

Publicado en ACE – revista de enología científica y profesional

Herramientas sensométricas para la validación de un panel profesional de catadores de vino

Antonio PALACIOS*, Elvira ZALDIVAR* y Ramón VIADER**

Gráficas ampliadas en “anexos”.

INTRODUCCIÓN: EL ANÁLISIS SENSORIAL INTEGRADO EN LOS PROCESOS ENOLÓGICOS

Por definición, el catador experto es la persona que actúa como juez en la evaluación de las características sensoriales de un producto determinado. Basa sus decisiones en su experiencia, entrenamiento y una serie de datos de tipo analítico, como es, la composición físico-química de los vinos. Dicha evaluación, aporta conocimiento acerca de la calidad final del producto, de su tipicidad y de su aceptación hedónica. Aunque estos datos son útiles, únicamente aportan información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al consumirlo. La evaluación sensorial puede proporcionar este tipo de información, convirtiéndose en una herramienta muy útil, tanto para los enólogos como para otros departamentos de la bodega, como pueden ser, marketing, producción, viticultura, control de calidad, I+D y desarrollo de nuevos productos.

En el caso particular del vino, sólo la evaluación sensorial permite medir y valorar el grado de placer obtenido en el momento de su consumo. Tanto el viticultor como el enólogo, no tienen otros métodos más efectivos para controlar la calidad de su trabajo. Dentro de la evaluación sensorial existen multitud de pruebas diferentes en función del objetivo buscado. Destacan, el análisis descriptivo, que consiste en una representación de las propiedades sensoriales, y el análisis discriminativo, que se emplea en la industria alimentaria para encontrar diferencias entre productos. Dichas pruebas pueden generar muchos datos y la sensometría juega un papel importante en su interpretación y comprensión. La sensometría, es la ciencia que define y pone a punto metodologías de análisis estadísticos para evaluar los resultados de los análisis sensoriales en la industria agroalimentaria. La mayor dificultad al realizar un análisis sensorial estriba

en conseguir que una respuesta humana sea precisa y reproducible, de ahí la importancia de manejar estas técnicas estadísticas que facilitan la interpretación de los resultados y la evaluación de los analistas sensoriales.

Un panel de catadores es un grupo de personas que han sido seleccionadas en base a sus capacidades olfato-gustativas y a su formación específica, para desarrollar sus habilidades sensoriales en la evaluación de productos, en el caso de la enología, el vino.

La labor de un panel de catadores expertos es crucial para conocer porque unos productos tienen mayor aceptación que otros y cuáles son las características sensoriales que ejercen una mayor influencia en las preferencias del consumidor. En definitiva, un panel de catadores expertos es una herramienta que facilita la toma de decisiones de manera rápida y eficaz a nivel empresarial.

La colaboración de un panel de catadores expertos hace posible en las bodegas la toma de decisiones en varios ámbitos importantes: el control de calidad y desarrollo de productos, así como, cambios y adaptaciones de materias primas, procesado y aplicación de técnicas de vinificación y en cualquier parcela tecnológica que pueda condicionar y producir cambios en las características sensoriales de un vino determinado. No hay duda además, que la realización de pruebas sensoriales por un panel de catadores expertos puede evitar fracasos en la salida al mercado de productos nuevos que puedan provocar el descontento y desconfianza del consumidor.

El *análisis sensorial* es muy importante en una empresa elaboradora de vinos dado que:

- Las propiedades sensoriales constituyen un decisivo factor de calidad y por extensión, la aceptación por el

consumidor y la fidelización con una marca determinada.

- El análisis sensorial permite detectar anomalías no detectables por los más modernos aparatos analíticos de laboratorio, dado que, el sentido del olfato humano es del orden de 100 veces más sensible que los más modernos instrumentos analíticos de laboratorio.
- El aroma de un vino es, químicamente, bastante complejo y cada componente puede contribuir de una forma diferente dependiendo de la matriz en la que se encuentra, debido a las interacciones entre familias aromáticas.

El consumidor es quien tiene la última palabra sobre un determinado vino y los paneles de catadores expertos pueden ofrecer información detallada, la cual, resulta especialmente útil cuando se combina dicha información con la que proporciona un panel de consumidores. En este caso, se puede decidir en qué dirección deben realizarse los cambios de perfil de un determinado vino para aumentar su aceptación, traduciendo las preferencias de los consumidores en parámetros más fácilmente interpretables para el equipo de I+D de la empresa. El análisis sensorial proporciona también, información útil en la investigación de huellas sensoriales diferenciales, así como, en defectos organolépticos y estudios de vida útil de productos.

Los Consejos Reguladores, en la medida en que se han convertido en entidades de certificación de producto, tienen que estar acreditados de acuerdo con la norma ISO 45011. El cumplimiento de esta norma implica que determinadas actividades de control, como son los análisis químicos y los sensoriales, tienen que realizarlos laboratorios propios o contratados, pero siempre acreditados con la norma ISO 17025. Históricamente, los Consejos Reguladores han realizado los análisis sensoriales mediante un comité de cata propio, formado por catadores cuya formación se basa en su amplia experiencia profesional. Normalmente, no se realizan pruebas de selección o de cualificación formales, y las catas, si bien se realizan con todas las garantías, no se hacen bajo los requisitos especificados por la norma mencionada. Tampoco se hace ningún seguimiento individualizado, ni evaluaciones periódicas de aptitud, ni formación continuada.

En el caso de los concursos de vinos por categorías, se debe exigir a los jueces que sean precisos, es decir, que presenten poca dispersión en sus valoraciones, y que además sean exactos, o sea, que el resultado de la clasificación de las muestras coincida con su categoría real y su nivel de calidad. Por este motivo, es muy importante evaluar su capacidad utilizando muestras de referencia de clasificación conocida, de acuerdo con las valoraciones de otros paneles de cata especializados.

El análisis sensorial puede ser utilizado para llevar a cabo las siguientes actividades dentro de una compañía o bodega elaboradora de vino:

- Desarrollo de estilo y tipo de producto.
- Reformulación de un producto/reducción de costes.
- Evaluación de la competencia en comparación con la gama de vinos, propia.
- Control de calidad interno y seguimiento de programas de I+D.
- Caducidad o vida útil del producto, sobre todo, para la exportación.
- Relación viñedo / proceso / productos enológicos / calidad final.

REQUISITOS PARA LA FORMACIÓN DE UN PANEL: PRUEBAS DE APTITUD FISIOLÓGICAS Y SENSORIALES

Constituir un panel de analistas sensoriales expertos requiere cumplir diversos requisitos. Primeramente, el estudio y evaluación sensorial del olfato y del gusto. Dicho estudio ha de comprender como mínimo, el conocimiento de sensibilidad de sus funciones olfativas y gustativas. Esto, comporta el análisis, tanto de su olfato y gusto, como de su estado táctil, nasal y oral de forma cuantitativa y cualitativa. Asimismo, los datos obtenidos, deben procesarse en una base de datos donde se obtiene la evolución y/o incidencias aparecidas en cada una de las personas mientras pertenezcan al panel. La posibilidad de obtener registros sucesivos de cada uno de los componentes, permite observar el patrón estándar saborimétrico de cada panel y su evolución. Todos estos datos deben sustentarse en una historia clínica plausible desde el punto de vista sensorial, lo que permite ajustar personas y equipos de paneles en función de los datos y de los objetivos de cada momento. Dadas las exigencias actuales en relación a la calidad sensorial

de las personas que participan en trabajos de evaluación sensorial, sería necesario tener presente además de la formación enológica y en análisis sensorial, la formación en el territorio sensitivo y sensorial. Para desarrollar una evaluación saborimétrica personalizada para enólogos que han de constituir un panel estable de análisis sensorial, se recomienda la colaboración de un médico especialista en ORL que realice una evaluación saborimétrica básica consistente en:

- Historia clínica
- Exploración ORL
- Saborimetria (olfatometría + gustometría) cuantitativa y cualitativa
- Set olfatométrico BAST-24 (Barcelona Smell Test-24).
- Set Test Butanol
- Base de datos Sensosabor

La formación en el territorio sensitivo y sensorial debe verificarse mediante las diversas pruebas de análisis sensorial más utilizadas comúnmente: pruebas discriminatorias (o de diferenciación), pruebas descriptivas y pruebas afectivas. Las pruebas discriminatorias se llevan a cabo con la finalidad de establecer si existen diferencias entre vinos. Las pruebas más comunes son las llamadas dúo-trío y prueba triangular.

