

## TITULO

# UNA HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE MIELES EN FUNCIÓN DE LOS PARAMETROS CONTROLADOS EN LA RECEPCIÓN INDUSTRIAL

Juan Borrás, Marisol<sup>1</sup>, Carot Sierra, José Miguel, Escriche Roberto, Isabel

---

## RESUMEN

En este trabajo se propone un sistema estadístico para el control de las mieles en la etapa de recepción industrial. Los criterios de aceptación/rechazo se establecen en base a los resultados obtenidos de la aplicación de la técnica de árboles de decisión y en base a criterios técnicos empresariales. Para desarrollar el método propuesto se ha usado una base de datos de 1648 muestras de miel de diferentes variedades (*Citrus sp.*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula latifolia*, *Citrus lemon*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus sp.*, *Helianthus annuus*, *Eucalyptus sp.*, *Lygos sphaerocarpa*, *Pimpinella anisum*, *Erica sp.*, Honeydew and Polyfloral honey), recolectadas y analizadas durante cinco campañas consecutivas (2001 a 2005). Se han considerado como factores el origen botánico, la campaña, la climatología y el apiario, y como variables el contenido de humedad hidroximetilfurfural y color de las mieles. Este sistema de control de calidad es mucho más eficiente que los usados tradicionalmente, ya que tiene en cuenta tanto las prácticas apícolas como los factores externos que no son controlables por el apicultor. Esta herramienta permite detectar aquellos apicultores que año tras año aportan miel de baja calidad, incumpliendo los criterios internos de la empresa. La información que aporta esta herramienta permitirá llevar a cabo tareas tanto de formación como de información del apicultor, para que paulatinamente mejore sus prácticas apícolas, garantice la calidad de su miel y se fomente la profesionalización del sector.

**Palabras clave:** control de calidad, miel, clasificación industrial, árboles de decisión

## ABSTRACT

This work introduces a statistical system to control honey during reception by the industry. The acceptance/rejection criteria are established according to both the results obtained from the application of decision trees and commercial technical information. To develop the proposed method a database composed of 1648 samples of different varieties of honey (*Citrus sp.*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula latifolia*, *Citrus lemon*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus sp.*, *Helianthus annuus*, *Eucalyptus sp.*, *Lygos sphaerocarpa*, *Pimpinella anisum*, *Erica sp.*, Honeydew and Polyfloral honey) which were collected and analyzed in five consecutive years (2001 to 2005). Botanical origin, year of collection, climatology and beekeeper were the

factors and moisture, hydroxymethylfurfural and colour were the variables considered in the analysis. This quality control system is much more efficient than the traditional one, as it considers good apiary practices as well as external factors which can not be controlled by the beekeeper. This tool permits detection of beekeepers that year after year provide low quality honey that does not comply with company criteria. The information provided by this tool facilitates tasks such as training and information for the beekeeper, so that he can gradually improve his apiary practices, guarantee the quality of his honey and the professionalization of the sector is facilitated.

**Key words:** quality control, honey, industrial classification, decision trees

## **RESUM**

En aquest treball es proposa un sistema estadístic per al control de les mels en l'etapa de recepció industrial. Els criteris d'acceptació/rebuig s'estableixen partint dels resultats obtinguts de l'aplicació de la tècnica d'arbres de decisió i partint de criteris tècnics empresarials. Per a la definició del mètode proposat s'ha usat una base de dades de 1648 mostres de mel de diferents varietats (*Citrus sp.*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula latifolia*, *Citrus lemon*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus sp.*, *Helianthus annuus*, *Eucalyptus sp.*, *Lygos sphaerocarpa*, *Pimpinella anisum*, *Erica sp.*, Honeydew, and Polyfloral honey), recollides i analitzades durant cinc campanyes consecutives (2001 a 2005). S'han considerat com a factors l'origen botànic, la campanya, la climatologia i l'apiari, i com a variables el contingut d'humitat, hidroximetilfurfural i color de les mels. Aquest sistema de control de qualitat és molt més eficient que els usats tradicionalment, ja que té en compte tant les pràctiques apícolas com els factors externs que no són controlables per l'apicultor. Aquesta eina permet detectar aquells apicultors que any rere any aporten mel de baixa qualitat que incompleix els criteris interns de l'empresa. La informació que aporta aquesta eina permetrà dur a terme tasques tant de formació com d'informació de l'apicultor per a que gradualment corregeixi les seves pràctiques apícolas, garanteixi la qualitat de la seva mel i es fomenti la professionalització del sector.

**Paraules clau:** control de qualitat, mel, classificació industrial, arbres de decisió.

|

## INTRODUCCION

La miel es un producto natural, una disolución acuosa concentrada de hidratos de carbono, diversas enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos ceras, granos de polen, etc. (Belitz y Grosch, 1988) que no debe ser alterada. Esta composición, en gran medida, depende del néctar de origen y de factores externos como las condiciones climáticas, métodos de extracción, tiempo y condiciones de almacenamiento (Crane, 1975; Haydée, 1989). Desde los primeros momentos no es una mezcla de componentes que se almacenan de forma inerte, sino un conjunto de nutrientes sometidos a interacciones, y a condiciones ambientales que la modelarán como un alimento de calidad, o por el contrario, sufrirá proceso que le afectará de manera negativa (Estupiñán et al., 1998).

Las abejas recogen jugos azucarados (néctares y mielatos) de plantas y otras secreciones (resinas, áfidos, etc.). Cuando llegan a la colmena se lo pasan unas a otras, repitiéndose este proceso más o menos veces en una cadena de abejas, si la floración es lenta la gota de néctar pasa por más abejas, ocurre lo contrario cuando la floración es muy abundante. En este paso, además de romperse las moléculas de azúcares en otras más pequeñas, el néctar pierde agua. Una vez depositado este néctar en la celdilla, las abejas empiezan un mecanismo de ventilación que hace que éste vuelva a perder agua hasta alcanzar el punto óptimo de evaporación (<18% de humedad), finalmente operculan la celdilla, preservando así la miel (Gomez Pajuelo, 2004). La concentración de agua influirá decisivamente en la conservación de la miel, ya que es en la fase acuosa donde se llevan a cabo la mayoría de las reacciones de transformación y alteración (Crane, 1975). Por otro lado cuando un apicultor considera que la miel de sus colmenas ya está madura procede a su extracción del panal.

Si una miel llega a la industria con un alto contenido en agua, propiciado bien por la climatología anual o por una extracción prematura del panal, en el almacenamiento puede correr el peligro de fermentar, lo cual la invalidará para su comercialización, con la consecuente pérdida económica para la industria (tiempo y dinero). El contenido en agua final afectará al sabor, calidad y en definitiva al valor comercial del producto, de ahí que sea un parámetro legislado, permitiéndose como contenido máximo un 20%, salvo para la miel de calluna, que puede alcanzar hasta el 23 % (Real Decreto 1049/2003). Por todo esto la humedad se puede considerar un parámetro muy importante a controlar en la materia prima recibida en una industria de comercialización y envasado de miel, su control (<18% ) ayuda a evitar una posterior fermentación (Peris, 1990).

