

Licencia Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

Artículos Científicos

DOI: <http://En asignación>

Implementación del sistema ANOVA++

Implementation of the ANOVA++ system

Ana Luz Polo-Estrella ^a | Christian Pérez-Salazar ^b

Juan Ruíz-Ramírez ^c

Recibido: 13 de mayo de 2024.

Aceptado: 5 de septiembre de 2024.

^a Universidad Veracruzana. Xalapa, México. Contacto: apolo@uv.mx | ORCID: [0000-0002-3025-0727](https://orcid.org/0000-0002-3025-0727) *Autor para correspondencia.

^b Universidad Veracruzana. Xalapa, México. Contacto: chperez@uv.mx | ORCID: [0000-0001-8542-4344](https://orcid.org/0000-0001-8542-4344)

^c Universidad Veracruzana. Xalapa, México. Contacto: jruizuv@gmail.com | ORCID: [0000-0002-6363-7389](https://orcid.org/0000-0002-6363-7389)

Cómo citar:

Polo-Estrella, A., Pérez-Salazar, C. y Ruíz-Ramírez, J. (2024). Implementación del sistema ANOVA++. *UVserva*, (18), 321-335. <http://en.asignacion.mx>

Resumen: El presente artículo describe el proceso de desarrollo que se siguió para la implementación del sistema ANOVA++, el cual tiene como objetivo facilitar los cálculos de diversos análisis estadísticos enfocado principalmente a estudiantes de licenciatura o posgrado, así como a investigadores en el área agrícola, ya que estos, en muchas ocasiones, no tienen la formación y/o capacitación suficiente en el manejo de paquetes estadísticos avanzados. La facilidad de uso y consistencia de este sistema les permite enfocar sus esfuerzos en la realización de otras actividades más relevante en sus investigaciones o proyectos. El sistema ANOVA++ permite realizar el Análisis de Varianza (ANOVA) para los diseños: Completamente al Azar (DCA) con igual y diferente número de repeticiones; Bloques al Azar (DBA) con datos completos o con un dato faltante; Cuadro Latino (DCL) con datos completos o con un dato faltante; Bifactorial en un DCA; Bifactorial en un DBA; y Parcelas Divididas en DBA. Adicionalmente, realiza la prueba de significancia de los tratamientos o factores al comparar el valor de F contra su correspondiente valor de F de tablas. Dependiendo de la significancia, también realiza la prueba de Tukey. Finalmente, permite realizar los Contrastes Ortogonales entre los diferentes tratamientos. La versión actual (versión 2) ha sido probada por docentes y estudiantes de la Universidad Veracruzana y los resultados han sido comparados con otros programas de software estadístico como son Statistica, Stata e InfoStat, entre otros. Se concluye que el sistema ANOVA++ lo pueden utilizar todas aquellas personas que dentro de sus proyectos o investigaciones tengan la necesidad de realizar de forma rápida y sencilla el cálculo de Análisis de Varianza, gracias a la facilidad de uso y el correcto cálculo de los diferentes diseños experimentales, aunado a que no tiene ningún costo.

Palabras clave: Software estadístico libre; análisis de varianza; desarrollo de software; diseños experimentales.

Abstract: *This article describes the development process followed for the implementation of the ANOVA++ system, which has the objective of facilitating the calculations of various statistical analyses focused mainly on undergraduate or graduate students, as well as researchers in the agricultural area, since these, in many cases, do not have sufficient training in the use of advanced statistical packages. The ease of use and consistency of this system allows them to focus their efforts on other activities more relevant to their research or projects. The ANOVA++ system allows performing Analysis of Variance (ANOVA) for the following designs: Completely Randomized (DCA) with equal and different number of replications; Randomized Blocks (DBA) with complete data or with one missing data; Latin Table (DCL) with complete data or with one missing data; Bifactorial in a DCA; Bifactorial in a DBA; and Split Plots in a DBA. Additionally, it performs the significance test of the treatments or factors by comparing the F value against its corresponding F value from tables. Depending on the significance, it also performs Tukey's test. Finally, it allows to perform the Orthogonal Contrasts between the different treatments. The current version (version 2) has been tested by teachers and students of the Universidad Veracruzana and the results have been compared with other statistical software programs such as Statistica, Stata and InfoStat, among others. It is concluded that the ANOVA++ system can be used by all those people who need to calculate Analysis of*

Variance in a fast and simple way in their projects or research, thanks to its ease of use and the correct calculation of the different experimental designs, in addition to the fact that it is free of charge.

Keywords: *Free Statistical Software; Analysis Of Variance; Software Development; Experimental Designs.*

Introducción

Hoy en día existe la necesidad de tener acceso a herramientas informáticas que faciliten actividades que requieren de un análisis estadístico. Ante esto, los usuarios se enfrentan a la selección de entre una variedad de paquetes estadísticos como son Statistica, Stata, NCSS, SPSS, SAS, R, Infostat, cada uno con características específicas en términos de capacidad, funcionalidad, la manera de analizar los datos, así como la forma en la que se presentan los resultados. Sin embargo, se ha observado que los usuarios, dependiendo de su preparación académica, en algunas ocasiones carecen de conocimientos amplios en el manejo de los paquetes estadísticos, debido a que puede resultar complejo comprender toda la funcionalidad que generalmente incorporan, esto aunado al poco conocimiento y uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's.).