Las pruebas descriptivas constituyen una de las metodologías más importantes y complejas de análisis sensorial. En general, el objetivo primordial es encontrar un mínimo número de descriptores que contengan el máximo de información sobre las características sensoriales del vino. Los catadores deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados. Los datos obtenidos del análisis descriptivo se analizan estadísticamente aplicando un análisis de varianza múltiple (muestras, sesiones y catadores) tras evaluar cada atributo en los vinos por los catadores, durante un número determinado de sesiones. De esta forma se puede obtener información sobre la capacidad discriminadora del equipo respecto a ese atributo, la reproducibilidad y la concordancia de juicio.

El análisis descriptivo se puede utilizar para obtener perfiles organolépticos de los vinos de una bodega, así

como para compararlos con los de la competencia. También se puede utilizar en pruebas de caducidad y almacenamiento, desarrollo de nuevos productos, control de calidad, relaciones entre datos sensoriales y fisicoquímicos, o con la finalidad de hallar diferencias de los vinos obtenidos con diferentes técnicas de elaboración, procedentes de diversas localizaciones, o bien, que poseen diferentes índices de maduración o pertenecientes a vendimias diferenciadas.

El análisis de los datos obtenidos por un panel entrenado (prueba descriptiva) y los procedentes de un grupo de consumidores (pruebas afectivas) aportarán una valiosa información a nivel de estudio de preferencias por consumidores. El análisis de los resultados mostrará cuál es el grado de aceptación que el consumidor tiene por los vinos incluidos en el estudio y cuáles son las características organolépticas (aroma, flavor, gusto...) responsables de que el vino sea aceptado en mayor o menor grado por el consumidor.

Finalmente, las pruebas afectivas se llevan a cabo mediante el test de aceptación-preferencia y test hedónico de 9 puntos. Estas pruebas sensoriales tratan de evaluar el grado de aceptación y preferencia de un vino determinado sobre un conjunto de vinos, que tiene el consumidor, por un concepto o por una característica específica.

MEDIDA DE LA FIABILIDAD DE UN PANEL DE CATADORES

La metodología de medida y sus factores asociados, resultan como en cualquier otro análisis, fundamentales para poder asegurar la calidad de los resultados. En el caso del análisis sensorial, esta herramienta será el panel de catadores y las condiciones de la sala de catas. Normalmente, la fiabilidad de un panel de cata se aborda desde dos enfoques diferentes aunque complementarios: la repetibilidad individual y la concordancia entre catadores (Guerrero y Guàrdia 1998).

Cualquier medición debe estar asociada a una incertidumbre o error. El análisis sensorial no es una excepción, por lo que resulta fundamental conocer su fiabilidad. Existen numerosos sistemas para verificar la fiabilidad de un panel de catadores, aunque uno de los más utilizados y que proporciona mayor información es el Análisis de la Varianza (ANOVA), (Guerrero y Guàrdia, 1998; Schlich, 1994). Es de

aplicación cuando consideramos a los catadores expertos, como un grupo de personas específicamente seleccionadas y entrenadas que poseen un conocimiento o habilidad para evaluar sensorialmente los vinos. En este caso, si sus valoraciones son totalmente objetivas y reproducibles y no utilizan términos hedónicos o de preferencia, entonces, su actuación es comparable a la de un instrumento de laboratorio.

Para *verificar la fiabilidad* de un panel deberían seguirse 4 pasos:

1. Selección de las muestras adecuadas, algunas similares entre ellas, otras ligeramente diferentes y otras claramente diferenciadas, lo que permitirá ver la capacidad discriminante de los catadores en casos extremos. Debe intentarse que tanto las similitudes como las diferencias entre muestras se den en el mayor número posible de atributos incluidos en el perfil descriptivo.
2. Evaluar las muestras sensorialmente siguiendo la metodología habitual de trabajo. Es aconsejable analizar réplicas en sesiones diferentes de trabajo.
3. Realizar un análisis de la varianza por cada catador en cuyo cálculo se incluirá el vino y la sesión, como efectos fijos del modelo y, de este modo, permitir valorar atributo a atributo y catador a catador, la repetibilidad individual y el poder discriminante de cada uno de ellos. La información obtenida en este análisis permitirá detectar las posibles desviaciones y, por tanto, tomar las medidas correctivas necesarias para cada combinación catador-atributo.
4. Realizar un análisis de la varianza global. En el modelo se incluirán el vino, el catador, la sesión y la interacción catador por producto como efectos fijos.

El análisis de esta interacción constituye un excelente indicador del grado de desacuerdo entre catadores. Así pues, el panel está bien entrenado cuando la interacción catador-producto no es significativa para ningún atributo. También se obtendrá información sobre la repetibilidad y el poder discriminante global del panel. La información obtenida ha de permitir diseñar un plan de entrenamiento personalizado para cada catador y atributo con el objetivo de aumentar el grado de acuerdo entre catadores y reducir el error total de la medida.

El éxito y confiabilidad de los resultados de estas pruebas dependen en gran medida de la selección y entrenamiento de los jueces para lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitan. Por otra parte, para obtener los mejores resultados posibles, el tipo de escala que se debe utilizar tiene que ser fácil para los jueces y debe medir de forma correcta los atributos utilizados, características o actitudes, por lo que los descriptores usados en las escalas sensoriales deben ser familiares, fácilmente inteligibles y nada ambiguos.

También puede ser muy útil trabajar a modo de prueba con soluciones patrón de defectos organolépticos, modificando vinos con concentraciones conocidas de las moléculas causantes del problema y así poder conocer la capacidad de identificación y los umbrales de detección de los miembros de un panel experto. Permite además, evaluar la formación enológica del panel, requisito indispensable, en nuestra opinión, para un catador integrado en un Consejo Regulador.

RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

Se han evaluado 16 vinos de diferentes categorías, todos ellos con contacto de madera en su crianza, simulando un concurso en el que se ha utilizado la ficha oficial de cata de la OIV, ficha que penaliza a nivel de puntuación y evalúa cada una de las fases de la cata: fase visual (FV), fase olfativa intensidad (FO Int.) y calidad (FO Cal.), fase gustativa intensidad (FG Int.) y calidad (FG Cali.) y finalmente, la armonía (FA). La misma cata se ha realizado en dos sesiones separadas en el tiempo y sirviendo los vinos en secuencias diferentes para cada una de ellas. El panel de cata está formado por 6 catadores expertos. El software utilizado para los análisis estadísticos de fiabilidad del panel, es el Panel Chek, disponible de forma gratuita en internet. Software desarrollado en 2008 por [Research Council of Norway](#) y varios socios de empresas privadas, utilizando modelos matemáticos preestablecidos. La sala de catas utilizada es la de la Universidad de la Rioja, que reúne todas las condiciones mínimas de luz, ambiente, ventilación, temperatura y ergonomía, exigidas por la Norma UNE-EN ISO 8589:2010 (Guía para el diseño de una sala de cata) y con los catavinos descritos en la norma UNE 87022:1992 (Copa para la degustación de vino).

A continuación se presentan las técnicas estadísticas y parámetros analizados.

1-. Los gráficos donde se representan **medias y desviación estándar** son una buena herramienta para detectar diferencias en el uso de escala por parte de los catadores y también valores atípicos.

En la figura 1 se puede observar que el catador 3 presenta una media de 15,84 y una desviación estándar (STD) de 7,15, mientras que el catador 6 tiene una media de 12,65 y una STD de 4,36. A pesar de que el uso de escala no está relacionado directamente con la calidad de los catadores, es interesante para detectar y corregir errores, disminuyendo interacciones y mejorando las calibraciones entre catadores.

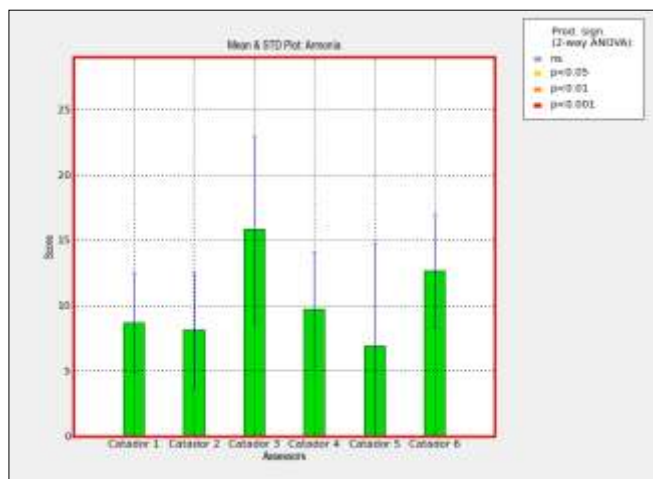


Figura 1: representación de **medias y desviación estándar** de los catadores del panel para las puntuaciones en la fase de armonía.