El color de las mieles es una característica física debida a diversos pigmentos como carotenos, xantofilas y flavonoides que se encuentran en el néctar de las flores (Lozano et al., 1994), estando este atributo pues relacionado con su origen floral. De esta manera las diferentes variedades de mieles provenientes de determinados orígenes florales, tienen asociados colores característicos. Este parámetro es indicador de un determinado origen floral o bien es excluyente del mismo.

El color es una característica importante en la evaluación de calidad de las mieles, ya que tiene una gran incidencia en la aceptación del producto por el consumidor, puede usarse como criterio de aceptación-rechazo, y es fundamental para la industria que desea obtener mieles con un determinado color por mezclado, es uno de los factores determinantes en la cotización de la miel en el mercado. Aunque este parámetro de calidad no está regulado, dada su importancia comercial, sí es controlado por las industrias de comercialización y envasado de la miel. En esta característica de la miel, también puede ejercer una gran influencia el apicultor, ya que según use un tipo u otro de colmena (alza o layens) y/o separe o no en diferentes recipientes los cortes de las diferentes floraciones puede influir de alguna manera en el color final.

Si por circunstancias de meteorología o floración la miel ya cosechada no es retirada de la colmena, se mezclan floraciones diferentes, dando lugar a mieles multiflorales y monoflorales con diferentes matices de color. En la industria de comercialización de miel se hace una "clasificación interna" por color de una misma variedad, en diferentes categorías o calidades.

El hidroximetilfurfural (HMF) no existe de forma natural en la miel, es un compuesto formado por la pérdida de dos moléculas de agua de la fructosa, y su presencia es un indicador de envejecimiento o calentamiento. El contenido en HMF en mieles recién cosechadas es muy bajo, casi cero. Se forma de manera espontánea a lo largo del tiempo de almacenamiento, viéndose acelerada esta reacción en procesos de calentamiento, por lo que se considera un parámetro significativo para la evaluación de la calidad de la miel (Nozal et al., 2001). White (1994) propuso el nivel de contenido en HMF como el único índice veraz del calentamiento/almacenamiento en la miel.

Para que la miel llegue al consumidor en óptimo estado conservando todas sus propiedades, la ley establece unos contenidos máximos y mínimos de diferentes componentes, como son su contenido enzimático, en azúcares, acidez, humedad, conductividad, hidroximetilfurfural (HMF) (Real Decreto 1049/2003), etc. La industria controla estos parámetros, realizando análisis sistemáticos a la materia prima entrante, rechazando aquella que incumple uno o varios de estos parámetros, de acuerdo a una calidad estipulada internamente. Los resultados analíticos (color, diastasa, conductividad, humedad, etc.) de una muestra de la miel son comparados de manera objetiva con perfiles descriptivos de una serie de datos de diversas mieles monoflorales. Cuando los valores de todas las medidas consideradas se ajustan al rango descrito para un tipo de miel monofloral, esta es asignada al correspondiente tipo de miel. Por el contrario si las características de la muestra no encajan en los perfiles de los tipos monoflorales, la muestra se clasifica como polifloral. Así el grupo de las mieles poliflorales representa una amplia miscelánea de muestras de diferentes orígenes botánicos (Ruoff et al., 2007).

En resumen los factores que más influyen en la separación de los diferentes tipos de mieles producidas, son la flora, la meteorología y las prácticas de manejo del apicultor (Gómez-Pajuelo, 2004).

Los árboles de decisión permiten la representación gráfica de una serie de reglas, están formados por nodos, y ramas (niveles), estos se construyen

realizando divisiones sucesivas del espacio multivariable con el objetivo de maximizar la distancia entre grupos en cada división (es decir, realizar particiones que discriminen). Este proceso de división finaliza cuando todos los registros de una rama tienen el mismo valor en la variable de salida (nodo, hoja puro), dando lugar al modelo completo (máxima especificidad). En este sentido, hay que recordar que cuanto más abajo están las variables de entrada en el árbol, menos importantes resultan en la clasificación de salida (y menos generalización permite).

Por todo ello, el objetivo del presente trabajo ha sido evaluar la influencia de los factores que controla el apicultor (prácticas de manipulación) y de otros factores no controlables por él (climatología, variedad floral y campaña) sobre algunos de los más importantes parámetros de calidad (humedad, color, HMF) que se controlan en la miel, que entra como materia prima en las industrias de envasado. Para ello se propone un sistema de control de recepción donde, los criterios de aceptación se establecen en base a los resultados de la aplicación de técnicas estadísticas de árboles de decisión y en base a criterios técnicos empresariales.

Este trabajo brinda una herramienta al productor, envasador y comercializador y ayuda a conseguir el beneficio que representa mantener la competitividad de la miel en los mercados local, nacional e internacional.

## **MATERIAL Y METODOS**

**Materia Prima.** En la realización de este estudio se usaron un total de 1648 muestras de 5 campañas diferentes, 229 muestras del año 2001, se estudiaron 274 del año 2002, 726 del año 2003, 220 del año 2004 y 199 en el año 2005. El número de muestras de cada variedad analizadas fue: 11 anís, 231 azahar, 38 bosque, 6 brezo, 27 cantueso, 14 espliego, 77 eucalipto, 135 girasol, 111 limón, 605 milflores, 117 montaña, 26 retama, 216 romero, y 34 tomillo.

### *Análisis melisopalínológico*

Para la determinación del origen botánico de las muestras se extrajo el sedimento de polen de una miel, y se hizo un conteo al microscopio (Zeiss Axio Imager, Göttingen, Germany) de las diferentes estructuras de los pólenes (especies florales), y se calculó el porcentaje final de cada uno de ellos.

### *Análisis físico-químicos*

Los métodos físico-químicos utilizados están descritos en la normativa para la miel (B.O.E. 18-6-86). Los análisis se han verificado por triplicado en todas las muestras.

- Humedad. El cálculo de la humedad se realizó midiendo el índice de refracción con un refractómetro (ATAGO 3T, Japón) termostatzado a 20 °C y extrapolando el valor a la tabla de Chataway, para obtener el valor de humedad.
- Color. La determinación del se llevó a cabo utilizando un colorímetro digital (HANNA C221, España) basado en la escala Pfund este mide la transmitancia de la luz de la miel comparado con el patrón: glicerol analítico de grado reactivo.
- Hidroximetilfurfural: Las muestras de miel fueron clarificadas con Carrez I y II, para posteriormente llevar a cabo una reacción de la muestra con y sin bisulfito sódico. El método por espectrofotometría UV-VIS se basó en la medición a 285 nm de la absorbancia del HMF, efectuando una corrección con la absorbancia a 336 nm, todas las determinaciones se realizaron con un espectrofotómetro de doble haz (Helios-alpha, Thermo, Cambridge, UK).

