

## Tierra v 2.0: Software de aplicación de técnicas de simulación para investigar impacto económico de organizaciones de sistemas productivos

Tierra V2.0: Application software of simulation techniques to investigate the economic impact of organizations of productive systems

DOI: [10.5281/zenodo.7490108](https://doi.org/10.5281/zenodo.7490108)

Rubén Suárez<sup>1</sup>, Julian Conde<sup>2</sup>, Viviana Lomello<sup>1\*</sup>, Fabiana Giovannini<sup>1</sup>, Emilia Andreani<sup>3</sup>

1- Departamento Economía Agraria. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

2- Secretaria de Extensión y Desarrollo. Universidad Nacional de Río Cuarto.

3- Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto.

**Resumen.** Esta publicación contiene el tratamiento y los resultados correspondientes al desarrollo científico del software denominado Tierra Versión 2.0. que reúne funcionalidades para estudiar de manera sencilla comportamientos de resultados económicos de organizaciones de sistemas productivos reales o hipotéticos, pertenecientes a cualquier tipo de economía aplicando técnicas de simulación. El mismo fue desarrollado cumplimentando las etapas de definición de requisitos, programación, revisión y ajuste. Dispone de dos interfaces con funcionalidades para usuario general y administrador del programa. El software solicita información, principalmente cuantitativa desde los campos: estudio, producto y subproductos, componentes y variación de valores y determina resultados económicos agrupados en las opciones valores definidos, impacto de variables, rango, punto de equilibrio y distribución de saldo económico luego de cubrir exigencias de retiro. Actualmente se encuentra disponible desde <https://tierra.ayv.unrc.edu.ar>

**Palabras claves:** sistema productivo, software, economía, simulación.

**Abstract.** This publication contains the treatment and results corresponding to the scientific development of the software called Tierra Version 2.0. that brings together functionalities to study in a simple way behaviors of economic results of organizations of real or hypothetical productive systems, belonging to any type of economy by applying simulation techniques. It was developed by completing the requirements definition, programming, review and adjustment stages. It has two interfaces with functionalities for general user and program administrator. The software requests information, mainly quantitative from the fields: study, product and by-products, components and variation of values and determines economic results grouped in the options defined values, impact of variables, range, balance point and distribution of economic balance after covering withdrawal requirements. It is currently available from <https://tierra.ayv.unrc.edu.ar>

**Keywords:** productive system, software, economy, simulation.

Artículo recibido: 2/11/22. Artículo aceptado: 28/12/22.

\***Autora para correspondencia:** Viviana Lomello, Ruta Nacional 36, Km. 601, 5804 Río Cuarto, Córdoba, Argentina;  
E MAIL [vlomello@ayv.unrc.edu.ar](mailto:vlomello@ayv.unrc.edu.ar)

## INTRODUCCIÓN

Las problemáticas a nivel planetario tales como el cambio climático, la vulnerabilidad de los derechos humanos, entre otros, exigen de medidas en las políticas, estrategias y planes sobre organizaciones de sistemas que generan productos sustentables ambiental, social y económicamente (CEPAL/ACNUDH, 2019).

La sustentabilidad económica para un sistema productivo se lograría cuando el valor económico de lo que se produzca en un tiempo dado cubra el valor de lo que se transforme y las exigencias de retiro social, y la dispersión de estos saldos y la probabilidad de encontrar resultados negativos sea la menor posible (Suárez *et al.*, 2021).

Desde la investigación de operaciones aplicando técnicas de resolución matemática tales como las de sensibilidad, escenarios y riesgo que propone la simulación se puede identificar organizaciones más sustentables para sistemas productivos localizables en cualquier tipo de economía.

Para abordar el estudio de problemáticas organizacionales la investigación de operaciones utiliza softwares generalizables como hojas de cálculos o desarrollos de software específicos (Carro Paz, 2009).

