



Estaciones Tecnológicas

Estación Tecnológica de la Leche



CARACTERIZACIÓN DE PERMEADOS DE LECHE

Equipo investigador: ANA RITA PÉREZ MARQUÉS
CLAUDIO SANCHO ROMÁN

Duración: 2002- 2003

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Introducción y Objetivos

Introducción

Hoy en día, una de las técnicas más utilizadas en la industria láctea es el procesado con membranas, el cual permite concentrar y separar sin calor. La técnica de ultrafiltración, por concentrar la materia grasa y la proteína de la leche, se utiliza ampliamente en la elaboración de quesos. Ello conlleva a que se generen elevadas cantidades de permeado, un subproducto que carece de los componentes más valiosos de la leche y que tiene una elevada carga orgánica además de un contenido en agua cercano al 95%. Todo esto implica que su tratamiento sea muy caro.

De la fracción mineral total de la leche, prácticamente la totalidad del potasio y del sodio se distribuyen en la fase soluble mientras que el resto de cationes se distribuyen entre la fase soluble y la fase coloidal formando parte de la micela caseínica en porcentajes mucho menores.

Objetivos

1.- Detectar la adición de permeados de queso fresco a la leche de consumo atendiendo al contenido mineral.

Resultados

Los análisis del permeado y de la leche reflejaron que los valores de lactosa, potasio y sodio se mantuvieron prácticamente constantes, lo que indica que el paso de estos componentes a través de la membrana es similar al del agua.

La grasa y la proteína de la leche fueron prácticamente retenidas en su totalidad. La fracción proteica presente en el permeado se debió fundamentalmente a nitrógeno no proteico, péptidos de bajo peso molecular, aminoácidos, urea y otros componentes nitrogenados permeables a las membranas de ultrafiltración.

Los componentes que presentaron una mayor permeabilidad a la membrana de ultrafiltración fueron fundamentalmente la lactosa, seguido del potasio, sodio y nitrógeno no proteico.

Durante este proceso de ultrafiltración, la recuperación de sodio y de potasio en el permeado fue de 66,8% y 69,1% respectivamente, aunque depende en gran medida de la temperatura del proceso de ultrafiltración y del pH de la materia prima además de los parámetros asociados al proceso de separación (membrana, temperatura...).



ESTUDIO DE LOS FACTORES CAUSANTES DE LA GERMINACION DE LAS ESPORAS DE *CLOSTRIDIUM TYROBUTYRICUM* Y SU INFLUENCIA EN LA HINCHAZON TARDIA EN QUESOS

Equipo investigador: JORGE PRIETO SÁEZ
CLAUDIO SANCHO ROMÁN
ANA ISABEL PABLOS FERNANDEZ

Duración: 2002-2005

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
(2003-000995).

Este proyecto ha sido financiado, en parte, con fondos FEDER

Introducción y Objetivos

Por sus propias características, la naturaleza de la materia prima, la complejidad de las tecnologías utilizadas y la diversidad de los productos fabricados, la elaboración de quesos se ve sometida a riesgos de accidentes que se reflejan en defectos y alteraciones del producto final.

Por defecto entendemos la carencia o disminución de alguno de los atributos de calidad específicos de la clase y tipo de queso de que se trate, referidos principalmente al olor, color, sabor, consistencia, textura y aspecto exterior; y por las alteraciones, los cambios anormales de estos atributos de calidad.

En los defectos de la masa podemos incluir los hinchamientos. Los hinchamientos se caracterizan por la aparición en la masa de cavidades no propias del tipo de queso en cuanto a su número, tamaño o forma. Provocan convexidad de las superficies planas, y el queso al ser golpeado emite un sonido hueco.

Los hinchamientos se pueden clasificar en:

- **Precoces:** se producen después del inicio de la fabricación, a veces durante el desuerado, y pueden afectar a casi todos los tipos de quesos.
- **Tardíos:** suele afectar mas a quesos duros y semiduros. La aparición de

esta alteración está ligada a la presencia de una bacteria, el *Clostridium tyrobutyricum*, objeto de estudio en este proyecto.

Los hinchamientos tardíos pueden aparecer entre los 10 y 60 días de maduración, dependiendo del pH, humedad del queso, temperatura de maduración y del grado de contaminación de la masa.