2-. Las representaciones llamadas **diagrama de puntos** contienen la media del panel completo (línea continua) y la media de cada catador por muestra, representados en puntos. Los atributos se sitúan a lo largo del eje X y la puntuación de los evaluadores a lo largo del eje Y, junto con la media para todas las muestras (muestras replicadas) en forma de línea continua, reflejando el patrón de propiedades del vino. En cada atributo se añade una línea vertical indicando el rango de puntuaciones usado por el panel, debiendo ser lo más estrecha posible.

En la figura 2 observamos el diagrama de puntos para dos muestras idénticas catadas en dos sesiones diferentes (muestras 9 y 16). Finalmente, el perfil

obtenido es prácticamente idéntico gracias a la aportación del conjunto de todos los catadores, pero hay diferencias entre ellos. Hay catadores que puntúan la misma muestra de la misma forma en las dos sesiones, como los catadores 2, 3 y 5, mientras que el catador 6, en la primera sesión dispersa mucho las muestras idénticas. Los catadores 5 y 6 usan las escalas de forma muy diferente entre ellos, aumentando mucho el rango de puntuaciones general del panel.

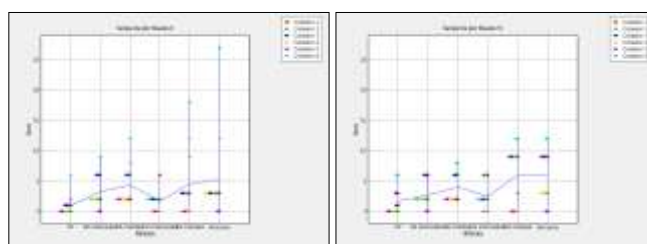


Figura 2: representación de **diagrama de puntos** para dos muestra idénticas catadas en dos sesiones diferentes.

3-. El análisis de replicados mediante **Anova de dos vías** permite mostrar los resultados en tres gráficos: efecto catador, efecto producto y efecto interacción catador por producto, donde las barras representan si existe efecto producto o catador para cada atributo, indicando si hay inconsistencia entre las diferencias de muestras replicadas. La barra de color (amarillo, naranja, rojo) significa que parece ser tal y una barra gris que no la hay. El color de la barra indica el valor p correspondiente: Amarillo: $p < 0,05$, Naranja: $p < 0,01$ y Rojo: $p < 0,001$. La altura de la barra es el valor F .

En la figura 3 podemos observar que el efecto producto es significativo para todos los atributos, y todos a niveles de p muy bajos ($p < 0,001$), lo que significa que el panel de catadores discrimina muy bien los vinos mediante los atributos utilizados. Existe diferencias entre atributos, la variable FA Int. es la que mejor diferencia las muestras y la FG Int, la que menos.

Los atributos tienen un “efecto catador” significativo y con valores de p muy bajos ($p < 0,001$) lo que indica que los catadores utilizan la escala de puntuaciones de forma diferente entre ellos. Cuando cruzamos los atributos con el “efecto catador/vino”, vemos que existen interacciones entre ellos, sobre todo para la variable FA Cal. y la Armonía ($p < 0,001$), menos para la FV y FG Cal. ($p < 0,05$), lo cual resulta negativo de cara

a la fiabilidad del panel, sobre todo en estos atributos medidos.

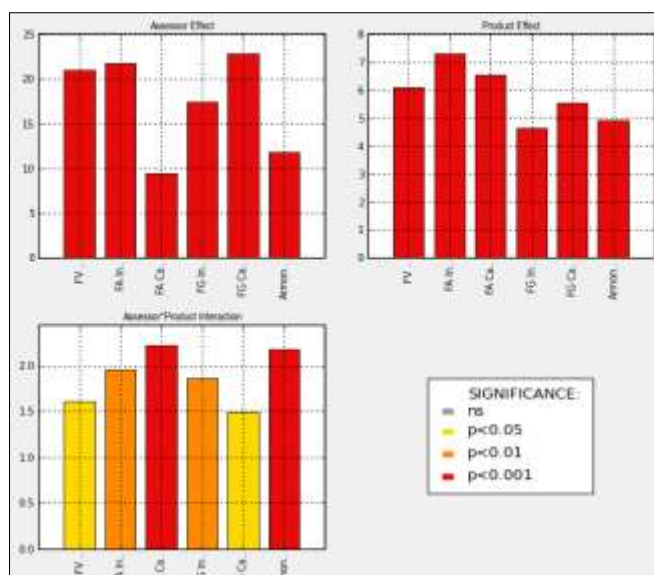


Figura 3: representación análisis de replicados mediante **Anova de dos vías**, efecto catador, efecto productos y efecto interacción catador x producto.

4-. Los análisis de *correlación tipo Tucker-1* sirven para hacer una valoración global de las diferencias entre catadores. Se pueden realizar análisis multivariantes teniendo en cuenta los atributos para obtener una visión conjunta de las relaciones entre ellos. Para ello se usa la metodología Tucker-1 (PCA de consenso). Este método permite detectar aquellos catadores que difieren del resto y atributos afectados por su mal funcionamiento cuando existen replicados. El método Tucker-1 se usa principalmente como herramienta rápida de supervisión del funcionamiento de un panel de cata y determinar cómo mejorarlo. Para un panel entrenado y bien calibrado, las *cargas de correlaciones* para cada atributo bajo investigación, deben estar cercanas al círculo exterior y los catadores próximos entre sí. Si están dispersos, es que no hay acuerdo entre el panel. Además, si un catador está dentro del círculo interno, es que explica menos del 50% de la varianza.

Dos tipos de gráficos se generan en el método Tucker-1. El gráfico de puntuaciones común, el primer tipo, que enseña cómo las muestras se relacionan entre sí en base a las evaluaciones de los catadores. En el caso que nos ocupa, podemos observar en la figura 4 como los catadores 3 y 4 consiguen colocar sus

puntuaciones frente a las medias del panel de cata por fuera del círculo central y dentro del círculo más externo, colocando además, muy próximas las diferentes fases de la cata, lo que es muy positivo de cara a su fiabilidad como catador. Todo lo contrario ocurre con las posiciones conseguidas por el catador número 6, dispersas entre sí y dentro del círculo central.

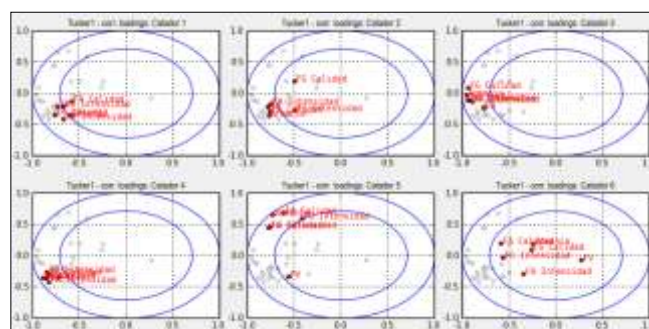


Figura 4: representación **correlación tipo Tucker-1** catador a catador según las fases de la cata.

En los cuadros de *cargas de correlación*, de la figura 4, cada punto muestra el atributo de un catador específico. Cuanto más ruido contiene un atributo de un catador, más cerca del centro aparecerá el punto. Cuanto más estructurada sea la información de un atributo, más cerca aparecerá del círculo exterior (100% varianza explicada para ese atributo y 50% el círculo interior).

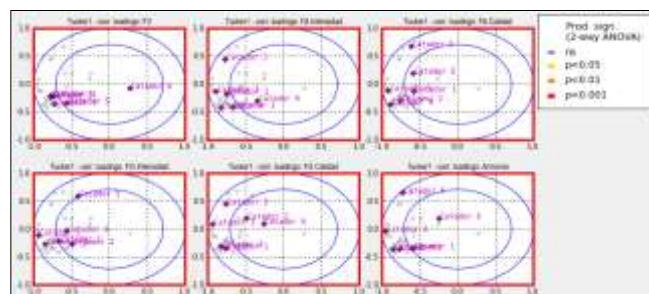


Figura 5: representación **correlación tipo Tucker-1** teniendo en cuenta las diferentes fases de la cata según catadores.

En la figura 5 observamos como los catadores 5 y 6 son los menos integrados a nivel de consenso dentro del panel.

5-. Los *gráficos Manhattan* son una herramienta para proveer información de diferencias entre catadores visualizando la explicación de la varianza de cada combinación catador/atributo. El eje horizontal representa a los catadores y el eje vertical representa el componente principal del ACP individual. La explicación de la varianza acumulada se visualiza en colores (negro 0% y blanco 100%). Si el color del gráfico es claro para un catador determinado, mejor explicación consigue ese catador en la diferenciación de muestras.