#### *Análisis estadístico*

El análisis de los datos se realizó aplicando el sistema de clasificación de arboles de decisión basados en el método de clasificación CHAID exhaustivo (*Chi-Squared Automatic Interaction Detector*). Un sistema de clasificación es un conjunto de reglas de decisión que predicen o clasifican las observaciones futuras. Los arboles de decisión son gráficos que ilustran las reglas de decisión, que partiendo de un nodo raíz que contiene todas las observaciones de la muestra, a medida que se desplaza por el árbol, los datos se ramifican en subconjuntos de datos que se excluyen mutuamente. Este análisis examina todas las variables de la base de datos para encontrar las que proporcionen la mejor clasificación al dividir los datos en subgrupos. Este proceso se aplica de forma recursiva a los subgrupos para definir otros grupos dentro de ellos, y así sucesivamente hasta que se haya finalizado el árbol. Finalmente se obtienen unos nodos o subgrupos terminales, cada uno de estos subgrupos constituye un grupo homogéneo (sin diferencias significativas) de observaciones bien diferenciados del resto de nodos en función de los valores que hayan tomado las variables predictoras. En resumen se puede decir que el árbol en un sistema de reglas, derivando una regla para cada trayectoria del árbol, que empieza en la raíz (conjunto de datos) y termina en el nodo final (Janssens et al, 2006).

## RESULTADOS

### Humedad

En la tabla 1 se muestran los resultados descriptivos (media, desviación típica y tamaño) de la clasificación obtenida con el árbol de decisión. Con esta técnica se obtienen nodos o subgrupos homogéneos de muestras en relación a sus niveles de humedad.

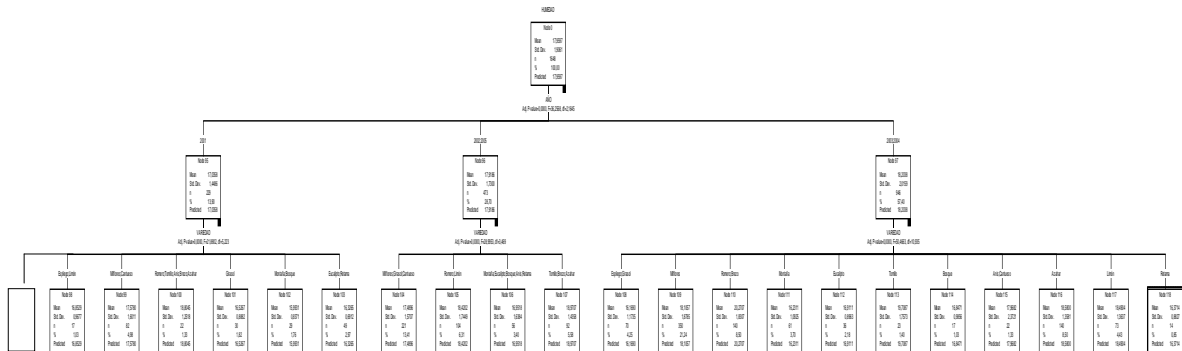
**Tabla 1.** Resultados (media, desviación estándar y tamaño muestral) para los grupos homogéneos, atendiendo a la humedad de las mieles obtenidos al aplicar el análisis de árbol de decisión.

Nodo Campaña	Nodo Variedad	Nº Nodo	Media	SD	n
2001		1	17,04	1,45	229
	Espliego-Limón	4	16,85	0,97	17
	Milflores, Cantueso	5	17,58	1,60	82
	Romero, Tomillo	6	19,65	1,58	6
	Girasol	7	16,53	0,89	30
	Montaña, Bosque	8	15,99	0,84	29
	Eucalipto, Retama	9	16,33	0,69	49
	Anís, Brezo, Azahar	10	18,49	0,98	16
2002:2005		2	17,92	1,73	473
	Milflores, Girasol, Cantueso	11	17,49	1,57	221
	Romero, Limón	12	18,42	1,74	104
	Montaña, Eucalipto, Bosque, Anís, Retama	13	16,95	1,64	56
	Tomillo, Brezo, Azahar	14	18,97	1,44	92
2003:2004		3	18,20	2,02	946
	Espliego, Girasol	15	16,17	1,17	70
	Milflores	16	18,11	1,88	350
	Romero, Brezo	17	20,27	1,83	42
	Montaña	18	16,23	1,09	61
	Eucalipto	19	16,91	0,90	36
	Tomillo	20	19,72	1,69	25
	Bosque	21	16,85	0,99	17
	Anís, Cantueso	22	17,79	2,41	20
	Azahar	23	18,58	1,36	140
	Limón	24	18,49	1,36	73
	Retama	25	16,37	0,88	14
					1648

En la figura 1 se muestra el árbol de decisión obtenido del análisis del CHAID exhaustivo sobre 1648 muestras analizadas, en relación a su contenido en humedad. Las variables que se han tenido en cuenta en este árbol son procedencia (apicultor), campaña y variedad. En el primer nivel se



han obtenido 3 grupos homogéneos en relación a los años (campaña): 2001, 2002:2005 y 2003:2004. En el segundo nivel, para cada uno de estos 3 grupos se han generado subgrupos en función de la variedad: 7 para el nodo 2001, 4 para el nodo 2002:2005, y 11 para el nodo 2003:2004.



**Figura1.** Árbol de decisión para la humedad de las 1648 muestras estudiadas, al aplicar el análisis del CHAID exhaustivo.

En relación a las campañas, se observa que el nodo de la campaña 2001 es el que presentó un valor promedio menor con un 17.04%, correspondiente a las 229 muestras analizadas en ese año. Entre las campañas del 2002 y 2005 no existen diferencias significativas, con un valor promedio de 17.92% de las 473 muestras analizadas. Finalmente, las mieles del 2003 y 2004 se agrupan con una media de 18.20%, superior al de los otros años.

El hecho que las distintas campañas muestren diferencias significativas en cuanto a su contenido en humedad se asocia a dos causas fundamentalmente; por una parte a la estación del año en la que se recolectan las diferentes variedades de mieles, hecho directamente asociado a las condiciones climáticas (especialmente la pluviometría), y por otra parte, y de forma más acusada a las prácticas apícolas (Gomez-Pajuelo, 2004).

De hecho, los diferentes tipos de miel pueden presentar cierta variabilidad en el contenido de humedad, que se asocia a la estación del año (Persano y Amorini, 1985). En este sentido, las mieles de primavera (estación del año más lluviosa) como son romero, azahar, limón, suelen presentar contenidos de humedad algo mayores a las recolectadas en verano (milflores, girasol, eucalipto, entre otras). Es evidente la relación directa que existe entre pluviometría y contenido en humedad de las mieles.

En la Tabla 2 se muestran los datos pluviométricos correspondientes a los años objeto de este estudio. El nodo 2001 (correspondiente con una menor pluviometría, 302,5 l/m<sup>2</sup>) mostró un valor medio de humedad menor al de los otros dos nodos. En este sentido, cabría esperar que los años con pluviometrías más altas tuvieran el valor medio de humedad superior. Sin embargo, esto no concuerda con los resultados mostrados en la tabla 1. Así, el nodo 2003:2004 presentó un valor promedio mayor al 2002:2005, quedando patente que no solo la pluviometría ha sido determinante en los valores de humedad obtenidos. Mirando con detenimiento los valores

medios de los subgrupos obtenidos en función de la variedad para el segundo nivel del nodo 2003:2004, se observa que la agrupación romero:brezo tiene un contenido de humedad (20.27%) superior al 20% máximo permitido en la Norma de Calidad para la miel, muy superior al resto de subgrupos, lo que hace que el valor promedio global de este nodo sea superior al del 2002:2005. De hecho, si en el cálculo del valor medio de humedad de este nodo se eliminara el dato correspondiente al subgrupo romero:brezo, se obtendría un 17.52% de humedad. Este valor estaría muy próximo al obtenido para el nodo 2003:2004, hecho que concuerda con la semejanza de los datos pluviométricos reflejados en la tabla 1. El elevado contenido de humedad obtenido para romero:brezo hace pensar que las mieles en estas campañas pueden haber sufrido una mala manipulación en su recolección por parte del apicultor, habiéndose extraído de la colmena sin esperar el tiempo necesario para su adecuada maduración.

