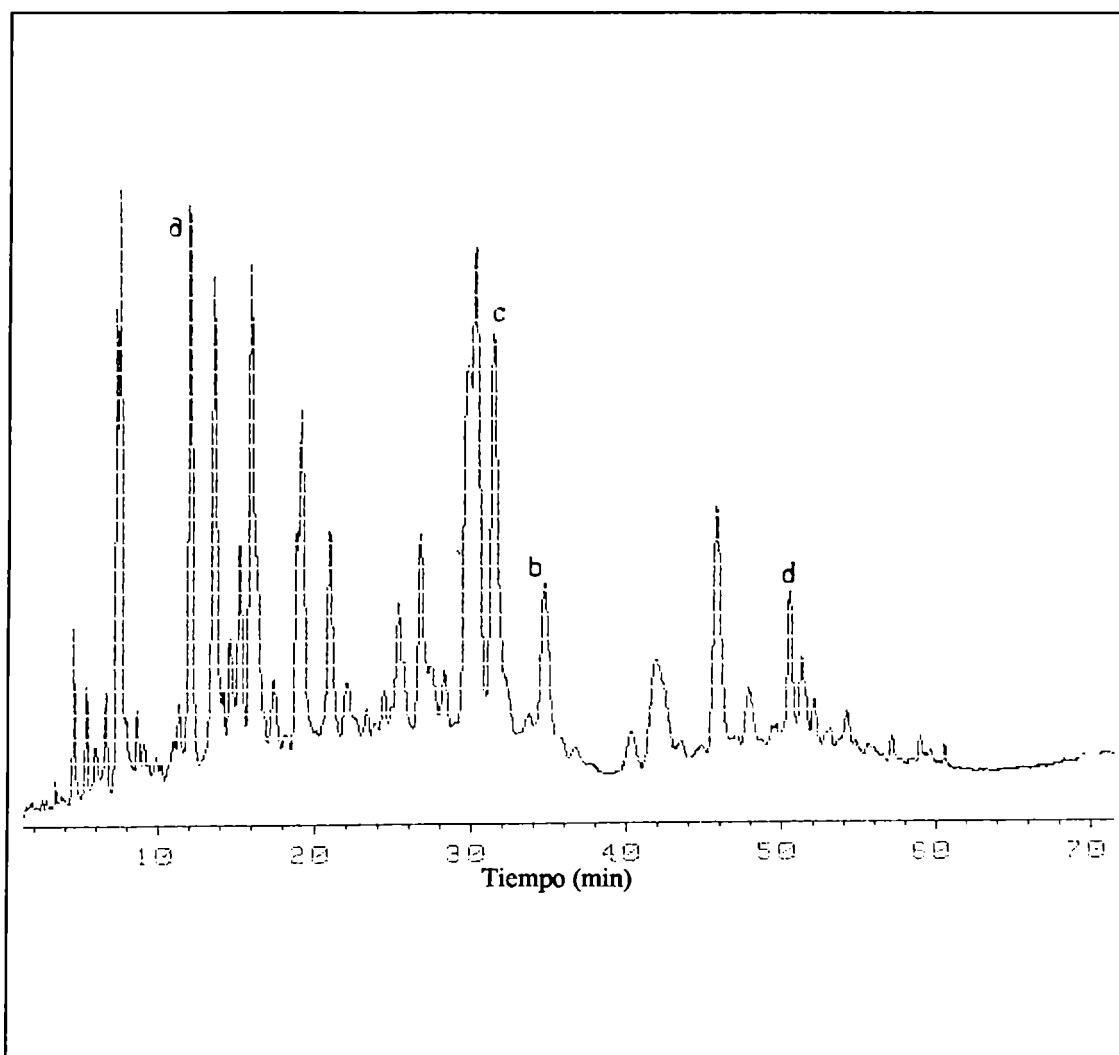
BORRAGINACEAS - <i>Echium plantagineum</i>	73,3 %.
MIRTACEAS - Eucaliptus	15,7 %.
SALICACEAS	5,6 %.
COMPUESTAS- Bidens	1,4 %.
RAMNACEAS - <i>Scutia buxifolia</i>	1,0 %.
SOLANACEAS - <i>Petunia</i>	0,7 %.
COMPUESTAS - <i>Baccharis articulata</i>	0,7 %.
COMPUESTAS - <i>Vernonia squarrosa</i>	0,7 %.
CRUCIFERAS	0,7 %.
LABIADAS - <i>Stachys arvensis</i>	0,3 %.
RUTACEAS	0,3 %.

**Muestra N° 2**

BORRAGINACEAS - <i>Echium plantagineum</i>	76,5 %.
MIRTACEAS - <i>Eucaliptus tereticornis</i>	8,2 %.
RUTACEAS - Citrus	6,0 %.
LEGUMINOSAS - <i>Desmodium canum</i>	4,9 %.
RAMNACEAS - <i>Scutia buxifolia</i>	1,8 %.
LEGUMINOSAS - <i>Melilotus albus</i>	1,1 %.
POLIGALACEAS - <i>Polygala Duarteana</i>	0,5 %.
CRUCIFERAS - <i>Brassica campestris</i>	0,3 %.
CAPRIFOLIACEAS - <i>Lonicera japonica</i>	0,2 %.
VERBENACEAS - <i>Verbena rigida</i>	0,2 %.

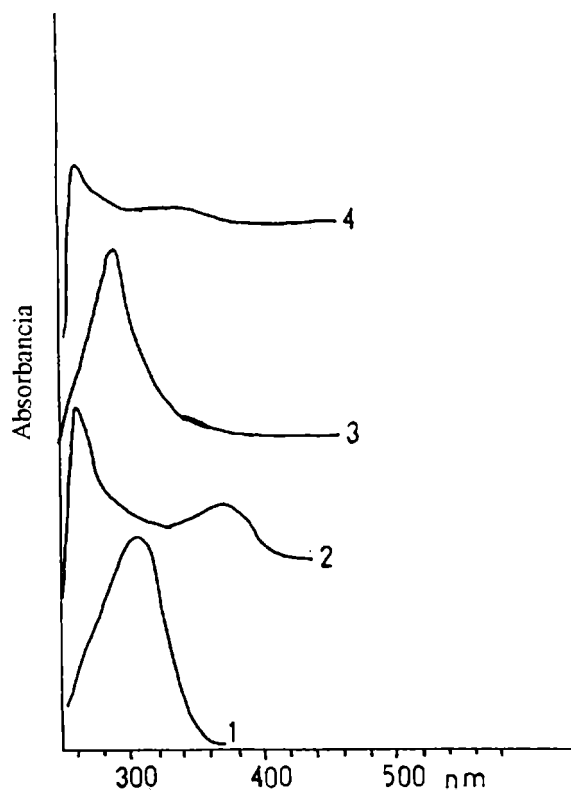
FIGURA V: CROMATOGRAMA OBTENIDO  
EN MIEL DE *Echium plantagineum*.

Muestra N° 1 : 340 nm.



- a) ácido cumárico.
- b) quercitina.
- c) Pinobanksina.
- d) Apigenina.

FIGURA VI: ESPECTROS DE SUSTANCIAS FENÓLICAS IDENTIFICADAS EN MIEL DE *Echium plantagineum*.



- 1) ácido cumárico (340 nm).
- 2) quercitina (340 nm).
- 3) pinobanksina (340 nm).
- 4) apigenina (340 nm).

FIGURA VII: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DE LAS FLAVONAS DIHIDROFISETINA Y DIHIDROQUERCITINA.

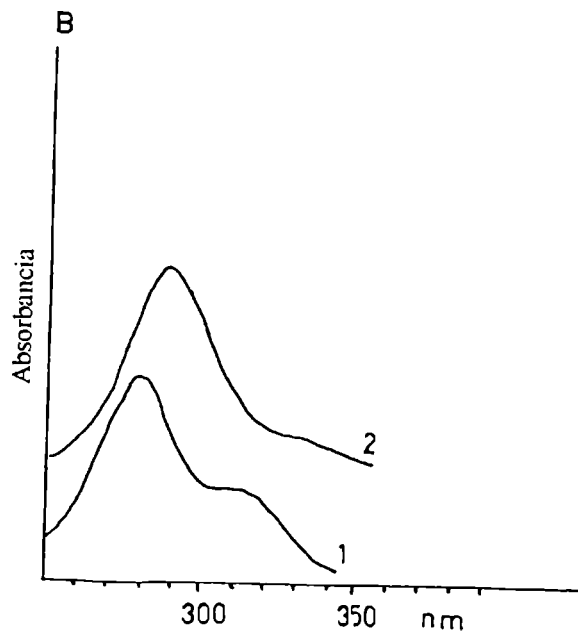
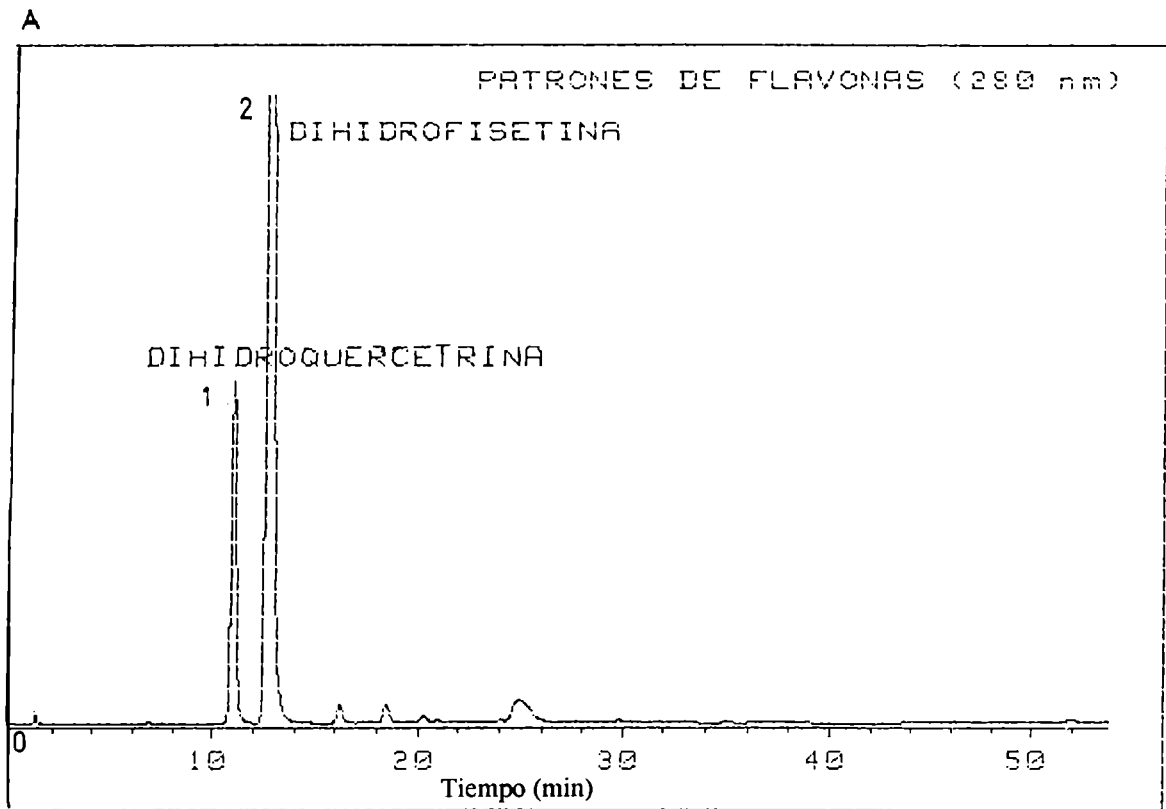




FIGURA VIII: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DE LAS FLAVONAS HESPERIDINA, CHRYSINA, APIGENINA Y GALANGINA.

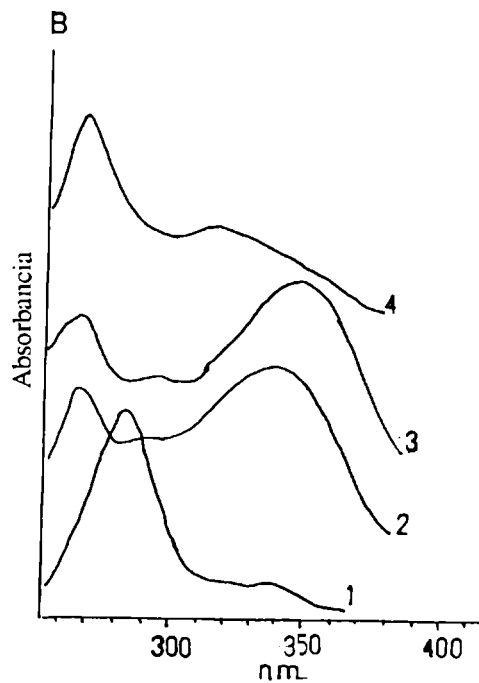
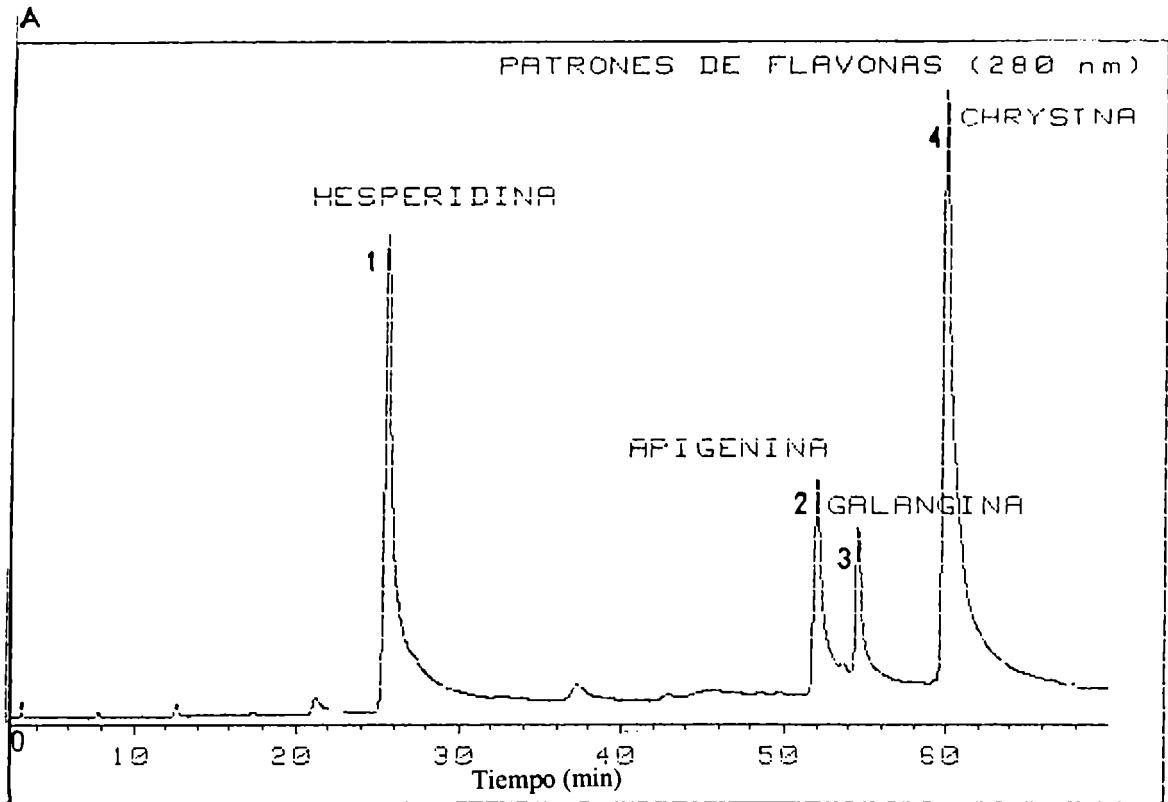


FIGURA IX: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DEL PATRÓN CATEQUINA.

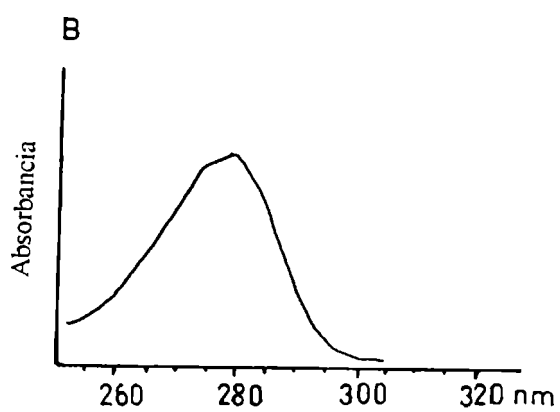
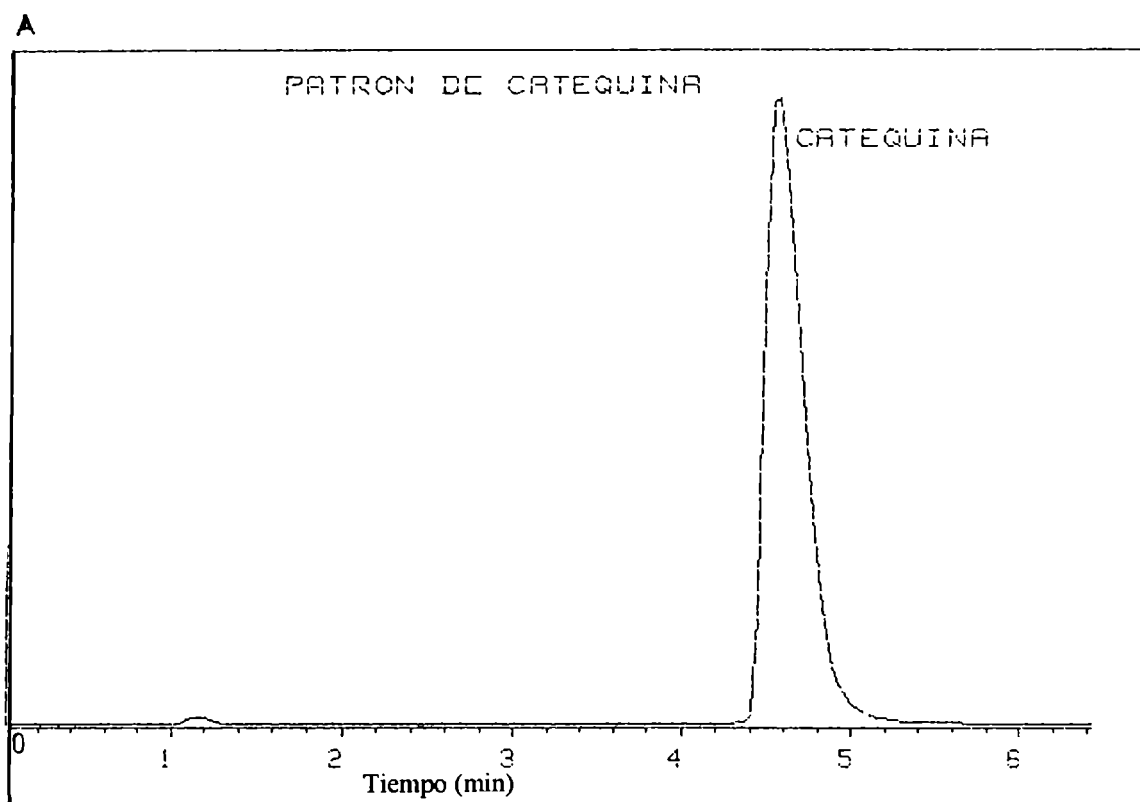


FIGURA X: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DEL PATRÓN EPICATEQUINA.

