

## IMPORTANCIA DEL USO DE SOFTWARE ESTADÍSTICO DE CÓDIGO ABIERTO EN LA INVESTIGACIÓN AGROALIMENTARIA: EL CASO DE JAMOVI Y JASP

### THE IMPORTANCE OF OPEN-SOURCE STATISTICAL SOFTWARE IN AGRI-FOOD RESEARCH: JAMOVI AND JASP AS CASE STUDIES

Ortega-López, G.<sup>1</sup>; Hernández-Ruiz, J.<sup>2\*</sup>; Rojas-Hernández, D.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Urbanismo y Diseño Ambiental, Facultad de Arquitectura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Blvd. Valsequillo, Ciudad Universitaria, C.P. 72570, Puebla, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Bioextractos, Departamento de Agronomía, Universidad de Guanajuato, Complejo 1, Edificio F, Ex Hacienda El Copal Km. 9 Carretera Irapuato-Silao, C.P. 36500, A.P. 311, México.

\* Autor responsable: *hernandez.jesus@ugto.mx*

Fecha de envío: 01, febrero, 2025

Fecha de publicación: 10, diciembre, 2025

#### Resumen:

El uso de software estadístico de código abierto representa una alternativa estratégica para la investigación agrícola, al ofrecer accesibilidad, transparencia y reproducibilidad en el análisis de datos. Estas plataformas, basadas en interfaz gráfica, superan las limitaciones del software bajo licencia y facilitan la auditoría, replicación y democratización del conocimiento científico. Jamovi y JASP destacan por su capacidad para abordar diseños experimentales complejos, análisis multivariados, modelos mixtos y procedimientos bayesianos, con aplicaciones documentadas en estudios de fisiología de cultivos, postcosecha, suelos y metaanálisis. La adopción de estas herramientas contribuye a fortalecer la calidad metodológica y la equidad en el acceso a recursos analíticos, alineando la investigación agrícola con los principios de la ciencia abierta.

**Palabras clave:** Análisis experimental, estadística aplicada, gestión de datos

#### Abstract:

The use of open-source statistical software represents a strategic alternative for agricultural research by providing accessibility, transparency, and reproducibility in data analysis. These platforms, which feature graphical user interfaces, overcome the limitations of licensed software and facilitate auditing, replication, and the democratization of scientific knowledge. Jamovi and JASP stand out for their ability to handle complex experimental designs, multivariate analyses, mixed models, and Bayesian procedures, with documented applications in studies of crop physiology, postharvest processes, soils, and meta-analyses. The adoption of these tools helps strengthen methodological quality and equity in access to analytical resources, aligning agricultural research with the principles of open science.

**Keywords:** Experimental analysis, applied statistics, data management

## INTRODUCCIÓN

El análisis estadístico es un pilar fundamental en la investigación agrícola, ya que permite evaluar efectos de tratamientos, identificar relaciones entre variables productivas para respaldar la toma de decisiones basadas en evidencia (López-Morales & Rodríguez-Pérez, 2022). En un entorno donde la agricultura enfrenta desafíos ocasionados por factores bióticos (plagas, enfermedades, malezas), abióticos (clima, suelo, agua), sociales (capacitación, acceso a la tecnología) y económicos (mercado, costos de producción, políticas agrícolas) la correcta interpretación de datos experimentales resulta esencial para el desarrollo de prácticas innovadoras y eficientes.

La reproducibilidad experimental es clave para generar conocimiento confiable, ya que la posibilidad de replicar análisis y resultados fortalece la credibilidad de los estudios (Beyer & Hartmanns, 2025), facilitando la colaboración interdisciplinaria y la transferencia de tecnología entre investigadores, instituciones y productores. Sin embargo, el acceso equitativo a herramientas estadísticas de calidad sigue siendo un reto, especialmente en países en desarrollo, donde los recursos económicos y tecnológicos pueden ser limitados.

El uso predominante de software propietario, como SPSS, SAS o Statistica, impone barreras significativas para la comunidad agrícola. Estos programas suelen requerir licencias, presentan restricciones en la transparencia de los algoritmos y dificultan la auditoría y replicación de los análisis (Tütüncü, 2023). Como consecuencia, muchas instituciones académicas, centros de investigación y productores se ven limitados en su capacidad para acceder a herramientas estadísticas, lo que perpetúa desigualdades en la generación y aplicación del conocimiento científico (López-Morales & Rodríguez-Pérez, 2022).