Para favorecer el estudio de organizaciones agropecuarias en rubros productivos particulares utilizando técnicas de simulación este grupo de investigadores ha desarrollado y registrado sistemas informatizados tales como: Evaleco Agric. Versión 1.0, Evalecocar Bovino. Versión 1.0, Evalecobruc.xls., Red de Información Apícola RIA. Software costo producción porcina – simulación Versión 1.0 CPPS V1.0, CPPS V2.0 y CPPS V3.0 <http://www.ciap.org.ar/CPP/home.jsp>.

En tanto, para investigar organizaciones de actividades económicas considerando resultados empresariales no específicas de ningún rubro particular, el Sistema para evaluación económica de actividades agropecuarias en Excel.

En el año 2020 se desarrolló y registró el sistema de cálculo Tierra V 1.0 con el propósito de facilitar la investigación de organizaciones en cualquier tipo de sistema productivo, para diferentes contextos tales como autoconsumos, economías sociales, populares, trueques o empresariales; que resuelva las técnicas de simulación de identificación de incidencia de variables, rango, puntos de equilibrio, escenarios y la distribución de saldos económicos luego de cubrir exigencias de retiro considerando frecuencias probables de tamaño, productividad y valor del producto (Suárez *et al.*, 2021)

Una versión del sistema de cálculo Tierra como software de aplicación, que permita acceder desde cualquier dispositivo informático, que contenga un lenguaje comunicacional amplio, que posibilite el tratamiento de una cantidad ilimitada de subproductos y componentes intervinientes, definir la duración de ciclos productivos variables según necesidades de usuarios, comparar investigaciones, disponer y difundir estudios en espacios públicos, facilitaría la identificación de organizaciones de sistemas productivos de mayor sustentabilidad económica.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una versión del sistema de cálculo Tierra con resolución de técnicas de simulación como software de aplicación para favorecer la investigación de organizaciones de sistemas productivos de mayor sustentabilidad económica.

## MATERIAL Y MÉTODO

El software Tierra Versión 2.0 fue desarrollado cumplimentando las etapas de definición de requisitos, programación, revisión y ajuste.

Los requisitos definidos fueron:

Determinar al menos los mismos resultados que el sistema desarrollado en hojas de cálculo Excel Tierra V 1.0 Expediente Nro.–RE-2021-125391202-APN-DNDA#MJ (en trámite)

Almacenaje ilimitado de datos de subproductos y de componentes para un sistema en estudio.

Condiciones para disponer datos y determinar resultados económicos considerando la posibilidad de innumerables duraciones de ciclo de producción expresada.

Capacidad para seleccionar diferente unidad temporal de medida tales como día, semana, mes, año u otra.

Facultad para expresar datos y resultados económicos en diferentes unidades de valoración económicas, monetarias o no monetarias.

Agrupar estudios según diferentes tipos de economías tales como de autoconsumo, economías sociales, de mercado u otras de interés de los usuarios para favorecer procesos de búsquedas según áreas de interés temático.

Permitir comparar resultados de dos situaciones organizativas diferentes para favorecer por aproximación la identificación de organizaciones más sustentables económicamente.

Incorporar histograma como lenguaje comunicación complementario a lo numérico para mejorar la comprensión sobre la distribución de saldo y resultados negativos.

Utilizar una terminología de mayor amplitud que la del enfoque económico empresarial, para ampliar capacidad de uso en diversos sistemas económicos.

Adecuar formatos según medio por el cual se acceda por ejemplo celular o pc.

Generar informes de resultados y datos en formato pdf para favorecer procesos comunicacionales sobre los estudios efectuados e independencia de internet.

Instalar un sistema de búsqueda terminológico intuitivo.

Disponer sistemas de ayudas tales como manuales y ejemplos de estudios para favorecer el uso adecuado.

De acceso restringido con nombre de usuario y clave de ingresos para disponer mayor confidencialidad de la información, disponer sistemas de seguimiento de los usuarios.