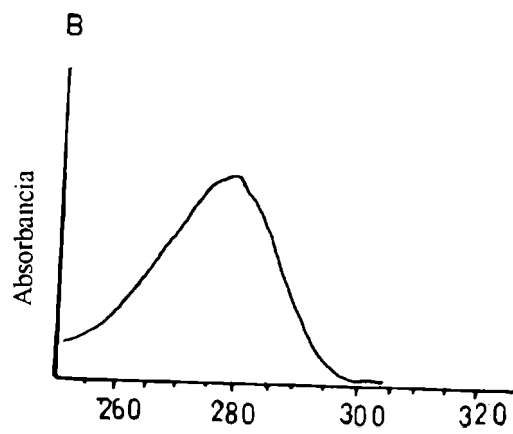
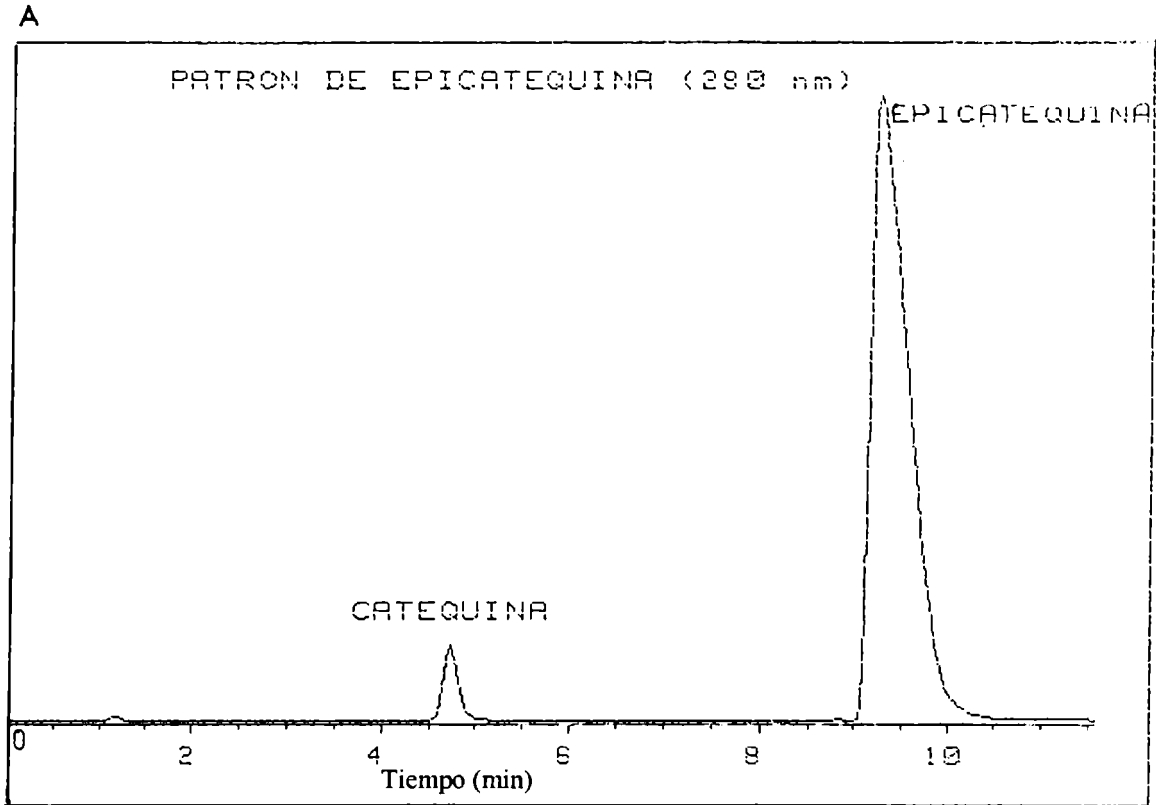


FIGURA XI: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DE LOS ÁCIDOS CUMÁRICO, FERÚLICO Y CAFEICO.

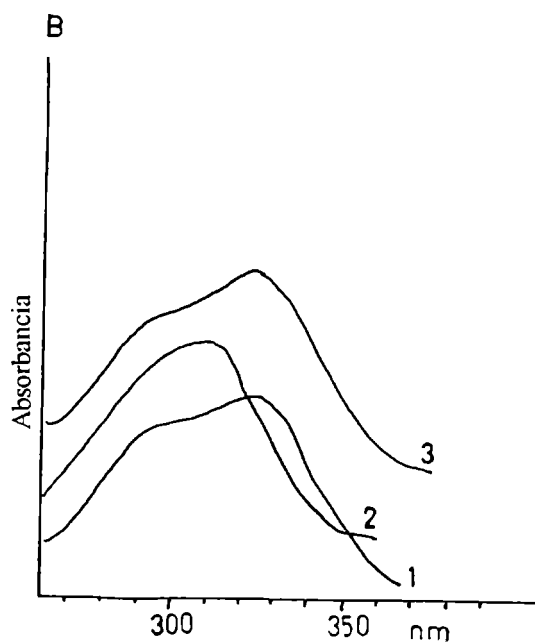
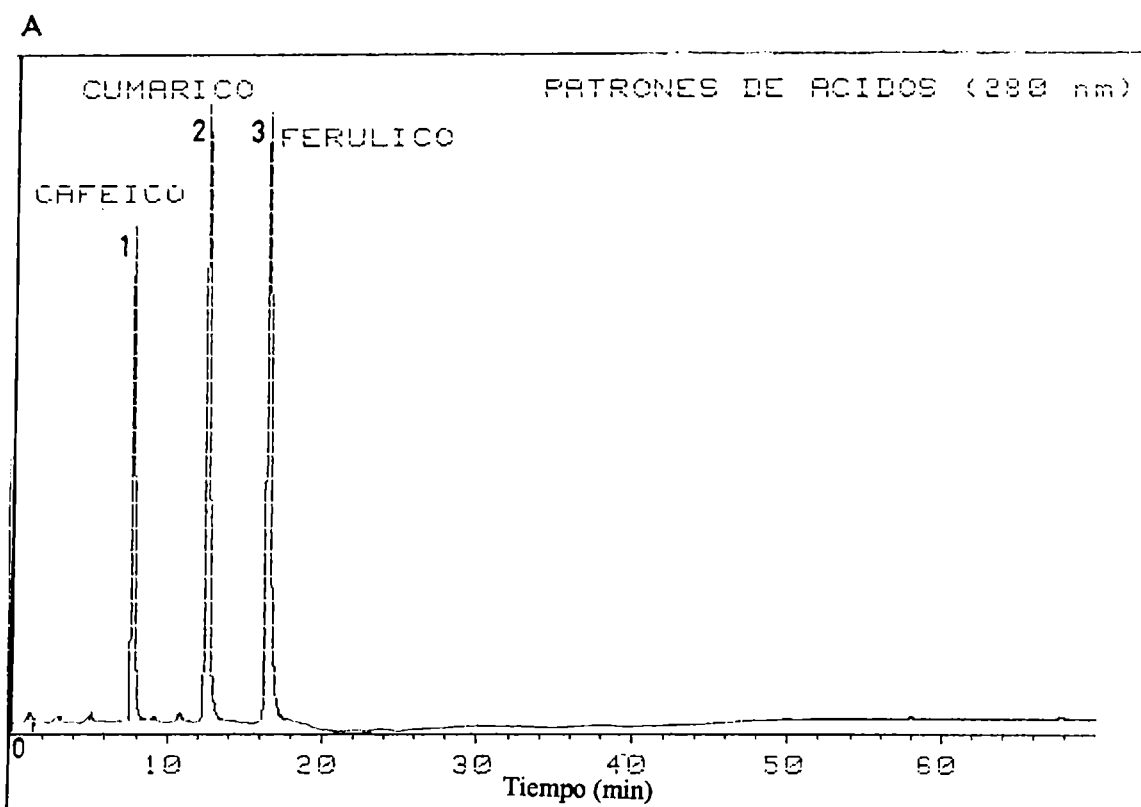


FIGURA XII: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DE LOS ÁCIDOS PROTOCATÉQUICO Y SINÁPICO.

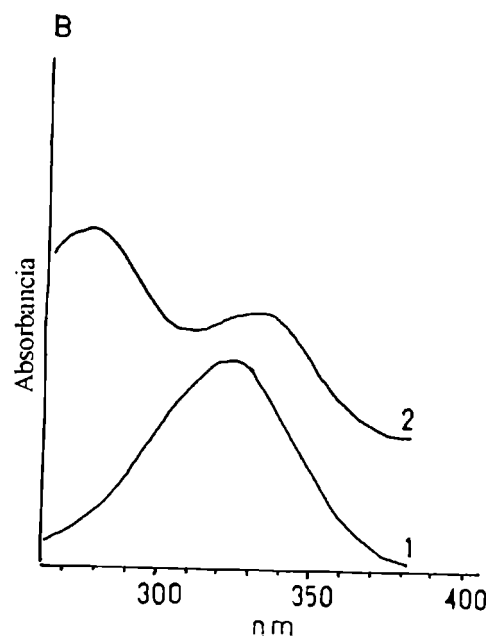
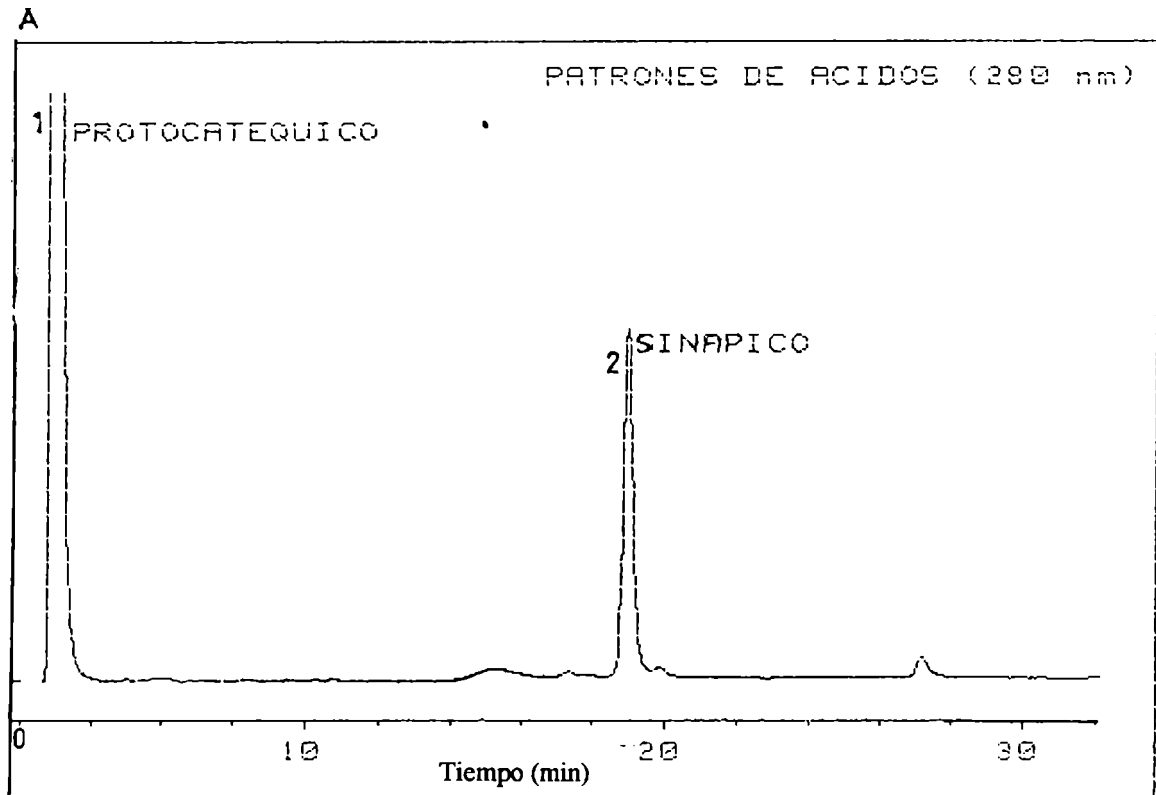




FIGURA XIII: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DE LOS ÁCIDOS  
HIDROXIBENZOICO Y SIRÍNGICO.

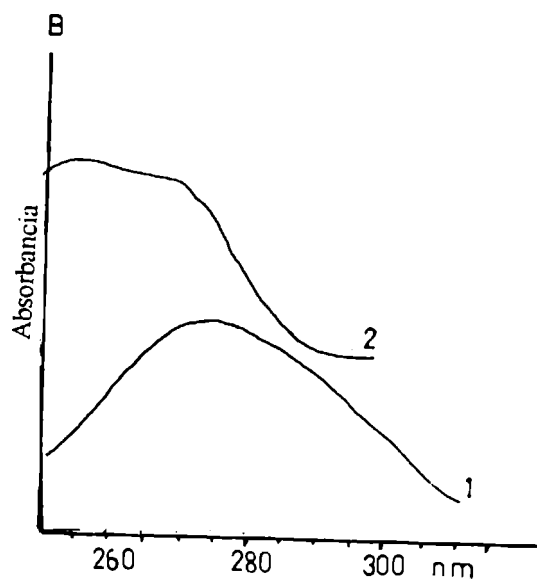
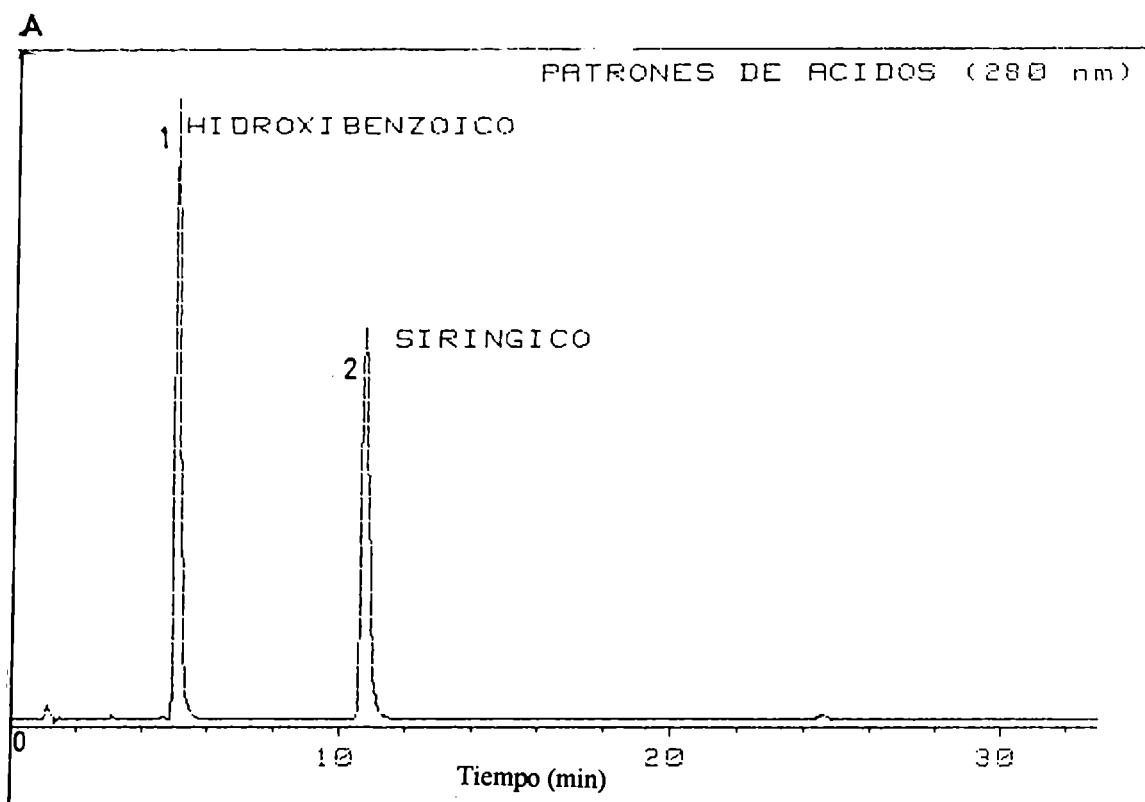
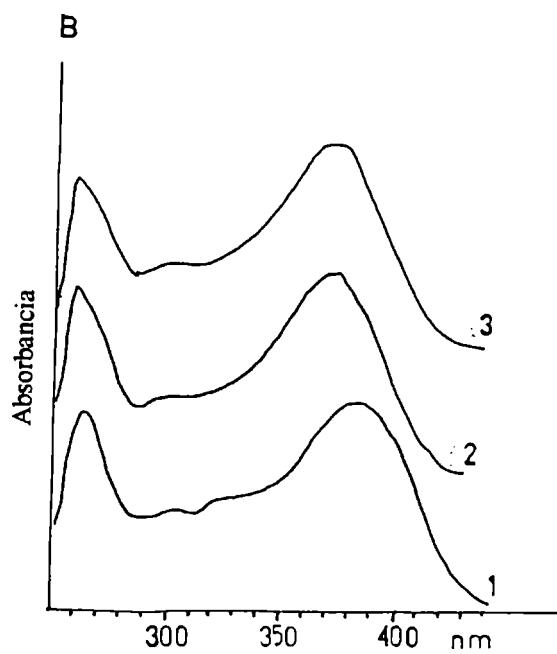
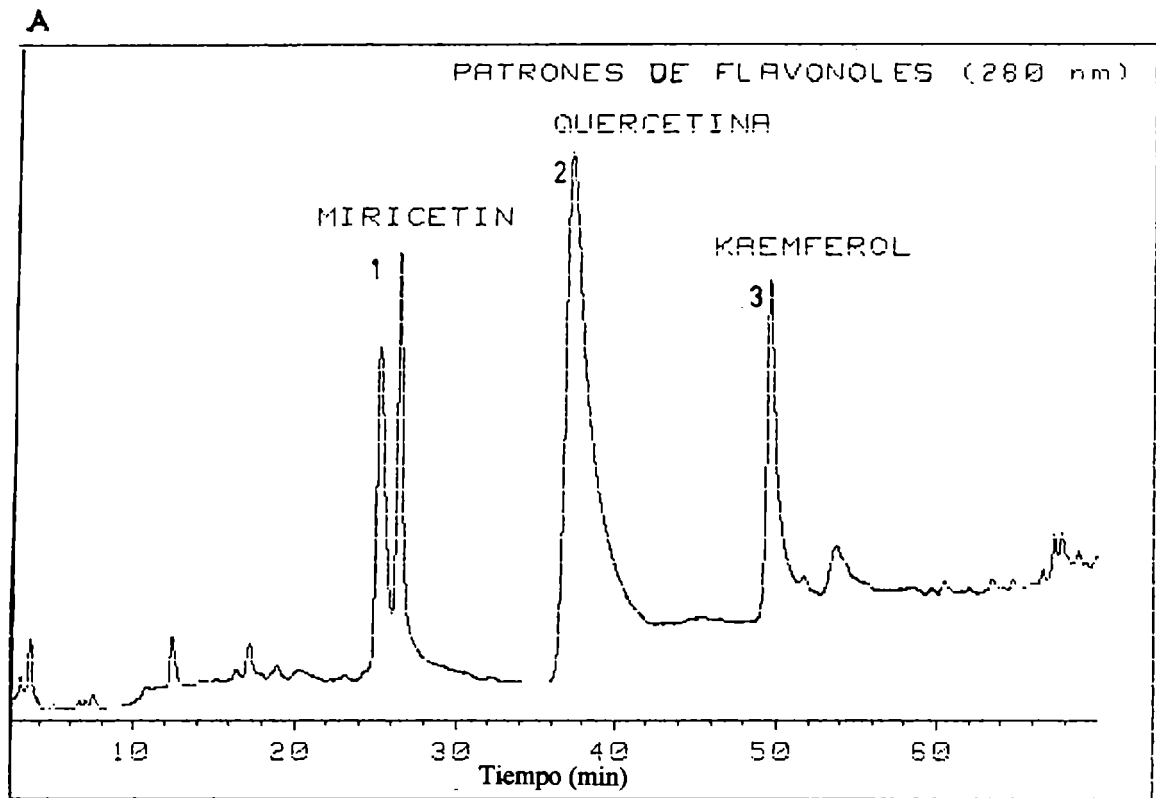


FIGURA XIV: A) CROMATOGRAMA Y B) ESPECTRO DE LOS FLAVONOLES MIRICETIN, QUERCITINA Y KAEMPFEROL.