**Tabla2.** Promedio (l/m<sup>2</sup>) de la pluviometría registrada en los años 2001 a 2005 (HISPAGUA).

Años	l/m <sup>2</sup>
2001	302,5
2002	489,3
2003	447,7
2004	386,1
2005	362,0

El mismo comportamiento se observa, por ejemplo en el año 2001 ya que la miel de espliego y limón tienen una media de 16,85% y se agrupan por no tener diferencias significativas entre ellas; sin embargo en los años 2003 y 2004 el limón tiene una media bastante superior de 18,49%.

La diferencia de valores medios de humedad para una misma variedad en relación a la campaña, es un hecho que está en función de la pluviometría, en combinación con las malas prácticas apícolas. Por ello se deberían tener ambos en cuenta a la hora de establecer unos límites “justos” de aceptación por parte de las empresas a la hora de aceptar y/o rechazar las materias primas en recepción. Este nuevo enfoque se establece en base a que la experiencia de empresas del sector, está haciendo cuestionar la validez de los límites que actualmente se están utilizando. Estos se utilizan de forma fija independientemente de la variedad y del año, con un límite de aceptación/rechazo absoluto definido por cada empresa de forma independiente, sin un criterio fundamentado.

El siguiente paso del estudio, ha sido definir estos límites de aceptación para cada subgrupo generado por el árbol de decisión.

La información sobre las diferencias significativas entre los grupos encontrados ha sido utilizada en el presente estudio para definir límites de aceptación para cada nodo, teniendo en cuenta las características globales de esa campaña (primer nivel del árbol). También se ha usado la información de las variedades (segundo nivel del árbol).

La aplicación de estos criterios establecerá diferentes categorías de calidad. De esta forma la empresa dispondrá de una herramienta adecuada para procesar la información obtenida en el análisis de la materia prima, y así poder elegir el criterio que más le convenga en función de sus prioridades o exigencias. Con ello, se conseguirá aumentar la eficacia del sistema de control de calidad en recepción, aplicando un criterio más justo a la hora de valorar la materia prima suministrada por el proveedor. Ya que no solo se tendrá en cuenta un único criterio global y absoluto relacionado únicamente con las prácticas de manipulación, sino que además se considerarán las condiciones climáticas asociadas a la campaña.

En este sentido, para evaluar la calidad del contenido en humedad en la recepción, se han considerado cinco criterios de calidad, que se han aplicado a cada uno de los grupos homogéneos obtenido por el árbol de decisión Tabla 4.

La elección de los criterios en relación a la humedad se detalla a continuación:

- Criterio 1 (C1), máximo 20%. Este valor se ha establecido en base a lo especificado en la Norma de calidad de la miel, de aplicación en todas las mieles españolas (Real Decreto 1049/2003).
- Criterio 2 (C2), máximo 18%. Este valor ha sido elegido por ser adecuado para impedir la fermentación de la miel en el almacenamiento (Gómez-Pajuelo, 2004). Además es el valor que muchas marcas de calidad establecen para sus mieles como por ejemplo el definido en la Marca de Calidad CV, para las mieles de azahar y romero (DOGV nº 4167 de 14.01.2002).
- Los criterios C1 y C2 son fijos e independientes de la campaña, de manera que en base a las normativas anteriormente citadas se consideran aceptables aquellas mieles que no superen el 20 y el 18% de humedad, respectivamente. Por lo tanto se rechazarán o penalizarán, en función del criterio establecido por cada empresa aquellas mieles que superen estos límites.

Los 3 criterios restantes, están en función de la media del nodo estudiado, de forma que:

- Criterio 3 (C3), se calcula para el primer nivel, como la media de cada nodo o subgrupo  $\pm 1$ .
- Criterio 4 (C4), se calcula para el segundo nivel, como la media de cada nodo o subgrupo  $\pm 1$ .
- Criterio 5 (C5) se calcula para el primer nivel, como la media de cada nodo o subgrupo  $\pm 1$  la desviación estándar (SD).

En el caso de los criterios C3, C4 y C5, se han definido tres niveles de calidad: Baja, Normal y Excelente, en función de que los valores se sitúen por debajo del rango, entre el rango y por encima de él. Con estos criterios

se consideran aceptables las mieles que se encuentren en el rango establecido en cada caso. Las mieles con valores inferiores se consideran “excelentes” y por encima “no aceptables”.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos al aplicar los cinco criterios a cada uno de los subgrupos resultantes de aplicar el árbol de decisión tanto en el primer nivel (C1, C2, C3 y C5), como en el segundo (C4).

**Tabla 3.** Criterios de calidad establecidos para la humedad y número de muestras que cumplen estos criterios.

Campanías	Variedades	C1		C2		C3			C4			C5		
		Rechazadas	Aceptadas	Rechazadas	Aceptadas	Bajo	Normal	Excelente	Bajo	Normal	Excelente	Bajo	Normal	Excelente
2001		10	219	46	183	46	119	64				34	175	20
	Espliego-Limón								1	14	2			
	Milflores, Cantueso								24	38	20			
	Romero, Tomillo								2	2	2			
	Girasol								5	23	2			
	Montaña, Bosque								1	26	2			
	Eucalipto, Retama								4	41	4			
	Anís, Brezo, Azahar								1	12	3			
2002:2005		60	413	202	271	130	185	158				69	331	73
	Milflores, Girasol, Cantueso								66	97	58			
	Romero, Limón								33	43	28			
	Montaña, Eucalipto, Bosque, Anís, Retama								13	29	14			
	Tomillo, Brezo, Azahar								21	48	23			
2003:2004		167	779	457	489	268	334	344				148	642	156
	Espliego, Girasol								7	53	10			
	Milflores								94	121	135			
	Romero, Brezo								41	56	43			
	Montaña								10	46	5			
	Eucalipto								4	29	3			
	Tomillo								6	10	7			
	Bosque								4	12	1			
	Anís, Cantueso								6	7	9			
	Azahar								26	85	29			
	Limon								16	38	19			
	Retama								2	10	2			

Considerando el resultado del total de las campañas estudiadas, observamos como el C3 es el más restrictivo, siendo el que mayor número de muestras considera de baja calidad, lo cual es lógico ya que solo permite una desviación de un punto del promedio del nodo. Sin embargo este hecho no es tan acusado en el nodo 2001, obteniéndose un número similar de muestras peor clasificadas, al aplicar tanto el C2 y C3. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el análisis del árbol de decisión, coincidiendo esta campaña con la de menor pluviometría, cuando un año presenta de manera general un menor promedio de humedad de las mieles, los resultados de los criterios se aproximan. De hecho, en las siguientes campañas 2002:2005 y 2003:2004, esta diferencia se ve muy acusada con más del 40% de las muestras rechazadas, llegando casi a la mitad de las muestras para el nodo 2003:2004.

