



Esta obra está bajo una  
[Licencia Creative Commons  
Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)  
Vea una copia de esta licencia en  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

## **Tesis**

# **Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática

### **Autor:**

Sergio Panduro Baltazar

<https://orcid.org/0009-0005-7615-0974>

### **Asesor:**

Ing. Dr. Juan Carlos García Castro

<https://orcid.org/0000-0002-8890-8800>

**Tarapoto, Perú**

**2024**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Tesis

## **Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática

**Presentado por:**

Sergio Panduro Baltazar

**Sustentado y aprobado el 19 de julio del 2024, ante el honorable jurado:**

---

**Presidente de Jurado**  
Ing. Dra. Janina Cotrina Linares

---

**Secretario de Jurado**  
Ing. Dr. Andy Hirvyn Rucoba  
Reátegui

---

**Vocal de Jurado**  
Ing. Dr. Alberto Alva Arévalo

---

**Asesor**  
Ing. Dr. Juan Carlos García  
Castro

**Tarapoto, Perú**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

Resolución N° 12-2024-UNSM/FISI-D (17.07.2024)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

A las 09:00 horas del día viernes 19 de julio del año 2024, se inició el acto público de sustentación del trabajo de investigación "MODELO DE DINAMICA DE SISTEMAS PARA PREDECIR LA PRODUCCIÓN DEL CACAO EN LA REGION SAN MARTÍN" presentado por SERGIO PANDURO BALTAZAR, con la asesoría Ing. Dr. Juan Carlos García Castro.

Instalada la mesa directiva conformada por:


Presidente : ING. M. Sc. JANINA COTRINA LINARES DE QUEZADA  
Secretario : ING. DR. ANDY HIRVYN RUCOBA REÁTEGUI  
Vocal : ING. DR. ALBERTO ALVA ARÉVALO


El presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 12-2024-UNSM/FISI-D.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2. del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue DIECIOCHO (18); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

  
ING. M. Sc. JANINA COTRINA  
LINARES DE QUEZADA  
Presidente

  
ING. DR. ANDY HIRVYN  
RUCOBA REÁTEGUI  
Secretaria

  
ING. DR. ALBERTO ALVA ARÉVALO  
Vocal

## Declaratoria de autenticidad

**Sergio Panduro Baltazar**, con DNI N° 44886101, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 19 de julio de 2024



**Sergio Panduro Baltazar**

44886101

Autor

## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b> Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín.</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Ciencias de Sistemas e Informática.  <b>Línea de investigación:</b> Estrategias de tecnologías de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.  <b>Sublínea de investigación:</b> Inteligencia artificial y recuperación de la información  <b>Grupo de investigación:</b>  <b>Tipo de investigación:</b>          Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Sergio Panduro Baltazar</p>	<p>Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática <a href="https://orcid.org/0009-0005-7615-0974">https://orcid.org/0009-0005-7615-0974</a></p>
<p><b>Asesor:</b> Ing. Dr. Juan Carlos García Castro</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b> Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática Unidad o Laboratorio Ingeniería de Sistemas e Informática <a href="https://orcid.org/0000-0002-8890-8800">https://orcid.org/0000-0002-8890-8800</a></p>

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios Padre Todopoderoso, quien me inspiró y me dio la fuerza para continuar el proceso de realizar uno de mis sueños más anhelados.

A mis padres María Agripina Baltazar Pérez y Eduardo Panduro Grandez, por su amor, trabajo y sacrificio a lo largo de los años. Gracias a ti he llegado aquí y me he convertido en quien soy.

A mi hija Leandra Panduro Bazán y a todos aquellos que de una u otra manera me apoyaron e hicieron de este proyecto un éxito, especialmente aquellos que nos abrieron sus puertas y compartieron su comprensión en el tema realizado.