#### 4.1.5.3. Discusión de los resultados.

Las muestras analizadas fueron previamente clasificadas por origen botánico a través del clásico análisis melisopalinológico (Maurizio y Louveaux, 1978) a fin de tener la seguridad de trabajar sobre mieles monoflorales. Se analizaron 6 muestras de miel de *Eucalyptus sp*, cuyo porcentaje de polen varía del 60 % al 97,9 %, la mayoría de ellas poseen más del 80 % de polen de esa especie; cuatro muestras de miel de *Lotus corniculatus* conteniendo entre 36 % y 78 % de polen de esa especie, y dos muestras de miel de *Echium plantagineum*, considerada en Argentina como de producción no tradicional, muy poco explotada comercialmente.

Los resultados mostraron que las distintas mieles presentan un perfil de flavonoides diferente de acuerdo a su origen floral (Figuras I, III y V), pero presentando algunas variaciones entre mieles monoflorales de la misma especie.

Fueron identificados algunos derivados de ácidos fenólicos como ácido cumárico, ácido ferúlico, ácido sinápico y ácido benzoico. También flavonas, como chrysin, apigenina, luteolina, tectochrysin; flavanonas como pinobanksina y pinocembrina; flavonoles como kaempferol, 8-metoxikaempferol, quercitina y galangina. También se identificaron éteres metílicos de los flavonoles quercitina y kaempferol.

Estos compuestos fueron identificados en su mayoría por comparación con patrones, por sus espectros y tiempos de retención en las mieles de distinto origen floral.

##### Mieles de *Lotus corniculatus*.

Se observó que las mieles de *Lotus corniculatus* con más de 42 % de polen de esta especie (muestras 1 y 4) presentan un cromatograma similar mientras que se encontró diferencias en mieles con menos de 42 % de polen.

Se comprobó que a medida que aumenta el porcentaje de polen de una misma especie, (*Lotus corniculatus*), la cantidad de sustancias fenólicas disminuye, en cambio en mieles con contenidos bajos de polen (< 42 %) se encuentran mayor cantidad de distintas sustancias fenólicas seguramente por influencia de la flora acompañante. En estas mieles se identificaron los ácidos cumárico, ferúlico, y benzoico. Flavanonas como pinobanksina (3,5,7, trihidroflavanona), flavonoles como kaempferol (3,5,7,4' tetrahidroxiflavona), 8- metoxikaempferol (3,5,7,4' tetrahidroxi-8-metoxiflavona), galangina (3,5,7, trihidroxiflavona), éteres metílicos de kaempferol y quercitina, kamepferol 3- metil éter (5,7,4'- trihidroxi-3-metoxiflavona) y quercitina 3 metil éter (5,7,3',4' - tetrahidroxi-3-metoxiflavona). Además la presencia de tectochrysin (5-hidroxi-7-metoxiflavona) y chrysin cuyos espectros de absorción se muestran en la Figura II.

En cambio para las mieles con más de 42 % de polen de *Lotus corniculatus*, (muestra 1), se identificaron los ácidos cumárico, benzoico, ferúlico, sinápico y los flvonoles 8- metoxikaempferol y kaempferol (Figura I).

##### Miel de *Eucalyptus sp*.

En las mieles de *Eucalyptus sp* el polen de esta especie se encuentra hiper representado, es decir que generalmente estas mieles contienen porcentajes mayores del 90 %, para comprobar la influencia de la cantidad de polen en el espectro de flavonoides, se analizaron además, muestras con contenidos bajos, como el 60 % y medios como el 80 %.

Las mieles de *Eucalyptus sp* se caracterizan por contener más flavonoides que ácidos fenólicos, presentando el conjunto de muestras con más del 95 % de polen de esta especie un perfil de flavonoides muy similar. Las mieles con menos de 95 % de polen de *Eucalyptus sp* muestran diferencias en sus cromatogramas sobre todo en la cantidad de sustancias fenólicas presentes (Figura III). Se han podido identificar en estas muestras flavanonas, principalmente pinobanksina (a 340 nm) y pinocembrina (a 290 nm); flavonas como luteolina (5,7,3',4' Tetrahidroxiflavona) y apigenina (5,7,4' Trihidroxiflavona) y flavonoles como la quercitina (todos a 340 nm) y ácido cumárico (a 290 nm) cuyos espectros de absorción se muestran en la Figura IV.

También se observaron cuatro compuestos con espectro de flavonol que no han sido identificados y que aparecen en la mayoría de las muestras (Figura III).

Del análisis de los resultados se desprende que las muestras con menor cantidad de polen de eucalyptus (<95 %) presentan una flora acompañante importante lo que contribuye a aumentar la variedad de sustancias fenólicas presentes, en cambio las que contienen mucho polen de eucalyptus (> 95 %) muestran un perfil de flavonoides más característico. Estos resultados sugieren que el mínimo porcentaje de polen para considerar una miel de Eucalyptus como monofloral debería ser de 95 %.

#### Mieles de *Echium plantagineum*.

Otras de las mieles estudiadas fueron las de *Echium plantagineum*. Si bien sólo se analizaron 2 muestras, las mismas presentan un perfil de flavonoides característico y muy similar. No se observa la presencia de ácidos fenólicos, excepto el cumárico, posiblemente se encuentren catequina y epicatequina pero no se ha podido confirmar. Sí se identificaron flavonas como la apigenina, flavanonas como la pinobanksina y flavonoles como la quercitina. Se encuentra un compuesto no identificado que absorbe a 283 nm con tiempo de retención 7 que parece característico y en mucha cantidad, que podría ser una dehidroflavona.

#### 4.1.5.4. Conclusiones.

- Los resultados del estudio demuestran que las mieles del mismo origen floral poseen un perfil de flavonoides muy semejante dependiendo del contenido de polen.
- Las mieles de *Lotus corniculatus* parecen caracterizarse con un perfil de sustancias fenólicas menos variado cuando el porcentaje de polen de esta especie es mayor del 45 %.
- Las mieles de *Eucalyptus sp* presentan un espectro de sustancias fenólicas más definido cuando contienen porcentajes altos (> 95 %) de polen de eucalyptus, valor que debería tomarse como límite mínimo para considerar una miel como monofloral.
- Las mieles de *Echium plantagineum* presentan un perfil de sustancias fenólicas muy similar que incluye ácido cumárico, quercitina, pinobanksina y apigenina.
- En mieles de distinto origen floral se observan diferencias en su perfil de flavonoides.

- Estos resultados corroboran lo dicho por otros autores de que los flavonoides podrían constituir elementos útiles como indicadores quimiotaxonómicos del origen botánico de las mieles, y serían de ayuda en la caracterización de mieles monoflorales, sobre todo si se completa con otros parámetros químicos.
- También este análisis constituiría una alternativa importante para independizarse del análisis melisopalinológico, que a los fines prácticos, resulta difícil y engorroso.



ANEXO VI

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

- Tabla I: Espectro polínico de las mieles de *Lotus corniculatus*.  
Figura I: Cromatogramas obtenidos en las mieles de *Lotus corniculatus*.  
Figura II: Espectros de sustancias fenólicas identificadas en miel de *Lotus corniculatus*.  
Tabla II: Espectro polínico de las mieles de *Eucalyptus sp.*  
Figura III: Cromatogramas obtenidos en las mieles de *Eucalyptus sp.*  
Figura IV: Espectros de sustancias fenólicas identificadas en miel de *Eucalyptus sp.*  
Tabla III: Espectro polínico de las mieles de *Echium plantagineum*.  
Figura V: Cromatogramas obtenidos en las mieles de *Echium plantagineum*.  
Figura VI: Espectros de sustancias fenólicas identificadas en miel de *Echium plantagineum*.  
Figura VII: Cromatograma y espectros de las flavonas dihidrofisetina y dihidroquercitina.  
Figura VIII: Cromatograma y espectros de las flavonas hesperidina, chrysin, apigenina y galangina.  
Figura IX: Cromatograma y espectros de catequina.  
Figura X: Cromatograma y espectros de epicatequina.  
Figura XI: Cromatograma y espectros de los ácidos cumárico, ferúlico y cafeico.  
Figura XII: Cromatograma y espectros de los ácidos protocatéquico y sinápico.  
Figura XIII: Cromatograma y espectros de los ácidos hidroxibenzoico y siríngico.  
Figura XIV: Cromatograma y espectros de los flavonoles miricetin, quercitina y kaempferol.

# ***MIELES MONO Y MULTIFLORALES***

---

**4.2**

**4.2.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CRISTALIZACIÓN Y PROPIEDADES TÉRMICAS DE MIELES MONO Y MULTIFLORALES EN RELACIÓN AL ORIGEN BOTÁNICO.**

**4.2.1.1. Introducción.**

Las características físico químicas de las mieles, estrechamente relacionadas con su origen botánico, influyen en la velocidad y el tipo de cristalización que presentan.

Después del período de decantación y la subsiguiente limpieza, la miel está lista para la venta, sea al por menor o al por mayor. Luego de este período, las mieles comienzan a cristalizar, proceso natural de cambio en el estado físico de la miel que ha de ser controlado por su incidencia en la aplicación de los tratamientos tecnológicos y por su importancia en la presentación del producto (Piana, 1989).

Las mieles son soluciones sobresaturadas de glucosa con un alto contenido de fructosa que pueden cristalizar con el tiempo. En este fenómeno interviene principalmente la glucosa, que es menos soluble que la fructosa (Serra, 1989).

La velocidad de cristalización, forma, tamaño y densidad de los cristales, varían con la composición de la miel y la temperatura ambiental (Serra, 1986). Se tienen como núcleos de cristalización a los microcristales de glucosa que pueden ser de diferentes tamaños. El tamaño y número de ellos determina en la miel el tipo y facilidad de cristalización.

Una de las variables de mayor importancia en este proceso es la composición de los azúcares. Como norma general las mieles con contenidos muy altos de glucosa cristalizan más rápidamente y viceversa. Si bien en las mieles la proporción de fructosa es generalmente mayor que la de glucosa, su alta solubilidad ejerce una acción inhibitoria en el fenómeno (Sánchez Barrio, 1993). La tendencia a cristalizar de las mieles es variable; depende en gran parte de la relación glucosa/agua (White y col., 1962).

En lo que se refiere al origen botánico, en el caso de las mieles multiflorales se sabe que la predominancia de ciertas especies florales influye en su forma de cristalizar, como así también en el tamaño y características táctiles de los cristales (Serra, 1989).

También se relaciona con la cristalización de la miel a ciertas propiedades térmicas como la temperatura de fusión y la entalpía de transición térmica. Lupano (1998) comprobó que las temperaturas entre 25 y 45°C corresponden a la fusión de cristales finos y las comprendidas entre 45 y 65°C a cristales gruesos.

En este trabajo se estudia la variación de la relación glucosa/agua en mieles mono y multiflorales argentinas y su relación con la especie floral predominante, además de su validez como indicadora de cristalización.

Este estudio, sumado a los resultados de los ensayos calorimétricos, permitirán adquirir la información necesaria para adaptar o racionalizar los tratamientos tecnológicos.

#### 4.2.1.2. Resultados.

Se estudiaron 40 muestras de mieles multiflorales. Para la selección de las muestras se determinó en primer lugar el origen floral y posteriormente el contenido de humedad para poder evaluar la cristalización en muestras con diferentes porcentajes de humedad pero en un rango donde se encuentren la mayoría de las mieles destinadas al procesamiento y consumo. Se eligieron mieles que contienen entre 16 y 19 % de humedad.

El origen floral de las muestras se muestra en la Tabla I, donde se puede apreciar la presencia de una variada flora formada por 83 tipos morfológicos clasificados como género y especie agrupados en 28 familias. Los tipos morfológicos de mayor frecuencia se muestran en el Gráfico I. El Gráfico II representa las familias identificadas destacándose la presencia de *Borraginaceae*, *Compositae*, *Cruciferae*, *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Rhamnaceae* y *Umbelliferae*.

Los tipos polínicos fueron cuantificados de acuerdo a la clasificación de la Comisión Internacional de Botánica (1978) y los que se encuentran en cada una de las categorías (D: > 45 %, S: 16-45 % y s:3-16 %) se representan en los Gráficos III, IV y V, respectivamente.

El estudio físico-químico en este caso incluyó las determinaciones de glucosa, humedad, temperatura y entalpía de fusión, estimación de la actividad acuosa, y en base a la relación glucosa/agua se determinaron los grados de cristalización de acuerdo a la tabla de White y col. (1962). Los promedios y la desviación estándar máxima en % de los valores se observan en la Tabla II.

En la Figura I se muestran los termogramas obtenidos por calorimetría diferencial de barrido: A : muestras 2, 4, 7 y 9; B: 10,11,12 y 20; C:23, 25, 26, 31 y 30; D: 32, 33, 36 y 37.

Con los resultados obtenidos se calcularon los valores mínimo, máximo, media y desviación estándar (Tabla III).

La distribución por frecuencia de los parámetros físico-químicos se representa en el Gráfico VI, de donde se extraen los valores que contienen la mayor cantidad de muestras.

Las características de cristalización fueron observadas en forma visual, evaluándose el estado físico y consistencia de las mieles; el tamaño de los cristales y la sensación al tacto relacionada con la dureza o la blandura (Tabla IV). La distribución por frecuencia de estas características se presenta en el Gráfico VII.

TABLA I: ESPECTRO POLÍNICO DE MIELES MULTIFLORALES

Origen bot./Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>AMARANTHACEAE</b>																				
<i>Amaranthus quitensis</i>																				r
<i>Amaranthus viridis</i>		r																		
<i>Iresini diffusa</i>							r	s												
<b>BORRAGINACEAE</b>																				
<i>Echium plantagineum</i>	s	S			s	r				s	r		S	s			r	D		
<i>Heliotropum nicotianaefoliu</i>																				
<b>COMPOSITAE</b>																				
<i>Ambrosia tenuifolia</i>																				
<i>Anthemis cotula</i>										s			s					r		
<i>Aspilia pascaloides</i>											r	r								
<i>Baccharis spp</i>																				
<i>Baccharis articulata</i>																				
<i>Baccharis drancunculifolia</i>																				
<i>Baccharis pingraea</i>												S								
<i>Baccharis punctulaca</i>								S	D											
<i>Baccharis spincata</i>															S					
<i>Baccharis ulicina</i>																				
<i>Carduus acanthoides</i>																	r		r	
<i>Carduus nutans</i>																		r		
<i>Cichorium intybus</i>						r	r				r									
<i>Cirsum vulgare</i>									r		r				r					r
<i>Conyza bonariensis</i>																				S
<i>Eupatorium tweediana</i>																	r			
<i>Grindelia pulchella</i>																				
<i>Lactuca serriola</i>					s															
<i>Senecio grisebachii</i>													s		s					
<i>Solidago chilensis</i>									S											
<i>Sonchus oleraceus</i>																			r	r
<i>Xanthium spinosum</i>																				
Otros	r																			r

**Referencias:**

**D: > 45 %**

**s: 3 - 16 %**

**S: 16 - 45 %**

**r: < 3 %**



CONTINUACIÓN TABLA I

Origen bot./Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>CRUCIFERAE</b>																				
Brassica campestris																				
Raphanus sativus																				
Rapistrum rugosum	s	r	r	r	S	s	r	r	r	D		r	s	s		s	S	s	s	r
<b>ESCROFULARIACEAE</b>																				
Gerardia communis																				
Otros													r							
<b>EUPHORBEACEAE</b>																				
Ricinus communis																				s
Sapium Haematospermum	s	s																		
<b>GRAMINEAE</b>																				
Otros											r				s					r
<b>LABIATAE</b>																				
Ocimus selloi											r									
<b>LEGUMINOSAE</b>																				
Acacia bonariensis														r						
Lotus corniculatus	s	r	r	S	S	S	D	D	r	S	D	D			s		S	s	D	S
Medicago sativa									r	r				r						r
Melilotus albus		S	D	D	s	S	s	s	s		r	r			S	r	s	S	s	
Mimosa pilulifera																				
Prosopis nigra																r	r			
Trifolium polymorphum											s									
Trifolium repens																				S
Otros	r																			
<b>SOLANEACEAE</b>																				
Nicotiana longiflora																				r
Solanum sisymbriifolium		s																		
<b>LYTHRACEAE</b>																				
Heimia salicifolia													S							

**REFERENCIAS:**

**D:** > 45 %

**s:** 3 - 16 %

**S:** 16 - 45 %

**r:** < 3 %



CONTINUACIÓN TABLA I

Origen bot./Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>MELIACEAE</b>																				
Melia azedarach													r							
<b>MYRTACEAE</b>																				
Eucalyptus spp		s		s		r		r												
Eucalyptus camandulensis	D															r	s			
Eucalyptus tereticornis					s				r											
Myrcianthes cisplatensis													s		s					
<b>NYCTAGINACEAE</b>																				
Bounganvillea spectabilis			r																	
<b>OLEACEAE</b>																				
Ligustrum lucidum																			r	
<b>OXALIDACEAE</b>																				
Oxalis hispidula											r									
<b>QUENOPODEACEAE</b>																				
Chenopodium ambrosioides															r					
<b>RHAMNACEAE</b>																				
Discardia longispina											r									
Scutia buxifolia					r								S	D	s	D	s	s	s	r
<b>SALICACEAE</b>																				
Salix humboldtiana													s	r	S	s				
<b>UMBELLIFERAE</b>																				
Ammi majus		s	S	r	s	S	s				s	s						S		
Ammi visnaga				s	s				r				S	s	S	r			s	s
Eryngium paniculatum	s									s				s						
<b>VERBENACEAE</b>																				
Verbena platensis																				r

**REFERENCIAS:**

**D:** > 45 %

**s:** 3 - 16 %

**S:** 16 - 45 %

**r:** < 3 %



CONTINUACIÓN TABLA I.