Desarrollar una interface con funcionalidades para administrar el sistema que permita dar de alta y baja a usuarios y gestionar estudios públicos.

El sistema informático Tierra V2.0, se desarrolló respetando las etapas de captura de requisitos, análisis y diseño del sistema, implementación y testing. Para su implementación se utilizó lenguaje Java Server Pages JSP con inclusión de JavaScript para acceder a objetos en aplicaciones, realizar cálculos y contro-

les, los servlets y Java Server Pages (JSPs) son dos métodos de creación de páginas web dinámicas en servidor usando el lenguaje Java; MySQL como sistema de gestión de base de datos relacional, utilizando persistencia Java Data Objects (JDO) para el almacenamiento, actualización y acceso a la información, y el Servidor Web Apache Tomcat, un servidor HTTPS. Las páginas JSP contienen HTML5 y CSS mediante el Framework de diseño web Bootstrap. Las tablas en HTML son generadas por la librería de Javascript DataTable, para los gráficos estadísticos se utiliza la librería ChartJS. En todo el proceso de implementación se utiliza el sistema de control de versiones GIT y GitLab para su administración.

Esta versión fue sometida a acciones de control de operaciones por el grupo de investigadores y ajustada incluyendo recomendaciones de sesenta usuarios de Argentina vinculados a sistemas productivos pertenecientes a diferentes tipos de economías.

## RESULTADOS

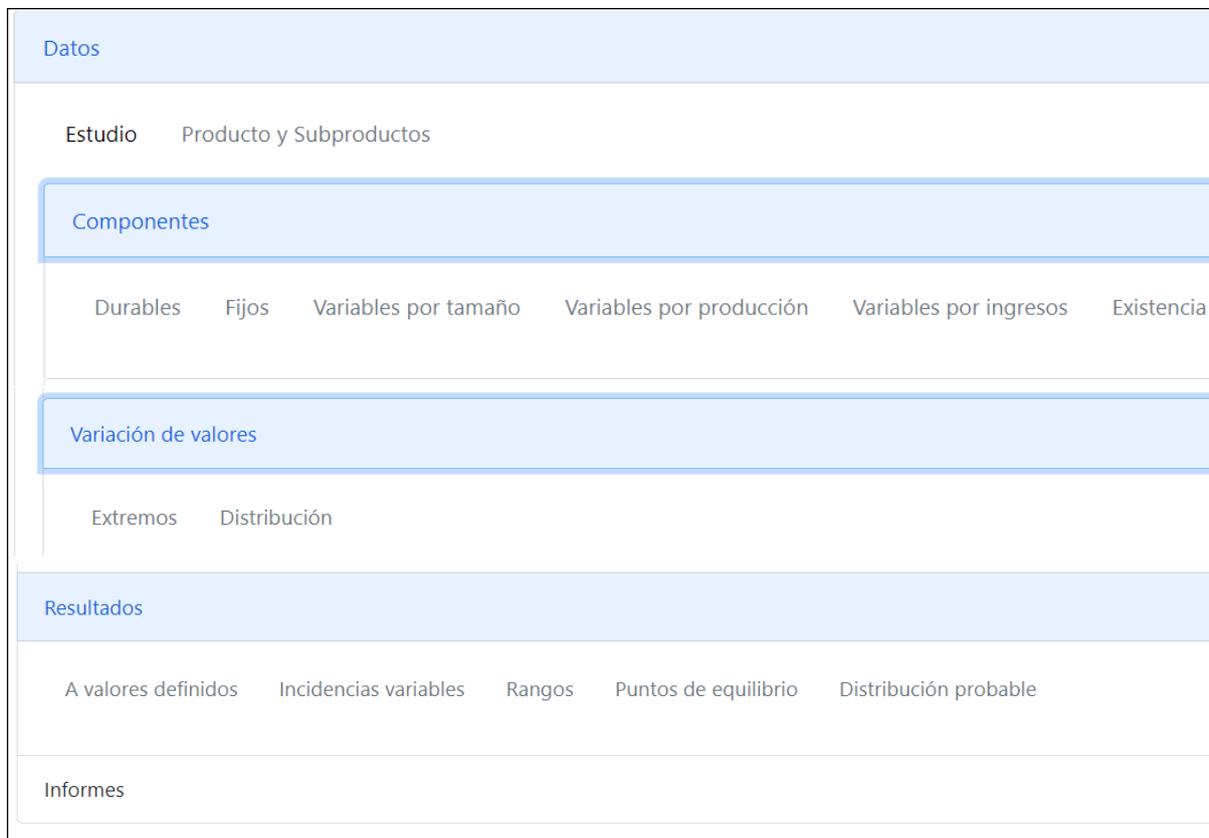
Como producto de esta labor científica interdisciplinaria se logró el desarrollo del software denominado Tierra Versión 2.0, con resolución de técnicas de simulación, destinado a facilitar la investigación de organizaciones de sistemas productivos de mayor sustentabilidad económica. Registro de propiedad intelectual N°-RE-2021-125391202-APN-DNDA#MJ (en trámite). Actualmente es posible acceder a sus funcionalidades como usuario general o administrador del programa desde el sitio <https://tierra.ayv.unrc.edu.ar> (Imagen N° 1).