En este contexto, la adopción de software estadístico de código abierto y basado en interfaz gráfica (GUI) representa una alternativa estratégica para democratizar el acceso al análisis de datos, promover la transparencia metodológica y fortalecer la reproducibilidad en la investigación agrícola (Marmolejo-Ramos et al., 2021). Estas herramientas permiten superar las limitaciones impuestas por el software propietario, facilitando la formación de comunidades científicas más incluyentes y colaborativas.

## **Características del software libre con GUI**

El software estadístico libre basado en interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) representa una alternativa en el análisis de datos para la investigación agrícola. A diferencia del software con licencia cerrada, como SPSS, SAS o Statistica, estas herramientas se distribuyen bajo licencias abiertas, lo que permite su uso, modificación y distribución sin restricciones económicas ni legales (Tütüncü, 2023).

La transparencia es otra característica del software (GUI), dado que el código abierto permite auditar algoritmos y procedimientos, incrementando la confianza en los resultados y facilitando la detección de errores o sesgos metodológicos. Asimismo, la posibilidad de compartir scripts, proyectos y archivos de análisis promueve la reproducibilidad, principio clave de la ciencia abierta. Estas plataformas se distinguen también por su actualización continua y la incorporación de módulos especializados desarrollados por comunidades científicas internacionales, lo que garantiza compatibilidad con métodos estadísticos emergentes y adaptación a nuevas necesidades de investigación (The jamovi project, 2024; JASP Team, 2024).

En el ámbito educativo, la facilidad de uso de estas plataformas es especialmente relevante. Las interfaces gráficas intuitivas permiten que usuarios sin experiencia en programación realicen análisis complejos mediante procedimientos automatizados y visualizaciones claras (Silva de Souza Júnior & Borges, 2024). Esto favorece el aprendizaje activo y la apropiación de competencias estadísticas en cursos universitarios, talleres y capacitaciones técnicas.

### **Jamovi y JASP: descripción y funcionalidades clave**

Jamovi y JASP son plataformas estadísticas libres y multiplataforma diseñadas para ofrecer análisis sin requerir programación, manteniendo la trazabilidad y el control metodológico propios de la ciencia abierta. Jamovi se construye sobre el ecosistema R, lo que le permite heredar métodos y paquetes de última generación y, a la vez, ofrecer una interfaz gráfica (GUI) que facilita el trabajo a usuarios no programadores; incorpora un modo de sintaxis y un editor Rj para ejecutar código R, exportar la sintaxis que reproduce los análisis y compartir proyectos .omv (Marmolejo-Ramos et al., 2021; The jamovi project, 2024). Por su parte, JASP

adopta una filosofía centrada en claridad de resultados, plantillas de reporte estandarizadas y una implementación nativa de análisis bayesianos junto con los clásicos frecuentistas, acompañada de guías formales de reporte (Van Doorn et al., 2021; JASP Team, 2024).

### **Tipos de análisis y módulos destacados**

#### **Jamovi**

En su núcleo, ofrece procedimientos para estadística descriptiva, pruebas de supuestos (normalidad, homogeneidad), t-tests, ANOVA (unifactorial, multifactorial, medidas repetidas), regresión (lineal/múltiple) y modelos generales. De acuerdo con Marmolejo-Ramos et al. (2021); The jamovi project, (2024); Silva de Souza Júnior & Borges, (2024) y Sequeira & Borges, (2024), su ecosistema de módulos se amplía a tres principales capacidades:

GAMLj: Ajuste de modelos lineales, generalizados y mixtos (efectos fijos y aleatorios), con estimación de tamaños de efecto y comparaciones post hoc integradas. Es especialmente útil para diseños jerárquicos y ensayos de campo con bloques/parcelas

DoE (Design of Experiments): Herramientas para planificación y análisis de diseños factoriales, DCA/DBA, parcelas divididas y optimización experimental pertinentes en agronomía para evaluar tratamientos y sus interacciones.

MEDA (Materiales educativos): Extiende Jamovi a ámbitos de quimiometría y PCA, con guías paso a paso, útil para la formación aplicada en estadística experimental

#### **JASP**

Este programa integra análisis frecuentistas y bayesianos: ANOVA, ANCOVA, regresión, modelos mixtos, metaanálisis y procedimientos multivariados, acompañados de plantillas de reporte APA-ready y verificaciones de supuestos. Sus directrices de reporte bayesiano normalizan la comunicación de BF (Bayes factors), intervalos de credibilidad y prioris en contextos con muestras pequeñas o alta incertidumbre, muy frecuentes en ensayos agronómicos (van Doorn et al., 2021; JASP Team, 2024).