Origen bot./Muestras	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>BORRAGINACEAE</b>																				
Echium plantagineum		r				r	s		r	D	S	S	s	S			S		s	D
Heliotropum nicotianaefoliu																			r	
<b>CAPRIFOLIACEAE</b>																				
Lonicera Japónica										r										r
<b>COMPOSITAE</b>																				
Ambrosia tenuifolia						r														
Aspilia pascaloides																				r
Baccharis spp															s					
Baccharis articulata									s											
Baccharis drancunculifolia												r	r	r						
Baccharis ulicina			s																	
Carduus acanthoides																				
Carduus nutans		r																		
Cichorium intybus																r				
Grindelia pulchella																	S			
Xanthium spinosum		r																		
Otros														r						
<b>CRUCIFERAE</b>																				
Brassica campestri			s							r										
Raphanus sativus									r											
Rapistrum rugosum		s		r	s	r	r							r		r				
<b>ESCROFULARIACEAE</b>																				
Gerardia communis												s	s							
<b>EUPHORBEACEAE</b>																				
Sapium Haematospermun								r				r								
<b>GRAMINEAE</b>																				
Otros		r										r					s			
<b>IRIDACEAE</b>																				
Sisyrinchum minus																r				

**Referencias:**

**D:** > 45 %. **S:** 16-45 %.

**s:** 3-16 % **r:** < 3 %



CONTINUACIÓN TABLA I.

Origen bot./Muestras	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>LABIATAE</b>																				
<i>Hyptis mutabilis</i>			s									r		r						
<i>Stachys arvensis</i>																	s			
<b>LEGUMINOSAE</b>																				
<i>Acacia bonariensis</i>																				r
<i>Desmodium canun</i>							s	s		s										
<i>Lotus corniculatus</i>	D	r	s		S	S		D		r										r
<i>Melilotus albus</i>	s	D	S							r		s								r
<i>Mimosa pilulifera</i>												r								
<i>Trifolium polymorphum</i>				r																
<i>Trifolium pratense</i>	s						D													
<b>MYRTACEAE</b>																				
<i>Eucalyptus spp</i>																				
<i>Eucalyptus camandulensis</i>																	D			
<i>Eucalyptus tereticornis</i>				D		D	S		D	s	D	D	D	D	D	D		D	D	r
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>		S																	r	
<i>Ligustrum lucidum</i>		r																		
<b>OXALIDACEAE</b>																				
<i>Oxalis hispidula</i>			s												r					
<b>PALMAE</b>																				
<i>Syagrus yatay</i>													s							
<b>PASSIFLORACEAE</b>																				
<i>Passiflora caerulea</i>															r	r				
<b>POLIGALEACEAE</b>																				
<i>Polygala Duarteana</i>										r										r
<b>QUENOPODEACEAE</b>																				
<i>Chenopodium album</i>		s																		

**REFERENCIAS:**

**D:** > 45 %

**s:** 3 - 16 %

**S:** 16 - 45 %

**r:** < 3 %

CONTINUACIÓN TABLA I.

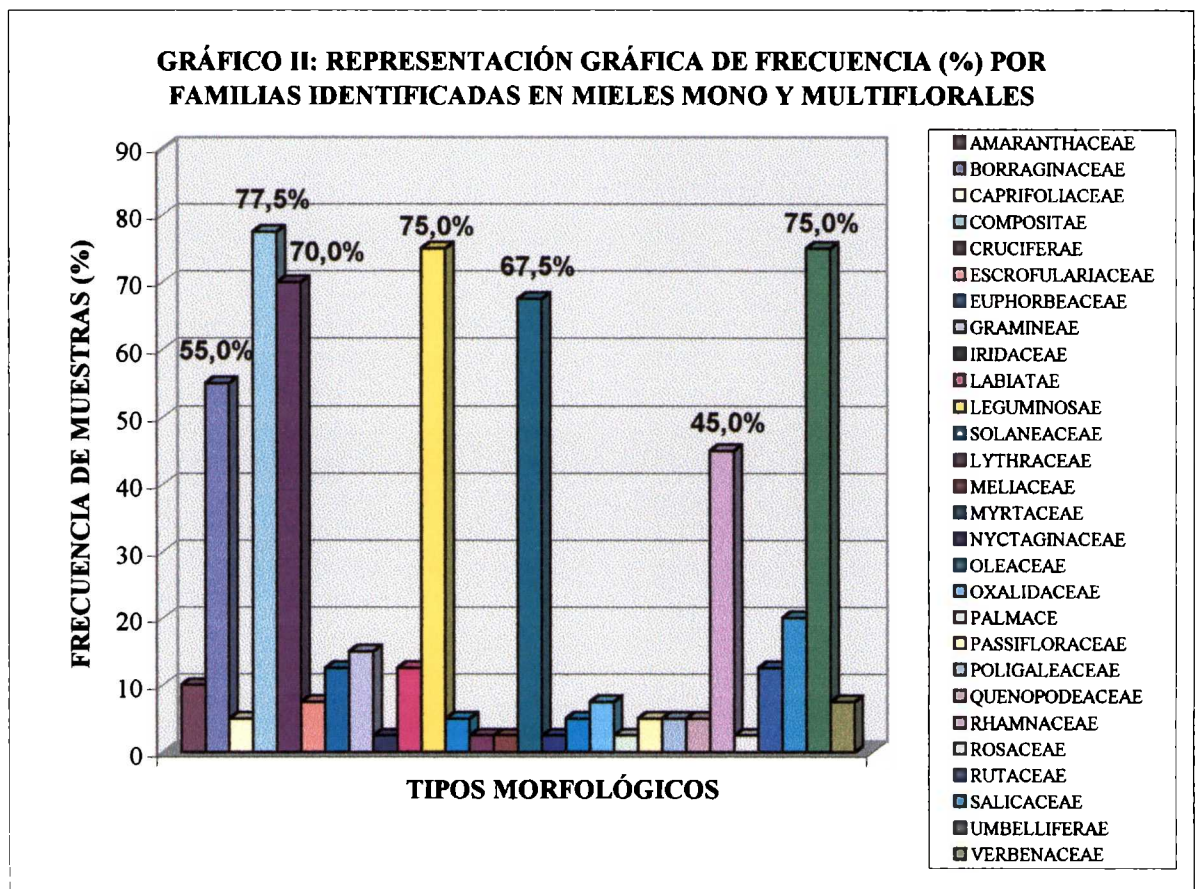
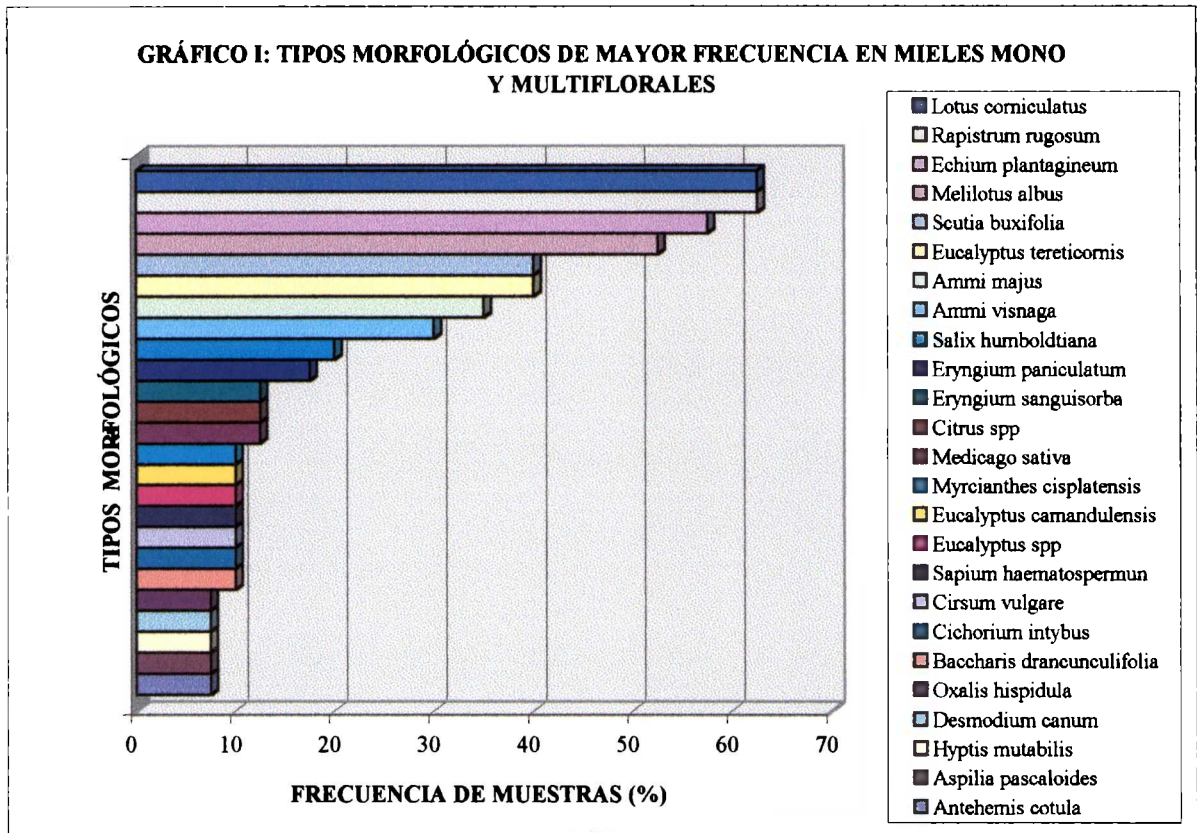
Origen bot./Muestras	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>RHAMNACEAE</b>																				
Discardia longispina	s																			
Scutia buxifolia		r	s	r			r			r									r	r
<b>ROSACEAE</b>																				
Otoros																r				
<b>RUTACEAE</b>																				
Citrus spp										s	s	s	S			s				
<b>SALICACEAE</b>																				
Salix humboldtiana											r	s				r		r		
<b>UMBELLIFERAE</b>																				
Ammi majus		s	s		S	r		s												
Ammi visnaga					S					r	r									
Conium maculatum																				
Eryngium paniculatum								r								r			s	s
Eryngium sangisorba					s	r					r			r			s			
<b>VERBENACEAE</b>																				
Verbena rigida									s	r										

**Referencias:**

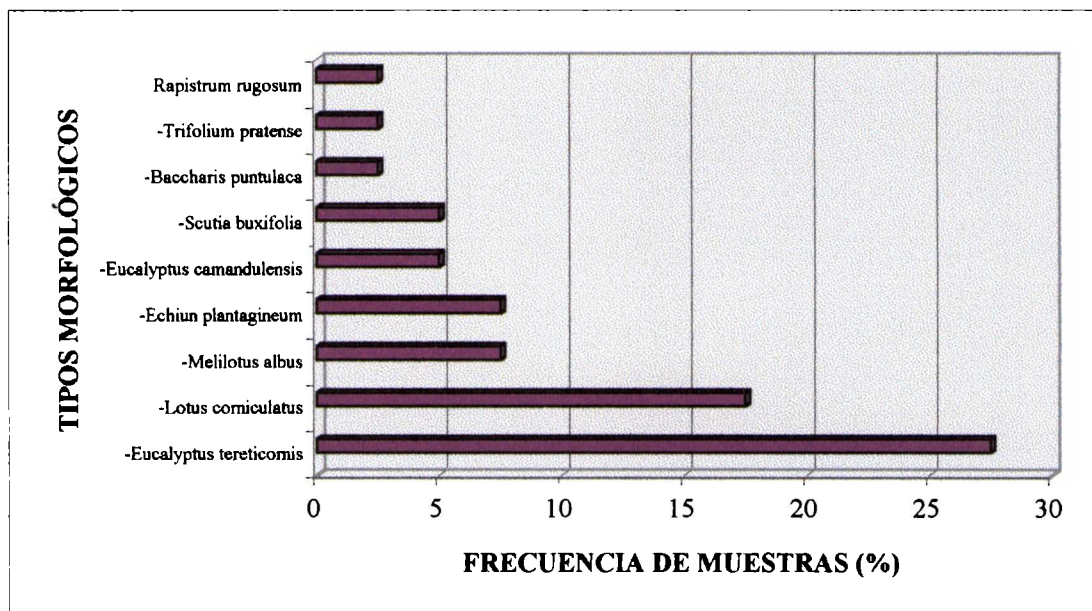
**D:** > 45 %. **S:** 16-45 %.

**s:** 3-16 % **r:** < 3 %





**GRÁFICO III: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE TIPOS MORFOLÓGICOS DOMINANTES (> 45 %) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS**



**GRÁFICO IV: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE TIPOS MORFOLÓGICOS SECUNDARIOS (16 - 45 %) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**

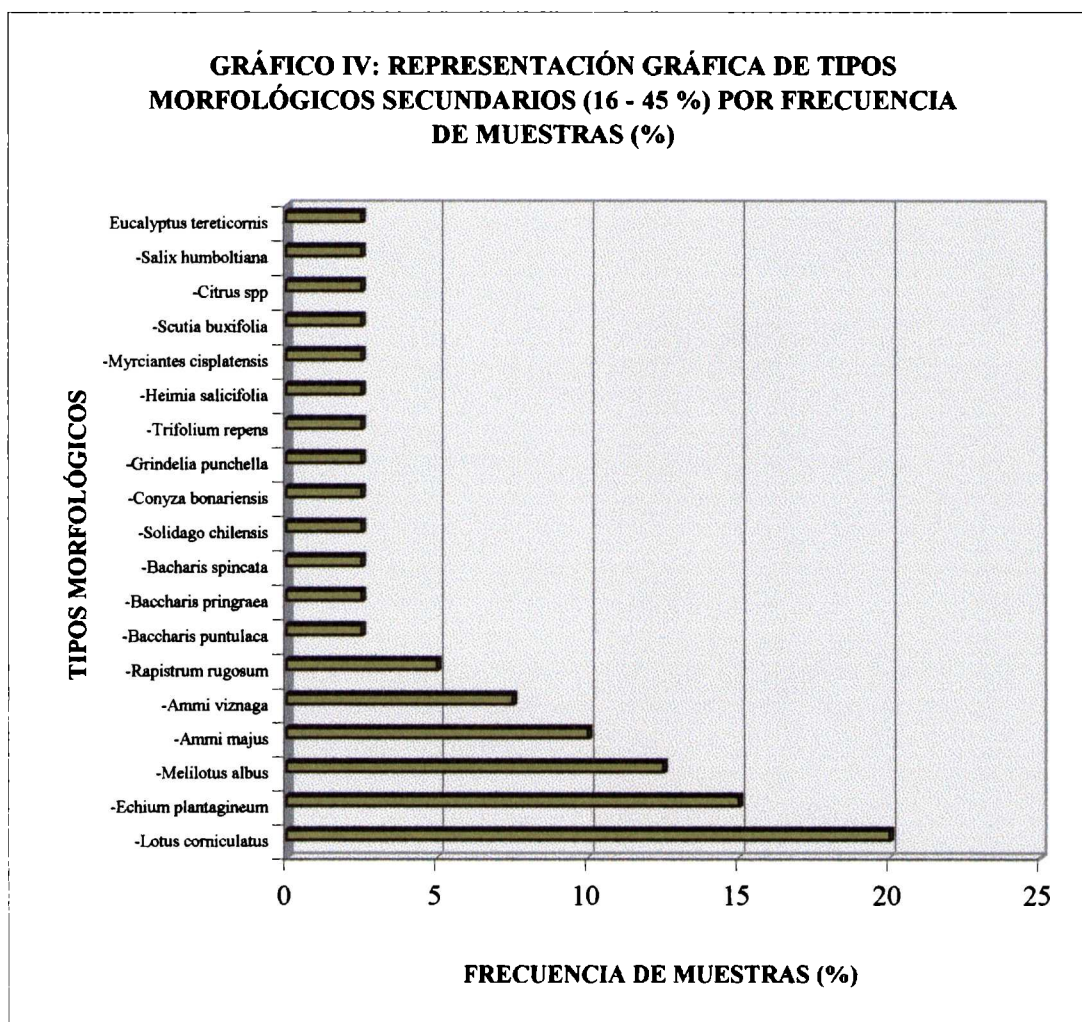
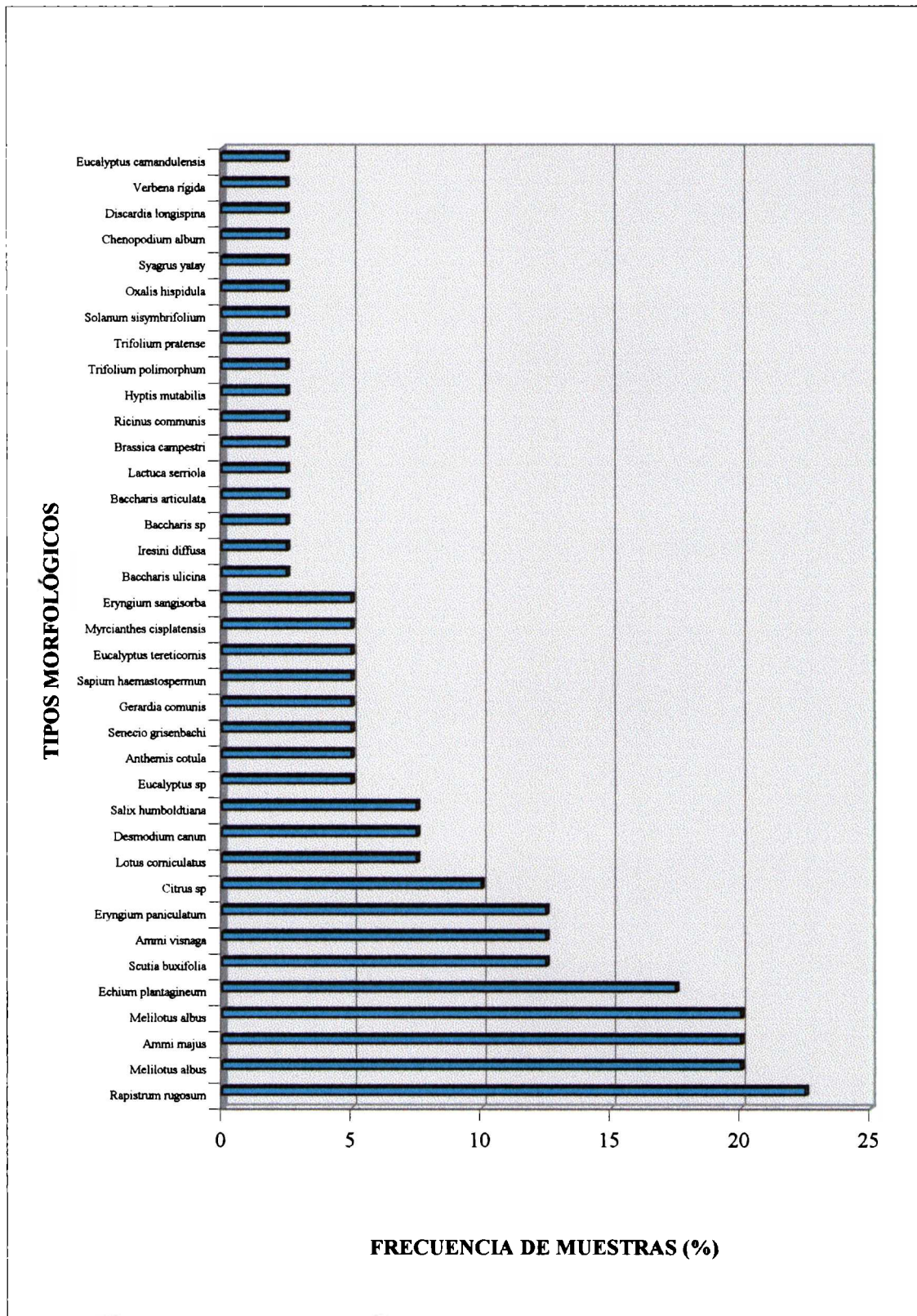