Imagen 1. Interface para ingreso al software Tierra V 2.0



**Imagen 2.** Barra de menú usuario general



**Imagen 3.** Opciones de Datos y Resultados

Esta versión dispone para usuario general un menú de funcionalidades con las opciones (Imagen N° 2):

**Nuevo estudio** para generar un estudio completando campos sin información previa de un sistema productivo.

**Mis estudios** para acceder a estudios ya generados por el usuario o clonados de estudios públicos para visualizar, modificar, clonar con o sin conversiones de valores de unidades económicas, eliminar, comparar resultados de dos estudios, solicitar compartir un estudio en espacio público, o descargar en formato pdf.

**Estudios públicos** para acceder a estudios realizados por usuarios del programa que ofrecieron compartirlo para visualizar, clonar, comparar resultados de dos estudios o descargar en formato pdf. que son habilitados periódicamente por el administrador del sistema.

**Ayuda** para acceder al manual de usuarios.

El software solicita información, principalmente cuantitativa, referente a una organización de un sistema productivo necesaria de imputar para su almacenamiento en base de datos desde los campos Estudio, Producto y subproductos, Componentes y Variación de valores y determina resultados económicos agrupados en las opciones Valores definidos, Impacto de variables, Rango, Punto de equilibrio y Distribución de saldo económico luego de cubrir exigencias de retiro (Imagen N° 3).

Desde Datos Estudio el usuario general puede almacenar y acceder a información sobre particularidades de un estudio, características del sistema productivo e información ampliatoria del estudio.

Los datos sobre particularidades del estudio tienen como objeto facilitar búsquedas de estudios desde las opciones Mis estudio y Estudio públicos. Las mismas son referentes a título, autoría, campo de estu-

dio, temática, unidad de referencia de valoraciones y fecha de valoración. En campo de estudio el usuario puede seleccionar opciones de sistemas económicos de autoconsumo, economía popular, social, economía lucrativa o definir otra de su interés. Desde unidad de referencia de valoración seleccionar unidades predefinidas monetarias y no monetarias tal como la denominada Unidad Económica UE o definir otra de interés. Y desde un calendario definir el momento tomado para la valoración.

La información sobre especificidades del sistema productivo en estudio son las correspondientes a apelativo, la denominación de la unidad de tamaño y su tamaño en cantidad de unidades; la duración del ciclo productivo, seleccionando como unidad de medida de tiempo día, semana, mes, año o definiendo otra de interés; y la exigencia de retiros, cuantificación expresada en unidades económicas del requerimiento de extracción impuesto al sistema en estudio para un ciclo de producción definido.