La masa puede contener desde numerosos ojos de gran tamaño, hasta grietas angulares o cavidades de gran tamaño. El abombamiento de las paredes es notable, y puede haber agrietamiento o rotura de la corteza y sabores desagradables.

Esto conlleva unas pérdidas económicas importantes para el productor de queso, porque el producto se vuelve totalmente inútil para el consumo.

Objetivos

- 1.- Elección y puesta a punto el método de identificación de las esporas y formas vegetativas de *Clostridium tyrobutyricum*.
- 2.- Determinar los factores ecológicos, físico-químicos, microbiológicos y tecnológicos que afectan positiva o negativamente a la hinchazón tardía en quesos de pasta prensada, la interrelación entre ellos, así como cuantificar los niveles a partir de los cua-

les no se produce la germinación de esporas de *Clostridium tyrobutyricum*.

Resultados

- 1.- Se ha elegido un método basado en la técnica del número más probable como método de identificación.
- 2.- En función de las características que tiene un queso genérico, y de la biología de las esporas de *Clostridium tyrobutyricum*, se ha escogido y analizado los siguientes factores de estudio:
 - 2.1. Factores ecológicos: proteínas, minerales, vitaminas, glúcidos, actividad del agua, pH y temperatura.
 - 2.2. Factores físico-químicos: lisozima, nitrato de potasio, extracto vegetal de *Humulus lupulus*, ácido sórbico, ácido cítrico, cloruro cálcico, salado (cloruro sódico),

lactato de calcio, lactato de sodio, ácido ascórbico, EDTA = Ácido etilendiaminotetraacético y ácidos grasos (linoleico, mirístico y láurico).

- 2.3. Factores tecnológicos: bacto-fugación.
- 2.4. Factores microbiológicos: bacterias lácticas productoras de bacteriocinas.
- 2.5. Interacción entre factores influyentes.

El estudio de estos factores nos va a llevar a un conocimiento más profundo de la bacteria y por tanto a un mayor control y minimización de la hinchazón tardía en quesos de prasta pensada, lo que se traduce en una reducción de pérdidas en el sector quesero de nuestra Comunidad Autónoma de Castilla y León.



CARACTERIZACIÓN DE PROTEÍNAS EN LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS DE CASTILLA Y LEÓN

Equipo investigador MARTA MARTÍN ÁLVAREZ
ANDRÉS HERGUEDAS GARCÍA

Duración: 2000-2003

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
(2003-000998).

Este proyecto ha sido financiado, en parte, con fondos FEDER.

Introducción

Castilla y León se sitúa a la cabeza en producción de leche de oveja, con más de la mitad de la producción total, contando en su cabaña con las razas Churra y Castellana, junto con cruces entre sí y, sobre todo, con la raza israelita Assaf. Estos cruces se deben al interés de aumentar la productividad de las razas autóctonas. Desde hace casi dos décadas se han aplicado programas de selección, con el objetivo de incrementar el nivel productivo de poblaciones ovinas. En razón de la exclusiva vocación quesera de la leche ovina, parece que el aspecto cualitativo más importante sería su propio rendimiento quesero. El factor principal que influye en las propiedades tecnológicas de la leche y su rendimiento quesero es la concentración de proteína coagulables o caseínas. Sobre este tema se ha estudiado muy poco en ovino, pero en los estudios realizados en el ganado bovino, se ha visto que diferentes variantes genéticas de algunos tipos de caseínas presentan diferentes comportamientos en relación con el rendimiento quesero. Por lo tanto contrastar para cada raza los polimorfismos existentes y estudiar su relación con parámetros productivos parece una buena forma de establecer criterios de selección que favorezcan aquellas variantes de probado interés productivo.

Objetivos

1. Desarrollo del fraccionamiento de las proteínas lácteas para los tres tipos de leche: vaca oveja y cabra.

2. Estudio comparativo del perfil de las proteínas mediante RP-HPLC, utilizando tres tipos de columnas (C_4 y dos C_{18}). Elección de una de las columnas.
3. Obtención del perfil de las proteínas por electroforesis en gel de poliacridamida y gel de urea-poliacridamida, para comparar con los resultados obtenidos por RP-HPLC y comprobar si el fraccionamiento es el adecuado.
4. Estudiar el perfil proteico de la leche oveja Churra y comparándolo con el perfil proteico de la leche procedente de otras especies y otras razas (Castellana y Assaf).
5. Identificar de las diferencias en el perfil proteico de la leche de oveja churra mediante el análisis de muestras individuales y su posible relación con su aptitud quesera.