GRÁFICO V: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE TIPOS MORFOLÓGICOS MENORES (3-16 %) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS





**TABLA II: DETERMINACIONES ANALÍTICAS, PROPIEDADES TÉRMICAS GRADO E INDICE DE CRISTALIZACIÓN EN MIELES MONO Y MULTIFLORALES**

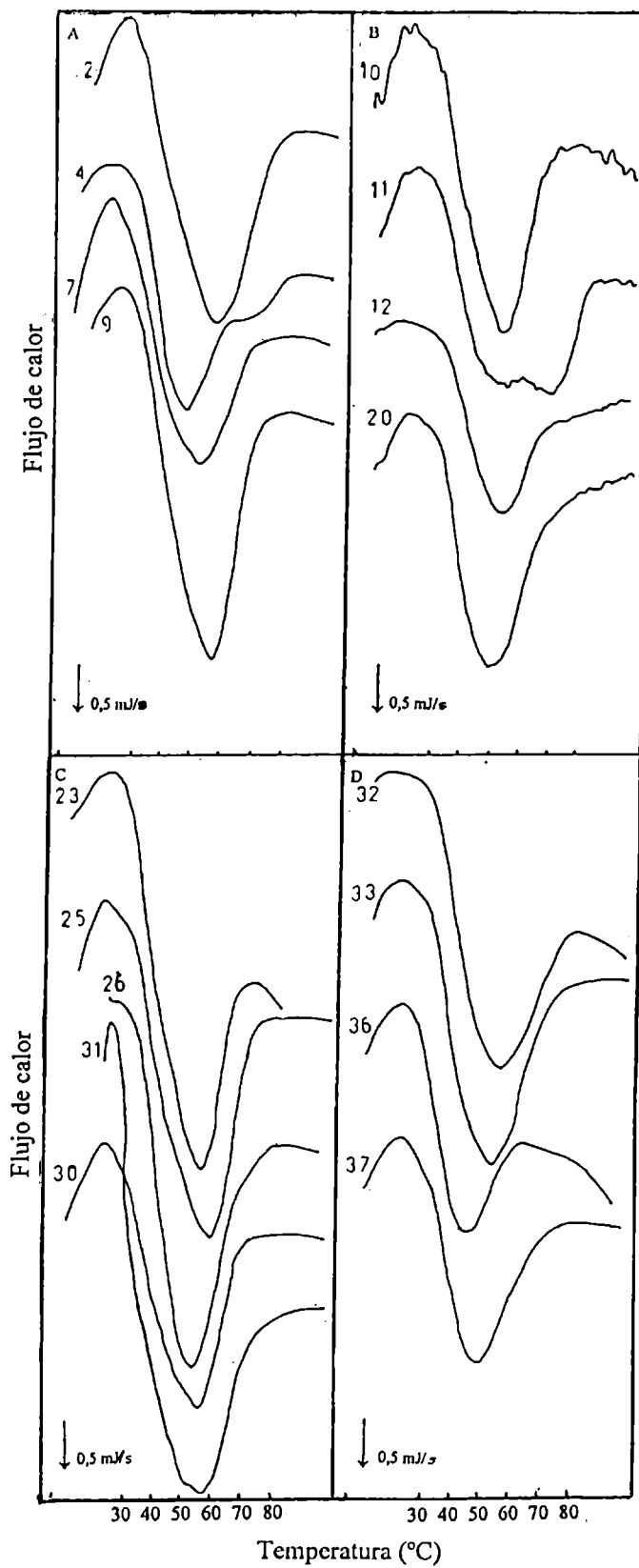
Muestras	Glucosa %	Humedad %	G/W	Grado de cristalización	Actividad acuosa	Temperatura de fusión (°C)	Entalpía Joule/g
1	36,0	19,0	1,89	4	0,61	n.d	n.d
2	34,7	18,0	1,92	4	0,58	56,0	42,5
3	36,5	18,8	1,94	5	0,60	n.d	n.d
4	33,8	18,0	1,87	4	0,58	47,3	30,0
5	31,5	18,8	1,67	0	0,60	n.d	n.d
6	32,1	18,4	1,74	1	0,59	n.d	n.d
7	36,5	18,0	2,02	6	0,58	55,8	32,9
8	35,1	19,0	1,84	3	0,61	n.d	n.d
9	38,4	17,8	2,15	8	0,58	57,7	42,3
10	41,4	17,0	2,43	>9	0,56	56,7	35,3
11	37,8	17,8	2,12	8	0,58	58,8	38,3
12	31,5	17,2	1,83	3	0,56	52,8	20,0
13	37,8	17,2	2,19	8	0,56	n.d	n.d
14	35,6	18,0	1,97	5	0,60	n.d	n.d
15	33,3	18,8	1,77	1	0,60	n.d	n.d
16	36,0	18,6	1,93	5	0,60	n.d	n.d
17	34,7	18,8	1,84	3	0,60	n.d	n.d
18	37,8	18,8	2,01	6	0,60	n.d	n.d
19	33,0	18,8	1,75	1	0,60	n.d	n.d
20	33,3	17,2	1,93	5	0,56	54,4	27,6
21	35,1	18,8	1,86	4	0,60	n.d	n.d
22	36,5	18,4	1,98	5	0,59	n.d	n.d
23	35,1	18,0	1,95	5	0,58	53,8	31,2
24	n.d	18,4	n.d	n.d	0,59	n.d	n.d
25	40,1	17,2	2,33	>9	0,56	59,0	38,5
26	36,0	18,0	2,00	6	0,58	51,9	23,1
27	38,7	18,8	2,05	7	0,60	n.d	n.d
28	42,3	18,8	2,25	>9	0,60	n.d	n.d
29	38,2	18,8	2,03	7	0,60	n.d	n.d
30	36,4	16,6	2,19	8	0,55	54,4	36,8
31	35,1	15,8	2,22	9	0,53	55,1	30,4
32	31,2	17,0	1,83	3	0,56	56,4	24,0
33	33,3	17,4	1,91	4	0,57	56,4	27,8
34	31,5	18,2	1,73	1	0,59	n.d	n.d
35	38,7	18,8	2,05	7	0,60	n.d	n.d
36	37,3	17,8	2,09	7	0,58	49,9	16,1
37	33,3	18,0	1,85	4	0,58	49,3	23,2
38	33,6	16,2	2,07	7	0,54	n.d	n.d
39	31,2	18,8	1,65	0	0,60	n.d	n.d
40	41,9	18,4	2,27	>9	0,59	n.d	n.d
d.s. Máx %	1,3	0,8	n.d	n.d	n.d	4,9	4,1

Los valores de glucosa y humedad son promedio de dos ensayos. Los valores de temperatura de pico y entalpía de fusión son promedio de tres ensayos.

n.d: no determinado.

d.s máx %: desviación estandar máxima (%).

FIGURA I: TERMOGRAMAS OBTENIDOS POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO EN MIELES MONO Y MULTIFLORES.



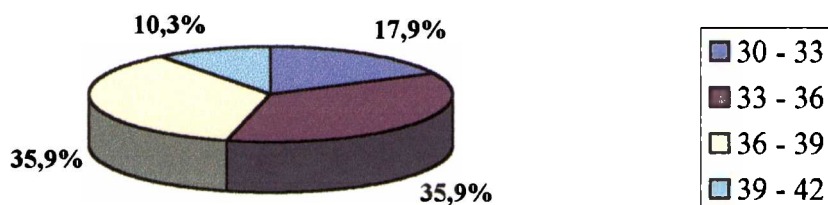


**TABLA III: RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LOS PARÁMETROS DETERMINADOS EN MIELES MONO Y MULTIFLORALES**

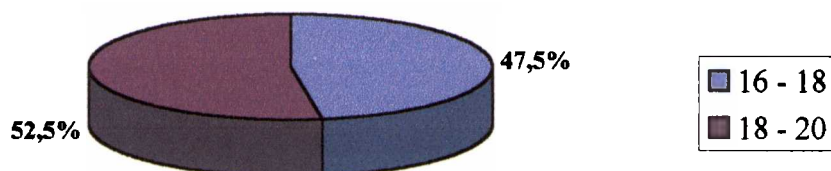
Parámetros	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Glucosa (%)	31,2	42,3	35,7	3,0
Humedad (%)	15,8	19,0	18,1	0,8
G/W	1,65	2,43	1,98	0,18
Ac. acuosa	0,53	0,61	0,58	0,02
Grado de cristalización	0	9	5	2,5
Teperatura de fusión (°C)	47,3	59,0	54,5	3,3
Entalpía (Joule/g)	16,1	42,5	30,6	7,7

**GRÁFICO VI: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO EN MIELES MONO Y MULTIFLORALES**

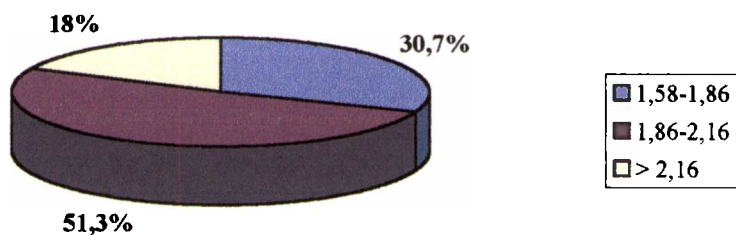
**A - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS CONTENIDOS DE GLUCOSA (%) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**



**B - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD (%) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**

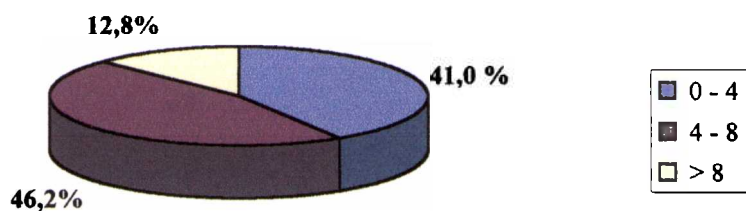


**C - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA RELACIÓN GLUCOSA/AGUA (G/W) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**

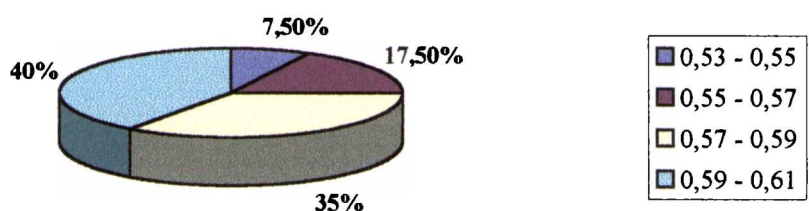


CONTINUACIÓN GRÁFICO VI

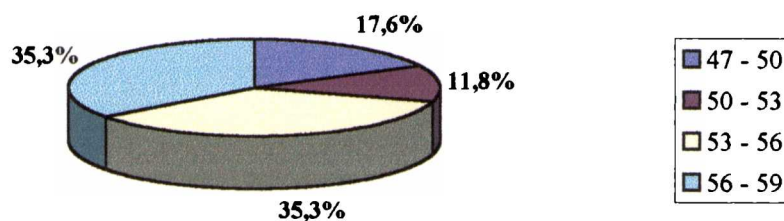
**D - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS GRADOS DE CRISTALIZACIÓN (ESCALA DE WHITE) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**



**E - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ACTIVIDAD ACUOSA POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**



**F - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE TEMPERATURA DE PICO (°C) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**



**G - REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ENTALPÍA DE FUSIÓN (Joule/g) POR FRECUENCIA DE MUESTRAS (%)**

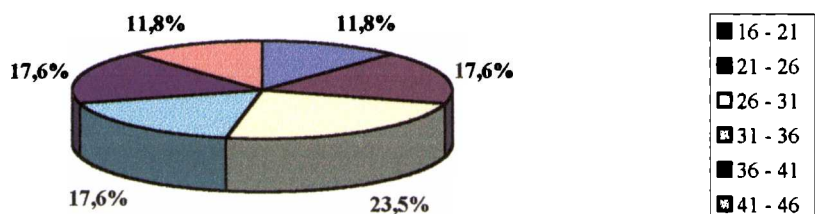


TABLA IV: CARACTERÍSTICAS VISUALES DE CRISTALIZACIÓN

Muestras	Estado físico	Consistencia	Tamaño de los cristales	Característica táctil
1	H Ct	PA	Cm	d
2	H Ct	PA	Cff	b
3	H S/C	VI	n.d	n.d
4	H S/C	L	n.d	n.d
5	H Ct	CR	Cf	b
6	IC	VI	Cff	b
7	H IC	VI	Cff	b
8	H Ct	PA	Cf	d
9	H Ct	CO	Cf	b
10	H Ct	CO	Cf	b
11	H IC	VI	Cm	b
12	H Ct	VI	Cff	b
13	H Ct	PA	Cff	b
14	H S/C	VI	n.d	n.d
15	H S/C	FL	n.d	n.d
16	H Ct	CR	Cf	b
17	H S/C	FL	n.d	n.d
18	H Ct	CR	Cff	b
19	H S/C	VI	n.d	n.d
20	H Ct	PA	Cf	b
21	H Ct	CR	Cff	b
22	H S/C	VI	n.d	n.d
23	H Ct	CO	Cf	b
24	H Ct	CR	Cf	d
25	H IC	VI	Cf	b
26	H Ct	CO	Cf	d
27	H IC	CR	Cf	b
28	H Ct	PA	Cm	d
29	H Ct	CO	Cg y Cm	d y b
30	H IC	VI	Cf	b
31	H IC	VI	Cf	d
32	H IC	VI	Cf	b
33	H S/C	VI	n.d	n.d
34	H Ct	PA	Cf	b
35	H Ct	CO	Cm	b
36	H S/C	FL	n.d	n.d
37	H IC	FL	Cff	b
38	H IC	PA	Cf	b
39	H S/C	FL	n.d	n.d
40	H S/C	FL	n.d	n.d

**Referencias.**

**Estado físico**

H: Homogénea  
 Ct: Cristalizada totalmente.  
 S/C: Sin cristales.  
 IC: Inicia cristalización.

**Consistencia**

CR: Cremosa  
 CO: Compacta.  
 PA: Pastosa.  
 VI: Viscosa.  
 FL: Fluida.  
 L: Líquida.

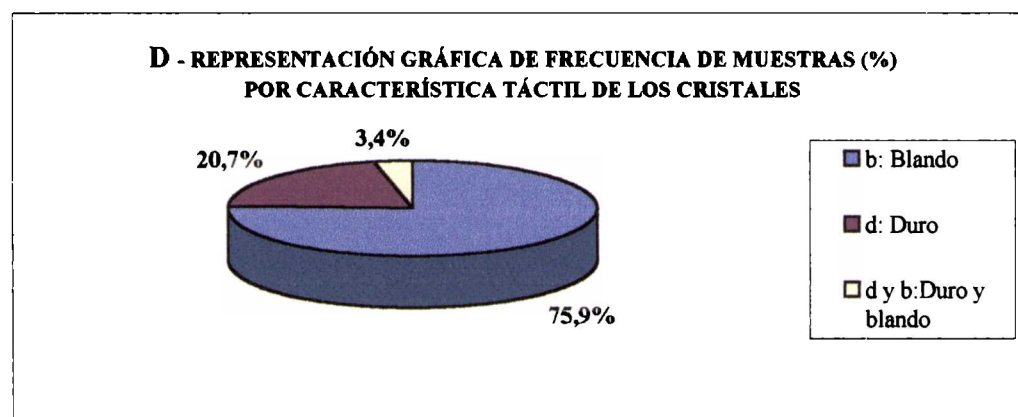
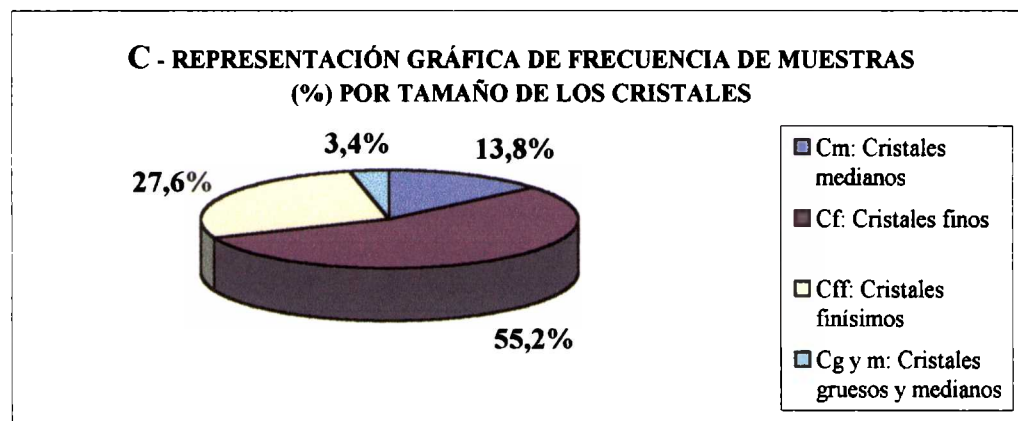
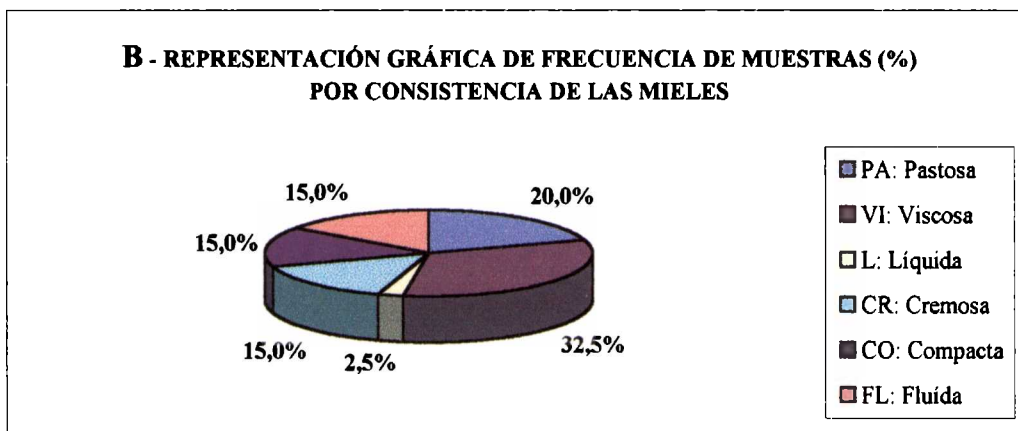
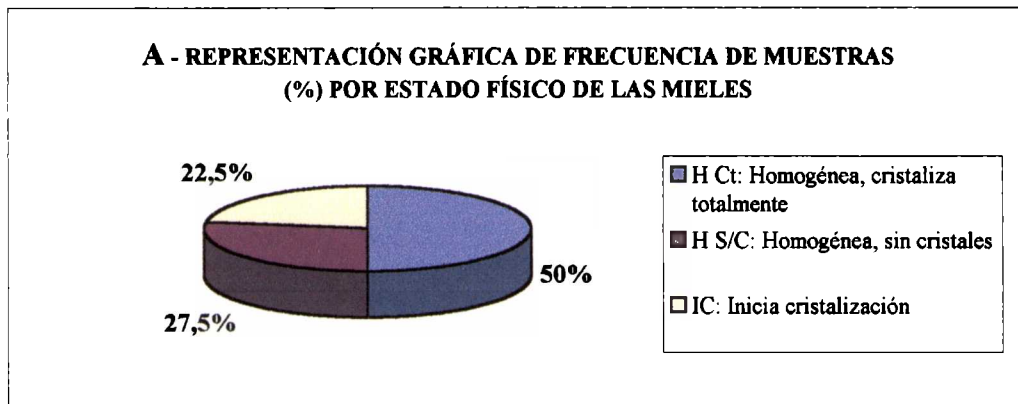
**Tamaño de los cristales**

Cm: cristales medianos.  
 Cf: Cristales finos.  
 Cff: Cristales finísimos.  
 Cg: Cristales gruesos.