También, desde datos del estudio se dispuso condiciones para almacenar información no cuantitativa, ampliatoria para mejor la comprensión de los estudios investigados, tales como los campos: detalles, donde se puede describir particularidades del estudio en no más de 2.000 caracteres, enlaces a sitios de interés y el espacio para adjuntar archivos.

Desde producto y subproductos permite disponer datos sobre denominación, unidad de medida, producción por unidad de tamaño o productividad y el valor por unidad. Definiendo como producto la salida principal, tangible o intangible, buscada para el sistema bajo estudio; y como subproductos otras salidas generadas por el sistema bajo estudio como consecuencia indirecta de la búsqueda del producto principal. En tanto, se muestran los resultados referentes a la cantidad total de producto y subproductos y el valor total para un ciclo productivo, determinados a partir de datos asignados a tamaño, la cantidad de unidades de producto y de subproductos por unidad de tamaño y valores unitarios con el fin de que el usuario confirme o ajuste tales datos.

Para asignar información sobre componentes intervinientes en sistema productivo tangibles o intangibles que utilice el sistema productivo el software dispone seis apartados denominados: durables, fijos, variables por tamaño, variables por producción, variables por ingreso y existencia.

**Durables:** para componentes destinados a durar más de un ciclo productivo.

**Fijos:** para los que se transforman totalmente en un ciclo productivo y cuyo valor no varía por cambios de tamaño, producción o el valor económico generado en producto y subproductos.

**Variables por tamaño:** para componentes que se transforman totalmente en un ciclo y cuyo valor varía por cambios en el tamaño del sistema productivo.

**Variables por producción:** para los que se transforman totalmente en un ciclo y cuyo valor varía según la cantidad de producto logrado.

**Variables por ingreso:** para aquellos que se transforman totalmente en un ciclo y cuyo valor varía por cambios en el valor económico generado en productos y subproductos.

**Existencia:** componentes tangibles e intangibles, necesarios de disponer en un ciclo productivo, que no se transformen en el proceso.

Permitiendo definir para los componentes intervinientes: la denominación, la unidad de medida, la cantidad, el valor unitario expresado en unidad de valoración elegida y la incidencia de uso. El programa muestra resultados como el valor total, el cambio de valor en el ciclo y el valor afectado para que el usuario confirme o ajuste datos imputados.

Desde la opción variación de valores permite disponer información para la resolución de técnicas de simulación sobre valores extremos de variables intervinientes (máximo y mínimo imputado como valores porcentuales en relación al valor definido) y distribuciones de frecuencias probables de ocurrencia de las variables tamaño, productividad y valor económico de la unidad de producto. Para este último apartado esta versión genera cinco estratos a partir de valores extremos definidos, sobre los que se deben imputar distribuciones de frecuencias posibles estimadas según consideraciones de condiciones internas y externas que afecten al sistema productivo en estudio.

El Software Tierra V2.0 a partir de datos almacenados para un estudio permite visualizar para un ciclo productivo, en unidades de valoración económicas los siguientes resultados:

**A valores definidos:** el valor económico total y composición de lo producido, de lo transformado, el saldo económico antes y luego de exigencias de retiro, los componentes afectados y la eficiencia económica.

La incidencia de variables intervinientes en el saldo económico luego de exigencia de retiro para identificar las de mayor y menor impacto, determinados para cambios en un 10 % en los valores definidos.

El rango en saldo económico asumiendo valores extremos posibles de variables intervinientes para identificar las que ocasionan mayor y menor rango en este resultado.

Los puntos de equilibrios valores umbrales de variables intervinientes, que hacen el saldo económico luego de exigencia de retiro igual a cero y la holgura respecto a sus valores para la condición definida, máximos y mínimos posibles.

La distribución de saldos económicos después de retiro para un ciclo productivo según frecuencias de ocurrencia de distintos tamaños, productividades y valores de cada unidad de producto dispuesto en tabla y gráfica, el valor del saldo promedio ponderado, valores mínimo y máximo y la probabilidad de resultados negativos.