El software ANOVA++ fue elaborado para ser utilizado como apoyo a la docencia en la Experiencia Educativa (EE) de Diseños Experimentales en la Facultad de Ciencias Agrícolas; Diseño y Análisis de Experimentos en la Facultad de Estadística e Informática; en la EE Estadística en la Unidad de Diseños Experimentales o en la EE optativa que lleva ese nombre en la licenciatura en Economía y en otros cursos que se imparten en diferentes licenciaturas de la Universidad Veracruzana, así como en diversas universidades de México o del extranjero.

El objetivo de este trabajo es presentar el proceso de desarrollo del sistema ANOVA++ que realiza diversos análisis estadísticos, dirigido a un tipo de usuario en particular que son los estudiantes de licenciatura o posgrado, así como para investigadores, preferentemente del área agrícola. El proceso que se siguió inició con un análisis para determinar la factibilidad, continuando con la obtención de los requisitos, así como el análisis del problema, el diseño de la solución, para finalmente llegar a la implementación del sistema ANOVA ++.

1. Descripción general del sistema

El sistema estadístico desarrollado se fundamenta en el Análisis de Varianza (ANOVA). El análisis de varianza es un método estadístico originalmente desarrollada por Fisher (1925) y tiene amplias aplicaciones, su objetivo es predecir una sola variable dependiente a partir de una o más variables predictoras y determinar si esas variables son buenas predictoras (Cardinal y Aitken, 2005).

El análisis de varianza evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores (Cardinal & Aitken, 2005), mismo objetivo que se busca con el software ANOVA++. Tomando en consideración el fundamento del ANOVA y de la identificación de las necesidades de los usuarios, resultado del proceso de comunicación con los expertos del dominio, se obtuvieron las funciones del producto a desarrollar como se muestra a continuación:

A) Funciones del producto

- Efectuar el cálculo con fórmulas del ANOVA y Coeficiente de Variación (CV) del Diseño Completamente al Azar con igual y diferentes repeticiones.
- Efectuar el cálculo con fórmulas del ANOVA, Coeficiente de Variación y Eficiencia Relativa (ER) del Diseño de Bloques al Azar y estimación de un dato faltante.
- Efectuar el cálculo con fórmulas del ANOVA, Coeficiente de Variación y Eficiencia Relativa del Diseño de Cuadro Latino y estimación de un dato faltante.
- Efectuar el cálculo con fórmulas del ANOVA, Coeficiente de Variación y Eficiencia Relativa (ER) del Factorial en un DCA y DBA.
- Efectuar el cálculo con fórmulas del ANOVA, Coeficiente de Variación y Eficiencia Relativa de Parcelas Divididas para un DBA.
- Generar la prueba de Tukey y Contrastes Ortogonales para todos los diseños experimentales.
- Comparar resultados del estadístico F contra sus correspondientes valores obtenidos en las tablas de distribución de probabilidad F con un nivel de significancia (α) al 0.05 y al 0.01.
- Exportar resultados de los ANOVAS a archivos en formato CSV.

B) Restricciones

- El diseño y desarrollo del sistema será mediante el uso de software libre.
- El sistema está diseñado para un entorno de escritorio multi plataforma.
- El diseño e implementación de una primera versión con la posibilidad de implementarse en versión web y móvil.

2. Desarrollo del producto

2.1 Modelo de ciclo de vida del software

Somerville (2005, p. 7), menciona que “un proceso del software es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un producto de software. Estas actividades son realizadas por los ingenieros de software”. Por su parte Pressman (2010, p. 26), define al proceso del software como “una estructura para las actividades, acciones y tareas que se requieren a fin de construir software de alta calidad”.

Laplante (2007) define al proceso de software como un modelo que describe un enfoque para la producción y evolución del software y menciona que los modelos de procesos de software se denominan con frecuencia modelos de “ciclo de vida” y los términos son intercambiables.