**Sergio**

## **Agradecimiento**

Primeramente, a Dios todo poderoso por darme la vida, ser el apoyo y mi guía en sucesos de tropiezos y de flaqueza., por iluminarme a lo largo de mi vida, y bendecirme con mi hija Leandra Panduro Bazán quien es mi motor y motivo para seguir en esta superación profesional.

Agradecido a mis padres María Agripina Baltazar Pérez y Eduardo Panduro Grandez por ser los primeros impulsores de mis sueños, por confiar y creer en mis ideales, por sus consejos, valores y sobre todo la lucha por lo que se quiere.

A cada uno de los docentes de mi alma mater la Escuela de Ingeniera de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín, por haberme compartido sus conocimientos en la carrera larga de mi preparación como profesional.

**El autor**

## Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento .....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas .....	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN .....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.2. Fundamentos teóricos.....	22
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación .....	33
3.1.1. Ubicación política.....	33
3.1.2. Ubicación geográfica .....	33
3.1.3. Periodo de ejecución .....	33
3.1.4. Autorizaciones y permisos.....	33
3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	33
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales .....	33
3.2. Sistemas de variables .....	34
3.3. Procedimientos de la investigación.....	34
3.3.1. Objetivo específico 1 .....	36
3.3.2. Objetivo específico 2 .....	36
3.3.3. Objetivo específico 3 .....	36
3.3.4. Objetivo específico 4 .....	37
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38

4.1. Objetivo específico 1 .....	38
4.2. Objetivo específico 2 .....	39
4.3. Objetivo específico 3 .....	39
4.4. Objetivo específico 4 .....	40
4.5. Objetivo general .....	44
4.6. Discusión .....	45
CONCLUSIONES .....	50
RECOMENDACIONES .....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
ANEXOS.....	55

## Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables por objetivo específico 1 .....	34
Tabla 2 Aplicación del modelo de dinámica de sistemas. ....	38
Tabla 3 Proceso predicción de la producción de cacao.....	39
Tabla 4 Distribución de datos de las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de predicción de la producción de cacao. ....	40
Tabla 5 Relación entre las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín .....	40
Tabla 6 Producción final de cacao de 2025 al 2030. ....	43
Tabla 7 Distribución de datos de las variables del estudio. ....	44
Tabla 8 Relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.....	45

## Índice de figuras

Figura 1 Ejemplo de diagrama causal .....	26
Figura 2 Ejemplo de diagrama de Forrester .....	27
Figura 3 Representación gráfica de los modelos en dinámica de sistemas.....	27
Figura 4 Aplicación del modelo de dinámica de sistemas. ....	38
Figura 5 Proceso predicción de la producción de cacao. ....	39
Figura 6 Modelo de dinámica de sistemas para la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.....	42
Figura 7 Producción final de cacao de 2025 al 2030. ....	43
Figura 8 Dispersión de datos de las variables de estudio. ....	45

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción del proceso de producción en la región San Martín. El estudio fue de tipo básica, enfoque cuantitativo, método deductivo, nivel relacional y diseño no experimental de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 35 especialistas en producción de cacao de la región San Martín 2023. La técnica aplicada fue la encuesta, mientras que el instrumento usado fue el cuestionario. Los resultados muestran que el 68.6 % de los especialistas perciben a la aplicación del modelo de la dinámica de sistemas como buena. En tanto, el 65.7 % perciben como eficiente el proceso de predicción de la producción del cacao. Las dimensiones; aspectos tangibles, aspectos técnicos y aspectos prácticos y de aplicación, pertenecientes al modelo de dinámica de sistemas se relacionan de manera positiva y significativa con el proceso de predicción de producción de cacao ( $Rho = 0.721; 0.656; 0.708$  y  $p < 0.05$ ). También, se predice una producción fluctuante en los próximos 6 años, con un promedio de 36056.35 toneladas por año. Se llegó a concluir que el modelo de dinámica de sistemas se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao ( $Rho$  igual a 0.781). A su vez, el valor  $R^2$  igual a 0.6099 ha evidenciado que el modelo de dinámica de sistemas influye en un 60.99 % en el proceso de predicción de la producción de cacao.