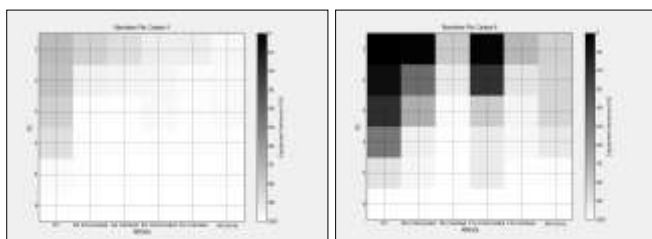


Figura 6: representación de *gráficos Manhattan* para proveer información de diferencias entre catadores visualizando la explicación de la varianza de cada combinación catador/atributo.

En la figura 6 se puede comparar la explicación de la varianza entre el catador 4 y 6, casos extremos donde el catador 4 consigue ratios muy positivos (97% en Armonía, más del 93% en las fases gustativas (FG Int. y Cal.), 87,2% en la FO Cal. 82% en FO Int. y en comparación con el catador 6 (máxima explicación en Armonía de 82% y mínima de 0,07% en la FV).

6-. La representación de los **valores F en una ANOVA de una vía** para cada catador por separado, sirve para comparar la habilidad de los catadores en la detección de diferencias entre los vinos. De esta forma, se pueden identificar catadores que no son capaces de detectar diferencias entre los vinos para unos atributos determinados y que requieren atención por parte del líder del panel. Las posibles razones son baja sensibilidad a un atributo, pobre memoria sensorial o la falta de conocimiento respecto del atributo en cuestión. Los catadores que posean valores F superiores al 1% de significación, son catadores muy

fiables para el atributo donde supera ese nivel, diferenciando las muestras de forma correcta. Cada línea vertical es el valor F de un catador para un atributo específico. El valor F es una medida de la capacidad de un catador discriminando muestras diferentes. Cuanto mayor sea el valor F, mejor para el catador. Las líneas rojas y negras indican el nivel de significación al 1% y 5%, respectivamente.

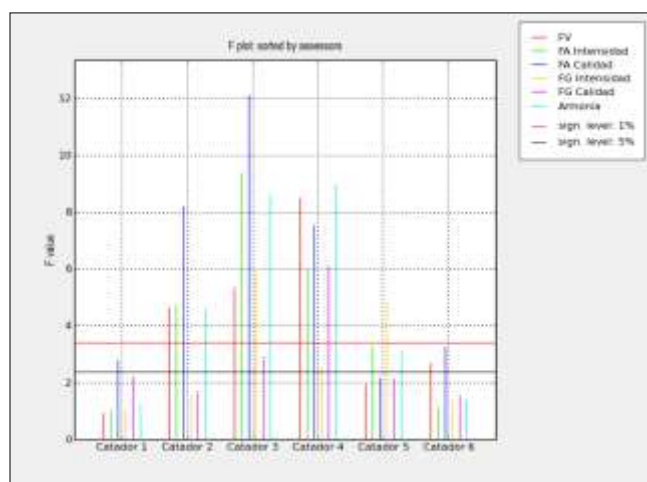


Figura 7: representación de **valores F en una ANOVA de una vía** para cada evaluador por separado.

En la figura 7 observamos como los mejores catadores son 2, 3 y 4, ya que consiguen detectar diferencias entre los productos con niveles de significación de un 5% mínimo para casi todas las fases de la cata, sobre todo, los catadores 3 y 4, y este último utilizando todos los atributos por encima del 1% de significación.

7-. Los **gráficos de correlación** sirven para estudiar las relaciones entre las puntuaciones individuales de los catadores y la media del panel y muestran los datos de un atributo de forma simultánea. La puntuación por muestra de cada catador se representa frente a la puntuación media del panel para la misma muestra. El catador analizado se representa por puntos rojos, mientras que los catadores restantes se muestran con círculos. Si un catador está totalmente de acuerdo con el promedio del panel, la muestra va a caer sobre la línea discontinua azul.

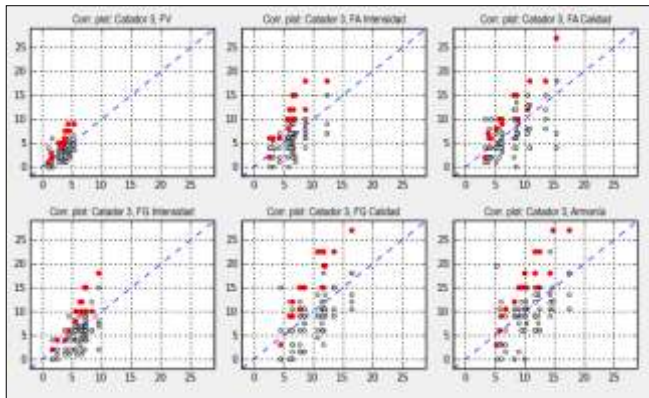


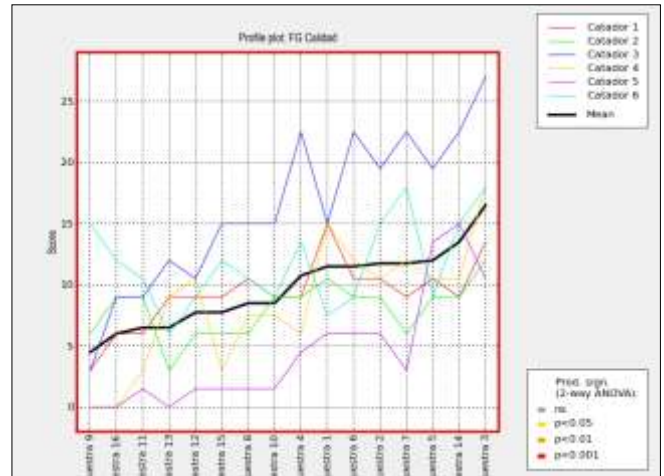
Figura 8: representación de **gráficos de correlación** con las relaciones entre las puntuaciones individuales de los catadores y la media del panel atributo a atributo para el catador 3.

En la figura 8 observamos los diagramas de correlación para las puntuaciones otorgadas por el catador 3, viéndose claramente como este catador siempre puntúa los vinos por encima del rango en comparación con el resto de catadores.

8-. Los **gráficos de perfil** son otros tipos de gráficos que permiten comparar de forma individual a los catadores frente al consenso del panel completo, generando un gráfico para cada atributo. Es un sistema útil cuando el número de muestras no es muy alto, hasta 10 aproximadamente. Válido para visualizar diferencias de nivel y rango entre catadores. Este gráfico representa las muestras a lo largo del eje X y las puntuaciones para cada evaluador en el eje Y, junto con la media de los evaluadores representados por una línea continua en negro. La muestra más a la izquierda está en el puesto más bajo de valoración (baja intensidad del atributo) según el consenso y viceversa.

Figura 9: representación de **gráficos de perfil** para el atributo FG Calidad, que compara de forma individual a los catadores frente en consenso del panel completo.

La figura 9 muestra los perfiles en la FG Cal. de todos los catadores según un orden creciente de valoración de muestras, siendo mejor valoradas las muestras 9 y 16, que son idénticas, y las peores valoradas, las muestras 3 y 14. Todos los catadores en su conjunto consiguen un nivel de significación de p muy bueno ($p < 0,001$), por lo que el marco del gráfico aparece en



color rojo. También se puede observar como el catador 5 se mueve por debajo de rango y el catador 3 por encima respecto a las medias del panel completo (línea negra continua).

9-. Los **gráficos de cáscara de huevo** están basados también en la clasificación obtenida según intensidades puntuadas para un determinado atributo. Visualiza diferencias de clasificación entre catadores. Muy útil cuando hay más de 10 muestras y son muy parecidos a los gráficos de perfil. Esta representación muestra cómo cada catador clasifica todas las muestras analizadas en relación con el consenso.

En la figura 10 la línea morada representa la línea de consenso, construida con los valores acumulados a nivel de puntuación, mientras que cada una de las restantes líneas representa la puntuación de un catador determinado. Cuanto más cerca de la línea de consenso esté la línea de un catador, más en consenso estará este catador con respecto al grupo. La muestra más a la izquierda está en el puesto más bajo (baja intensidad de atributo) y viceversa. La forma gráfica de cáscara de huevo se consigue al restar de las puntuaciones acumuladas de una muestra, una constante dependiente de la clasificación de consenso de todas ellas.

Podemos ver asimismo, como los catadores que más se ajustan a la línea de consenso morada, son los catadores 3 y 5, siendo entonces, los catadores que de forma más ajustada clasifican las muestras, mientras que los que más se alejan del consenso del panel son los catadores 1 y 6, sobre todo, este último. Todos los catadores en su conjunto consiguen un nivel de

significación de p muy bueno ($p < 0,001$), por lo que el marco del gráfico aparece en color rojo.



Figura 10: clasificaciones representadas en **gráficos de cáscara de huevo** obtenidas según intensidades puntuadas para el atributo Armonía.