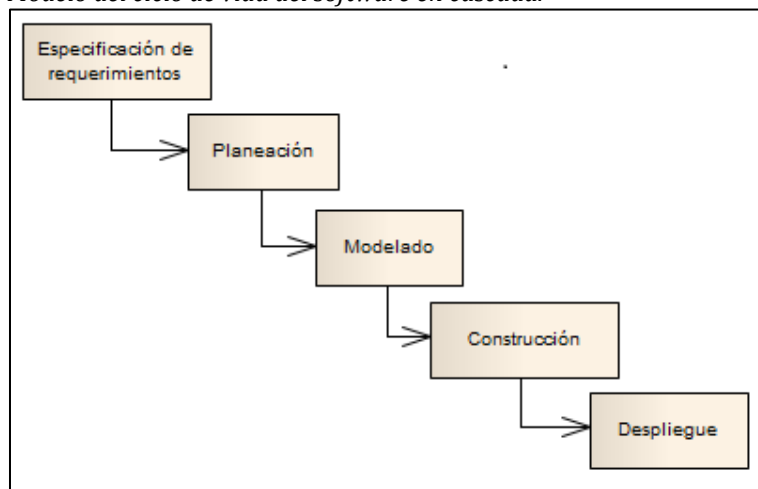
Entre los beneficios que Laplante (2007) menciona sobre el uso de un modelo de proceso de software están los siguientes: provee un marco de desarrollo de software común dentro de un proyecto, permite mejoras en la productividad y proporciona un lenguaje y habilidades comunes entre los miembros de la organización. Considerando lo anterior es que para dar inicio al desarrollo del sistema ANOVA++ se analizaron las características y se identificó el modelo de proceso de desarrollo a seguir, esto considerando diversos factores, entre ellos: tipo de software a desarrollar (sistema de tiempo real, sistema de información, sistema de escritorio); así como la escala, refiriéndose esta al número de integrantes del equipo de desarrollo (un solo desarrollador, un equipo de más de cien integrantes).

Después de analizar los requisitos y necesidades de los usuarios, se acordó elaborar un sistema de escritorio, dada las características que presenta como son: baja complejidad, conocimiento claro de los requisitos y que estos no son cambiantes. Como modelo para el proceso de desarrollo del sistema se optó por seguir un modelo en cascada.

Pressman (2010), menciona que el modelo en cascada, también llamado ciclo de vida clásico recomienda un enfoque sistemático y secuencial a seguir para el desarrollo del software, indicando que da inicio con la especificación de los requerimientos por parte del cliente, continua con la planeación, modelado, construcción y despliegue, para finalizar con el apoyo del software terminado.

Gómez y Moraleda (2020), por su parte, mencionan que el modelo de ciclo de vida en cascada se puede ampliar y pormenorizar hasta el nivel que se desee dependiendo la complejidad del sistema que se esté desarrollando. La **Figura 1** muestra las fases en las cuales se divide este modelo, tal como se observa es un proceso secuencial.

Figura 1
 Modelo del ciclo de vida del software en cascada.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo propuesto por Gómez y Moraleda (2020).

A continuación, se indica el proceso a seguir en el desarrollo de ANOVA++ siguiendo el modelo de proceso de desarrollo en cascada:

1. En la primera fase se capturaron todos los requisitos (necesidades del usuario) que debía cubrir el sistema, los requisitos identificados se registraron en el documento de especificación de requisitos. Para llevar a cabo esta actividad se hizo necesario seleccionar una técnica de elicitación de requisitos, que permitiera obtener las necesidades de los usuarios. La técnica seleccionada fue “la entrevista” y fue dirigida a las personas con conocimiento en el área.
2. El objetivo de la segunda fase fue planear el desarrollo del sistema, realizar estimaciones, fechas de entrega y acordar el seguimiento para cada una de las fases del proceso.
3. En la tercera fase se realizó un análisis de los requisitos, esto con la finalidad de evitar ambigüedades en la comprensión de las necesidades del usuario. También en esta fase se hizo una traducción de las necesidades del usuario (requisitos) a algunos modelos de diseño, los diagramas que se elaboraron son diagramas que pertenecen a Lenguaje de Modelado Unificado (UML) los cuales reflejan la solución. Los artefactos generados en esta fase son el insumo necesario para continuar con la implementación del sistema.
4. Para la cuarta fase se procedió a la traducción de los modelos de diseño a código en el lenguaje de programación Java. También se efectuaron las pruebas del sistema con usuarios reales para detectar omisiones, errores y fallas.
5. Finalmente, en la última fase se generó el archivo ejecutable el cual se instaló en el entorno del cliente.