Resultados

En el estudio del fraccionamiento de las proteínas lácteas en las proteínas del suero de las caseínas, está basando en la distinta solubilidad de las dos fracciones a pH 4,6 y 20°C. Una vez obtenidas las principales fracciones, estas se tratan para obtener las fracciones individuales, en el caso de las caseínas el fraccionamiento se realiza mediante soluciones acuosas de urea, partiendo de la base de que todas las caseínas son solubles en disoluciones de urea 6,6M. La elección de este método se debe al uso de la urea, compuesto que

mantiene a las proteínas lácteas sin alteraciones estructurales y mejora la resolución al analizarlas por RP-HPLC. Estas muestras fraccionadas se separan e identifican mediante electroforesis en gel (PAGE Y urea-PAGE). Se consiguió una buena separación de los componentes principales del suero, pero en el caso de las b-lactoglobulinas de ovino, no se detectan las posibles variantes apareciendo una única banda para esta proteína. Los resultados que obtenidos ponen de manifiesto; que de las distintas alternativas para el fraccionamiento de las proteínas lácteas, la separación más satisfactoria se consigue mediante la acidificación de la leche desnatada usando HCl IN y con ácido acético y acetato sódico. Para el aislamiento de la b-lactoglobulina se consiguió con éxito al tratar el suero con un 3% de TCA, tanto para la leche de vaca como de oveja. En el caso de las caseínas y sus fracciones, se observa que en la extracción no se consigue una pureza

absoluta, aunque no representa un problema para su estudio. Para la separación e identificación de las proteínas lácteas mediante HPLC en fase reversa, se emplearon tres tipos de columnas (C_4 y dos C_{18}). La columna seleccionada fue la C_4 , proporcionando esta una mejor resolución tanto para las proteínas solubles como para las caseínas y un tiempo de análisis menor que con las otras dos columnas. Los resultados obtenidos muestran las diferencias entre el perfil de las proteínas de la oveja Churra con los perfiles de las proteínas de vaca y de cabra, así como con los de otras razas ovinas. También se observaron diferencias en el perfil proteico al analizar muestras individuales, apreciándose diferencias sobre todo en la fracción de la α_s -caseínas. Esta diferencia podría estar relacionada con la aptitud quesera de la leche de oveja Churra y por lo tanto ser un parámetro para favorecer aquellas variantes de probado interés productivo para la comunidad.



ACREDITACIÓN DE PRUEBAS DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA PRODUCTOS LÁCTEOS

Equipo investigador: NURIA VICENTE NIETO
JOSÉ LUIS GALVÁN ROMO
CLAUDIO SANCHO ROMÁN
ANDRÉS HERGUEDAS GARCÍA
MIGUEL ÁNGEL SANZ CALVO

Duración: 2002-2003

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Introducción y Objetivos

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante y científica como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc.

El campo de las posibles aplicaciones del análisis sensorial es muy amplio, y puede ser utilizado de forma potencial en los distintos departamentos de producción, ventas, control de calidad y desarrollo de un producto de una empresa alimentaria.

La investigación en evaluación sensorial es otro de los usos del análisis sensorial, aplicado a la mejora del producto mediante el estudio de los defectos sensoriales o atributos deseables tras la modificación de la fórmula de un producto, o bien por la modificación del proceso de elaboración del mismo. En muchos casos, es el propio consumidor quien, mediante estudios de aceptabilidad, sugiere la mejora del producto.

El análisis sensorial es también muy útil para establecer la relación con productos similares que pudieran competir con él en el mercado.

En conclusión, la evaluación sensorial desempeña un papel muy importante en un gran número de las actividades de investigación sobre alimentos, y para que se lleve a cabo es necesaria la formación de un panel de catadores entrenado, lo que conlleva:

- 1.- Un reclutamiento de personas interesadas.
- 2.- Una selección en la que se llevará a cabo pruebas con el objetivo de familiarizar a los jueces con los métodos y con los materiales utilizados en análisis sensorial.
- 3.- Un entrenamiento para proporcionar a los jueces los principios elementales de las técnicas utilizadas en el análisis sensorial y desarrollar su aptitud para detectar, reconocer y describir los estímulos sensoriales.