Atendiendo al resultado de aplicar los cinco criterios, parece lógico pensar que el C5 es el más adecuado, ya que este criterio se basa en la

variabilidad de los grupos homogéneos detectados. De esta forma se tienen en cuenta las características de cada variedad.

Según los resultados obtenidos prácticamente todas las mieles estudiadas cumplen la norma, excepto 42 muestras de romero y brezo de los años 2003 y 2004. Sin embargo si observamos los resultados obtenidos en la miel de romero y de azahar, en todos los años estudiados se sobrepasa el 18%, lo cual significa que ninguna de las mieles estudiadas se podrían acoger a la marca de calidad CV (DOGV N° 4167, 2002).

## Color

En la tabla 4 se muestran los grupos homogéneos obtenidos en cuanto al color, al aplicar el árbol de decisión. Se presenta el tamaño muestral, la media y desviación de cada uno de los nodos, tanto del primer nivel como del segundo nivel del árbol. El hecho de que todas las variedades aparezcan en el primer nivel del árbol, indica que la variabilidad de los datos de color en las mieles estudiadas es debida fundamentalmente a la variedad y no a la campaña. Es bien sabido, que las diferentes variedades de mieles están asociadas intrínsecamente y de forma natural a un rango de gamas de color claras, medias u oscuras, debido a los diferentes néctares de procedencia (Saenz-Laín y Gómez-Ferreras, 2000; Guadalix et al., 2002). Sin embargo, existe una cierta variabilidad del color de las mieles, especialmente en monoflorales, que puede estar influenciada, tanto por el apicultor (si mezcla mieles de diferentes orígenes), como por la flora acompañante. Es decir, una miel se clasifica comercialmente como perteneciente a una cierta variedad en base a que tenga un porcentaje mínimo de polen de un determinado origen botánico (por ejemplo la miel de azahar CV tiene que tener un mínimo de un 10% de *citrus sp.* (DOGV N° 4167, 2002). En este sentido, muchas mieles se clasifican como monoflorales porque tienen ese contenido mínimo de polen, sin embargo tienen una cierta variabilidad natural en sus características fisico-químicas y organolépticas, debido fundamentalmente al tipo y cantidad de flora acompañante. Por ejemplo, una miel clasificada como romero, con un porcentaje de 15% de polen de "*Rosmarinus officinalis*" (CV), puede presentar un color distinto, en función de que la flora acompañante sea "*Prunus sp.*" (aporta coloración clara) a que sea del genero "*Erica sp.*"(aporta coloración oscura).

Atendiendo al análisis del árbol de decisión en todas las campañas estudiadas de 2001 a 2005, entre las diferentes variables consideradas (variedad, apicultor y campaña) la primera es la variable que encuentra mayores diferencias significativas. Por todo ello, se deduce que en el parámetro "color de las mieles", las prácticas apícolas han sido las adecuadas, y la variabilidad que presentan las muestras está fundamentalmente asociada a las características intrínsecas de la propia variedad a la que pertenecen.

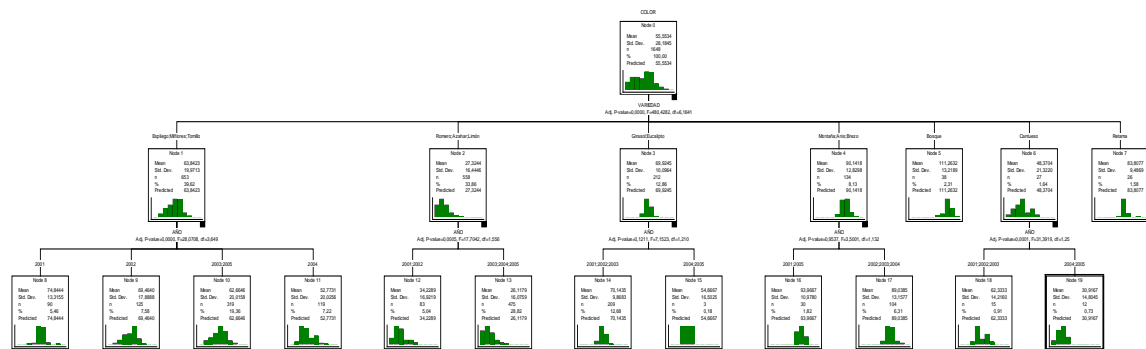
**Tabla 4.** Media y desviación estándar (SD) de los grupos homogéneos obtenidos para el color de las mieles al aplicar el análisis del árbol de decisión.

Nodo Variedad	Nodo Campaña	Nº Nodo	Media	SD	n
Espliego:Milflores:Tomillo		1	64	20	653
	2001	87	75	13	90
	2002	88	69	18	125
	2003:2005	89	63	20	319
	2004	90	53	20	119
Girasol:Eucalipto		2	70	10	212
	2001:2002:2003	93	70	10	209
	2004:2005	94	55	17	3
Romero:Azahar:Limón		3	27	16	558
	2001:2002	9	34	17	83
	2003:2004:2005	10	26	16	475
Montaña:Anis:Brezo		4	90	13	134
	2001:2005	11	94	11	30
	2002:2003:2004	12	89	13	104
Bosque		5	111	13	38
Cantueso		6	48	21	27
	2001:2002:2003	13	62	14	15
	2004:2005	14	31	15	12
Retama		7	84	9	26
					1648

Desarrollando el siguiente nivel se obtienen nodos en función de las campañas, lo que significa que dentro de los nodos obtenidos por variedades, existen diferencias significativas en cuanto al color para las diferentes campañas. Esta variabilidad es más patente en el nodo espliego:milflores:tomillo, ya que al observar las ramas generadas vemos que es el que más subgrupos presenta: 2001, 2002, 2003:2005 y 2004, frente a los dos subgrupos que presentan el resto de nodos. La única excepción han sido los nodos bosque y retama para los que no se ha generado ningún grupo en el segundo nivel, lo que implica que para esas mieles no habido diferencias significativas en relación a las cinco campañas estudiadas.

Es importante tener en cuenta que dentro del nodo milflores:tomillo:retama, las mieles de milflores representa el 91% de las muestras, y por lo tanto la variabilidad observada en este nodo es aportada fundamentalmente por esta variedad del total de muestras analizadas. Este hecho es bastante lógico si tenemos en cuenta que la variedad milflores tiene múltiple procedencia botánica.

En la figura 2 se muestra la estructura general del árbol resultante y las subdivisiones generadas en el desarrollo del parámetro color.