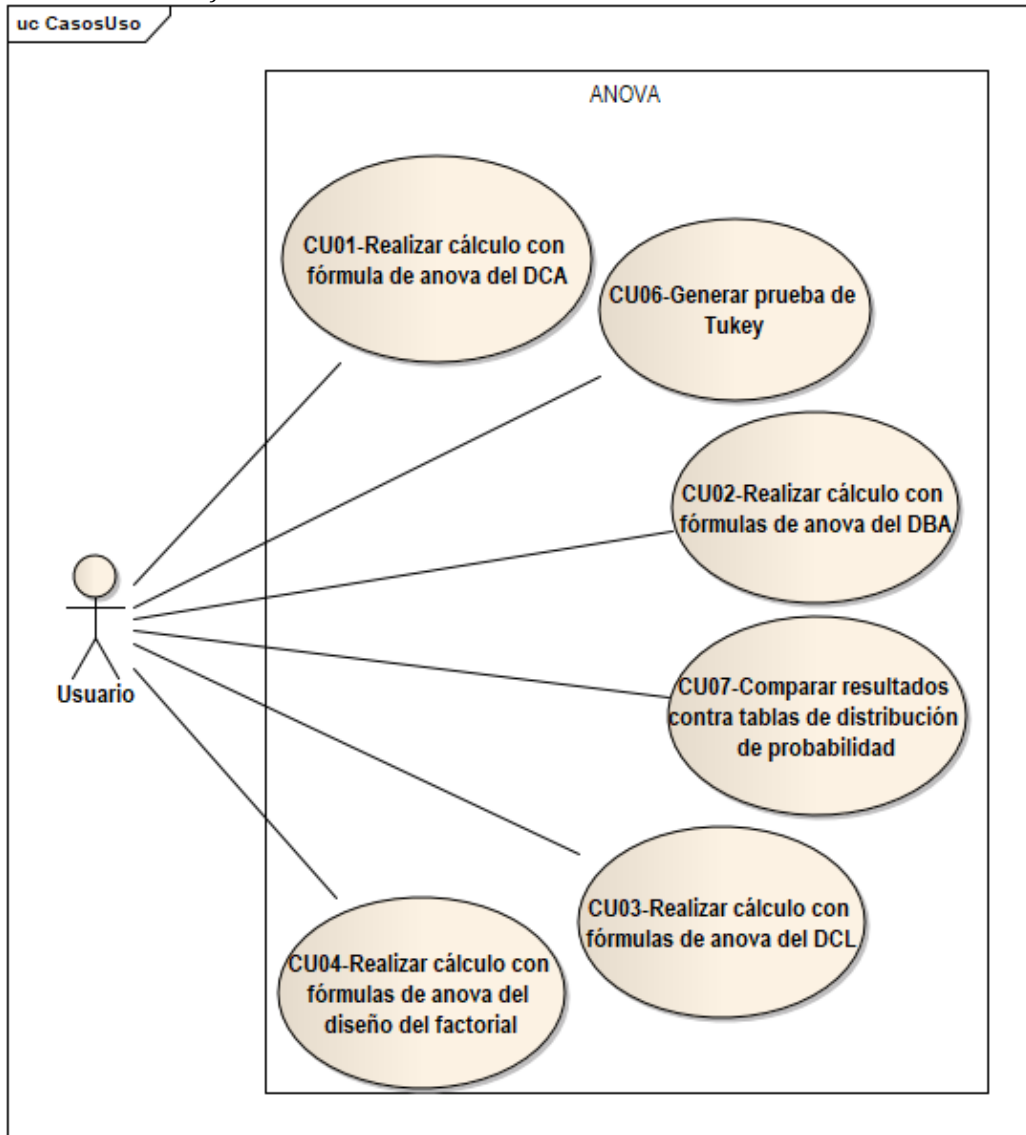
En la siguiente sección se describen y presentan algunos artefactos generados en cada fase del proceso de desarrollo del sistema ANOVA ++.

2.2. Análisis y diseño del sistema

Para Jiménez (2015, p. 20), “Un modelo es una abstracción de un problema de la realidad. Con esta idea surge el concepto de modelar, que consiste en abstraer las características esenciales de un problema real a una representación útil para un propósito determinado”. Una de las principales ventajas de realizar un modelo es que se pueden comunicar las ideas entre los interesados, es decir, los involucrados en el desarrollo del sistema, es por ello por lo que se optó por elaborar modelos como parte del proceso de desarrollo del sistema ANOVA++, se consideraron distintos niveles de detalle que permitieran plasmar la comprensión de la problemática y la representación de la solución y se presentan en las secciones siguientes.

Para el modelado del ANOVA++, se eligió el “Modelo de casos de uso”, según (Rosenberg y Stephens, 2007) los casos de uso describen la forma en que el usuario interactúa con el sistema y cómo responderá el sistema. En la **Figura 2**, se muestra el diagrama de casos de uso del sistema, que incluye algunos casos de uso que integran al sistema ANOVA++.

Figura 2
 Casos de uso identificados del sistema ANOVA++



Fuente: Elaboración propia.

Junto con el modelo de casos de uso de la **Figura 2**, se elaboró la “Especificación de los casos de uso”, que consiste en describir detalladamente la funcionalidad que cubre cada uno de los casos de usos que se identificaron. La **Tabla 1**, muestra los elementos que incluye la descripción del detalle de los casos de uso, considerando como ejemplo el CU01-Realizar cálculo con formula de ANOVA del DCA.