## Aplicaciones en experimentos agrícolas

La adopción de Jamovi y JASP en análisis enfocado a la agricultura, a pesar de encontrarse en una fase emergente, existen casos publicados que demuestran pertinencia y robustez metodológica en diversos ámbitos: fisiología de cultivos, postcosecha, ecología, suelos y meta-análisis (Cuadro 1 y 2).

**Cuadro 1.** Diseño experimental y pruebas estadísticas aplicadas en estudios recientes con Jamovi y JASP.

**Table 1.** Experimental Designs and Statistical Tests in Recent Studies Employing Jamovi and JASP

Estudio	Objeto de estudio	Software	Diseño / estructura	Tratamientos / combinaciones	Pruebas aplicadas
Chimwanda & Rupi (2025)	Glycine max (estrés hídrico y salicílico)	Jamovi	Multivariado factorial	36 combinaciones (genotipo × ác. salicílico × estrés hídrico)	MANOVA (Pillai, Wilks, Hotelling, Roy), ANOVA, post hoc
Paixão da Silva et al. (2025)	Mango 'Tommy Atkins' (postcosecha)	Jamovi	Unifactorial / multifactorial	Recubrimientos de almidón + própolis	ANOVA, comparaciones múltiples
Tyagi & Haritash (2024)	Meta-análisis SOC bajo CSA	Jamovi + OpenMEE	Síntesis cuantitativa	116 estudios	Estimación de efectos (OpenMEE), síntesis y visualización (Jamovi)
Mokgophi et al. (2025a, b)	Canola (microbiología y rendimiento)	JASP	Split-split plot	16 tratamientos, 3 repeticiones, 2 sitios	ANOVA jerárquico, contrastes
Eliasz Kowalska et al. (2022)	Ecología de diatomeas	JASP	Multivariante / no paramétrico	Factores ambientales	PERMANOVA, análisis de redes
Cruz Navas & Saiz Álvarez (2025)	Cluster forestal	JASP	Comparaciones de grupos	16+ grupos	Welch ANOVA, post hoc, regresión

**Cuadro 2.** Resultados clave y capacidades destacadas de Jamovi y JASP en investigación agroalimentaria.

**Table 2.** Key Findings and Functional Capabilities of Jamovi and JASP in Agri-Food Research

Estudio	Resultados clave	Capacidades destacadas
Chimwanda & Rupi (2025)	Tamaños de efecto, comparaciones múltiples	GUI para diseños complejos, evaluación de supuestos
Paixão da Silva et al. (2025)	Mejora en firmeza y pérdida de peso	Visualizaciones reproducibles, análisis aplicado
Tyagi & Haritash (2024)	Gráficos y estimadores agregados	Interoperabilidad Jamovi-OpenMEE
Mokgophi et al. (2025a, b)	Parámetros de suelo, aceite y proteína	Manejo riguroso de supuestos y contrastes

Estudio	Resultados clave	Capacidades destacadas
Eliasz Kowalska et al. (2022)	Índices y redes ecológicas	Soporte para análisis multivariantes
Cruz Navas & Saiz Álvarez (2025)	Resultados con varianzas desiguales	Herramientas para análisis sectorial y docencia

### Funciones clave para el análisis estadístico en sistemas agrícolas

Se describen las capacidades clave de Jamovi y JASP que los convierten en aliados estratégicos para el análisis estadístico en el sector agroalimentario.

Diseños experimentales (DCA, DBA, factoriales, parcelas divididas): Jamovi y JASP soportan ANOVA/ANCOVA y modelos mixtos requeridos por diseños habituales en campo y laboratorio, con diagnósticos de supuestos, homogeneidad y normalidad, así como comparaciones múltiples (Marmolejo-Ramos et al., 2021). Los casos de soya y canola evidencian su aplicación en factoriales complejos y split-split-plot (Chimwanda & Rupi, 2025; Mokgophi et al., 2025a, 2025b).

Análisis multivariado y no paramétrico: La disponibilidad de MANOVA, PERMANOVA, PCA (vía MEDA en Jamovi) y análisis de redes en JASP permite abordar problemas de calidad post cosecha, biodiversidad y quimiometría, con reportes transparentes y reproducibles (Eliasz-Kowalska et al., 2022; Sequeira & Borges, 2024).

Bayes y metaanálisis: JASP facilita análisis bayesianos y meta-análisis con guías de reporte estandarizadas, útiles para ensayos con muestras pequeñas o alta variabilidad entre sitios/temporadas (Van Doorn et al., 2021). La combinación OpenMEE + Jamovi en meta-análisis de CSA muestra interoperabilidad y síntesis cuantitativa aplicada a toma de decisiones (Tyagi & Haritash, 2024).

