

Antecedentes del diseño experimental para la Carrera Licenciatura en Educación Agropecuaria

Agricultural background of the experimental design for the Licenciature in Educations

M. Sc. Segress García Hevia*

<segressgirl@gmail.com> <https://orcid.org/0000-0002-6178-9872>

Dr. C. Maikel Carnero Sánchez**

<maikel.carnero@cepes.uh.cu; maikelcs80@gmail.com> <https://orcid.org/0000-0003-0661-7303>

Dra. María Mercedes Mateu Trujillo***

<mariammt@ucpejv.edu.cu> <https://orcid.org/0000-0001-7631-4653>

* Universidad de Guayaquil, Ecuador, ** Centro de Estudios para el perfeccionamiento de la Educación Superior de la Universidad de La Habana, La Habana, Cuba y *** Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba

RESUMEN

El artículo tiene como objetivo presentar la sistematización realizada en relación con los antecedentes del diseño experimental para la Carrera Licenciatura en Educación Agropecuaria que se estudia en las Facultades de Educación que la desarrollan en Cuba. Se parte del surgimiento del diseño experimental a principios del siglo XX, sus aplicaciones en la agricultura y sus tipos más utilizados, también se detalla la evolución del tema en cuestión en la citada carrera por los diferentes planes de estudio en Cuba.

Palabras clave: diseño experimental, agropecuaria, planes de estudio.

ABSTRACT

The article has like objective to present the systematization accomplished with respect to the Agricultural background of the experimental design for the Race Licenciature in Education that is studied in Education's Faculty that develop her in Cuba, XX, his appliqué in agriculture and his most utilized guys are split of the surging of the experimental design at the beginning of the century, also the evolution of the theme in point in the aforementioned race for the different study programs is detailed.

Keywords: experimental design, agricultural, study programs.

INTRODUCCIÓN

Desde el primer tercio del siglo XX se presenta el diseño experimental como una técnica que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. El diseño experimental encuentra aplicaciones en diferentes ramas de la ciencia y dentro de ellas en la agricultura.

Actúa como alternativa en la búsqueda de soluciones para el aumento de la productividad de alimentos a partir de la obra de Ronald Aylmer Fisher¹, científico, matemático, estadístico, biólogo evolutivo y genetista inglés, quien es considerado fundador del diseño experimental aplicado a la agricultura.

El descubrimiento por Fisher de la utilidad del uso de los diseños experimentales para mejorar significativamente los métodos agrícolas le condujo a desarrollar ideas originales en el campo de la inferencia estadística y en el de diseño de experimentos en la biología y en la agricultura.

Comienza así un desarrollo y aplicación sostenidos de los diseños experimentales en la agricultura, en busca de una mejor productividad en armonía con el ecosistema en función de las necesidades poblacionales de alimentos, tal como destacan Fernández Escobar, Trapero Casas y Domínguez Giménez² “En la actualidad se está asistiendo a la transición desde una agricultura convencional, cuya productividad ha estado basada en la aplicación masiva de productos químicos para el control de la salud y la productividad de los cultivos, hacia una agricultura sostenible basada en la obtención de una producción de calidad competitiva respetando el medio ambiente y conservando los recursos naturales. Estos cambios se logran gracias al avance de los conocimientos generados por la investigación, que permiten desarrollar técnicas apropiadas para esos fines”.

También en la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible se precisa en el Objetivo 2 Hambre cero: “Necesitamos una profunda reforma del sistema mundial de agricultura y alimentación si queremos nutrir a los 925 millones de hambrientos que existen actualmente y los dos mil millones adicionales de personas que vivirán en el año 2050. El sector alimentario y el sector agrícola ofrecen soluciones claves para el desarrollo y son vitales para la eliminación del hambre y la pobreza”³.

Acotan en la meta 2.4 de este objetivo: “De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos

extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo”².

Consecuentemente las carreras dirigidas a la agricultura en Cuba, entre las que se encuentra la Licenciatura en Educación Agropecuaria, no están ajenas a este particular. El artículo tiene como objetivo presentar la sistematización realizada en relación con los antecedentes del diseño experimental para la Carrera Licenciatura en Educación Agropecuaria que se estudia en las Facultades de Educación que la desarrollan en Cuba.

DESARROLLO

Como fue mencionado, el diseño experimental surge en la década de 1920 con un enfoque fundamentalmente dirigido a la agricultura, a partir de las investigaciones realizadas por Ronald Aylmer Fisher (1890-1962), donde colaboraron Frank Yates (1902-1994) y William Gemmell Cochran (1909-1980).