10-. Los **gráficos p-MSE** constituyen otra posibilidad para evaluar la capacidad discriminativa de los catadores según atributos. Esta función genera gráficos P-MSE mediante un ANOVA de una vía, para cada catador. Los valores de MSE se representan a lo largo del eje X y los valores de p se representan a lo largo del eje Y. Cada punto en el gráfico representa un catador para un atributo específico. Los p -valores y MSE-valores son medidas de discriminación y repetitividad respectivamente.

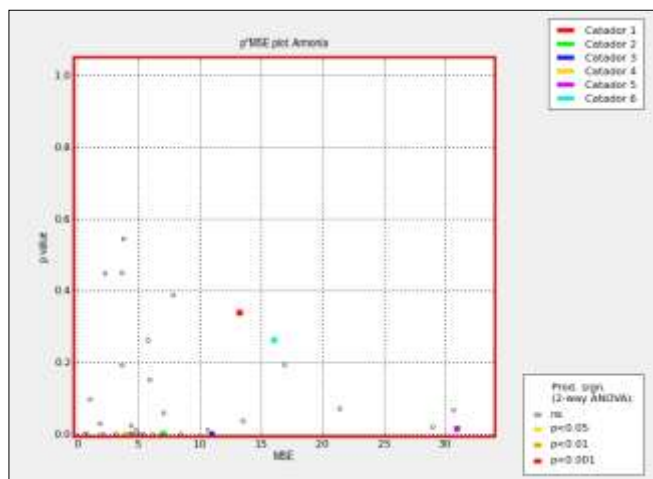


Figura 11: representación de **gráficos p-MSE** para evaluar la capacidad discriminativa de los catadores en el atributo Armonía.

Cuanto más cerca un punto esté del origen de coordenadas (valores bajos para ambos, p y MSE), mejor será el evaluador en el atributo representado, como es el caso de los catadores 2 y 4 de la figura 11 cuando evalúan la fase Armonía, el resto de puntos sin color pertenecen al resto de atributos. Esta estructura estadística informa al mismo tiempo de que un catador discrimina bien entre productos y reproduce de forma fiable sus puntuaciones, obteniendo en este caso, niveles bajos en el valor p y valores bajos MSE. Si un catador tiene un valor p bajo y un MSE alto indica que discrimina bien las muestras, pero utiliza una porción demasiado grande de la escala, como en el caso del catador 5. Todos los catadores en su conjunto consiguen un nivel de significación de p muy bueno ($p < 0,001$), por lo que el marco del gráfico aparece en color rojo.

11-. Los **gráficos en tela de araña** constituyen un sistema muy visual de los perfiles de cada muestra de vino según las medias otorgadas por el panel completo.

Como se muestra en la figura 12, desde fuera del gráfico hacia dentro, se pueden observar como quedan clasificadas cada una de las 16 muestras en cada uno de los seis descriptores, siendo las muestras 9 y 16 las mejor valoradas, ya que aparecen en las posiciones más centrales y la peor valorada es la muestra 3, que aparece en la periferia. Esta interpretación se hace de esta manera dado que en este estudio la ficha de cata empleada por el panel es de tipo penalizador.

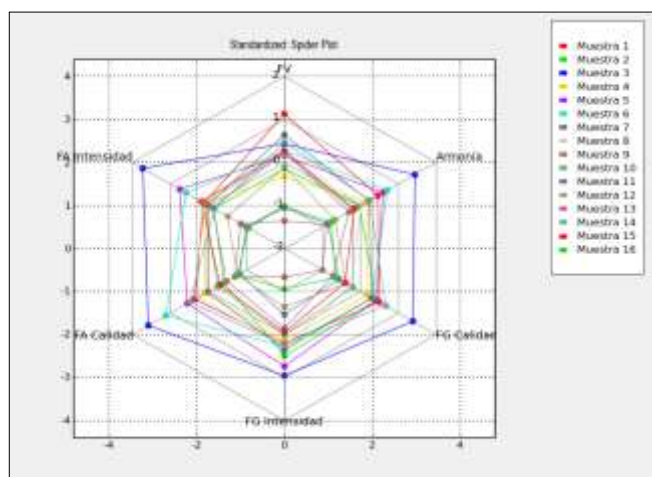


Figura 12: representación de **gráficos en tela de araña** de las 16 muestras de vino catadas por el panel en los diferentes atributos de las fichas de cata.

CONCLUSIONES

Las herramientas estadísticas y sensométricas utilizadas han permitido evaluar la fiabilidad de un panel de catadores expertos utilizados en un simulacro de concurso de vinos, identificando cuales son los catadores y atributos capaces de discriminar bien los vinos examinados, así como, sus deficiencias, lo que puede permitir la mejora progresiva del panel mediante entrenamientos específicos diseñados para su corrección.

SOBRE LOS AUTORES

*Laboratorios EXCELL Ibérica; C/ Planillo Nº 12, Polígono La Portalada II. 26006, Logroño, La Rioja, España. Tel: 941 445106; apalacios@labexcell.com

** Ramón Viader. C/ Hospital 4, 08770 Sant Sadurní d'Anoia. Tel: 686 733 531. rv@ramonviader.com

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. 1997. "Análisis Sensorial. Alimentación. Recopilación de Normas UNE". Ed. AENOR.
- Gou, P.; Guerrero, L.; Romero, A., 1998. Efecto de la selección y entrenamiento de los catadores sobre la cartografía externa de preferencias, utilizando un número reducido de muestras. Food Science and Technology International, 4: 85-90.
- Guerrero L., Guàrdia M.D.: «Evaluación de la fiabilidad de un panel de cata», III Jornadas de Análisis Sensorial, 1-2 octubre 1998, Valdediós, Asturias, España.

- Guerrero L., Guàrdia M.D. y Arnau; 2005. Propuesta metodológica de análisis sensorial en jamón curado: criterios a considerar y sistemas de validación. Libro de actas del III Congreso Mundial del Jamón sobre Ciencia, Tecnología y Comercialización. Teruel, mayo 2005.

- Lawless, H.T., Hildegarde Heymann, H.; 1999. "Sensory evaluation of food: principles and practices". Ed. Kluwer Academic-Plenum. New York.

- Martin Kermit and Valérie Iengard. (2006). Assessing the performance of a sensory panel – Panelist monitoring and tracking. Camo Process AS, www.camo.es.

- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, T. ; 2007. "Sensory evaluation techniques" (3rd ed.). Ed. CRC Press. Boca Raton, FL.

- Noble A.C., Arnold R.A., Buechsenstein J., Leach E.J., Schmidt J.O., Stern P.M.: Modification of a Standardized System of wine aroma terminology. Am J Enol Vitic 1097; 38: 143-151.

- Oermod Naes, Per B. Brockhoff and Oliver Tomic. 2010. Statistic for sensory and consumer science. Ed Wiley.

- Romero, A.; Tous, J. y Piñol, M.: «Aplicaciones comerciales del panel de cata de aceites de oliva virgen», OLINT 2001; 3 (Marzo): 31-35.

- Stone H., Sidel J.L.: Sensory Evaluation Practices, 2ª ed., Academic Press Inc., 1993.

- UNE 87-001; 1994. Análisis sensorial. Vocabulario (ISO 5492:1992).

- UNE 87-003; 1995. Análisis sensorial. Metodología. Método de investigación de la sensibilidad gustativa (ISO 3972:1991).

- UNE 87-013; 1996. Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores. (ISO 5496:1992)

- UNE 87024-1;1995. Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 1: Catadores. (ISO 8586-1:1993)

- Viader Guixà R.: Vi, Cos i Cervell., Institut d'Estudis Catalans., 2011.

Más información: **Ramón Viader**

rv@ramonviader.com

www.ramonviader.com

ANEXOS

Figura 1: representación de *medias* y *desviación estándar* de los catadores del panel para las puntuaciones en la fase de armonía.

