

Validación Técnica del Módulo de Análisis Escala Hedónica Precisión Estadística y Visualización de Perfiles Sensoriales

Equipo de Investigación y Desarrollo, Brios Análisis Sensorial

Autor: Alberto Brioso. Juan Lacaze, Colonia, Uruguay.

Brios.com.uy

RESUMEN

La evaluación de la aceptación del consumidor mediante escalas hedónicas (ISO 11136:2014) y el diagnóstico de atributos mediante escalas Just-About-Right (JAR) son fundamentales en la industria alimentaria, por lo que la automatización de estos análisis requiere motores estadísticos rigurosos que eviten errores de interpretación. El objetivo de este estudio fue validar técnicamente el módulo de análisis afectivo de la plataforma Brios, verificando la exactitud de sus algoritmos de Análisis de Varianza (ANOVA), comparaciones múltiples (Tukey) y Análisis de Penalización (Penalty Analysis). Metodológicamente, se generó un "Golden Dataset" sintético con $N = 50$ panelistas evaluando dos productos prototípicos: uno "Ideal" y uno "Defectuoso", cuyos datos fueron inyectados en la base de datos y procesados por el motor de análisis. Los resultados mostraron que el sistema calculó promedios de agrado (8.42 vs. 3.94) consistentes con los datos de entrada; asimismo, el ANOVA detectó diferencias significativas ($p < .05$) y el test de Tukey clasificó los productos en grupos disjuntos. Además, el Análisis de Penalización cuantificó correctamente una caída de la media (Mean Drop) de 5.30 puntos debido a la falta de dulzura. Se concluye que la plataforma cumple con los estándares estadísticos y normativos para estudios de consumidores cuantitativos.

Palabras clave: Análisis Sensorial, Escala

Hedónica, JAR, Análisis de Penalización, Validación de Software.

INTRODUCCIÓN

La transición de la evaluación sensorial tradicional a plataformas digitales exige la validación no solo de la recolección de datos, sino del procesamiento estadístico automatizado. La norma ISO 11136:2014 establece directrices para pruebas afectivas cuantitativas, mientras que las guías de la ASTM (STP 1568) estandarizan el uso de escalas JAR para relacionar la intensidad de atributos con la aceptabilidad global.

Este estudio documenta la validación técnica ("Sanity Check") del módulo hedónico de la plataforma Brios. El objetivo es demostrar que el software es capaz de detectar diferencias reales pre-programadas y cuantificar el impacto negativo de atributos no ideales sin generar falsos positivos.

HIPÓTESIS

Ante un conjunto de datos controlado con diferencias extremas inducidas, el motor de análisis de Brios deberá:

1. Reportar promedios de agrado que coincidan matemáticamente con la distribución inyectada.
2. Identificar diferencias estadísticamente significativas entre el producto ideal y el defectuoso (Rechazo de H_0).
3. Asignar letras de agrupación distintas (Tukey HSD) a muestras con medias divergentes.

4. Calcular el Mean Drop en el Análisis de Penalización con una precisión decimal exacta respecto al cálculo manual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Se simuló un panel de consumidores ($N=50$) evaluando 2 productos teóricos:

- Producto A (Ideal): Diseñado con una media de agrado ~ 8.5 (Escala 1-9) y percepción de atributo "Dulzura" como "Justo" (Punto 2 en escala JAR de 3 puntos).
- Producto B (Sin Azúcar/Defectuoso): Diseñado con una media de agrado ~ 3.0 y percepción de "Dulzura" como "Muy poco" (Punto 1 en escala JAR).

Generación de Datos

Los datos fueron generados mediante un algoritmo de inyección SQL con distribución estocástica controlada:

- Para el Prod A: $P(x) \sim U(8, 9)$ para agrado; JAR = 2 (cte).
- Para el Prod B: Una distribución bimodal donde el 80% de la muestra penaliza el producto ($P(x) \sim U(2, 4)$, JAR=1) y un 20% actúa como grupo de control ($P(x) \sim U(7, 8)$, JAR=2).