**Característica táctil**

b: Blando.  
 d: Duro.

**GRÁFICO VII: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE FRECUENCIA POR CARACTERÍSTICAS VISUALES DE CRISTALIZACIÓN**





#### 4.2.1.3. Discusión de los resultados.

De acuerdo a los resultados del análisis polínico, las mieles estudiadas contienen entre 4 y 12 tipos morfológicos diferentes por muestra, el 60 % de ellas contienen entre 4 y 8 tipos polínicos y el 40 % entre 8 y 12. En el total de las muestras fueron identificados 83 tipos morfológicos que pertenecen a 28 familias (Tabla I). Estos resultados confirman la abundante y variada flora melífera disponible para el desarrollo de la industria apícola en nuestro país.

La mayor cantidad de muestras contienen especies como *Lotus corniculatus*, *Rapistrum rugosum*, *Echium plantagineum*, *Melilotus albus*, *Scutia buxifolia*, *Eucalyptus tereticornis*, *Ammi majus*, *Ammi visnaga*, *Salix humboldtiana* y *Eringium paniculatum* (Gráfico I). Podemos observar que son especies comúnmente encontradas en la flora presente en las mieles estudiadas hasta el momento; esto nos permite deducir que no sólo se puede obtener miel multifloral sino que haciendo un manejo adecuado de la producción apícola, esta disponibilidad de especies melíferas ofrece la posibilidad de cosechar mieles monoflorales como las que se estudiaron en el presente trabajo.

Las familias de mayor frecuencia se identifican como *Borraginaceae*, *Compositae*, *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Rhamnaceae* y *Umbelliferae*, las que confirman los tipos polínicos mencionados (Gráfico II).

De acuerdo a la clasificación de la Comisión Internacional de Botánica Apícola (1978), la cuantificación del espectro polínico muestra que los tipos dominantes (D: > 45 %) corresponden a especies como *Eucalyptus tereticornis* y *camandulensis*, *Lotus corniculatus*, *Melilotus albus*, *Scutia buxifolia*, *Baccharis punctulaca*, *Echium plantagineum*, *Trifolium pratense* y *Rapistrum rugosum* (Gráfico III).

Entre los pólenes de acompañamiento (S: 16 - 45 %) se encuentran también las especies mencionadas anteriormente a las que se agregan *Salix humbltdiana*, *Citrus sp*, *Myrciantes cisplatensis*, *Heimia salicifolia*, *Grindelia punchella*, *Coniza bonariensis* y *Solidago chilensis* (Gráfico IV).

Podemos ubicar en la categoría de polen de menor importancia (s: 3 -15 %) a un número de 37 especies muchas de las cuales se encuentran también como pólenes de acompañamiento en otras muestras (Gráfico V).

Los resultados del análisis físico-químico demuestran para la determinación de glucosa que se encuentra en contenidos que varían entre el 31,2 y el 42,3 %, con un valor medio de 35,7 % (Tabla III). La mayor cantidad de muestras se reparte en porcentajes iguales (35,9 %) entre los rangos de 33 a 36 y 36 a 39 % de glucosa (Gráfico VI A). Estos valores se pueden considerar normales para mieles florales incidiendo favorablemente en el fenómeno de cristalización. Las muestras que contienen los mayores porcentajes de glucosa ( alrededor de 40 %) contienen especies florales dominantes pertenecientes a *Lotus corniculatus*, *Rapistrum rugosum*, *Echium plantagineum* y *Ammi majus* y *visnaga* como pólenes de acompañamiento (entre 16 y 45 %) (Tabla I y II).

Las muestras que contienen los menores porcentajes de glucosa (alrededor de 31 %) también contienen *Lotus corniculatus*, *Rapistrum rugosum*, *Echium plantagineum*, pero como pólenes de acompañamiento, y *Eucalyptus* como dominante (Tabla I y II).

La humedad varía entre 16 y 19 %, siendo el valor medio 18,1 % (Tabla III). Los contenidos de humedad no se relacionan con el origen floral, pero sí influyen en la cristalización de las mieles por modificar la relación glucosa/agua (G/W).

La relación glucosa/agua muestra valores entre 1,65 y 2,43, con un promedio de 1,98 (Tabla III). La mayor frecuencia se ubica entre 1,86 y 2,16, o sea que la tendencia es hacia el valor de la media (Gráfico VI C). A estos valores según la escala de White y col. (1962), le corresponden grados de cristalización entre 4 y 8 (Tabla III, pag 57). Según White (1962) en este rango de grados de cristalización se encuentran las mieles que poseen desde capas de cristales de 8 a 12 mm hasta cristalización completa pero blanda. Esto se relaciona con el estado físico observado en las mieles estudiadas en el que la mayoría de las muestras (50 %) se encontraban cristalizadas totalmente, otras no acusaban la presencia de cristales al tacto (27,5 %) y un 22,5 % iniciaban la cristalización (Gráfico VII A). La consistencia predominante fue viscosa (32,5 % de muestras), seguida de pastosa en un 20 % de muestras, mientras que el resto de las muestras se reparten entre consistencia compacta, cremosa, líquida y fluida (Gráfico VII B). En relación al tipo de cristales predominaron los cristales finos y finísimos. (Gráfico VII C).

La actividad acuosa varía entre 0,53 y 0,61 con una media de 0,58 (Tabla III). Estos valores son propios de alimentos semi secos, y explican el hecho que las mieles cristalicen totalmente con el tiempo. La distribución de frecuencia se puede apreciar en el Gráfico VII E.

En cuanto a la temperatura de pico de fusión calculada para estas mieles varía de 47,3 a 59,0 °C, siendo el valor medio de 54,5 °C (Figura I, Tabla III). La mayor frecuencia muestras se reparte en dos porcentajes iguales (35,3 %) en los rangos de 53 a 56 °C y 56 a 59 °C (Gráfico VI F). La temperatura de fusión estaría relacionada con el tamaño del cristal (Lupano, 1998, comunicación personal). Los picos endotérmicos más agudos como el caso de las muestras 9, 10, 23 y 26 corresponden a muestras que poseen predominancia de cristales finos y una cristalización homogénea y completa. En el caso de la muestra 11 el termograma está formado por dos picos, lo que sugiere dos poblaciones diferentes de cristales. En forma visual y al tacto se detectaron cristales medianos en esta muestra (Tabla IV). El valor de  $\Delta H$  de la muestra 12 es de 19,9 J/g lo que sugiere pocos cristales y muy finos; se condice con los resultados de la Tabla IV ya que esta muestra presenta consistencia viscosa y cristales finísimos. Las muestras 36 y 37, si bien se presentan homogéneas, su consistencia es fluida y los termogramas muestran picos pequeños. La distribución por frecuencia muestra que el mayor porcentaje de muestras se ubica en el rango de 26 a 31 Joule/g donde también se encuentra la media (Gráfico VI G).

Hay que tener en cuenta que el estudio calorimétrico se hizo a los seis meses de realizado el análisis sensorial, lo que explica que muestras que no habían cristalizado en el momento de la evaluación táctil y visual, hayan presentado picos por DSC, aún así se encontró una relación entre los resultados de ambos estudios.

La entalpía de transición térmica  $\Delta H$  se relacionaría con la cantidad de calor necesaria para fundir los cristales y por consiguiente con el tipo de cristalización, es decir con el grado de cristalización. Así el valor máximo observado de alrededor de 40 J/gr, indicaría una cristalización completa. En general, las muestras con mayores  $\Delta H$  coinciden con las que poseen altos grados de cristalización.

Correlacionando las características de cristalización con los valores de temperatura y entalpía de fusión, se ha podido observar que los valores más bajos de  $\Delta H$  se relacionan con consistencias viscosas y fluidas y también presentan valores bajos de temperatura de fusión. El valor más alto de  $\Delta H$  corresponde a una muestra con consistencia compacta y el valor de la temperatura de fusión se acerca al máximo encontrado, aunque se encuentran excepciones a esta regla general.

Relacionando con el grado de cristalización, se han encontrado distintos valores de  $\Delta H$  en todos los grados de cristalización de la escala de White, correspondiendo en general valores altos de  $\Delta H$  a muestras con grado 8 y 9 de esta escala. Esto parece ser lógico, pues los grados de cristalización indican mayor o menor tendencia a la cristalización rápida y completa, independientemente de que la miel cristalice en cristales pequeños o grandes.

De acuerdo al origen botánico de las muestras analizadas, podemos ver que a pesar que son bastante multiflorales, existen especies que predominan como *Eucalyptus sp*, *Lotus corniculatus*, *Melilotus albus*, *Echium plantagineum*, *Rapistrum rugosum*, *Ammi sp*, *Baccharis sp*, *Conyza bonariensis*, *Solidago chilensis*. Estas especies no parecen tener influencia en las propiedades térmicas de la miel.

#### **4.2.1.4. Conclusiones.**

- No se observó una relación entre el origen floral y el tipo de cristalización de las mieles.
- Ninguna de las especies determinadas como predominantes llega a inhibir el fenómeno de cristalización.
- La tendencia es hacia la cristalización total de las mieles.
- Las características predominantes de cristalización incluyen cristalización homogénea, de consistencia viscosa, con cristales finos y blandos.
- Los contenidos de glucosa y humedad de estas mieles influyen favoreciendo la cristalización de las mieles con las características antes dichas.
- La relación glucosa/agua (G/W) proporciona información que puede considerarse orientativa sobre la facilidad de la miel a cristalizar.
- No se ha encontrado una relación directa con los valores obtenidos de pico y entalpía de fusión con el origen botánico de las mieles.

### *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CRISTALIZACIÓN*

---

- Los valores que parecen caracterizar las mieles estudiadas son:
  - G/W : 1,86 a 2,16.
  - Grado de cristalización (escala de White): 4 a 8.
  - Temperatura de fusión: 53 a 59 °C.
  - $\Delta H$ : 26 a 31 Joule/g.

**ANEXO VII**

**INDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS.**

Tabla I: Espectro polínico de mieles multiflorales.

Gráfico I: Tipos morfológicos de mayor frecuencia en mieles multiflorales.

Gráfico II: Representación gráfica de frecuencia por familias identificadas en mieles multiflorales.

Gráfico III: Representación gráfica de tipos morfológicos dominantes (> 45 %) por frecuencia de muestras.

Gráfico IV: Representación gráfica de tipos morfológicos secundarios (16-45 %) por frecuencia de muestras (%).

Gráfico V: Representación gráfica de tipos morfológicos menores (3-16 %) por frecuencia de muestras (%).

Tabla II: Determinaciones analíticas, propiedades térmicas, grado e índice de cristalización en mieles multiflorales.

Figura I: Termogramas obtenidos por calorimetría diferencial de barrido en mieles multiflorales.

Tabla III: Resultados estadísticos de los parámetros determinados en mieles multiflorales.

Gráfico VI: Representación gráfica de frecuencia por análisis físico-químico en mieles multiflorales.

Tabla IV: Características visuales de cristalización.

Gráfico VII: Representación gráfica de frecuencia por características visuales de cristalización.



## GLOSARIO

**Abertura:** orificio bien delimitado de la superficie del grano de polen, a través del cual puede salir el protoplasma celular.

**Alesnada:** puntiagudo como lesna

**Alternas:** son hojas no enfrentadas y dispuestas consecutivamente a uno y otro lado del tallo.

**Ambito:** contorno de la vista polar del grano de polen o ámbito (del latín ambitus: ámbito).

**Antera:** parte superior del estambre u órgano masculino. Está compuesta por los sacos polínicos.

**Apertura:** abertura.

**Apical:** situado en el ápice de una cosa.

**Axilar:** situado en las axilas o vértices que forman las ramas con los pecíolos de las hojas o con las ramas.

**Basal:** situado en la base.

**Bráctea:** cualquier órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores y distinto por su forma, tamaño, consistencia, color de las hojas normales y de las transformadas que constituyen el caliz y la corola.

**Bracteado:** que tiene brácteas.

**Cáliz:** es la parte más externa de la flor y está formada por los sépalos.

**Cincino:** inflorescencia cimosa uniparo en que el plano medio de cada ramita está colocado transversalmente con respecto al plano medio de la hoja tectriz de su eje medio, y con las ramitas laterales dispuestas alternativamente a derecho e izquierdo. Es, pues una cima escorpioide en que las diversas ramitas que lo integran no caen todas en un mismo plano.

**Colpo:** surco.

**Columnelas:** báculo/a o bastoncillo infratectal.

**Corola:** segunda cubierta floral, interior al cáliz. Está compuesta por los pétalos.

**Eje ecuatorial y polar:** considerando al grano de polen como un objeto tridimensional que ocupa un volumen en el espacio, si se traza un eje imaginario desde el centro de la cara próxima al interior de la tétrada o polo proximal, a la opuesta o polo distal, tendremos el llamado eje polar. La línea perpendicular a dicho eje polar denominada ecuador y atraviesa el grano de polen por su parte media, se denomina eje ecuatorial.

**Escábrido:** Aspero. Se aplica a la superficie del grano de polen cuyos elementos esculturales no sobrepasan 1µm de longitud.

**Estambre:** elemento masculino de la flor. Se componen de filamentos y antera. El conjunto de estambres forma el androceo u órgano masculino.

**Estigma:** parte del gineceo (aparato reproductor femenino de la flor); constituye el extremo ampliado del estilo al que se adhiere el polen.

**Entomófila:** plantas que se polinizan por medio de los insectos.

**Estípula:** hojuelas situadas en la base del pecíolo de las hojas.

**Exina:** pared externa del grano de polen. Si está completa consta de endexina y ectexina (base, columnelas y tectum).

**Exina reticulada:** aplíquese al polen o espora cuya superficie está provista de muros y lúmenes ordenados conforme a las mallas de una red.

**Filamentos glabros o glabrescentes:** que no tiene pelos.

**Flores péndulas:** o pendulifloro, ra – (del latín penduliflorus, der. De pendulus, pendiente, colgante, con el suf. Florus). Dícese del vegetal que tiene las flores péndulas..

**Flores subsésiles:** casi sésil, con pecíolo, pedúnculo o pedicelo muy corto.

**Foveolado:** dícese de los granos de polen sin relieve cuya superficie presenta diminutas lagunas generalmente redondas, mayores de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro y dispuestas más o menos irregularmente.

**Foliolo:** cada una de las partes laminares de una hoja compuesta.

**Goniotremos:** según la posición de las aberturas en los granos tricolporados, en este caso se ubican en los extremos.

**Hirsuto:** con pelos más bien tiesos.

**Hojas con estípulas:** pequeños apéndices en la base del pecíolo.

**Hojas coreáceas:** (del latín coriaceus, der. De corium, cuero). De consistencia recia, aunque con cierta flexibilidad, como el cuero. En la región mediterránea son frecuentes las plantas de hojas coreáceas como el laurel, la encina, etc.

**Hojas glaucas:** de color verde azulado.

**Hojas lanceoladas:** hoja en forma de punta de lanza.

**Hojas pecioladas:** con pecíolos.

**Hojuelas oblongas:** con la forma de una elipse alargada.

**Hojuelas trasovadas:** se aplica a órganos laminares, foliáceos, etc; de figura de hueso, colocado de manera que su parte más ancha corresponda a la superior del órgano considerado.

**Inflorescencia:** conjunto de flores dispuestas de forma específica.

**Inflorescencias con umbelas axilares:** conjunto de flores que nacen en un mismo punto del tallo y crecen a igual altura.

**Isopolar:** grano con los dos polos iguales.

**Lalongado:** cuando el os es alargado en sentido ecuatorial.

**Lolongado:** cuando el os es alaragado en sentido de los polos.

**Lumen:** amplitud de un orificio. En los granos reticulados aplícase a los espacios rodeados por los muros.

**Membrana granulada:** escabrosa (elementos estructurales  $< \text{ó} = \text{a } 1 \mu\text{m}$ ).

**Mesocolpio:** la superficie de una grano colpado puede dividirse en dos áreas, mesocolpio (externa) y apocolpio (interna).

**Nexina:** o endexina que no presenta escultura.

**Nectario:** glándula de las flores de ciertas plantas que segregan un jugo azucarado.

**Oblato:** contorno del grno de polen en forma de elipse con un extremo más ancho que el otro, como el de un huevo.

**Os:** Poro ecuatorial. Parte interna o central de una apertura compuesta que no tiene su misma forma ni es coherente con ella.

**Ora:** pl. de os.

**Opérculo:** poros pequeños, nunca en forma de estrella o de barril.

**Pecíolo:** pedúnculo con que las hojas quedan sujetas a los tallos y ramas.

**Pedúnculo:** cabillo de las flores.

**Pedicelo:** dícese del cabillo o rabillo de una flor en las inflorescencias compuestas.

**Perennes:** se dice de las plantas que viven más de dos años.

**Pertectado:** provisto de un tectum ininterrumpido.

**Psilado:** aplicase al grano de polen de cuya superficie están ausentes toda clase de elementos esculturales y cuyos poros, si existen, tienen un diámetro menor de 1  $\mu\text{m}$ .