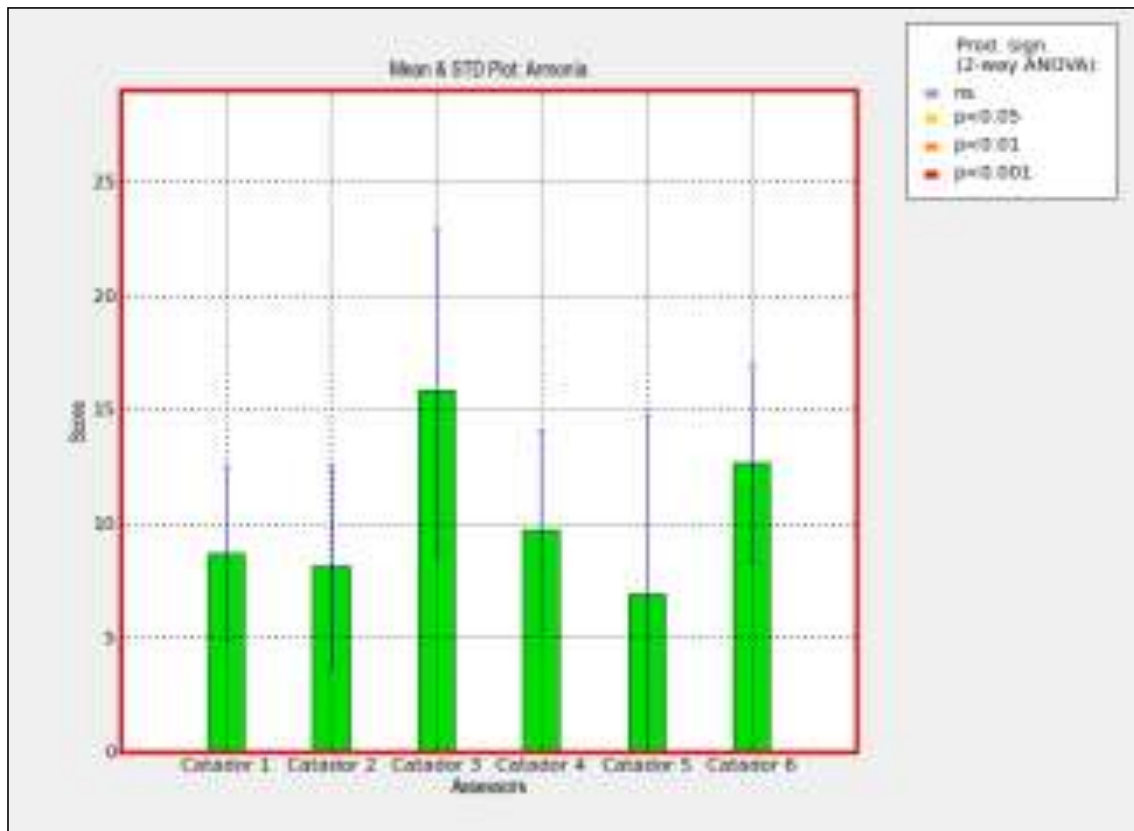


Figura 2: representación de *diagrama de puntos* para dos muestra idénticas catadas en dos sesiones diferentes.

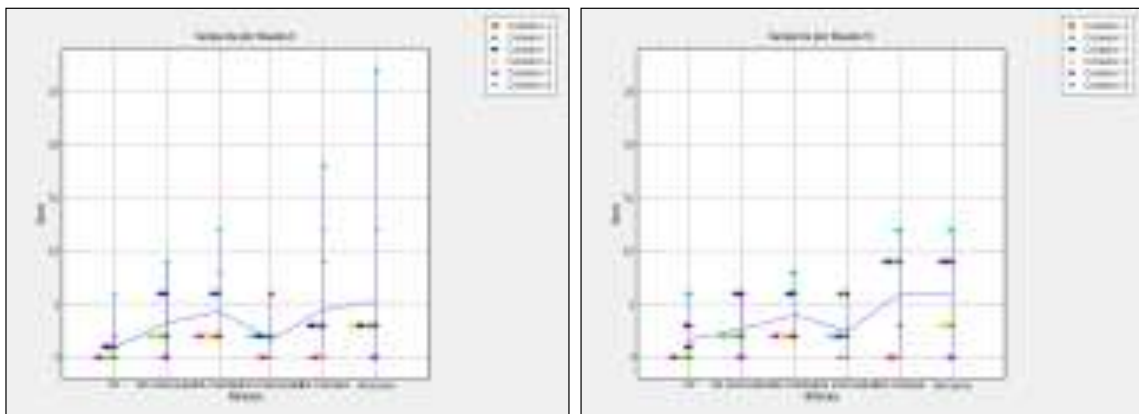


Figura 3: representación análisis de replicados mediante *Anova de dos vías*, efecto catador, efecto productos y efecto interacción catador x producto.

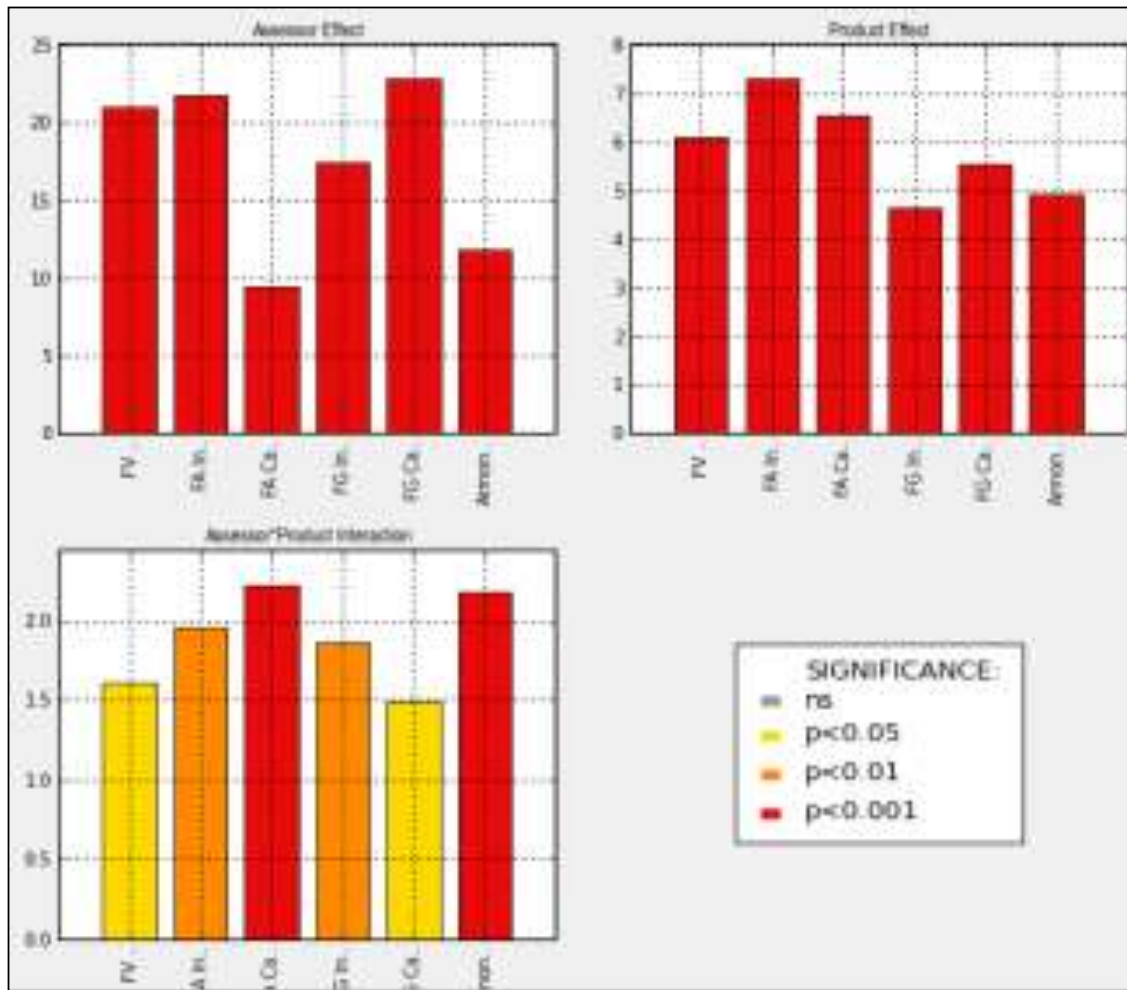


Figura 4: representación correlación tipo Tucker-1 catador a catador según las fases de la cata.