Objetivos

- 1.- Reclutamiento de personas interesadas en la formación de un panel de catadores de productos lácteos.
- 2.- Selección y entrenamiento de las personas reclutadas.

Resultados

Se ha llevado a cabo un reclutamiento mixto de gente interesada en formar parte de un panel de catadores para productos lácteos. A la gente del propio centro se le ha avisado del proyecto de manera oral, mientras que a la gente ajena al centro se le ha informado bien mediante cartas, correos electrónicos, faxes o llamadas telefónicas.

Todas las personas reclutadas han rellenado una entrevista personal para obtener información general sobre su disponibilidad, su interés y motivación, su puntualidad, su actitud hacia los alimentos... Ade-

más a estas personas se les ha explicado cuál es su función, cuánto tiempo les va a ocupar y los objetivos del trabajo.

Dado que el número de personas reclutadas (15) no es muy elevado, se ha decidido seleccionar a todas ellas y se ha comenzado con la fase de entrenamiento, previa familiarización de los jueces con los métodos y con los materiales utilizados en análisis sensorial.

Primero se ha realizado un entrenamiento básico en la detección y reconocimiento de sabores y de olores y un entrenamiento en la evaluación sistemática de la textura, utilizando las pruebas que aparecen descritas en las normas UNE. Con

todo ello se puede detectar incapacidad, determinar la agudeza sensorial y evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales.

Después del entrenamiento básico, los jueces han superado un período de entrenamiento con el producto en el que se han llevado a cabo las siguientes etapas: preparación de la lista de términos, elección de los productos de referencia y entrenamiento del panel en el uso de la lista reducida. Actualmente se continúa con el entrenamiento del panel de catadores, y se está realizando el análisis estadístico de los datos obtenidos.



MICRONUTRIENTES EN HUEVOS DE CASTILLA Y LEÓN. EVALUACIÓN Y VARIACIÓN

Equipo investigador: ANA ISABEL DE COCA SINOVA
JULIAN ATIENZA DEL REY

Duración: 2003-2006

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
(2003-002121).

Este Proyecto ha sido financiado, en parte, con fondos FEDER.

Introducción y Objetivos

Introducción

Hasta hace pocos años, el principal objetivo de las campañas de producción de huevos era profundizar en mejorar los parámetros de productividad de las gallinas. Hoy en día, la situación ha cambiado completamente puesto que los consumidores demandan mayor calidad de los alimentos que consumen.

Durante años, la frescura fue considerada como el primer atributo de la calidad de los huevos; sin embargo hoy, no hay un ideal de huevo porque muchos consumidores tienen sus propias preferencias por una combinación de características, puesto que son varios factores los que influyen en el concepto calidad.

Se ha descubierto que la calidad de los huevos en todas sus vertientes, es variable y dependiente de distintos factores físicos, químicos y biológicos. En cuanto a la calidad nutricional, recientemente ha habido un resurgimiento del interés por la composición y valor nutritivo de los huevos, es decir, composición y variabilidad en niveles de nutrientes que nos podemos encontrar.

Al hacer las revisiones de los datos publicados sobre estos temas, es fácil encontrar valores muy dispares. Factores muy diversos como el uso de distintas técnicas analíticas, alimentación, sistemas de crianza de las aves, y condiciones de con-

servación, influyen en la composición del huevo. Sin embargo, a igualdad del resto de condiciones y haciendo uso de los últimos conocimientos en técnicas analíticas, el factor más importante es la alimentación.

De las dos partes comestibles fundamentales del huevo (yema y albúmen), es el componente lipídico presente en la yema el que más fácilmente varía en función de la composición del pienso de las gallinas, atendiendo principalmente a la composición y cantidad de grasa administrada. Con este componente lipídico, varían también un gran número de vitaminas y algunos oligoelementos.

Se está demostrando la extraordinaria importancia de todos estos compuestos en el conjunto de una dieta equilibrada, sobre todo por la interrelación que existe entre ellos y porque la mayoría no son sintetizados por el organismo y deben ser ingeridos con la dieta. Es por ello, que la producción de huevos no debe regirse por criterios económicos y de máxima productividad, sino que debe valorarse la posibilidad de ofrecer la máxima calidad nutricional, orientada a conseguir una dieta equilibrada.