El naciente diseño experimental de Fisher proponía la utilización de métodos y técnicas estadísticas que hicieran posible el análisis de datos experimentales a través de la planificación, basándose en tres principios básicos: la **repetición**, la **aleatorización** y el **control local**.

La **repetición** era concebida como la replicación del experimento básico asignando un tratamiento a una unidad experimental, las que se utilizan para obtener una estimación del error experimental. Lógicamente cuantas más repeticiones mayor precisión en las estimaciones del tratamiento en estudio.

La **aleatorización** mide y reduce el error al basarse en la asignación al azar de los tratamientos en estudio a las unidades experimentales y así disminuir o evitar el sesgo. En los diseños experimentales en agropecuaria la aleatorización significa la distribución de las unidades experimentales que forman parte del estudio, por diferentes técnicas como puede ser un sorteo, hasta la utilización de tablas y procesadores estadísticos.

El **Control** o **Control del error experimental** se basa fundamentalmente en las medidas que garantizan dentro del diseño experimental más eficiencia y confiabilidad, controlando todas las posibles variables ajenas que pueden contaminar el experimento y que constituyen fuentes externas de error.

Los tres principios antes mencionados se constituyen en reglas o puntos de partida para los diseños experimentales que se realizan en agropecuaria en la actualidad, los que se refuerzan con los resultados satisfactorios que se obtienen de su aplicación.

Las investigaciones y en particular los diseños experimentales intentan establecer básicamente relaciones causa-efecto. Más específicamente, cuando se desea estudiar como una variable independiente (causa) modifica una variable dependiente (efecto).

Según como esté diseñado un experimento, se determinará la variación específica que produce una variable independiente sobre la variable dependiente, lo que no quiere decir que el experimento esté o no bien diseñado. En tal sentido se puede afirmar que los análisis estadísticos permiten confirmar o validar el procedimiento empleado, pero independientemente de la confiabilidad del diseño del experimento.

En todos los campos del conocimiento se pueden realizar los diseños experimentales, con la intención de descubrir o validar un proceso o sistema en particular. El diseño de experimentos se define como un conjunto de técnicas activas que manipulan el proceso para inducirlo a proporcionar la información que se requiere para mejorarlo. Es la forma más eficaz de realizar las pruebas en los procesos.

El Sir Ronald A. Fisher fue el innovador del uso de los métodos estadísticos en el diseño de experimentos. Durante algunos años estuvo a cargo de la estadística y del análisis de datos en la estación agrícola experimental Rothamsted en Londres, Inglaterra. Fisher desarrolló y usó por primera vez el análisis de varianza como herramienta primaria para el análisis estadístico en el diseño experimental.

Muchas de las primeras aplicaciones de los métodos del diseño experimental se dieron en el área de agricultura y ciencias biológicas, sin embargo, las primeras aplicaciones industriales del diseño experimental se hicieron después de la Segunda Guerra Mundial.

Fisher afirma que la historia de la teoría estadística empleada en el diseño de experimentos se remonta al célebre ensayo de Tomás Bayes⁴ publicado en 1763 y conocido como el primer intento de utilizar la teoría de la probabilidad como instrumento de razonamiento inductivo, para deducir de lo particular a lo general o de la muestra a la población.

Afirma que Laplace (1820)⁵, admitió el principio de la probabilidad inversa y que a él se debe el principio de que la distribución de una cantidad compuesta por partes independientes muestra una serie de características como son la media, la varianza y otros acumulantes, que son la suma de características iguales de las distribuciones de las partes componentes, los métodos utilizados por Laplace tuvieron gran influencia en el tema en Francia e Inglaterra.

Las primeras de las distribuciones características de las pruebas modernas de significación, fueron descubiertas por Pearson⁶ en 1900, para la media de la discrepancia entre la observación y la hipótesis conocida como Chi cuadrado. Pearson siempre trabajó con muestras grandes, pero como los investigadores tienen que trabajar con muestras pequeñas, fue W. S. Gosset (1908)⁷, alumno de Pearson, quien primero se dedicó al estudio de muestras pequeñas, realizando sus publicaciones con el pseudónimo de Student, y aún hoy su prueba t (t de Student) es de gran utilidad para los estadísticos. A él se le debe el estudio de las distribuciones exactas que comenzó en 1908, con el trabajo titulado “El error probable de una media”, una vez que se indicó la verdadera naturaleza del problema, un gran número de problemas de muestras quedó al alcance de las soluciones matemáticas.