Tabla 1

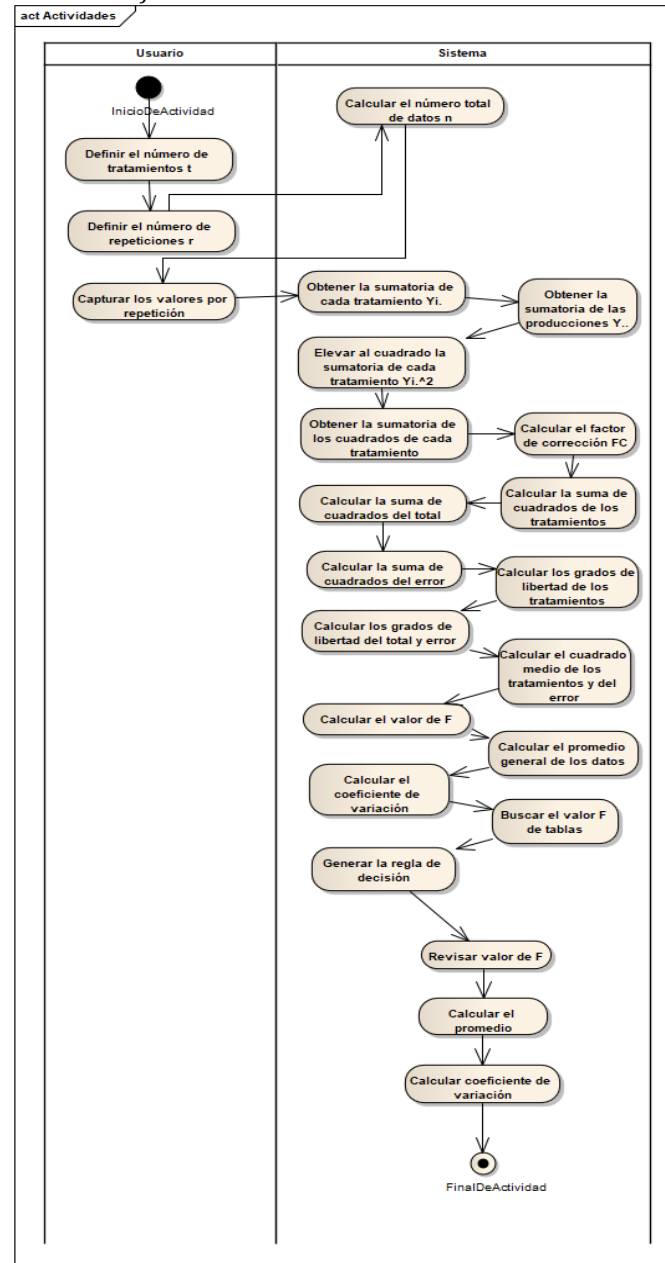
Descripción del caso de uso CU01- Realizar cálculo con fórmulas de ANOVA del DCA

Identificador (ID)	Caso de Uso 01 (CU01)
Nombre	Realizar cálculo con fórmulas de ANOVA del DCA
Actor	Usuario
Descripción	El usuario quiere realizar el cálculo con fórmulas de ANOVA del diseño completamente al azar
Disparador	El usuario selecciona del menú principal la opción de realizar cálculo completamente al azar
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema carga la ventana “Diseño completamente al azar”, donde se muestran los campos de tratamiento y producción, así como una tabla donde se muestran los tratamientos con sus repeticiones, junto con los botones de Cargar datos, Introducir datos, Generar CVS y Generar PDF 2. El usuario selecciona la opción de Introducir datos (Ver FA01, FA02, FA03). 3. El sistema muestra una ventana para la captura de los datos correspondientes al tratamiento y a la producción 4. El usuario introduce la información y selecciona el botón aceptar 5. El sistema muestra los cálculos correspondientes como resultado de los datos introducidos
Flujo Alternativo	FA01-Cargar Datos 1. El sistema extiende al CU05-Importar Datos FA02- Generar CVS 1. El sistema extiende al CU06-Generar CVS FA03- Generar PDF 1. El sistema extiende al CU07-Generar PDF
Postcondiciones	El sistema realizó el cálculo del ANOVA del DCA
Extiende	CU05-Importar Datos CU06-Generar CVS CU07-Generar PDF
Incluye	Ninguno

Fuente: Elaboración propia.

Según Pressman (2010), el diagrama de actividades se centra en modelar aspectos de procesamiento de un sistema, en este diagrama se especifica el flujo de control y el flujo de datos entre varios pasos (las acciones) necesarias para implementar una actividad. La Figura 3, muestra el “Diagrama de actividades” correspondiente al caso de uso “Realizar cálculo con fórmulas de ANOVA del DCA”.

Figura 3
 Diagrama de actividades del caso de uso CU01- realizar
 cálculo con fórmulas de ANOVA del DCA con el ANOVA++