La avicultura de puesta, consciente de todo ello, pretende la modificación de los micronutrientes capaces de variar de forma exógena, en un intento de conseguir un producto con reconocidos beneficios nutricionales.

Estación
Tecnológica
de la Leche

Objetivos

1.- Identificar y cuantificar una serie de micronutrientes del huevo, variables de forma exógena:

- **vitaminas liposolubles** (A, D, E, K)
- **oligoelementos** (Mn, Se, I, Co, Fe, Zn, Cu).

Resultados

Desarrollo de la puesta a punto de los métodos analíticos a utilizar en el análisis de vitamina A y vitamina E en huevos mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en fase reversa (FR).



Fotos cortesía del Instituto del Huevo
(www.institutohuevo.com)

TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE QUESO DE OVEJA

Equipo investigador: ANA RITA PÉREZ MARQUÉS
ANDRÉS HERGUEDAS GARCÍA

Duración: 2003

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. (2003-001186)

Este proyecto ha sido financiado, en parte, con fondos FEDER.

Introducción y Objetivos

Introducción

La gran variedad existente de quesos se explica fundamentalmente por la naturaleza de la leche y por las técnicas de elaboración. Por ello la industria láctea está centrando sus esfuerzos en las nuevas tecnologías de procesado que permitan controlar, mejorar y optimizar cada uno de los procesos que determinan cada una de las propiedades del producto final.

En el proceso de elaboración del queso además de las leches, su composición y los factores tecnológicos, es fundamental el papel de los cultivos microbianos y de los enzimas, aunque no menos importante es su función durante la maduración y que, en definitiva, va a definir las características finales del producto (características sensoriales, químicas y microbiológicas).

Objetivos

- 1.- Conocer el proceso y elaborar queso de pasta blanda utilizando diferentes fermentos.
- 2.- Determinar las modificaciones bioquímicas que tienen lugar en la proteólisis durante el proceso de maduración.
- 3.- Estudiar el efecto del cultivo iniciador sobre la proteólisis.

Resultados

Se han realizado diferentes fabricaciones de queso en la planta piloto con leche

pasteurizada de vaca y de oveja. Todas se han centrado en la tecnología de quesos de pasta blanda de corta maduración.

Los fermentos ensayados son comerciales entre los que se encuentran diferentes bacterias acidolácticas y fermentos de afinado. Previamente se caracterizó la actividad acidificante de estos fermentos a diferentes temperaturas.

Paralelamente se llevó a cabo un seguimiento de las fabricaciones a lo largo de la maduración tomando muestras de los quesos periódicamente. Sobre estas muestras se realizaron análisis físico-químicos, microbiológicos y de degradación de caseínas mediante electroforesis en geles de urea-PAGE. Los quesos se analizaron en diferentes fases del periodo de maduración para observar la degradación de las diferentes fracciones caseínicas.

El rendimiento de los quesos de leche de vaca fue de un 14% mientras que para la leche de oveja se duplicó (29%). Los valores de extracto seco estuvieron entre el 50 y 55% y el pH final a los 28 días de maduración se encontró en el intervalo 4,92-5,04.

Al final del periodo de maduración la degradación de las fracciones de α -caseína y β -caseína fueron similares en los quesos de vaca y oveja elaborados con el mismo cultivo microbiano. De esta forma, en los quesos en los que se utilizaron como starter únicamente bacterias acidolácticas, la degradación experimentada por la α -caseína fue de un 80% y de un 15% para la β -caseína. Sin embar-

**Estación
Tecnológica
de la Leche**

go, los quesos en los que además de bacterias acidolácticas se emplearon los llamados cultivos de afinado, la degradación de la β -caseína fue ligeramente mayor (debido a la mayor actividad proteolítica que sobre la β -caseína tienen los sistemas enzimáticos de estos microorganismos).

En todos los quesos se ha observado que el proceso de degradación proteica fundamentalmente ocurre durante los 16 primeros días de maduración.

El perfil electroforético de los quesos nos indica que el principal agente que interviene en la degradación de las caseínas del queso durante la maduración es el cuajo, seguido de la proteasa alcalina de la leche y, por último, las proteasas de la flora acidoláctica presente.