**Polinización:** acto en que el polen fecunda al óvulo.

**Polinizadora:** se dice de la planta que proporciona el polen en la polinización.

**Poro:** abertura en forma de orificio circular, elíptico u oblongo.

**Prolado:** grano de polen en que la relación entre el eje polar y el diámetro ecuatorial es de 2 a 1,33.

**Quilla:** parte inferior de la flor amariposada de las leguminosas formada por dos pétalos soldados.

**Racimo:** inflorescencia en que las flores pedunculadas están dispuestas alternadamente a lo largo de un eje.

**Rostreado:** (de rostro) : picudo, que remata en punta a modo de pico.

**Sexina:** o extexina que exhibe una escultura variada.

**Sincolpado:** con los polos anastomosados en los polos. Se dice del grano de polen cuyos colpos se combinan formando espirales que lo rodean por completo, de modo que no quede apocolpio libre.

**Subleñosa:** (del latín lignosus). Leñoso: lo que pertenece al leño o está lignificado, tejido leñoso, parénquima leñoso.

**Tallos flexuosos:** ondulados.

**Tectada:** provisto de tectum.

**Téctum:** estrato externo de ectexina, más o menos continuo, que rodea ciertos granos de polen. Puede ser imperforado o perforado según que esté atravesado o no por diminutos poros.

**Tricolporado:** con tres aberturas provistas de colpo y poro.

**Umbela:** inflorescencia en la que las flores están dispuestas formando una especie de paraguas.

**Vista ecuatorial:** grano de polen visto en un plano que contiene el eje polar o en cualquiera de sus paralelos. El rayo luminoso del microscopio óptico es perpendicular al eje polar. Cuando las aberturas tienen surcos, alguna de ellas se observa completamente en vista ecuatorial.

**Vista polar:** grano visto por el polo, según el eje polar. El rayo luminoso del microscopio es paralelo al eje polar. Cuando las aberturas tienen surcos, se observan los extremos de todos ellos en vista polar.

***CONCLUSIONES  
GENERALES***

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES.

A través de este estudio se pudo comprobar que Argentina posee una rica y variada flora melífera, lo que permitiría a la industria apícola la explotación de la producción de miel monofloral, ya sea de las especies tradicionales encontradas en abundancia, cultivadas o no, como también de especies que forman parte de las malezas como es *Echium plantagineum*.

Las mieles monoflorales de *Lotus corniculatus*, *Melilotus albus*, *Eucalyptus sp* y *Echium plantagineum* fueron estudiadas desde el punto de vista melisopolinológico, sensorial y fisico-químico.

El análisis melisopolinológico mostró que todas las mieles contienen abundante polen de la especie que indica su monofloridad, por lo que no sería difícil la obtención de mieles monoflorales.

A través del análisis sensorial se pudo constatar que las mieles que se destacan por algún atributo en particular son las de *Eucalyptus sp*, que se presentan muy características en el gusto y aroma.

Los resultados del análisis fisico-químico muestran que para el color, el análisis de varianza arroja diferencias al 1 % de significación entre las mieles monoflorales de diferente origen, por lo que sería uno de los parámetros útiles en la caracterización de mieles monoflorales. Las más claras son las de *Echium plantagineum* y las más oscuras las de *Melilotus albus*, entre los cuatro tipos estudiados.

El pH también presenta diferencias significativas, el valor más alto fue el de las mieles de *Eucalyptus sp*, siguiendo bastante por debajo *Echium plantagineum*, luego *Lotus corniculatus* y por último *Melilotus albus*.

La acidez libre dio diferencias al nivel del 1 % entre las cuatro mieles estudiadas; las mieles de *Eucalyptus sp* presentan menor acidez, lo que coincide con los datos de pH. En orden de acidez creciente se encuentran: *Eucalyptus sp*, *Echium plantagineum*, *Lotus corniculatus* y *Melilotus albus*, coincidiendo con el pH.

La actividad diastásica también arroja diferencias en el análisis de varianza al nivel de significación del 1 % entre las mieles monoflorales estudiadas, encontrando el mayor valor en las mieles de *Lotus corniculatus*, siguiendo en orden decreciente *Melilotus albus*, *Eucalyptus sp* y *Echium plantagineum*.

En el contenido de cenizas no se observaron diferencias significativas, por lo que no sería un parámetro útil para diferenciar mieles de distinto origen floral, lo mismo que los azúcares glucosa y sacarosa, que tampoco presentaron diferencias entre distintas mieles monoflorales. Esto corrobora los datos aportados por la bibliografía en el sentido que para caracterizar las mieles monoflorales es de mayor utilidad conocer el perfil completo de los azúcares.

Parámetros como la conductividad eléctrica da diferencias significativas al nivel de significación del 1 % entre las mieles monoflorales, siendo en particular característico para la miel de *Eucalyptus*. El valor más alto lo presenta la miel de *Eucalyptus*, le sigue *Lotus*, *Melilotus* y *Echium*.

El poder rotatorio específico también arroja diferencias al nivel de significación del 1 % en el análisis de varianza, los valores más bajos pertenecen a *Melilotus* y *Lotus*.



En resumen, los parámetros físico-químicos que presentaron diferencias entre las cuatro mieles monoflorales estudiadas, por lo que serían de utilidad en la caracterización de estas mieles, son: color, pH, acidez, actividad diastásica, conductividad eléctrica y poder rotatorio específico.

Las mieles de *Eucalyptus sp*, por otra parte, son las únicas en las que se observan diferencias significativas en conductividad eléctrica, pH y cenizas, de acuerdo al porcentaje de polen de esta especie.

Con respecto a las características de cristalización, los resultados de este estudio indican que no guardan relación con el origen floral.

En relación a la evaluación de las sustancias fenólicas sería de utilidad conocer no sólo el perfil cualitativo de cada miel sino también cuantificar los distintos compuestos presentes.

Como perspectivas futuras, además de los aspectos estudiados en este trabajo, las investigaciones en caracterización de mieles monoflorales deberían orientarse hacia el conocimiento de la composición cuali y cuantitativa de todos los azúcares y compuestos aromáticos.

# *BIBLIOGRAFÍA*

---

**6. BIBLIOGRAFÍA.**

**ACCORTI, M.; GIOLA PIAZZA, M.; PERSANO ODDO, L.** *Conductività elettrica e ceneri nei mieli.* Apicolt.mod. 77: 165-167. 1986.

**ACCORTI, M.; PERSANO ODDO, L.; PIAZZA, M. G.; SABATTINI, A. G.** *Schede di caratterizzazione delle principali qualità di miele italiano.* Apicoltura 2: 5-35. 1986.

**ADAMS, R. J. and SMITH, M. V.** *Seasonal pollen analysis of nectar from the hive and of extracted honey.* . Journal of Apicultural Research 20(4). 243-248. 1981.

**AGUIAR, O.; CARVAJAL, L.; FAUS, G.** *Mieles monoflorales identificación mediante cromatografía gaseosa de sus compuestos aromáticos.* Apiacta XXVI,65-68.1991.

**ALCALA, M.; GOMEZ, R.** *Cálculo de la Actividad del Agua de la Miel.* Alim. Equi. y Tec: 99-100. 1990

**ALLEN, K. L.; MOLAN, P. C.; REID, M.** *Variabilidad de la actividad antibacteriana de la miel.* Apiacta XXVI: 114-121. 1991.

**AMIOT, M. J.; AUBERT, S.; GONNET, M. y TACCHINI, M.** *Les Composeés Phénoliques des Miels: Étude préliminaire sur l'identification et la quantification por Familles.* Apidologie 20: 115-125. 1989.

**ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA.** *Leguminosas forrajeras. Melilotus L. (1737).* 1989.

**BADUI DERGAL, S.** *Química de los alimentos.* Editorial Alhambra. México. 1981.

**BALDI CORONEL, B.; DALL' OGLIO, A.; LEZCANO, S.** *Caracterización físico química de las mieles de la Provincia de Entre Ríos.* La Alimentación Lationamericana 199: 39-43. 1994.

**BATTAGLINI, M.; y BOSI, G.** *La caratterizzazione chimico-fisica dei mieli monoflora sulla base dello spetto glucídica e del potere rotatorio específico.* Sci. Technol. Degli Alimenti, 3 (4): 217-224. 1973.

**BELITZ, H. D. and GROSCH, W.** *Química de los alimentos.* 2ª Edición. Editorial Acribia, S.A. 50080 . Zaragoza, España. 1988.

**BILIADERIS, C. G.** *Thermal analysis of Food Carbohydrates,* Cap. 7. pp. 168-220 en *Thermal analysis of food.* Ed. by V.R. Harwalkar and C.Y.Ma. Elsevier Applied Science. Cambridge. 1990.

- BOGDANOV, S.** *Characterisation of antibacterial substances in honey.* Lebens. Wiss Technol. 17: 74-76. 1984.
- BOGDANOV, S.** *Determination of pinocembrin in honey by using HPLC.* Journal of Apicultural Research 28: 55-57. 1989.
- BONIFACCIA, G.; CHIRICO, M.; STACCHINI, P. y ZANASI, F.** *Contemuto, in aminoacidi liberi nel miele.* Riv. Soc. Ital. Sci. Aliment. 13 (1): 47-50. 1984.
- BOSCH CALLIS, J.; SERRA BONVHEI, J.** *Evolución del contenido de hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español.* Alimentaria 23 (175): 59-61. 1986.
- BURKART, A.** *Flora Ilustrada de Entre Ríos. (Argentina).* I.N.T.A. Parte III: pag 763. Parte IV: pag 554. 1974.
- CABRERA.** *Plantgeographic Provinces.* The University of Arizona Press. Tucson. Arizona. 1956-1971.
- CAMERINI, A.** *Un salto indietro nel tempo quando il miele cadeva dal cielo.* Apitalia. Anno XXI – 15-31. 1994.
- CARRETERO, J. L.** *Análisis polínico de la miel.* Ed. Mundi Prensa. Madrid. España. 1989.
- CASTELL MONTES.** *Las Leguminosas forrajeras.* Apicultura Joven 2: 24-31. 1989.
- CENTORBY, O. P. de; SATORRES, S. E.; ALCARAZ, L. E.; CENTORBY, H. J.; FERNÁNDEZ, R.** *Detección de esporas de Clostridium botulinum en mieles.* Revista Argentina de Microbiología 28: 147-151. 1997.
- CODEX ALIMENTARIUS.** Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Norma revisada para la miel. ALINORM 97/27.
- CODEX ALIMENTARIUS.** Métodos generales del Codex. Vol. 13. 1995.
- CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO.** De La Canal y Asociados. Bs. As. 1997.
- COSTA, C.** *Contribución al conocimiento de la flora melífera de la Provincia de Córdoba. I, Depto Río Segundo.* Bol. Soc. Arg. de Bot. 21(1-4): 247-258. 1982.
- COZZO, D.** *Eucalyptus y Eucaliptotecnica.* Ed. El Ateneo. Buenos Aires. 1955.
- COZZO, D.** *Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina.* Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 1970.

**COZZO, D.** *Arboles forestales, maderas y silvicultura en la República Argentina.* Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. ACME. Buenos Aires. 1979.

**CRANE, E.** *El libro de la miel.* Brevarios. Fondo de Cultura Económica. 1980.

**CRANE, E.** *Honey a Comprehensive survey.* Heinemann. London. Ed. 1975.

**CRANE, E. y WALKER, P.** *Important honeydew sources and their honeys.* Bee World 66 (3): 105-112. 1985.

**CHISALBERTI, E. L.** *Propolis a review.* Bee World 60: 59-84. 1979.

**CHITTKA, L. and GEIGER, K.** *Can honey bees count landmarks ?.* Anim. Behav., 49: 159-164. 1995.

**CHITTKA, L.; BONN, A.; GEIGER, K.; HELLSTERN, F.; KLEIN, J.; KNOLL, P.; KOCH, G.; MEUSER, S. and MENZEL, R.** *Do bees navigate by means of snapshot memory pictures ?.* In: Rhythmogenesis in Neurons and Networks. Proceedings of the 20<sup>th</sup> Goettingen Neurobiology Conference. Eds: Elsner N & Richter DW p. 694. 1992.

**CHITTKA, L.; VOROBYEV, M.; SHMIDA, A.; MENZEL, R.** *Bee colour vision-The optimal system for the discrimination of flower colours with three spectral photoreceptor types ?.* In: Wiese K, Gribakin FG, Popov AV & Renninger G (eds). Sensory Systems of Arthropods, pp 211-218. 1993. Birkhäuser Verlag Basel/Switzerland

**CHITTKA, L. and GEIGER, K.** *Honeybee Lon-distance Orientation in Controlled Environment.* Ethology 99: 117-126. 1995.

**CHITTKA, L.; GEIGER, K. and KUNZE, J.** *The influences of landmarks on distance estimation of honey bees.* Anim. Behav., 50: 23-31. 1995.

**CHOGOVDZE, SH. K.; KOBLIANIDZE, G. L. And DEMIBTSKII, A. D.** Lebensm. Ind. 20, 225. 1973.

**DADANT, C.** *La Colmena y la Abeja Melifera.* Ed. Hemisferio Sur. Montevideo Uruguay. 1979.

**DAVIES, A. M. C.** *Amino acid analysis of honeys from eleven countries.* J. apic. Res. 14(1): 29-39. 1975, en Ortiz, A. 1992.

**DAVIES, A. M. C. and HARRIS, R. G.** *Free amino acid analysis of honeys from England and Wales: Application to the determination of the geographical origin of honey.* Journal. apic. Res. 21(3): 168-173. 1982, en Ortiz A. 1996.



**DEL BAÑO BREIS, C.; PÉREZ SÁNCHEZ, C.; EGEA GILABERT, M. C.; CANDELA CASTILLO, M. E.** *Estudio al microscopio óptico de mieles producidas en la Región de Murcia.* Vida Apícola 80: 21-27. 1996

**DEL BAÑO BREIS, C.; PÉREZ SÁNCHEZ, C.; EGEA GILABERT, M. C.; CANDELA CASTILLO, M. E.** *Estudio al microscopio óptico de mieles producidas en Murcia: Indicadores de mielada.* Vida Apícola 79: 38-43. 1996.

**DEL BAÑO BREIS, C.; PÉREZ SÁNCHEZ, C.; EGEA GILABERT, M. C.; CANDELA CASTILLO, M. E.** *Estudio al microscopio óptico de mieles producidas en la Región de Murcia.* Vida Apícola 81: 36-41. 1997.

**ECHIGO, T.** *Food Chemical and Biochemical Studies of Honey.* Bull of Faculty of Agri. Tamaguwa Univ. 17,2. 1977.

**ELKINS, E. R.; HEUSER, J. R. y CHIN.** *Detección of adulteration in selected fruit juices.* Food Sci. Technol. 30: 317-341. 1988.

**ERDTMAN, G.** *Pollen morphology on plant taxonomy.* Hainer Publishing Company. New York. 1971.

**ETIEVANT, P.; SCHLICH, P.; BERTRAND, A.; SYMONDS, P. y BOUVIER, J.C.** *Varietal and geographic classification of French Red Wines in terms of Pigments and Flavonoids Compounds.* Journal of the Science of Food and Agriculture 42: 39-54. 1988.

**FENNEMA, O. R.** *Química de los alimentos.* Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1993.

**FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.; TOMÁS-LORENTE, F.; NIETO, J. L.; RUMBERO, A; OLÍAS, J.** *8-Methoxydaempferol 3-Sophoroside, a yellow pigment from almond pollen.* Phytochemistry, Vol. 28, Nº 7, pp-1901 -1903. 1989.

**FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, A.; GIL, M. I.; TOMÁS-LORENTE, F.** *An HPLC technique for flavonoid analysis in honey.* J. Sci Food. Agric: 56, 49-56. 1991.

**FERRERES, F.; ORTIZ, A.; SILVA, C.; GARCÍA-VIGUERA, CH.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; TOMÁS LORENTE, F.** *Flavonoids of "La Alcarria" hone y. Z. Lebensm Unters Forsch* 194: 139-143. 1992.

**FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.; TOMÁS- LORENTE, F.; NIETO, J.; FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.; SOLER, C.; GARCÍA-VIGUERA, C.; ORTIZ, A.; TOMÁS-LORENTE, F.** *A simple extractive technique for honey flavonoid HPLC analysis.* Apidologie 25: 21-30.1994.

**FRAZIER, W. C.; WESTHOSS, D. C.** *Microbiología de los alimentos*. Ed. Acribia. 1993.

**GARCÍA-VIGUERA, C.** *Composition of Propolis from Two Different Spanish Regions*. (Reprint request to Dr García-viguera) Lab. Fitoquímica. CEBAS-CSIC. Murcia. España. 1991.

**GILBERT, J.; SHEPHERD, M. A.; WALLWORK and HARRIS, R. G.** *Determination of the geographical origin of honey by multivariate analysis of gas chromatographic data on their free amino acid content*. J. apic. Res. 20 (2): 125-135. 1981.

**GÓMEZ PAJUELO, A.** *Análisis sensorial de mieles. Influencia de la composición y el procesado*. Vida Apícola 80: 16-20. 1996.

**GÓMEZ PAJUELO, A.** *Conductividad eléctrica, acidez y tixotropía*. Vida apícola 77: 49-51. 1996.

**GÓMEZ PAJUELO, A.** *El color de la miel*. Vida Apícola 73: 20-25. 1995.

**GONNET, M.; LAVIE, P.; LOUVEAUX, J.** *La pasteurisation des miels*. Ann. Abeilles, 7 (2): 81-102. 1964.

**GONNET, M.** *Les modifications de la composition chimique des miels au cours de la conservation*. Ann. Abeilles, 8 (2): 129-146. 1965.

**GONNET, M.** *L'analyse des miels: description de quelques méthodes de contrôle de la qualité*. Bull. Tech. Apic. 54. 13 (1), 17-36. 1977.

**GONNET, M.** *L'hydroxymethylfurfural dans les miels*. L'Abeille de France 753: 401-404. 1990.

**GONZALES PEREYRA, A.; BERTONI, M. H.; GROS, E. G.; CATTANEO, P.** *Composición en ácidos grasos de la fracción lipídica en miel de abeja de producción nacional*. La Alimentación Lationamericana 200. 1994.

**GUCCIONE, M.; PERSANO ODDO, L.; PIANA, L.; SABATINI, A.; VANGELISTI, M.** *Definizione di un metodo per l'analisi sensoriale applicata al miele: primo resoconto di attività tecniche*. Istituto Nazionale di apicoltura. Bologna. Italia. 1991.

**HANNY, D. W. and ELMORE, C. D.** *Amino acid composition of cotton nectar*. J. Agric. Food chem. 22: 476-478. 1974.

**HARBONE, J. B.** *comparative biochemistry of the flavonoids*. Academic Press. London. 1967.

**HARBORNE, J. B.** *Phytochemical Methods*. Distr. Halsted Press, a Div. of John Wiley & Sons, Inc. New York. 1975.

**HERRERA, J.** *Néctar secretion patterns in southern spanish mediterranean scrublands*. Israel J. Bot. 34: 47-58. 1985, en Carretero, J. Ed. Mundi Prensa. 1989.