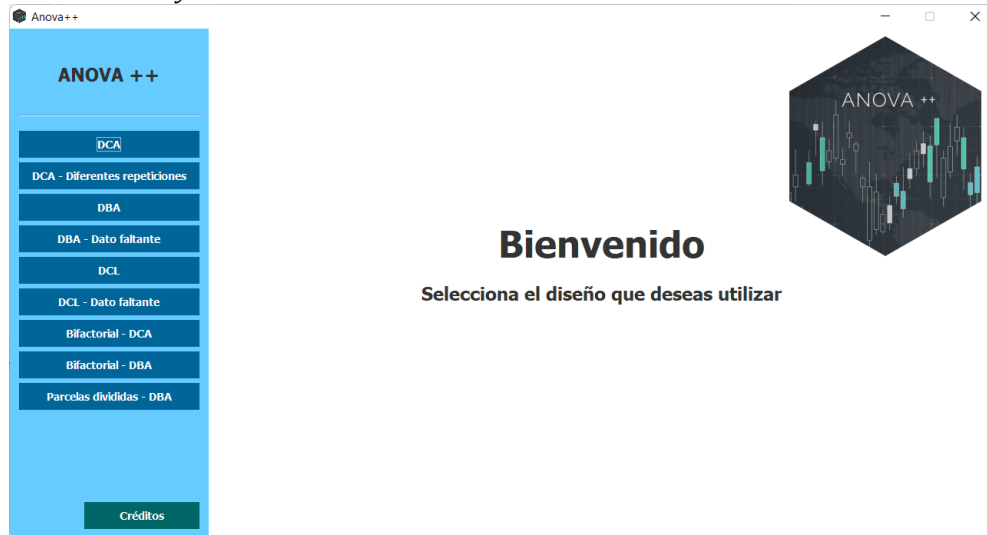
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Implementación

El sistema ANOVA++ fue realizado utilizando el lenguaje de programación JAVA, en su versión *Standard Edition* (SE) con el JDK 1.8 y el Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) Netbeans 8.2; para la interfaz gráfica se utilizó la biblioteca Swing. Una de las principales ventajas de utilizar el lenguaje de programación JAVA SE es que permite

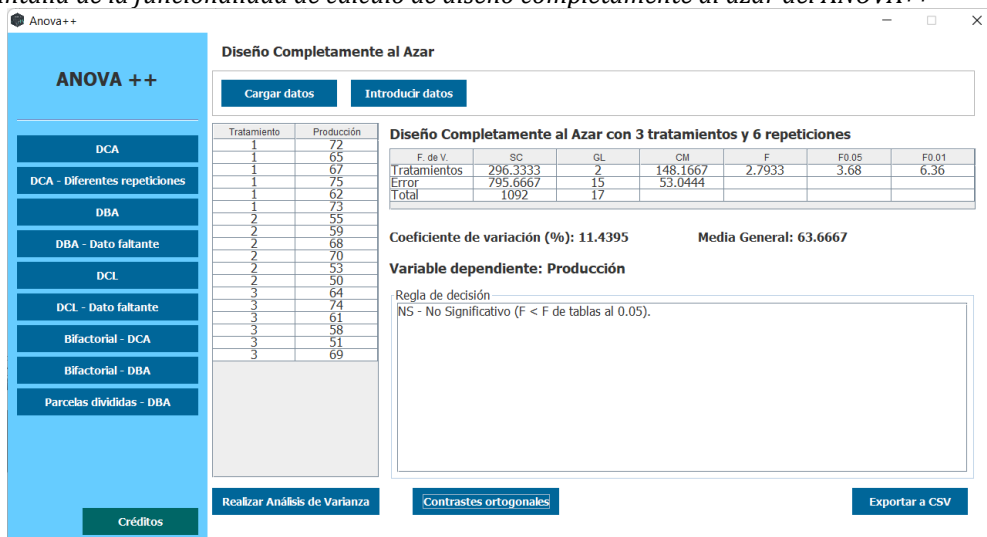
generar sistemas independientes del Sistema Operativo, es decir, puede ser ejecutado en computadoras personales que tengan instalado el sistema operativo Windows, alguna distribución basada en Linux o MacOS, el único requisito es contar con el ambiente de ejecución de JAVA (JRE: Java Runtime Environment), el cuál puede ser descargado de forma gratuita desde su página oficial. A continuación, se muestran la **Figura 4** que hace referencia a la pantalla de bienvenida al sistema ANOVA++, en esta primera pantalla de inicio se pueden observar los cálculos que se pueden realizar en el sistema, también se incluye la **Figura 5** la cual muestra la pantalla que está asociada a la funcionalidad para realizar el “Cálculo de Diseño Completamente al Azar (DCA)”.

Figura 4
Pantalla de inicio y bienvenida al sistema ANOVA++



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
Pantalla de la funcionalidad de cálculo de diseño completamente al azar del ANOVA++



Fuente: Elaboración propia.

2.4. Pruebas

Para garantizar que el sistema ANOVA++ cumpliera con todos los requisitos del usuario, se desarrolló la fase de pruebas, actividad relevante dentro del proceso de desarrollo de software. Las pruebas para este sistema fueron diseñadas en las primeras fases del proceso de desarrollo, una de las actividades consistió en realizar un “Plan de pruebas” por cada caso de uso. La **Tabla 2** muestra un ejemplo del plan de prueba realizado para el ANOVA++.