**Figura 2.** Árbol de decisión para el color.

Como cabría esperar, las mieles más claras se han agrupado en un mismo nodo, azahar, limón y romero con una media de 27mm Pfund, estas tres variedades de miel son las más claras entre las mieles tradicionales españolas presentando siempre valores inferiores a 45mmPfund (Sáenz-Lain y Gómez-Ferreras, 2000). Las mieles de bosque (mielato de alcornoque, encina y roble, etc., con mezcla de néctares de flores), por su mayor contenido en minerales presentan un color mucho más oscuro al resto con procedencia únicamente floral, y una mayor conductividad, superior a 0.8 mS/cm (Real decreto 1049/2003). Por este motivo es lógico, que la variedad bosque aparezca como un único nodo o subgrupo, con un valor medio de 111mmPfund, superior al resto de mieles. Las mieles llamadas de montaña (semejantes a las de bosque pero con un mayor porcentaje de procedencia floral (Gomez-Pajuelo, 2003), son mieles también oscuras, pero no tanto como las de bosque, su contenido en minerales es menor y por lo tanto su conductividad es algo menor. De este modo, después del bosque el nodo con un valor promedio mayor, es el formado por montaña, anís y brezo. Las mieles de anís y brezo pueden llegar a colores de 85 mmPfund, pudiendo llegar a valores altos, aunque no tanto como la montaña. En este estudio el valor mínimo de color ha correspondido al anís con un valor de 74 mmPfund, y el máximo a la montaña con un valor de 127 Pfund. De la misma manera que la milflores representaba el porcentaje más elevado de muestras en su nodo, en este caso es la montaña, con un 87% de este nodo, es la que mayor influencia ha tenido en los valores obtenidos para este nodo. En el resto de nodos se obtienen valores promedios de acuerdo con lo encontrados por la mayoría de estudios (Persano et al., 2004; Gómez-Pajuelo, 2004).

Observando la SD de la tabla, sería lógico que el mayor valor lo presentara el nodo donde se encuentra la variedad milflores, por la mayor variabilidad del color en este tipo de miel, tal y como anteriormente se ha explicado. Sin embargo, es el nodo del cantueso, el que presenta el mayor valor de SD. Esto se puede deber al hecho del menor número de valores muestrales en el caso del cantueso ( $n=27$ ) frente al del nodo espliego:milflores:tomillo ( $n=653$ ). Además, al revisar los datos de cantueso se ha visto que una muestra presentaba un valor muy dispar del resto, haciendo que la SD sea superior a la esperada.

Los criterios de calidad o límites de aceptación, considerados para cada subgrupo generado por el árbol de decisión en el caso del color, han sido dos. Para este parámetro se han considerado menos criterios que para la humedad ya que, al ser un parámetro que no está legislado (a excepción de algunas marcas de calidad) el número de restricciones es menor, y se atiende fundamentalmente a criterios comerciales basados en las preferencias del consumidor.

Los criterios aplicados para este parámetro se describen a continuación:

- Criterio 1 (C1), se calcula como la media de cada nodo o subgrupo  $\pm 15$  mmPfund. Este valor se ha considerado bajo criterios de experiencia empresarial. El valor 15mm en la escala Pfund es un valor apreciable visualmente, por lo que diferencias de color al aplicar este rango se observan directamente por el consumidor.
- Criterio 2 (C2), se calcula como la media de cada nodo o subgrupo  $\pm$  la desviación estándar (SD).

Al igual que en el caso anterior de la humedad, se definen como mieles de categoría “normal” las que cumplen un criterio 1-sigma (66% de las mieles de su grupo), por debajo se clasifican como “excelentes”, y por encima de este como “baja”.

En la tabla 5 figura el número de muestras que cumplen las diferentes calidades consideradas de acuerdo a los criterios aplicados para cada uno de los nodos anteriormente obtenidos.

Cabe señalar en el caso del nodo formado por las variedades de anis:brezo:montaña que, aunque en el árbol son un único nodo, para este análisis se han separado los resultados obtenidos, en anis:brezo por un lado y montaña por otro, debido a que la montaña, al igual que el bosque, por ser mieles con mielatos su consideración de calidad en la escala de color está considerada al revés del resto de variedades. Es decir, cuanto más oscuras mejor calificación reciben.

En la tabla 5 observamos que, al aplicar el criterio C1 a los nodos o subgrupos obtenidos, tanto para el primer y segundo nivel del árbol, se obtiene de manera general, un comportamiento similar en cuanto al número de muestras con calificación de baja y excelente calidad, siendo en ambos casos menor que el número de muestras calificadas como normal. Este hecho es más acusado para el caso de tamaños muestrales grandes.

El mismo comportamiento se observa al aplicar el criterio C2, aunque parece que para las mieles con una mayor variabilidad intrínseca a su naturaleza (variedad milflores), el número de muestras con calificación normal aumenta considerablemente en detrimento de las otras dos calidades. Esto es por otro lado lógico, y concuerda con los argumentos anteriormente explicados, ya que al aplicar un “criterio fijo” (C1=15 mmPfund) esta mayor variabilidad presentada por las mieles de milflores produce un menor número de “muestras normales”, que cuando se considera como criterio la desviación estándar propia del nodo.



Para el caso de los nodos con pequeños tamaños muestrales, el número de muestras que se encuentran fuera de la “calidad normal”, tanto al aplicar el criterio C1 como el criterio C2 es prácticamente igual.

**Tabla 5.** Muestras clasificadas en las calidades baja, normal y excelente en función de los dos criterios de calidad establecidos para el color.

NODOS		C1			C2		
Nodo Variedades	Nodo Campañas	Baja	Normal	Excelente	Baja	Normal	Excelente
<b>Espliego:Milflores:Tomillo</b>		<b>147</b>	<b>355</b>	<b>151</b>	<b>82</b>	<b>455</b>	<b>116</b>
	2001	28	60	2	16	73	1
	2002	38	69	18	22	91	12
	2003:2005	67	180	72	34	227	58
	2004	14	46	59	10	64	45
<b>Girasol:Eucalipto:</b>		<b>8</b>	<b>187</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>164</b>	<b>26</b>
	2001:2002:2003	8	185	16	22	163	24
	2004:2005	1	1	1	0	1	2
<b>Romero:Azahar:Limón</b>		<b>91</b>	<b>384</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>405</b>	<b>69</b>
	2001:2002	13	57	13	12	58	13
	2003:2004:2005	74	333	68	69	351	55
<b>Anis:Brezo</b>		<b>0</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>1</b>
	2001:2005	0	4	7	0	4	2
	2002:2003:2004	0	6	0	1	11	0
<b>Montaña</b>		<b>11</b>	<b>95</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>84</b>	<b>14</b>
	2001:2005	1	18	6	2	18	5
	2002:2003:2004	9	76	6	17	65	10
<b>Bosque</b>		<b>3</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>3</b>
<b>Cantueso</b>		<b>6</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>5</b>
	2001:2002:2003	2	11	2	2	11	2
	2004:2005	1	10	1	1	10	1
<b>Retama</b>		<b>1</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>1</b>

El comportamiento de distribución, atendiendo al segundo nivel de árbol, para prácticamente el total de los nodos, y en el caso de ambos criterios, se ajusta bastante a una normal, siguiendo el criterio 1sigma, y solo en pocos casos esto no se cumple. Aunque a tenor de los resultados no hay muchas diferencias entre el número de mieles clasificadas en las tres categorías según los 2 criterios aplicados, es evidente que aquí se presentan unos ejemplos de criterios, queda a elección de cada empresa el definir el criterio aplicar en su caso, acorde a las exigencias definidas en su sistema de calidad

## HMF

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos, al realizar el análisis del árbol de decisión con los valores de HMF de todas las muestras estudiadas. Se presentan los valores promedio de cada nodo, la desviación estándar y el tamaño muestral.