Posteriormente Ronald A Fisher (1890-1962), influenciado por Pearson y Student hizo importantes y numerosas contribuciones a la estadística con investigaciones hacia el interior de distribuciones de datos estadísticos con el coeficiente de correlación, concibió la idea del diseño de experimento como un método para obtener información más completa y más precisa en la realización de un experimento. Fisher forjó el idioma y desarrolló la metodología de la biometría moderna dando un impulso a su empleo en la agricultura.

El procedimiento para la investigación es el conocido método científico, basado en establecer hipótesis a partir de hechos observados. Para confirmar si la hipótesis establecida de esa manera es o no cierta, se diseña un experimento que permita probar su validez, y con los datos obtenidos, que aportan nuevos hechos a los ya conocidos, se interpreta si estos apoyan, rechazan o alteran la hipótesis de partida.

En este punto, por lo general, nos encontramos de nuevo al inicio, particularmente si la hipótesis se ha alterado, comenzando otra vez el proceso hasta poder llegar a una conclusión plausible. En el caso más simple de la experimentación de campo, que consiste en comparar una técnica usual con otra nueva, las hipótesis que pueden establecerse son dos, la que considera que ambas dan el mismo resultado y la que considera que ambas difieren en los resultados.

Se denomina hipótesis nula, y se designa por H_0 , a aquella que se formula en el sentido de que no hay diferencia entre las técnicas, es decir, que las diferencias que puedan observarse se deben a diferencias en el muestreo de la misma población. Esta suele ser la hipótesis de trabajo, en contraposición con la denominada hipótesis alternativa (H_1), que es la complementaria de la hipótesis nula, es decir, la que establece que ambas técnicas difieren.

El experimento puede complicarse al incluir diversos métodos de aplicación o al comparar varias técnicas simultáneamente, pero el procedimiento no varía. Con independencia de lo que se pretende comparar, ya sea la producción, el tamaño del fruto o cualquier otra característica de dos árboles adyacentes, por ejemplo, los datos que se obtengan de cada árbol raramente van a coincidir, aun recibiendo ambos el mismo tratamiento.

La diferencia es debida, fundamentalmente, a variaciones ambientales si ambos árboles pertenecen a la misma variedad y están injertados sobre un mismo patrón. Esa variabilidad suele escapar al control del investigador y representa el error experimental.

En el supuesto de comparar dos técnicas, los resultados obtenidos son una mezcla del efecto de las técnicas y del error experimental, por lo que es necesario estimar este para aislar el posible efecto de las técnicas. Los métodos estadísticos exigen la repetición de los tratamientos para estimar el error experimental, a la vez que aleatoriedad, es decir, que cada árbol del ejemplo tenga la misma probabilidad de recibir un determinado tratamiento.

Esa manera de proceder asegura un procedimiento objetivo de evaluación de los datos, y al diseñar un experimento hay que pretender reducir en lo posible el error experimental para magnificar las posibles diferencias entre los tratamientos.

Al planificar un experimento hay que tener presente que las consideraciones estadísticas son importantes, pero no las únicas. El diseño del experimento debe hacer practicable los trabajos experimentales y no añadir variabilidad que aumente el error experimental. El diseño debe ser correcto estadísticamente; en este sentido hay que evitar la actitud de pensar que cualquier diseño es válido porque cualquier experto en estadística o cualquier programa informático es capaz de resolverlo todo.

La falta de repetición y de aleatoriedad es, con frecuencia, un aspecto de un mal diseño estadístico, lo que a veces se justifica por cuestiones prácticas. La simplicidad es un aspecto que hay que considerar al planificar un experimento. Algunos investigadores se empeñan en emplear diseños complejos porque piensan que les proporcionarán mayor grado de información. Sin embargo, la información hay que obtenerla de la forma más sencilla y fácil posible y aumentar la complejidad en caso necesario, por requerimiento de la planificación del experimento o de los objetivos perseguidos, no para argumentar mayor precisión o mejor planteamiento del experimento.

En adición a ello, el experimento debe tener precisión y sensibilidad para distinguir las posibles diferencias entre los tratamientos y evitar errores sistemáticos, es decir, que

determinadas unidades experimentales que reciban un tratamiento difieran sistemáticamente de las que reciben otro tratamiento. Por último, hay que tener presente que la repetición de un experimento de campo en el tiempo y en el espacio permitirá aumentar la validez de las conclusiones que puedan obtenerse del mismo.