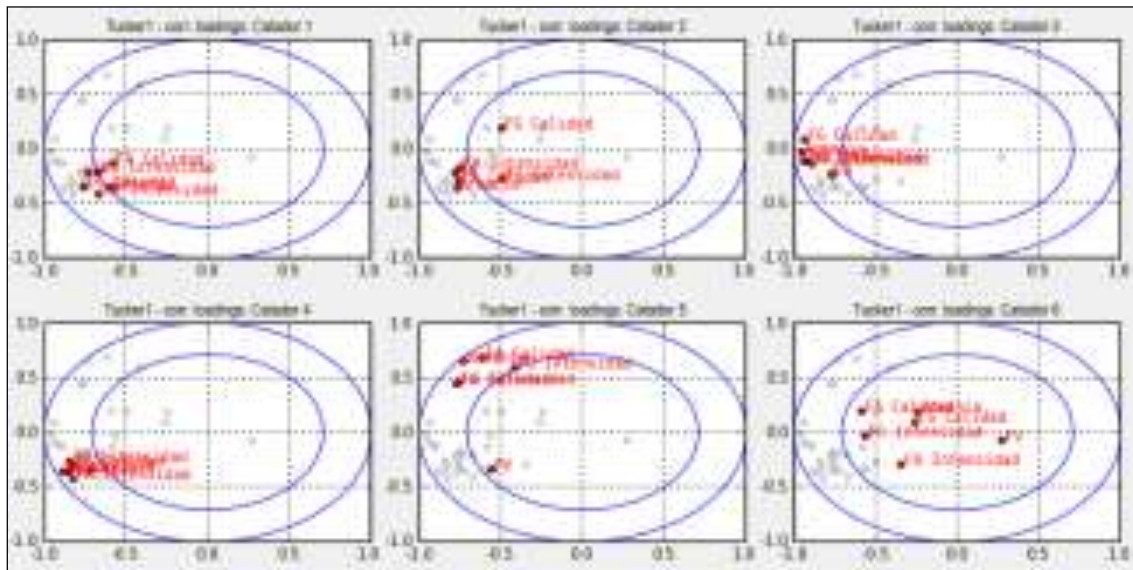


Figura 5: representación correlación tipo Tucker-1 teniendo en cuenta las diferentes fases de la cata según catadores.

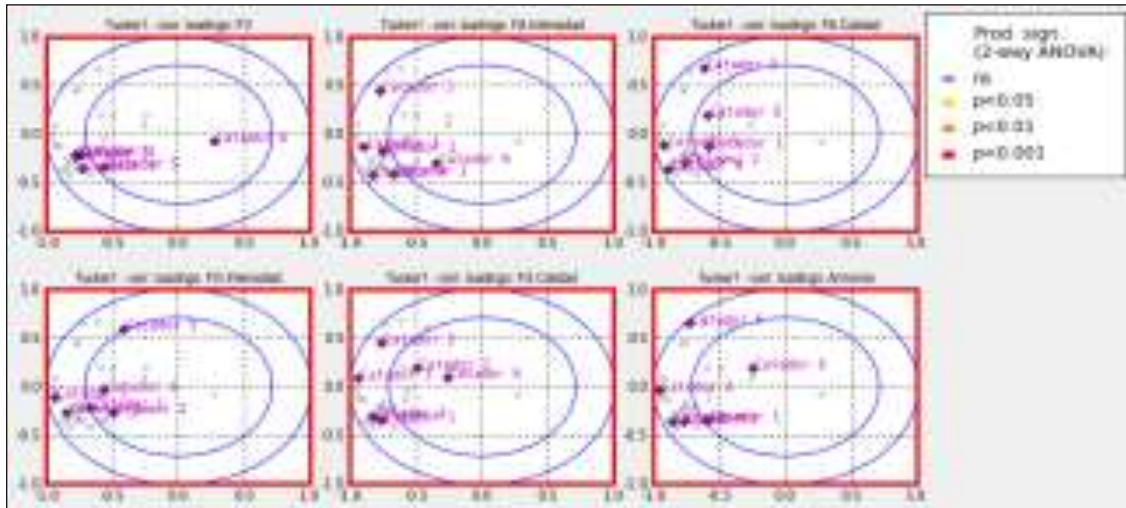


Figura 6: representación de **gráficos Manhattan** para proveer información de diferencias entre catadores visualizando la explicación de la varianza de cada combinación catador/atributo.

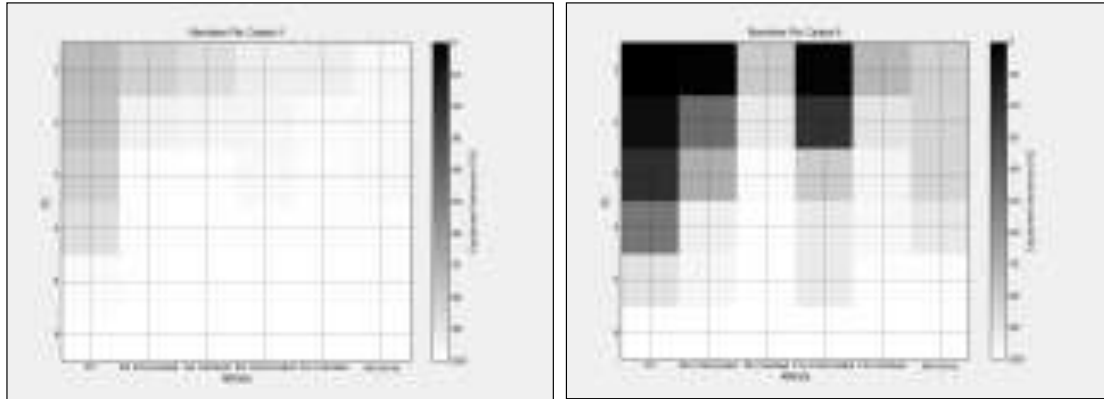


Figura 7: representación de **valores F en una ANOVA de una vía** para cada evaluador por separado.

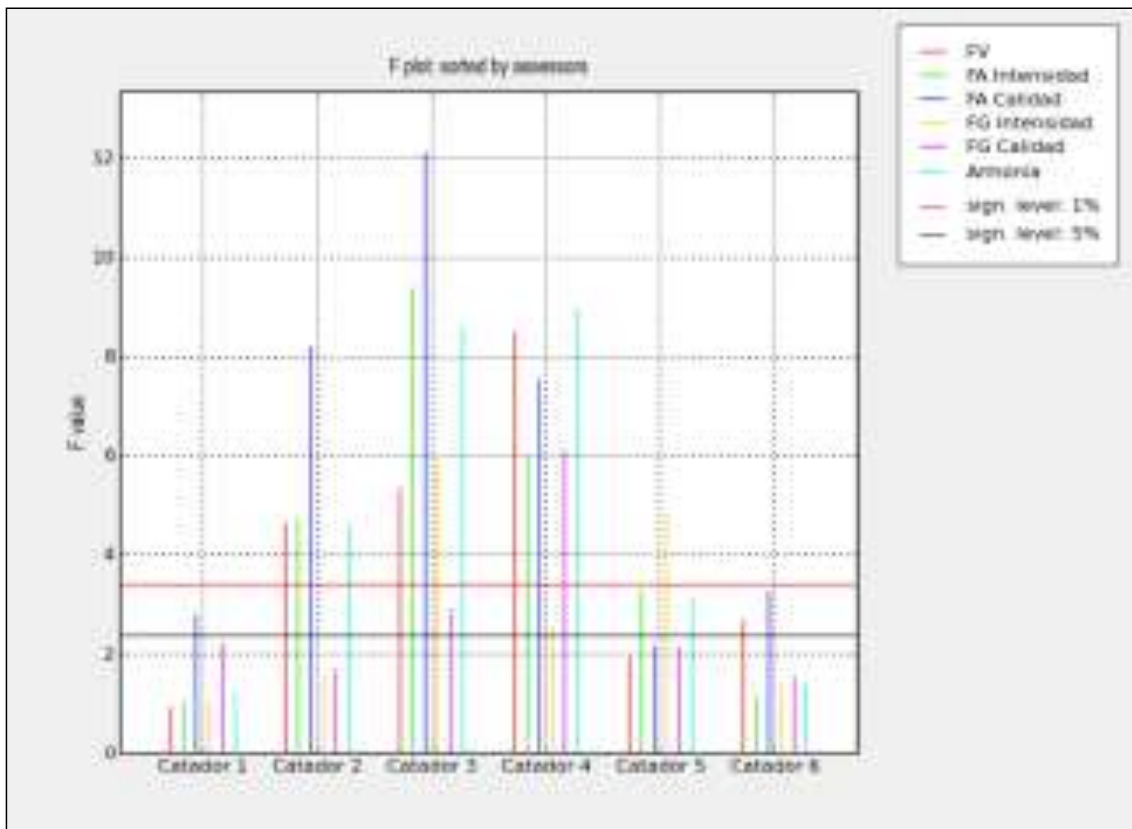


Figura 8: representación de **gráficos de correlación** con las relaciones entre las puntuaciones individuales de los catadores y la media del panel atributo a atributo para el catador 3.