Los apiarios recogidos en los nodos 5, 3 y 7 son los que tienen el menor valor promedio de HMF, con 1.1, 1.8 y 2.3 mg/kg, respectivamente. Este hecho se ha mantenido a lo largo de las 5 campañas estudiadas, ya que no encontramos ningún nodo en el segundo nivel, lo que significa que para el grupo de apiarios que constituyen estos nodos, no se encuentran diferencias significativas entre las diferentes campañas. Los apiarios incluidos en estos nodos son los que han mostrado unas mejores prácticas de manipulación ya que el nivel de HMF de sus mieles está muy por debajo de los considerados "normales" en mieles recién cosechadas. Según Rodgers (1979), las mieles crudas recién cosechadas, raramente exceden de 10 mg/kg.

En el lado opuesto encontramos a los apicultores del nodo 1, cuyo comportamiento de manipulación no parece ser el más adecuado ya que son sus mieles las que presentan los mayores valores medios de contenido de HMF (10 mg/kg). Además este comportamiento, al igual que en los casos anteriores, se presenta a lo largo de las cinco campañas estudiadas, y es por esto que no encontramos nodos o subgrupos colgando, al desarrollar el siguiente nivel del árbol.

Para los restantes nodos (2, 4, 6), sí se han encontrado diferencias significativas y por ello aparecen en cada caso 2 subgrupos en el segundo nivel del árbol, siendo la campaña la variable diferenciadora. Esto indica que su comportamiento no ha sido regular, y el tratamiento de manipulación varía en las diferentes campañas, aunque lo mantienen en cierta manera, de ahí el hecho de agruparse las cinco campañas en dos nodos. Cabe señalar, que en el nodo 4 como en el 6, atendiendo a los valores promedio estén por debajo de 10, hay ciertas muestras de algunos apicultores que superan este valor.

De los resultados obtenidos para el HMF, podemos deducir que, el hecho de que una miel tenga en recepción un contenido mayor o menor de HMF es debido fundamentalmente a las prácticas de manipulación llevadas a cabo por el apicultor en el campo, tanto en la recolección como en el almacenamiento. El hecho de que no aparezcan las campañas como variables diferenciadoras en el segundo nivel del árbol, se interpreta que estos apicultores siguen una misma pauta de rutina en su trabajo de forma que la manipulación de la miel, correcta o incorrectamente, siempre es igual a lo largo de los años.

**Tabla 6.** Resumen de los nodos obtenidos del análisis del árbol de decisión, con valores promedios, desviación estándar y tamaño de la muestra.

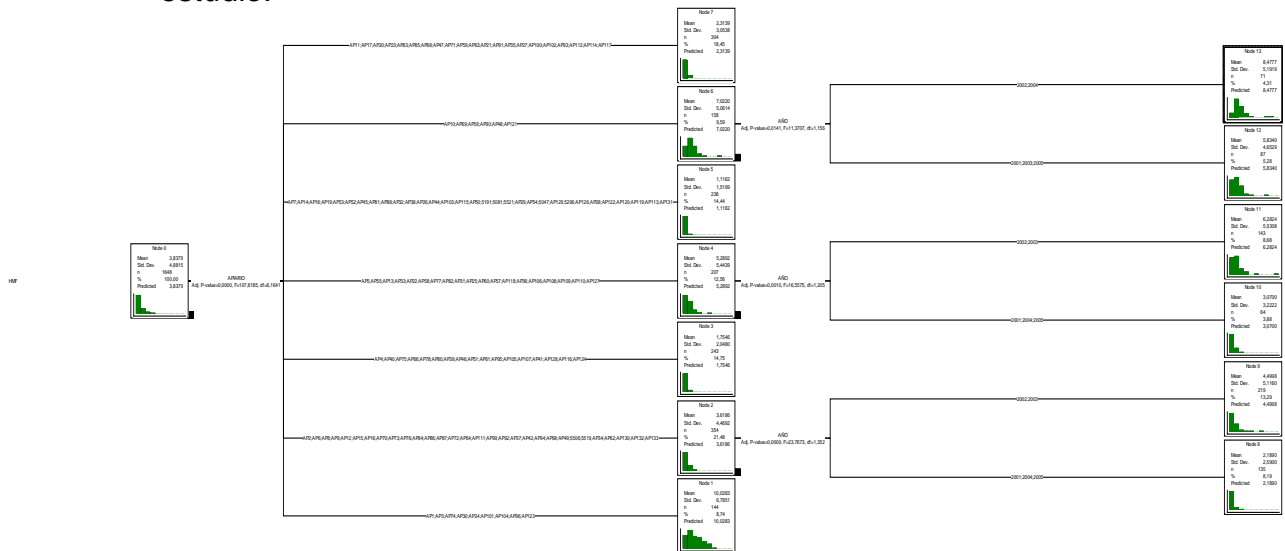
Nodo Apiario	Nodo Campañas	Nº Nodo	Media	SD	n
AP1:AP3:AP74:AP30:AP24:AP101:AP104:AP96:AP123		1	10,0	6,8	144
AP2:AP6:AP8:AP9:AP12:AP15:AP16:AP70:AP73:AP76:AP84:AP86:AP87:AP72: AP64:AP111:AP99:AP92:AP37:AP42:AP94: AP98:AP49:AP100:AP101:AP34:AP62:AP130:AP132:AP133		2	3,6	4,5	354
	2001:2004:2005	8	2,2	2,6	135
	2002:2003	9	4,5	5,1	219
AP4:AP40:AP75:AP66:AP78:AP80:AP39:AP46:AP51:AP61:AP95:AP105:AP107: AP41:AP128:AP116:AP124		3	1,8	2,0	243
AP5:AP55:AP13:AP33:AP22:AP58:AP77:AP82:AP31:AP25:AP60:AP57:AP118: AP106:AP36:AP108:AP109:AP110:AP127		4	5,3	5,4	207
	2001:2004:2005	10	3,1	3,2	64
	2002:2003	11	6,3	5,9	143
AP14:AP18:AP19:AP53:AP52:AP45:AP81:AP88:AP32:AP38:AP26:AP44:AP103: AP115:AP50:AP102:AP103:AP104:AP29: AP54:AP105:AP129:AP106:AP126:AP28:AP122:AP120:AP119:AP113:AP131		5	1,1	1,5	238
AP10:AP69:AP56:AP90:AP48:AP121		6	7,0	5,1	158
	2001:2003:2005	12	5,8	4,7	87
	2002:2004	13	8,5	5,2	71
AP11:AP17:AP20:AP23:AP83:AP85:AP68:AP47:AP71:AP59:AP63:AP21:AP91: AP35:AP27:AP100:AP102:AP93:AP112:AP114:AP117		7	2,3	3,1	304
					1648

Para el caso del HMF, se ha considerado más apropiado aplicar un límite fijo de aceptación o rechazo en lugar de criterios de calidad tal y como se ha hecho en este estudio para los parámetros anteriores. Esto se debe al hecho de que está en manos del apicultor el valor de HMF con el que van a llegar las mieles a las empresas envasadoras. En definitiva, este parámetro depende de “causas controlables”, y no depende de “causas no controlables” como pudiera ser la climatología o la cosecha, de forma que se puede influir sobre este parámetro de calidad, mediante la información y formación de los apicultores.