Reproducibilidad y ciencia abierta: Proyectos compatibles (.omv, .jasp), exportación de sintaxis (Jamovi), citación de versiones y módulos sostienen auditorías y replicación, alineando las prácticas del sector agroalimentario con buenas prácticas de reporte (Marmolejo-Ramos et al., 2021; The jamovi project, 2024; JASP Team, 2024).

## CONCLUSIÓN

El uso de software estadístico libre con interfaz gráfica, como Jamovi y JASP, constituye una solución estratégica para la investigación agrícola, al ofrecer accesibilidad, transparencia y reproducibilidad en el análisis de datos. Estas herramientas permiten superar las barreras económicas y técnicas del software propietario, facilitan la formación y colaboración interdisciplinaria, y potencian la innovación metodológica en experimentos de campo y laboratorio. Su adopción contribuye a democratizar el conocimiento, fortalecer la calidad científica y promover la equidad en el acceso a recursos analíticos, posicionando a la ciencia agroalimentaria en sintonía con los principios de la ciencia abierta y los retos actuales del sector.

## LITERATURA CITADA

- Beyer, D., & Hartmanns, A. (2025). Reproducibility and replication of research results. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 27, 397–401. <https://doi.org/10.1007/s10009-025-00816-y>
- Chimwanda, P., & Rupi, E. (2025). *A multivariate approach to understanding trait interactions in soybean plants*. AJMSS. [https://abjournals.org/ajmss/wp-content/uploads/sites/12/journal/published\\_paper/volume-8/issue-3/AJMSS\\_MK4VFVIX.pdf](https://abjournals.org/ajmss/wp-content/uploads/sites/12/journal/published_paper/volume-8/issue-3/AJMSS_MK4VFVIX.pdf)
- Cruz Navas, K. Y., & Saiz-Álvarez, J. M. (2025). Primary forestry industry cluster in Honduras: A SWOT–CAME analysis. *World*, 6(3), 93. <https://www.mdpi.com/2673-4060/6/3/93>
- Eliasz-Kowalska, M., Wojtal, A. Z., & Barinova, S. (2022). Influence of selected environmental factors on diatom  $\beta$  diversity and the value of diatom indices and sampling issues. *Water*, 14(15), 2315. <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/15/2315>
- JASP Team. (2024). JASP (Version 0.18) [Computer Software]. <https://jasp-stats.org/>
- López-Morales, J., & Rodríguez-Pérez, J. (2022). Aplicación de software estadístico libre en la investigación agronómica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 785–798.
- Marmolejo-Ramos, F., Cousineau, D., Benites, L., Maehara, R., & Matsunaga, M. (2021). jamovi: Revisiting the syntax-free paradigm for statistical analyses. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 4(1).
- Mokgophi, M. M., Ayisi, K. K., Kgopa, P. M., & Kena, M. A. (2025a). Response of soil microbial population and activity to sunn hemp cover crop, combined nano zinc and copper and nitrogen fertiliser application after canola

- cultivation. *Sustainability*, 17(21), 9407. <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/21/9407>
- Mokgophi, M. M., Ayisi, K. K., Kgopa, P. M., & Kena, M. A. (2025b). Canola grain yield and quality response to sunnhemp cover crop, combined nano zinc and copper and nitrogen fertiliser application under different agroecological zones. *Frontiers in Plant Science*, 1706625. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2025.1706625/abstract>
- Paixão da Silva, S., Marinho Mendes, M. L., & Serafim de Carvalho, P. G. (2025). Effect of starch and propolis films on post-harvest conservation of *Tommy Atkins* mango. *RGSA*, 19(1).
- Sequeira, C. A., & Borges, E. M. (2024). Enhancing statistical education in chemistry and STEAM using JAMOVI. Part 2: Comparing dependent groups and principal component analysis (PCA). *Journal of Chemical Education*. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.4c00342>
- Silva de Souza Júnior, R., & Borges, E. M. (2024). Teaching statistics and chemometrics using an open source, free and graphical user interface software. *ChemRxiv*. <https://chemrxiv.org/engage/chemrxiv/article-details/65b3fdeb66c138172957b43f>
- The jamovi project. (2024). jamovi (Version 2.4) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org/>
- Tütüncü, Ö. (2023). Open Source Softwares and Jamovi Statistical Software. ATAD, 1404447.
- Tyagi, A., & Haritash, A. K. (2024). Climate-smart agriculture, enhanced agroproduction, and carbon sequestration potential of agroecosystems in India: A meta-analysis. *Environmental Development*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13412-024-00917-1>
- Van Doorn, J., et al. (2021). The JASP guidelines for conducting and reporting Bayesian analyses. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28, 813–826