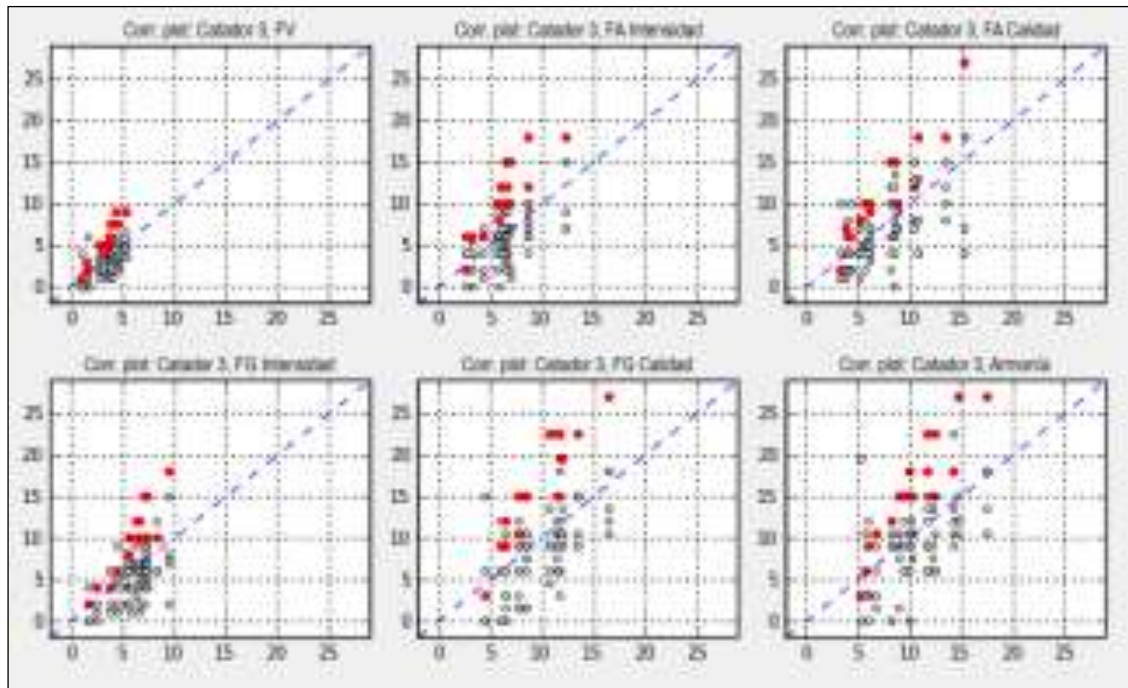


Figura 9: representación de **gráficos de perfil** para el atributo FG Calidad, que compara de forma individual a los catadores frente en consenso del panel completo.

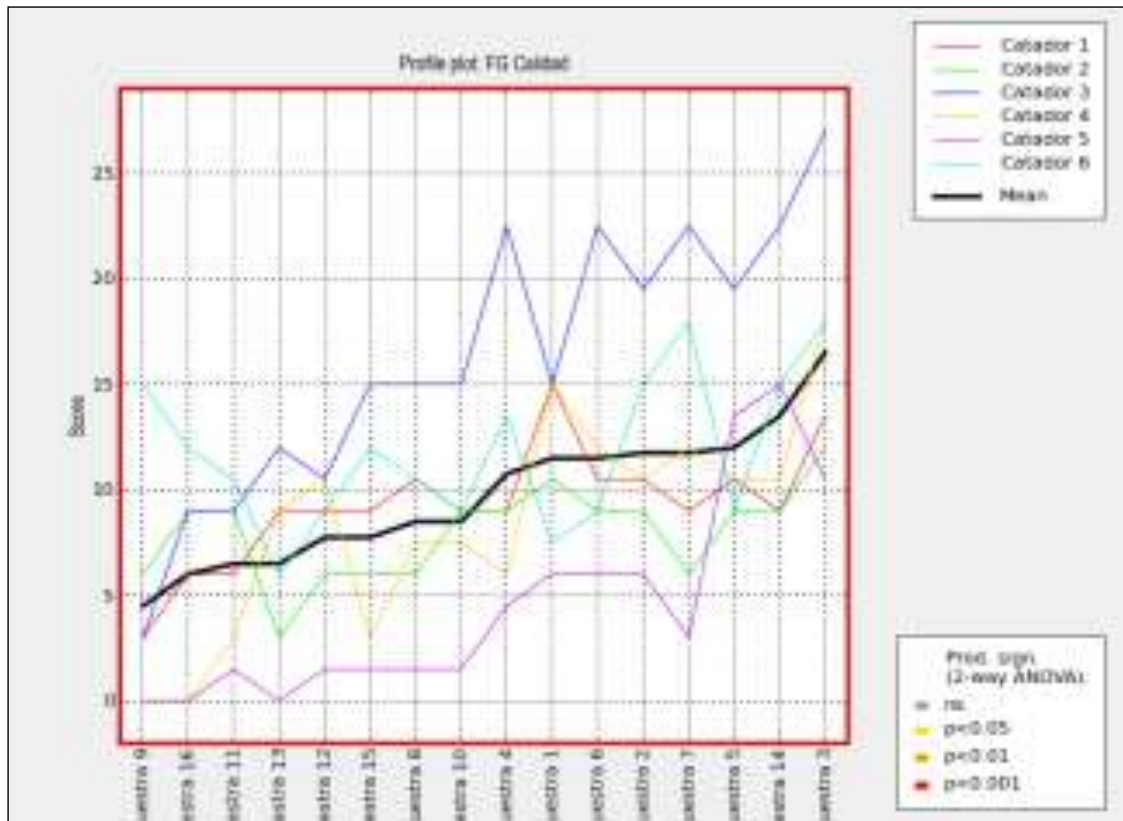


Figura 10: clasificaciones representadas en gráficos de cáscara de huevo obtenidas según intensidades puntuadas para el atributo Armonía.



Figura 11: representación de **gráficos p-MSE** para evaluar la capacidad discriminativa de los catadores en el atributo Armonía.

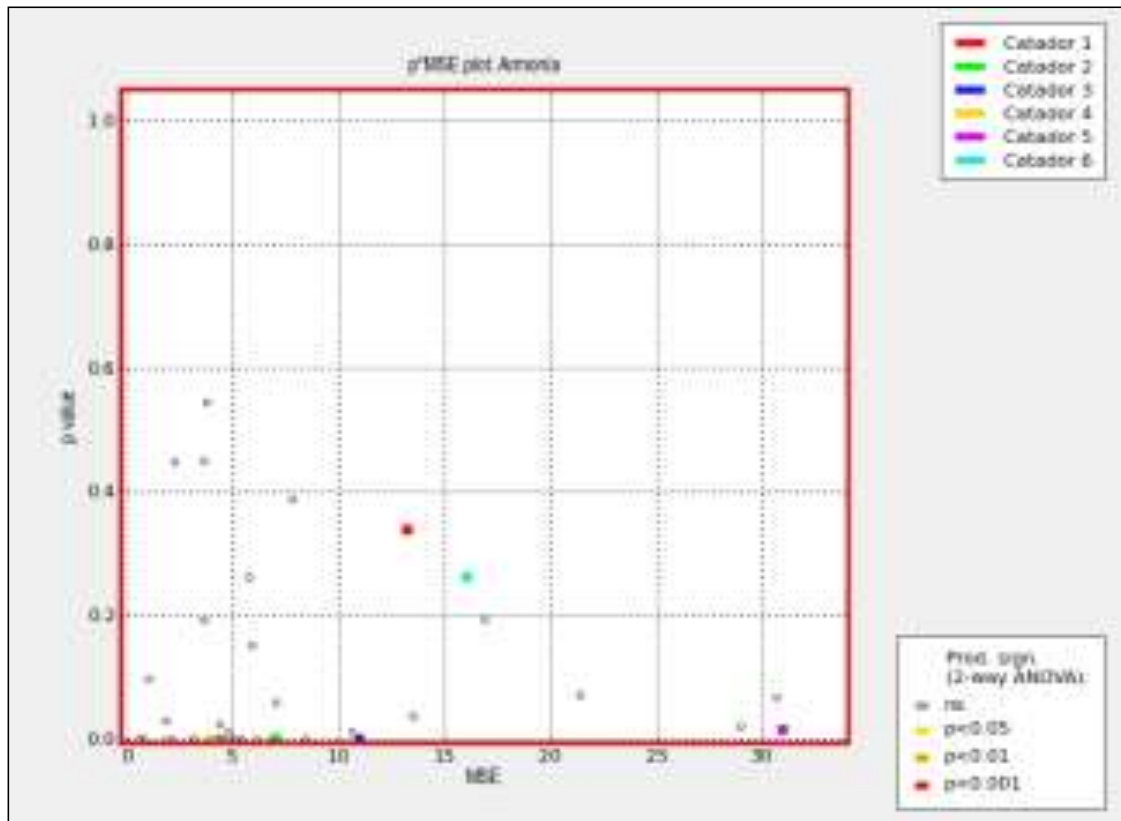


Figura 12: representación de **gráficos en tela de araña** de las 16 muestras de vino catadas por el panel en los diferentes atributos de las fichas de cata.