Es importante que este límite se establezca de acuerdo a bases científicas. Por lo que, aquí se propone establecerlo en base a, la fecha de consumo preferente de la miel envasada establecida por el industrial, y a la estimación de la cinética de formación del HMF en la miel ya procesada. Por lo que, de acuerdo a lo resultados obtenidos en investigaciones que se estamos llevando a cabo, en un estudio aún sin publicar, sobre la formación del HMF en mieles sometidas a los tratamientos industriales. Se concluye que el contenido en HMF en mieles sometidas a tratamientos de licuación y posterior pasteurización, sufre un aumento mensual de 1,2 mg/kg, como

valor promedio. De acuerdo al estudio, sabiendo que la norma española permite hasta un máximo de 40mg/kg, y suponiendo una fecha estimada de 24 meses de consumo preferente en la miel envasada. Obtendríamos que la cantidad máxima en mg/kg de contenido en HMF de la miel como materia prima para conformar un lote, debiera de ser inferior a 11,2 mg/kg.

En la figura 3 se presenta el árbol de decisión obtenido mediante el algoritmo CHAID, al analizar el hidroximetilfurfural en las mieles del presente estudio.



**Figura3.** Diagrama del árbol de decisión resultante, al analizar la variable HMF

## CONCLUSIONES

1. Con relación a los factores evaluados (climatología, variedad floral, apicultor y año) y variables (humedad, color y HMF) se concluye que:
  - 1.1. La campaña (año) es la variable que más influye sobre la variabilidad del contenido en humedad de las mieles. La humedad está influenciada tanto por la pluviometría estacional como por la mala manipulación por parte del apicultor.
  - 1.2. La variedad (origen botánico) es la variable que más ha influido sobre el color de las mieles. No se observa prácticamente influencia en la variación del color con las prácticas apícolas
  - 1.3. El apicultor es la variable que más ha influido sobre el contenido en HMF de las mieles. El HMF está influenciado principalmente por las prácticas de manipulación llevadas a cabo por el apicultor en el campo, tanto en la recolección como en el almacenamiento. En muchas ocasiones su comportamiento, positivo o negativo, es constante con los años.
2. El sistema de control en recepción diseñado en base a criterios de aceptación/rechazo establecido usando los resultados de la aplicación de análisis estadísticos (árbol de decisión), así como así como la información procedente de la empresa ha concluido que para la humedad y el color ha resultado muy efectivo establecer límites de aceptación y rechazo, en base a la aplicación de técnicas estadísticas, mientras que para el HMF estas no han sido adecuadas.
3. En definitiva este sistema de control de calidad es mucho más eficiente que los usados tradicionalmente ya que tiene en cuenta tanto las prácticas del apicultor como los factores externos a él (climatología, floración). Esta herramienta permite detectar a apicultores con un alto riesgo de producir mieles que no cumplan con los criterios internos de la empresa, con la finalidad de tomar medidas adecuadas para que corrijan sus malas prácticas, y obtengan productos de buena calidad

## BIBLIOGRAFIA

- Belitz, H. D., & Grosch, W. (1997). Azúcar, azúcares-alcohol y miel. In Química de los Alimentos (pp. 923-955). Zaragoza, España: Acribia.
- Crane, E. (1975). Honey, a comprehensive survey. New York: Crane Russak and Co.
- DOGV Nº 4167 (2002). Reglamento de la Marca de Calidad CV para miel de azahar y romero.
- Estupiñan, E., Millan, R., Gonzalez-Cortes, M. (1998). Quality parameters for honey.I. Microbiological, physico-chemical and ageing characteristics. *Alimentaria* **296**:89 -94.
- Gómez Pajuelo, Antonio. (2004). Miel de España y Portugal. Montagud editores.
- Guadalix, M., De Lorenzo, C., González, M., Navarro, T., Iglesias, M.T., Pérez, R.A., Sanz, M.L., Martínez-Castro, I., Pueyo, E., Polo, M.C., Soria, A.C., Sanz, J. (2002). La Miel de Madrid. Edita: Consejería de Economía E Innovación Tecnológica. ISBN: 84-451-2284-3.
- Haydee, L. (1989). Análisis de calidad de miel. *Alimentos*, **14 (4)**: 55-60.
- HISPAGUA. Sistema Español de Información sobre el Agua. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dirección  
[URL:http://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/sequia/planes\\_emergencia.htm](http://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/sequia/planes_emergencia.htm)
- Janssens, D., Wets, G., Brijs, T., Vanhoof, K., Arentze, T., Timmermans, H. (2006). Integrating Bayesian networks and decision trees in a sequential ruled-based transportation model. *European Journal of Operational Research*, **175 (1)**:16 -34.
- Magidson, J., SPSS Inc. (1993). SPSS for Windows CHAID Release 6.0. Chicago: SPSS Inc.
- Michael, J.A., & Gordon, S.L. (1997). Data mining technique for marketing, sales and customer support. New York: Wiley.
- Nozal, M. J., Bernal, J. L., Toribio, L., Jimenez, J. J., Martin, M. T. (2001). High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. *Journal of chromatography*, **917 (1)**:95 -103.
- ORDEN de 12 de junio de 1986 por la que se aprueban los Métodos Oficiales de Análisis para la miel. (B.O.E. 18-6-86).
- Peris M., Justo. 1990. La calidad de los productos apícolas. Medidas para su protección. Seminario Técnico Agroindustria y comercialización de miel y polen. Santiago de Chile.
- Persano, L., y Amorini, T., 1985. Analisi melissopalinoologicaquantitativa dei principali tipi di miele uniflorale italiano. *Apicoltura* **1**: 105-122.
- Persano Oddo, L.; Piro, R. (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets1. *Apidologie* **35**: 38-81.
- Real Decreto 1049/2003 de 1 de agosto de 2003, por el que se aprueba la Norma de Calidad relativa a la miel destinada al mercado interior. (B.O.E. 186).
- Rodgers, P. (1979). Honey quality control. In: Honey, a Comprehensive Survey (E Crane, ed), Heinemann, London, 314-325.

- Ruoff, K., Luginbühl, W., Kilchenmann, V., Bosset, J.O., Von Der Ohe, K., Von Der Ohe, W., Amadó, R. (2007). Authentication of the botanical origin of honey using profiles of classical measurands and discriminant analysis. *Apidologie* **38**: 438–452.
- Saenz-Laín, C. y Gómez-Ferreras, C. (2000). MIELES ESPAÑOLAS. Características e identificación mediante el análisis del polen. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- White, J.W. (1994). The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee world* **75(3)**: 104-107.