Existen diferentes diseños experimentales entre los más comunes o de mayor uso en las investigaciones agrícolas se encuentra el diseño completamente al azar, el de bloques completamente al azar, las parcelas divididas y el cuadrado latino. Para la selección de cada uno de ellos es necesario desarrollar todas las ideas sobre los objetivos del experimento, una clara comprensión y planteamiento del problema, seleccionar los factores que van a ser investigados, los intervalos de variación y los niveles específicos a los cuales se hará el experimento. Por otra parte, se debe considerar la forma en que se controlarán estos factores.

Después de haber realizado el análisis anterior se elige el diseño experimental. Para lo cual se considerará el tamaño muestral, el número de repeticiones, seleccionar el orden adecuado para los ensayos y determinar si hay implicaciones de bloques u otras restricciones.

El investigador debe definir que constituirá la unidad experimental, cuantas réplicas de las unidades experimentales exige cada tratamiento y que tratamiento asignar a cada una de ellas. Determinando además si estas unidades experimentales se agruparán por bloques de forma homogénea para controlar el error experimental.

Los antecedentes, más remotos a los que se ha podido acceder, del diseño experimental para la Carrera de Licenciatura en Educación Agropecuaria en Cuba, datan de 1824 con la apertura y funcionamiento en los terrenos del Jardín Botánico de una Escuela donde además de Botánica se enseñaba a mejorar los cultivos de los frutos más codiciados de la Isla. Este resultado se logró a partir de los ingentes esfuerzos realizados por Ramón de La Sagra^{a,8}.

Posteriormente se fundarían en La Habana las escuelas de agrimensores y maestros de obras en 1855 y las de Agricultura y Veterinaria en 1860. En 1909 se crean seis Granjas Escuelas en las capitales de provincias, las que se establecen entre 1912 y 1917. En el año 1937 estos centros se tornan en escuelas provinciales de Agricultura centradas en la

^a Discurso leído en la apertura pública de la cátedra de botánica agrícola por su profesor en la tarde del día 10 de octubre de 1824. Impreso por orden de la Real Sociedad Patriótica. La Habana. Imp. Del Gobierno y Capitanía General por S. M., 1825; Saco, José A. (1960). Colección de papeles científicos, históricos, políticos y de otros ramos sobre la Isla de Cuba ya publicados, ya inéditos.

formación de maestros agrícolas con sólida preparación técnica y práctica en los que destacaba la producción vegetal, el uso y manejo de los suelos y la ganadería. Este panorama caracterizó esta etapa hasta el triunfo de la revolución en 1959.

En el año 1964 se crea el centro de Estudios Dirigidos de Ciencias Agropecuarias y los institutos tecnológicos para la formación de profesionales de agropecuaria de nivel medio, en función de garantizar la fuerza de trabajo calificada para la producción y los servicios que el país en este sentido requería.

En 1972 se creó el Instituto Pedagógico de la Educación Técnica y Profesional (IPETP), el cual comenzó a funcionar en 1973 con los planes de titulación de profesores de nivel medio superior en diversas especialidades técnicas. Posteriormente en el curso 1977-1978 se convierte en Instituto Superior Pedagógico para la Educación Técnica y Profesional conocido como ISPETP con los planes de estudio A con una duración de cuatro años.

Los planes de estudio A para las carreras antecesoras de Agropecuaria, se caracterizaron por una pobre vinculación de la práctica profesional, con un excesivo academicismo, muy limitado el desarrollo en cuanto a la didáctica y el trabajo metodológico, con predominio de la lógica de las ciencias en el diseño por asignaturas y un tratamiento muy limitado del diseño experimental como parte de las asignaturas técnicas y de las que tributaban al componente investigativos, no hay presencia de proyectos investigativos y predominan la evaluación del resultado a nivel esencialmente reproductivo.

En 1983 al amparo del perfeccionamiento de la Educación Superior entran en vigor los planes de estudio B, que con un plan de cinco años de formación se caracterizaron por el enriquecimiento de la práctica profesional y su redimensionamiento, se mantiene el academicismo, se avanza en cuanto al desarrollo de la didáctica y el trabajo metodológico, se enriquece el trabajo interdisciplinar y se da más importancia a la búsqueda y la investigación y se aprecia un mayor énfasis en la evaluación cualitativa así como en la aplicación y creación.

Aunque se mantiene un tratamiento muy limitado del diseño experimental como parte de las asignaturas técnicas y de las que tributaban al componente investigativo y no se identifican todavía proyectos investigativos integradores.