En esta versión el usuario general dispone de las funcionalidades Clonar, Comparar 2 estudios y Estudios Públicos para facilitar investigaciones de cambios de políticas de condiciones en la organización de un sistema productivo.

Clonar para duplicar y almacenar datos correspondientes a un estudio ya creado.

Comparar 2 estudios para visualizar de manera comparativa en tabla y gráfica distribuciones probables de saldos de dos estudios seleccionados.

Estudio Publico para clonar o visualizar estudios creados y ofrecidos por la comunidad de usuarios del programa, autorizados por el administrador.

También esta versión dispone de una interface para un usuario administrador con funcionalidades para disponer altas y bajas de usuarios, buscar y comu-

nicar información de estudios almacenados, y para gestionar estudios públicos. (Imagen N° 4).

## CONCLUSIONES

El software Tierra Versión 2.0 reúne funcionalidades para estudiar de manera sencilla comportamientos de resultados económicos de organizaciones de sistemas productivos reales o hipotéticos, pertenecientes a cualquier tipo de economía aplicando técnicas de simulación. Actualmente se encuentra disponible desde <https://tierra.ayv.unrc.edu.ar>

Este software fue creado para favorecer la investigación de políticas de intervención en la organización de sistemas productivos que logren mayor sustentabilidad económica, saldos luego de cubrir exigencias de retiro superiores, disminuya la dispersión y la frecuencia probable de saldos negativos.

Se encuentra registrado como propiedad intelectual y fue financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica y la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Para lograr mayor aplicación se recomienda disponer acciones de transferencia y capacitación considerando como destinatarios agentes que puedan actuar directa o indirectamente en modificaciones de condiciones de sistema productivo.

Para lograr un mejor aprovechamiento disponer un servicio de apoyo a usuario y medios para recobrar y difundir experiencias de aplicabilidad en la resolución de problemas organizacionales de sistemas productivos.

Disponer de sistema de evaluación por parte de usuarios sobre seguridad, accesibilidad y de facilidad de uso para mejora la calidad del software en nuevas versiones

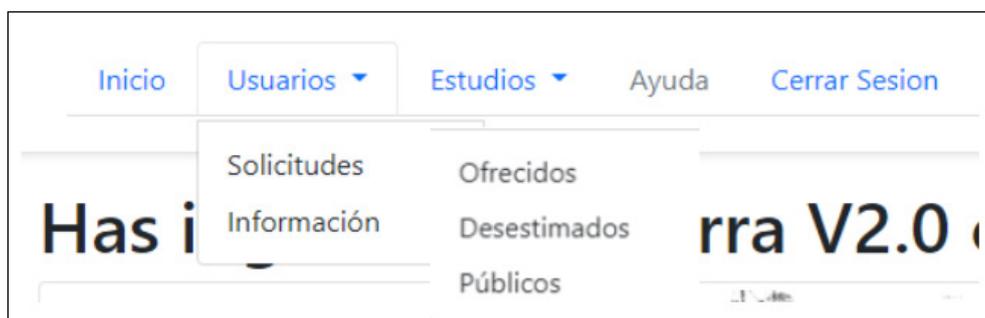


Imagen 4. Barra menú del Administrador

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carro Paz, R. 2009. Investigación de operaciones en Administración. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Disponible en <http://nulan.mdp.edu.ar/1851/1/01464.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (CEPAL/ACNUDH), Cambio climático y derechos humanos: contribuciones desde y para América Latina y el Caribe (LC/TS.2019/94/Corr.1), Santiago, 2019. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44970/S1901157\\_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44970/S1901157_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Suarez R.; Lomello V.; Giovannini F. 2021. Manual usuario Tierra V 1.0: Programa para evaluación económica de sistemas de producción con técnicas de simulación Material elaborado para apoyar actividades de docencia, investigación y extensión.