La hidrólisis de la fracción α sl-cn por parte de la quimosina es mucho más rápida e intensa que sobre la β -caseína y su degradación es la principal causa de la cremosidad de la pasta.



ÁCIDOS GRASOS EN PRODUCTOS LÁCTEOS

Equipo investigador: ENCARNACIÓN FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

Duración: 2003-2006

Financiación: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (2003-001186)

Introducción y Objetivos

Introducción

En la actualidad se ha producido un incremento en el número de consumidores que demandan productos lácteos con nuevas características organolépticas. Sin embargo, aunque se ha estudiado la importancia de las características sensoriales en la preferencia o aceptación de los consumidores, todavía existe una interpretación científica inadecuada de la contribución de la composición de los productos lácteos a sus propiedades sensoriales y, en concreto, a su aroma.

El aroma de los productos lácteos, y en especial del queso, está determinado por un número de compuestos volátiles y no volátiles en equilibrio entre las fases acuosa y grasa. Son muchos los factores que pueden influir en el aroma particular de una variedad de queso, entre los que se incluyen el origen de la leche, los tratamientos a los que es sometida, el tipo y cantidad de cultivo iniciador empleado, las condiciones de elaboración y el tiempo y temperatura de maduración.

El contenido graso de los productos lácteos, el cual puede ser estandarizado por el elaborador, juega un importante papel en el aroma de los productos lácteos. La ruptura de la grasa en la matriz del queso durante la etapa de maduración, por lipólisis, da lugar a la liberación de ácidos grasos libres que son precursores de metilcetonas, alcanos y ésteres aromáticos y alifáticos. Estos ácidos grasos libres y sus metabolitos (compuestos volátiles como son aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres...) pueden actuar como importantes fuentes de aroma.

En la comunidad autónoma de Castilla y León existe una gran variedad de productos lácteos, sin embargo en la actualidad existen muy pocos trabajos en los que se estudien la formación de compuestos volátiles.

Objetivos

Puesta a punto de la técnica analítica para la determinación de compuestos volátiles en productos lácteos.

Resultados

La cromatografía gaseosa es el método de elección para el análisis de los compuestos volátiles, pero el aislamiento de dichos compuestos de la matriz de los productos lácteos se puede realizar por diferentes métodos, entre los que se incluyen la destilación con alto vacío, extracción con destilación simultánea, extracción con fluidos supercríticos o técnicas de espacio de cabeza.

Para la extracción e inyección de los componentes volátiles de este trabajo se ha utilizado un cromatógrafo de gases-masas Modelo # GI800 A GCD System HP que tiene acoplado un muestreador de espacio de cabeza HP GI290A Headspace Sampler, así se inyecta una porción del gas que está en equilibrio con la muestra en un vial sellado y termostatzado Y se han usado las condiciones cromatográficas indicadas en el artículo de Fernández-García, 1996. Además se han preparado soluciones acuosas de los siguientes patrones comprados a Sigma-Aldrich Química S.A.

Teóricamente, al menos, la fracción extraída mediante espacio de cabeza debería estar más próxima al genuino aroma percibido por medio de la nariz, que la

fracción obtenida por otros procedimientos, ya que es una técnica discriminativa para componentes con una elevada volatilidad en la fase de vapor.

El método usado en este trabajo inicial es el método de espacio de cabeza estático y en función de los resultados obtenidos se puede concluir que es útil desde el punto de vista cualitativo, pero para cuantificar presenta una serie de problemas siendo el más destacado su falta de sensibilidad, de ahí que no se haya usado tanto como otros procedimientos en los trabajos de investigación más actuales encontrados en la bibliografía.

Hoy en día el método de elección es el espacio de cabeza dinámico y es

el que se propone para la realización de estudios posteriores. Para ello será necesario un equipo automático de purga y trampa acoplado a un cromatógrafo gases-masas (GC-MS). En este tipo de sistema los compuestos volátiles son continuamente extraídos de las muestras, retenidos en un adsorbente y después rápidamente desorbidos para ser introducidos en el cromatógrafo de gases. Esta técnica presenta una serie de ventajas sobre otras técnicas de extracción porque sirve para muestras líquidas y sólidas, se reduce el tiempo de preparación de la muestra, presenta una alta sensibilidad y limita el riesgo de la utilización de solventes.