En 1991 entran en vigor los planes de estudio C, los cuales tendrían varias modificaciones hasta el año 2009. Se caracterizaron estos planes en sus 18 años de extensión por consolidarse la proyección del trabajo metodológico incluyendo a las sedes universitarias

con la llegada de la universalización de la educación superior en el año 2002, se continúa consolidando el vínculo con la profesión a partir del componente práctico imperante en el modelo de formación.

La autoformación y el trabajo independiente continúan en un primer plano en el modelo de formación. La Metodología de la Investigación se convierte en una disciplina independiente que recorre toda la formación desde primer año hasta el quinto con la defensa de tesis. Sin embargo, en la carrera en cuestión continua ausente el diseño experimental tanto en las asignaturas técnicas como en las investigativas, donde dominan las investigaciones pedagógicas en detrimento de las técnicas. Aunque en periodos precedentes se exigió un trabajo de curso de carácter técnico, no se logró incluir en este el diseño experimental.

En el año 2010 se comienzan a implementar los planes de estudios D, en los cuales se redimensiona el componente investigativo, la integración de lo técnico y lo pedagógico en la práctica docente y en la práctica de producción y servicios, donde juega un papel fundamental la disciplina principal integradora “Práctica Laboral Investigativa”.

Sin embargo es importante acotar que no se logró superar el predominio de las investigaciones de corte pedagógico con respecto a los diseños experimentales tan necesarios para la formación de Licenciados en Educación Agropecuaria, tampoco se logró el desarrollo de proyectos investigativos integradores que posibilitaran entre otras cosas el tratamiento del diseño experimental como elemento que podría articular el componente investigativo en las asignaturas técnicas y las de formación pedagógica.

Es entonces que se llega al año 2016, después de un proceso intenso y acelerado para las carreras pedagógicas, donde entran en vigor los planes de estudio E, los que serán abordados en otro artículo, aunque es importante precisar que los planes anteriores no favorecieron el tratamiento didáctico del diseño experimental a pesar de contar con numerosas potencialidades para su inclusión y ser en sí mismo potencialidad para el cumplimiento de las exigencias del modelo del profesional de la carrera de Licenciatura en Educación Agropecuaria y las actuales circunstancias de Cuba y el mundo con relación a la producción de alimentos y la protección del ecosistema.

CONCLUSIONES

La sistematización realizada con respecto a los antecedentes del diseño experimental para la Carrera Licenciatura en Educación Agropecuaria ha permitido constatar que se dispone de literatura sobre el tema y condiciones para su desarrollo, sin embargo se ha podido confirmar en la revisión de los planes de estudio, que desde los planes A para esta carrera,

el diseño experimental aunque es una exigencia no se ha logrado llevar a las prácticas de producción de los estudiantes, ni a las investigaciones a través de las cuales obtienen evaluaciones parciales y de culminación de estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Fisher R. A. Statistical Methods for Research Worker. Biological Monographic and Manual. Published by Oliver and Boyd, Edinburg. 4 edition, Hardcover; 1932.
- 2 Fernández R, Trapero A, y Domínguez J. Experimentación en Agricultura. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla; 2010.
- 3 Barcena A, Cimoli M y Pérez R. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Publicación de las Naciones Unidas; 2018.
- 4 Bayes Mr. Essay Towards Solving a Problem in the doctrine of chances. Philosophical transactions of The Royal Society of London-53: 370-418; 1763.
- 5 De Laplace P-S. Théorie analytique des probabilités. Paris, Coursier; 1820.
- 6 Pearson K. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling; 1900.
- 7 Gosset W S. Probable error of a correlation coefficient, Biometrika. 1908; 6(2/3): 302-310.
- 8 Sagra R. Discurso leído en la apertura pública de la cátedra de botánica agrícola. Tomo primero. La Habana, Dirección General de Cultura, Ministerio de Educación; 1960.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu Regueiro R y Cuevas Casas CM. Compendio de trabajos de posgrado para la Educación Técnica y Profesional. La Habana: Pueblo y Educación; 2012.
- Abreu Regueiro R y Soler Calderius J. Didáctica de las especialidades de la Educación Técnica y Profesional. La Habana: Pueblo y Educación; 2015.
- Fundación Wikimedia. Enciclopedia libre y políglota; 2011. [DVD-ROOM]. Florida: Wikimedia.org.
- Hernández Sampieri R. Metodología de la Investigación. Sexta edición, MacGraw-Hill, Interamericana: Editores. SA. de CV; 2014.
- MES. Carrera Licenciatura en Educación. Agropecuaria. Plan de Estudio E. La Habana, Cuba; 2016.

Recibido: 23 de abril de 2020

Aceptado: 1 de junio de 2020