Tabla 2

Plan de pruebas para el CU01- realizar cálculo con fórmulas de ANOVA del DCA del ANOVA++

Condiciones de entrada	Entrada	Salidas esperadas	Condiciones salida	
El sistema muestra el menú principal	Tratamiento	Producción	El sistema muestra el resultado obtenido del cálculo	
	1	72		Coefficiente de variación = 11.4395
	1	65		Media general= 63.6667
	1	67		
	1	75		
	1	62		
	1	73		
	2	55		
	2	59		
	2	68		
	2	70		
	2	53		
	2	50		
	3	64		
	3	74		
	3	61		
3	58			
3	51			
3	69			

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente a la ejecución del plan de pruebas con los datos que se indican en la **Tabla 2**, también se optó por comprobar los resultados obtenidos por el sistema ANOVA++ contra los obtenidos por InfoStat, SAS y Statistica, considerando un experimento de fertilización de cultivo, cuyo objetivo fue calcular el ANOVA del DBA de la variable rendimiento tonelada por hectárea (ton/ha).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, tomando los mismos valores de entrada. En la **Figura 6**, se muestra el resultado al utilizar el software STATISTICA, en la **Figura 7** se observa el resultado al utilizar el software SAS, mientras que en la **Figura 8** el resultado al utilizar el software InfoStat, para finalizar se presenta en la **Figura 9** el resultado al emplear el software ANOVA++.

Figura 6
Resultados obtenidos con el software STATISTICA

Univariate Tests of Significance for RENDIMIENTO (Sheet1 in DBA-ACAT-Rend) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of freedom	MS	F	p
Intercept	171530.9	1	171530.9	5642.741	0.000000
TRATAMIENTO	578.7	10	57.9	1.904	0.084478
BLOQUE	547.1	3	182.4	5.999	0.002499
Error	912.0	30	30.4		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7
Resultados obtenidos con el software SAS

Dependent Variable: RENDIMIENTO					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	10	578.67509068	57.86750907	1.90	0.0845
BLOQ	3	547.07471043	182.35823681	6.00	0.0025
Error	30	911.96474732	30.39882491		
Corrected Total	43	2037.71454843			

R-Square	C.V.	Root MSE	RENDI Mean
0.552457	8.830467	5.51351294	62.43738636

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8
Resultados obtenidos con el software InfoStat

```

Análisis de la varianza

Variable  N   R²   R² Aj  CV
RENDIMIENTO 44 0.55  0.36  8.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)
F.V.      SC    gl  CM    F    p-valor
Modelo    1125.77 13  86.60  2.85  0.0088
TRATAMIENTO  578.69 10  57.87  1.90  0.0845
BLOQUE    547.08  3 182.36  6.00  0.0025
Error     911.96 30  30.40
Total     2037.72 43
    
```

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9
Resultados obtenidos con el software ANOVA++



Fuente: Elaboración propia.

Al comparar el software ANOVA ++ contra InfoStat, SAS y STATISTICA, el primero prueba significancia y si se rechazó la Hipótesis Nula, en automático calcula la Prueba de Tukey al 5 % de significancia, además calcula la Eficiencia Relativa del Diseño Experimental empleado contra el que le sigue en complejidad y recomienda el más eficiente. El ANOVA++ es de ayuda para estudiantes o profesionistas que tienen limitados conocimientos de Estadística.

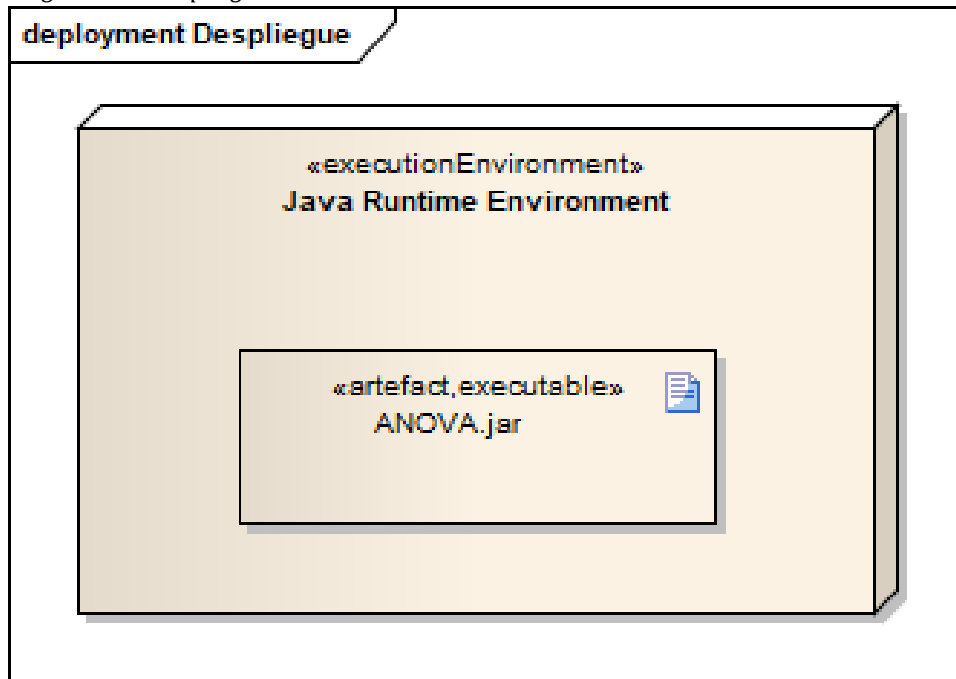
Es importante mencionar que el software SAS y STATISTICA son de licencia comerciales, mientras ANOVA++ es de acceso gratuito, una ventaja más para ANOVA++ al poder ser utilizado por la comunidad académica de manera gratuita.