Análisis Estadístico Aplicado

La plataforma ejecutó automáticamente:

- Estadística Descriptiva: Media aritmética y Desviación Estándar (D.E.).
- ANOVA de un factor: Para evaluar el efecto del producto sobre el agrado ($\alpha = 0.05$).
- Prueba de Tukey HSD: Comparaciones múltiples post-hoc para agrupación de medias.

- Penalty Analysis (Mean Drop): Calculado como $\text{Media}(\text{JAR}) - \text{Media}(\text{NoJAR})$, validado mediante prueba t de Student para muestras independientes.

RESULTADOS

Análisis de Aceptación (Hedónico)

El reporte automático arrojó los siguientes resultados para la aceptación global:

Tabla 1. Estadísticos Descriptivos y Grupos Homogéneos (Salida del Software).

Producto	Promedio (1-9)	D.E.	Grupo (Tukey)
Producto A (Ideal)	8.42	0.50	a
Producto B (Sin Azúcar)	3.94	2.05	b

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p < .05$).

Se observa una discriminación clara. El Producto A obtuvo una aceptación sobresaliente con baja dispersión (D.E. 0.50), mientras que el Producto B mostró una aceptación deficiente y una mayor variabilidad (D.E. 2.05), consistente con la inyección de una sub-población de control.

Análisis de Penalización (JAR)

El análisis para el atributo "Dulzura" identificó correctamente el impacto negativo de la falta de intensidad en el Producto B.

- Caída Media (Mean Drop): 5.30 puntos.
- Porcentaje de Consumidores Afectados: 40.00%.

Este valor (5.30) corresponde exactamente a la diferencia aritmética entre la media de agrado del grupo "Justo" (~ 8.42) y la media del grupo "Muy poco" (~ 3.12), validando la precisión del algoritmo de cálculo de penalidad.

Segmentación (Clustering)

El dendrograma y los perfiles de agrado generados (ver Material Suplementario) lograron aislar exitosamente al 20% de los panelistas "Control" que evaluaron positivamente al Producto B, separándolos del clúster mayoritario que penalizó el producto, demostrando la sensibilidad del método de Ward implementado.

DISCUSIÓN

La validación cruzada entre los datos injectados (SQL) y el reporte final (PDF) confirma la integridad del flujo de datos.

1. Precisión Aritmética: No se encontraron desviaciones entre los promedios esperados y los reportados.
2. Sensibilidad de Pruebas: El ANOVA detectó la diferencia significativa inducida. La asignación de letras de Tukey (a vs b) fue correcta, evitando Errores de Tipo II.
3. Diagnóstico JAR: El sistema cuantificó la penalización con exactitud. El gráfico de "Caída Media" visualiza claramente que el atributo

"Dulzura" es crítico para la mejora del producto, alineándose con las recomendaciones de la guía ASTM STP 1568.

CONCLUSIONES

El módulo de análisis Hedónico y JAR de la plataforma Brios ha superado la validación técnica bajo condiciones controladas. Los algoritmos de estadística inferencial y descriptiva operan con precisión matemática y coherencia metodológica, cumpliendo con los requisitos para la emisión de informes de calidad industrial y científica.

NOTA DEL AUTOR

Este estudio fue financiado por Brios Análisis Sensorial. No existen conflictos de interés adicionales más allá de la validación interna del software propietario. La correspondencia relativa a este artículo debe dirigirse a ventas@brios.com.uy.

REFERENCIAS

ASTM International. (2014). Standard guide for Just-About-Right (JAR) scales: Design, usage, benefits, and risks (ASTM STP 1568). <https://doi.org/10.1520/STP1568-EB>

International Organization for Standardization. (2014). Sensory analysis — Methodology — General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area (ISO Standard No. 11136:2014). <https://www.iso.org/standard/54432.html>

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: Principles and practices (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>

Xiong, R., & Meullenet, J. F. (2006). A PLS dummy variable approach to assess the impact of JAR attributes on liking. Food Quality and Preference, 17(3–4), 188–198. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.03.006>