**HORN, H.** *Die Kristallisation des Bienenhonigs*. Hefte 11, 323 und 12, 361-363 sowie. 1992.

**HUIDOBRO CANALES, J. F.** *La miel. Algunos parámetros de interés en su control de calidad*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. España. 1983.

**JACHIMOWICZ, T.** *Rispondenza del miele alle caratteristiche previste dal codice alimentare*. Simp. Int. Di Tecnologia Apistica. Bolonga 25-27 gennaio 1977: 67-72.

**JONES, K. C.** *Apicultura*. 3ª Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid 28001. España. (1987).

**KAWUAGUCHI.** *Introducción al mercado de la miel argentina*. Universidad Nacional del Centro de la Pcia de Buenos Aires. Ed. Independencia. Buenos Aires. 1995.

**KONIG, B. y DUSTMAN, J. H.** *Investigation on the composition and possible virostatic effects of propolis of varied geographic provenance*. Apidologie 14: 278-280. 1983.

**LIPP, J.** *Nachweis und Herkunft von Abscisinsäure und Prolin in Honig*. Apidologie 21: 249-259. 1990.

**LOUVEAUX, J.; MAURIZIO y WORWHOL.** *International Commission for Bee Botany of IUBS. Methods of Melissopalynology*. Bee World 59 (4): 139-157. 1978.

**LOUVEAUX, J.** *Le mie*. Cah. Nutr. Diet. 20 (1), 5-70. 1985.

**LOZANO, M.; MONTERO ESPINOSA, V.; OSORIO, E.; SÁNCHEZ, J.** *Mieles de la dehesa extremeña: características físico-químicas y polínicas*. Vida Apícola 72: 41-46. 1995.

**MARTÍNEZ, M. E.** *Análisis físico-químicos de muestras de miel de eucalipto comercializada en España*. Memoria de Licenciatura. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. España. 1992.

**MAURIZIO, A.** *Untersuchungen zur quantitativen Pollenanalyse des Honigs*. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. U. Hyg. 30(1-2): 17-69. 1939.

**MAURIZIO, A.; LOUVEAUX, J.** *Pollen de Plantes Mellifères D' Europe*. Union des Groupements Apicoles Français. Paris. 1965.

**MAURIZIO, A.** 1985. *Honigtau – Honigtauhonig* in Crane, E. 1990. *Bees and Beekeeping*, Heynemann Newnes, Oxford.

**MENÉNDEZ.** *Manual de apicultura*. S.A.D.A. 5ª Edición. Ed. Ferfoglia, Barreto y Paskulín. S.R.L. 1981.

**MIDURA, T. F.; SNOWDEN, S.; WOOD, R. M.; ARNON, S. S.** *Isolation of Clostridium botulinum in honey*. J. Clin. Microbiol. 9: 282-283. 1979 en Centorby y col, 1997.

**MIDURA, T. F.;** Update: Infant botulism. Clin. Microbiol. 9: 119-125. 1996 en Centorby y col, 1997.

**MITCHELL, T., DONALD, E. M. and KELSO, J. R. M.** Analyst, 97, 435. 1954.

**MONTENEGRO, G.; GÓMEZ, M; ÁVILA, G.** *Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por Apis mellifera en el área de la Reserva Nacional Los Ruiles, VII Región de Chile*. Acta Botánica Malacitana, 17: 167-174. Málaga. 1992.

**MULLER, H. G.** *Introducción a la Reología de los Alimentos*. Ed. Acribia. España. 1973.

**NEUMAN, W. y HABERMANN, E.** *Über parasymphaticomimetische wirkungen des Bienenhoning*. Arch. exp. Path, Pharmak 212. 163. 1950-51.

**OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS.** Ed. 1989.

**ORTEGA SADA, J. L.** *Flora de interés apícola y polinización de cultivos*. Ediciones Mundi Prensa. Castelló 37. 28001. Madrid 1987.

**ORTIZ, A.** *Contribución a la denominación de origen de la miel de la Alcarria*. Tesis Doctoral. Centro Regional Apícola de Castilla. La Mancha. Guadalajara. España. 1992.

**ORTIZ, A.; FERNANDEZ, M. C.; SUBRA, E.** *Principales características de la miel de la Alcarria*. Conserjería de Agricultura y Medio ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 1996.

**ORTIZ, A.; FERRERES, F.; SILVA, C.; TOMÁS-BARBERÁN, F.; GARCÍA-VIGUERA, CH.; TOMÁS-LORENTE, F.** *El Contenido en Flavonoides de la Miel de La Alcarria. Estudios sobre Origen y Caracterización*. Cuadernos de Apicultura Nº 12. 1992. Centro Regional Apícola. S.I.A., J.J.-CC. de Castilla-La Mancha. CEBAS CSIC. Murcia. España.

**PAILHÉ, L. A. y POPOLIZIO, E. R.** *Espectro floral apícola de Tucumán. Parte I.* XXIV Congreso Internacional de Apicultura. Bs.As. 1973.

**PALMA DE MALDONADO, S.; FONTANABROSA, M. E.; VIGIL, J. B.** *Determinación de aminoácidos en mieles por cromatografía.* Rev. Facultad Ing. Qca. 45: 73-80. S. Fé. Argentina. 1982.

**PEREYRA GONZALEZ, A.; BERTONI, M. H.; GROS, E. G. y CATANEO, P.** *Composición en ácidos grasos de la fracción lipídica en miel de abeja de producción nacional.* La Alimentación Latinoamericana N° 200. 1994

**PEREZ ARQUILLUÉ, C.; JIMENO BENITO, F.** *Tóxicos naturales en mieles.* Vida Apícola 83: 38-43. 1997.

**PÉREZ GARCÍA, F.; MOLINS MARÍN, J. L.; GÓMEZ PAJUELO, A.** *Alteraciones de la miel: revisión.* Vida Apícola 27: 29-33. 1988.

**PERSANO ODDO, L.; GIOLA PIAZZA, M.; ACCORTI, M.,** *Diagnosis of unifloral honeys. I. Present Knowledge and Problems.* Apicoltura, 4: 1-11. 1988.

**PERSANO ODDO, L.; STEFANINI, R.; GIOLA PIAZZA, M.; ACCORTI, M.** *Diagnosis of unifloral honey. III. Application of a statical aproach to honey classification.* Apicoltura, 4: 27-38. 1988.

**PERSANO ODDO, L.; BALDI, E. y ACCORTI, M.** *Diastatic activity in some unifloral honey.* Apidologie 21(1). 17-24. 1990.

**PIANA, G.; RICCIARDELLI D' ALBORE; ISOLA, A.** *La Miel.* Ediciones Mundi Prensa. Castelló 37 . 28001. Madrid 1989.

**PIAZZA, M. G.; ACCORTI, M.; PERSANO ODDO, L.** *Indagine sulle caratteristiche chimico-fisiche dei mieli italiani di castagno e di melata.* Apic. Mod. 77: 47-51- 1986.

**PIRO, R.; CAPOLONGO, F.; BAGGIO, A.; MUTINELLI, F.** *Cinética de formación del HMF y degradación de las enzimas en la miel.* Vida apícola 80: 44-48. 1996.

**RAMSAY, R. J.; MILUM, V. G.** *The discoloration of honey.* Am. Bee Journal 73: 285-305. 1933.

**RESNIK, S. & CHIRIFE, J.** *Effect of moisture content and temperature on some aspects of nonenzymatic browning in dehydrated apple.* J. Food Sci. 44: 601-604. 1979.



**RICCHIARDELLI D' ALBORE, G.; BATTAGLIHNI, M.; SODORO, N.** *Sullo sviluppo delle ghiandole ipofaringee in api nutrite con pollini e sostituti.* Apicoltura 3: 15-36. 1987.

**RIVEIRO CAMPOS, M. G.; SABATIER; AMIOT, M. J. y AUBERT, M. J.;** *Characterization of flavonoids in three hive products: bee pollen, propolis and honey.* Planta Med. 56: 580-581. 1990.

**RODRIGUEZ-OTERO, J. L.; PASEIRO, P.; SIMAL, J.; CEPEDA, A.** *Mineral content of the honey produced in Galicia (North-west Spain).* Food Chemistry 49: 169-171. 1994.

**RODRIGUEZ-OTERO, J. L.; PASEIRO, P.; SIMAL, J.; TERRADILLOS, L.; CEPEDA, A.** *Determination of Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and total cationic milliequivalents in Spanish commercial honeys.* Journal of Apicultural Research 31(2): 65-69. 1992.

**ROOT, A. I.** *ABC y XYZ de la apicultura.* 10ª Edición. Librería Hachette. S.A. Buenos Aires. 1976.

**ROST, T. L.; M. G. BARBOUR; R. M. THORNTON; T. E. WEIER y C. R. STOCKING.** *Botany: a brief introduction to plant biology.* J. Wiley & Sons. New York. 1979.

**RUIZ ARGÜEZO T.; RODRIGUEZ NAVARRO, A.** *Gluconic acid producing bacteria from honey bees and ripening honey.* Journal of General Microbiology, 76 (1), 211-216. 1973.

**SABATIER, S; AMIOT, M. J; TACCHINI, M; AUBERT, S.** *Identification of flavonoids in sunflower honey.* Journal of Science. Vol. 57, Nº 3, 1992. 773.

**SABATINI, A. G.; PERSANO ODDO, L.; PIAZA, M. G.; ACORITI, M.; MARCOZAN, A. G.** *Glucide spectrum in the main Italian unifloral honey. Di- and Trisaccharides.* Apicoltura 6: 63-70. 1990.

**SAENZ DE RIVAS, C.** *Polen y esporas.* H. Blume Ediciones. Madrid. España. 1978.

**SALA LLINARES, A.** *Algunos aspectos farmacéuticos de la miel.* El Farmacéutico. Nº 22. Feb. 1986. Madrid. España.

**SALA LLINARES, A.** *Mieles tóxicas.* Vida apícola 49: 34-39. 1991.

**SÁNCHEZ BARRIO, E.;** *Cristalización de la miel.* Vida apícola. 31-32. 1993.

**SANZ, S.; PÉREZ, C.; HERRERA, A.; SANZ, M.; JUAN, T.** *Composición de las mieles de La Rioja.* Rev. Esp. De Ciencia y Tecnología de Alimentos 34 (5): 540-552. 1995.

SEPÚLVEDA GIL, J. M. *Apicultura*. Biblioteca Agrícola AEDOS. Ed. Aedos. Barcelona. 1986.

SERRA BONVEHÍ, J. y GÓMEZ PAJUELO, A. *Determinación de la miel adulterada*. Alim. Equi. y Tecnol. 7: 143 – 147. 1986.

SERRA BONVEHÍ, J.; GÓMEZ PAJUELO, A.; GALINDO GONELL, J. *Caracterización de mieles monoflorales españolas de cítricos (Citrus sp), romero (Rosmarinus officinalis L.), espliego (Lavandula latifolia Med) y bosque (Quercus sp), mediante su espectro polínico, espectro de azúcares, conductividad eléctrica, actividad diastásica, humedad, cenizas, sales minerales y color*. Vida Apícola 17 (1): 25-31. 1986.

SERRA BONVEHÍ, J.; GÓMEZ PAJUELO, A. *Détermination de la falsification possible du miel avec des produits sucrants*. Bull. Tech. Apic. 11(4) 49. 195-202. 1986.

SERRA BONVEHÍ, J.; CAÑAS, S. *Caratteristiche fisico-chimiche, composizione e spettro pollinico del miele di Eucalipto (Euclyptus spp) prodotto in Spagna*. Apicoltura, 4: 59-81. 1988.

SERRA BONVEHÍ, J. *Estudio de la validez de los índices que predicen la cristalización de la miel*. Rev. Agroquím. Technol. Aliment., 29(1): 47-62. 1989.

SERRA BONVEHÍ, J.; BOSCH CALLIS, J. *Determinación de azúcares de la miel mediante cromatografía de gases*. Anales de Química de la Real Sociedad Española de Química. Vol. 85. Serie B. Nº 1. 1989.

SERRA BONVEHÍ, J.; ESCURRA PESUDO, F.; GINER PALLARES, J. *La détermination quantitative des acides aminés libres dans les pollens apicoles a l'aide de la chromatographie en phase gazeuse, chromatographie liquide haute performance et spectrophotométrie*. Ann. Fals. Exp. Chim. 84: 153-166. 1991.

SERRA BONVEHÍ, J. *Criterios a considerar en las Directivas de Calidad de Miel*. Vida apícola 76: 22-24. 1996.

SHALLENBERGER, R. S. and MATTICK. *Relative stability of glucose and fructose at acid pH*. Food chem. 12: 159. 1983 .

SIDDIQUI, I. R. and FURGALA, B. *Isolation and characterization of oligosaccharides from honey*. Part I. Disaccharides. Journal. Apic. Res. 6 (3): 139-145. 1967.

SIDDIQUI, I. R. *The sugars of honey*. Adv. Carbohydrate chem. And Biochem. 25: 285-309. 1970.

SMITH, M. R. y Mc. CAUGEY – *Identification of some trace lipids in honey*. Fd. Res. 8 (2): 99-110. 1966.

SNOWDON, A. J.; CLIVER, D. O. *Microorganisms in honey*. International Journal of food Microbiology 31: 1-26. 1996.

STADELMEIER, M. And BERGNER, K. G. *Proteine des Bienenhonigs VII. Eigenschaften und Herkunft der Honigamylase*. Z Lebensm Unters Forsch 182: 196-199. 1986 a.

STINSON, E. E.; SUBERS, M. H.; PETTY, J. and WHITE, J. *The composition of honey. V. Separation and identification of the organic acids*. Arch. Biochem. Biophys. 89: 6-12. 1960.

TELLERIA, M. C. *Morfología del polen de las especies de Trifolium (Leguminosae) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)*. Bol. Soc. Arg. de Botánica 25(1-2), 1987.

TELLERIA, M. C. *Analyse Pollinique des miels du nord ouest de la Province de Buenos Aires. (République Argentine)*. Apidologie 19: 275-290. 1988.

TELLERÍA, M. C. *Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la Provincia fitogeográfica pampeana (República Argentina) I: Distrito oriental*. Darwiniana 31 (1-4): 345-350. 1992.

TELLERÍA, M. C. *El polen de las mieles del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*. Darwiniana 33(1-4): 347-364. 1995.

TOMÁS-BARBERÁN, F.; TOMÁS-LORENTE, F.; FERRERES, F.; GARCÍA-VIGUERA, C. *Flavonoids as Biochemical Markers of the Plant Origin of Bee Pollen*. J.Sci Food. Agric. 0022-5142/89. 1989.

TOMÁS-BARBERÁN, F.; FERRERES, F.; ORTIZ VALBUENA, A.; FERNÁNDEZ MAESO, M. C. *Estudio sobre el contenido en flavonoides de las mieles de La Alcarria: su aplicación a la Caracterización Geográfico-Botánica*. Laboratorio de Fitoquímica. CEBAS- CSIC. Murcia. España. 1996.

TOMÁS-LORENTE, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.; MARÍN, F.; GUZMÁN, G. *Los flavonoides como marcadores químicos del origen vegetal del polen apícola*. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment., 26 (3). 1986.

TOMÁS-LORENTE, F.; GARCÍA-VIGUERA, C.; FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. y NAVARRO, G. *Análisis por HPLC de polifenoles en algunos vinos tintos españoles*. Rev. Agroquím. Tecn. Aliment 29: 399-406. 1989.

TOMÁS-LORENTE, F.; GARCÍA-GRAU, M.; NIETO, J. L.; TOMÁS-BARBERÁN, F. *Flavonoids from Cistus ladanifer bee pollen*. Phytochemistry. Vol. 31. Nº 6 pp.2027-2029. 1992.

TYSSET, C.; ROUSSEAU, M. *Le problème du microbisme et de l'hygiène des miels du commerce*. Rev. Med. Vet. 132 (8/9). 591- 600. 1981.

- VERA MARKGRAF; D' ANTONI, H. L.** *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 1978.
- VON DER OHE, W.** *Unifloral honeys: chemical conversion and pollen reduction*. Grana 33: 292-294. 1994.
- VON DER OHE, W.; DUSTMANN, J. H. and Von del OHE et al.** *Prolin als Kriterium der Reife des Honigs*. Deutsche Lebensmittel-Rundschau. 87(12): 383-385. 1991.
- WALKER, P. y CRANE.** *Constituents of propolis*. Apidologie 18: 327-334. 1987.
- WHITE, J. W. Jr.; RIETHOF, M. L.; SUBERS, M.H. and KUSHNEIR I.** *Composition of american Honeys*. U.s. Dep Agr. Tech Bull 1261, 124 pp.1962.
- WHITE, J. Jr. SUBERS, M. H.** *Studies on honey inhibine. 2. A Chemical assay*. Journal of Apicultural Research 2 (2): 93-100. 1963.
- WHITE, J. W. Jr.** *Composition of honey*, 157-206. Ed. E. Crane. Honey. William Heinemann, in cooperation wiht International Bee Research Association, London. 1975.
- WHITE, J. W. Jr.; RUDY, O. N.** *The protein content of honey*. Journal of Apicultural Research 17 (4): 234-238. 1978.
- WHITE, J. W. Jr.** *Honey*. Food Res. 24: 287-374.1978.
- WHITE, J. W. Jr.; RUDY, O. N.** Proline content of United States Honeys. Journal of Apicultural Research 17 (2): 89-93. 1978.
- WHITE, J. W.** *Methods for determining carbohydrates, hidroxymethylfurfural and proline in honey: collaborative study*. Assoc.Off. Anal.Chem. Vol 62. Nº3. 1979.
- WHITE, J. W. Jr. y SICILIANO, J.** *Hydroxymethylfurfural and Honey Adulteration*. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 63 (1): 7-10. 1980.
- WHITE, J. W. Jr.** *Hydroxymethylfurfural content of honey as an indicator of its adulteration with invert sugars*. Bee World 61 (1): 29-37. 1980.
- WHITE, J. W. Jr.** *Natural honey toxicants*. Bee World, 62 (1): 23-28. 1981.
- WHITE, J.** *The role of HMF and diastase assays in honey quality y evaluation*. Bee World 75 (3): 104-117. 1994.
- WONG DOMINIC, W. S.** *Química de los alimentos. Mecanismos y teoría*. Ed. Acribia S.A. 1995.

**WOOTTON, M.; EDWARDS, R.A. and FARAJI-HAREMI, R.** *Effect of accelerated storage conditions on the chemical composition and properties of Australian honey. Changes in sugar and free amino acid contents.* J. Apic. Res. 15 (1), 29-34. 1976 a.

**ZANDER, E.** *Beiträge zur Herkunftsbestimmung bei Honig. I Pollengestaltung und Herkunftsbestimmung bei Blütenhonig.* Vol I. Reischfachgruppe Imker, Berlin. 1935.

**ZOLLER, W. H.; GONDON, G. E.; GLADNEY, E. S. and JONES, A. G.** *The source of distribution of vanadium in the atmosphere, 31, Trace Elements in the Environment.* Series 123 (Kothny, E.L., ed), Am. Chem. Soc. Washington D C.1973.