2.5. Despliegue de la aplicación

El sistema ANOVA++, fue desarrollado para ser desplegado en la computadora del usuario, al que se puede acceder de manera directa. En la **Figura 10**, se observa el diagrama de despliegue del sistema estadístico ANOVA++, el cual es accedido desde las computadoras cliente.

Debido a que el desarrollo se realizó en lenguaje de programación JAVA JDK 1.8, se requirió que la computadora donde fue desplegado el sistema contara con el ambiente de ejecución JRE (Java Runtime Environment), tal como se indica en el diagrama de despliegue de la **Figura 10**.

Figura 10
 Diagrama de despliegue del sistema ANOVA++



Fuente: Elaboración propia.

2. 6. Mantenimiento

Se considera un plan de mantenimiento de un semestre, dando oportunidad de que el sistema se pruebe en un ambiente real en el curso de “Diseños Experimentales”, que es una experiencia educativa del plan de estudios de la licenciatura en Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrícolas, región Xalapa, de la Universidad Veracruzana.

3. Resultados

Este proyecto demuestra que el modelo en cascada provee los elementos necesarios para guiar el desarrollo de un sistema por diversas fases, claramente definidas, desde el análisis, diseño, implementación, prueba y mantenimiento. Uno de los puntos importantes de este modelo es que permite la documentación de cada una de las fases. Por lo que el uso de este modelo permitió tener artefactos de análisis, diseño, implementación y pruebas, que servirán a las personas que se involucren en la actualización o mantenimiento a este sistema.

El sistema obtenido consideró las necesidades de los usuarios, ya que su uso requiere conocimientos básicos en el área de Estadística. Si bien existen otros sistemas estadísticos para generar el ANOVA, como Stata, Statistica, Infostat (por mencionar algunos), este sistema demuestra la consistencia y simplicidad al enfocarse principalmente en el cálculo del ANOVA.

Este sistema será de beneficio para la comunidad académica de la Universidad Veracruzana y de otras Instituciones de Educación Superior, de México y del extranjero, ya que existen programas académicos que incorporan el tema de diseños experimentales en sus planes de estudio, que no requieren un conocimiento amplio y complejo en estadística, como por ejemplo el programa de Economía, además de que los estudiantes pueden acceder al software de manera gratuita.

4. Conclusiones

La utilización de herramientas tecnológicas en las actividades académicas permite que los procesos de enseñanza sean más eficientes, disminuyendo el tiempo invertido en su aplicación.

La propuesta del ANOVA++ sirve como apoyo para las experiencias educativas (cursos) en donde son abordados los temas de Diseños Experimentales. Este, además, no requiere de conocimiento especializado en Estadística y puede ser utilizado sin mayor dificultad por agrónomos, biólogos, economistas, entre otros.

Este programa fue desarrollado con fines académicos, por lo que se pone a disposición de toda la comunidad académica para su uso sin ningún costo. Adicionalmente, aunque se ha realizado el registro correspondiente en INDAUTOR-SEP, los autores ponen a la disposición de quien así lo requiera, el código fuente y la libertad de ejecutarlo, copiarlo, distribuirlo, estudiarlo, modificarlo y mejorarlo.

Es importante señalar que, si bien el sistema ha sido probado y validado por algunos usuarios especialistas (profesores y alumnos), aún pueden existir errores en escenarios que no hayan sido considerados, por lo que existe la disposición de colaborar para corregir esos detalles. Se debe tener en cuenta que para que el sistema funcione correctamente existe una forma específica en la que se deben cargar los datos; estas especificaciones vienen descritas en su manual de uso.

Referencias

- Cardinal, R.** y Aitken, M. (2005). *ANOVA for the Behavioral Sciences Researcher*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Gómez, S.** y Moraleda, E. (2020). *Aproximación a la Ingeniería del Software*, Segunda edición. Editorial Universitaria, Ramón Areces.
- Jiménez, C.** (2015). *UML. Aplicaciones en Java y C++*. Grupo Editorial RA-MA
- Laplante, P.** (2007). *What Every Engineer Should Know About Software Engineering*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Pressman, R.** (2010). *Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico*. Séptima edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Rosenberg, D.** y Stephens M. (2007). *Use Case Driven Object Modeling with UML Theory and Practice*. Apress.
- Somerville, I.** (2005). *Ingeniería de Software. Séptima edición*. Pearson Educación, S.A.