**Palabras clave:** modelo de dinámica de sistemas, predicción de la producción de cacao, simulación de sistemas

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the relationship between the system dynamics model and the prediction of the production process in the San Martin region. It was a basic study, with a quantitative approach, deductive method, relational level and non-experimental cross-sectional design. The sample consisted of 35 cocoa production specialists in the San Martin 2023 region. The applied technique was the survey, while the instrument used was the questionnaire. The results show that 68.6% of the specialists perceive the application of the system dynamics model as good. Meanwhile, 65.7% perceive the cocoa production prediction process as efficient. The dimensions: tangible aspects, technical aspects and practical and application aspects, belonging to the system dynamics model are positively and significantly related to the cocoa production prediction process ( $Rho = 0.721; 0.656; 0.708$  and  $p < 0.05$ ). Also, a fluctuating production is predicted in the next 6 years, with an average of 36056.35 tons per year. It was concluded that the system dynamics model is significantly related to the prediction process of cocoa production ( $Rho$  equal to 0.781). In turn, the  $R^2$  value equal to 0.6099 showed that the system dynamics model has a 60.99% influence on the prediction process of cocoa production.

**Keywords:** system dynamics model, cocoa production prediction, system simulation.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Después de un intenso proceso de colonización de la selva que comenzó en 1930, el cultivo del cacao en Perú se volvió comercialmente relevante. Durante varias décadas, el objetivo principal de la industria del cacao, de lento crecimiento, fue satisfacer la demanda interna. El cultivo no recibió un impulso mayor hasta después de 1980, cuando los esfuerzos por lograr un desarrollo alternativo mediante la cooperación internacional y la creciente demanda en el exterior impulsaron este cambio (López et al., 2020).

Las regiones productoras de cacao del Perú albergan una amplia gama de poblaciones, grupos étnicos indígenas y ecotipos de cacao, lo que destaca los importantes orígenes del cacao del país, que están marcados por una importante diversidad y variación genética. Comprender y comunicar las verdaderas características agronómicas e industriales (tanto favorables como desfavorables) de dichas variedades; y promover su rescate, conservación, mejoramiento genético y mejoramiento genético; es la demanda de los agricultores, las necesidades de la industria, las necesidades de las instituciones, las necesidades de los consumidores finales (Agraria, 2020).

El mejoramiento genético de una especie debe comenzar con un conocimiento verdadero y completo de sus recursos genéticos. Si bien todos los programas de mejoramiento genético del cacao sin excepción (Centroamérica, América Latina, África y Asia) parten de una base genética estrecha, lo que constituye un serio obstáculo para el desarrollo de germoplasma de élite, la expansión y el mejoramiento de esta base genética deben fortalecerse mediante actividades previas a la reproducción (recolección, caracterización, evaluación, reproducción/regeneración, documentación. Y métodos eficaces para la mejora genética de la participación (Avendaño et al., 2013).

Actualmente, con la ayuda de herramientas biotecnológicas es posible acelerar y aumentar la efectividad de los métodos tradicionales de mejoramiento genético; caracterizar molecularmente árboles élite, propagarlos y demostrar su identidad genética. Por lo tanto, el aporte de la biotecnología es muy valioso y necesario para desarrollar variedades con mayor rendimiento, mejor calidad sensorial y resistencia a las principales enfermedades del cacao.

En los últimos años, se ha producido una creciente aceptación del cacao como cultivo sustituto más lucrativo en la selva peruana. Como ocurre en otras partes del mundo, esto ha dado lugar a procesos de conversión forestal y sus repercusiones relacionadas (Olanrewaju, 2008); La mayoría de las plantaciones modernas de cacao dependen del uso de áreas desbrozadas que se han creado mediante la tala, el desmonte y la quema del bosque para aprovechar la fertilidad natural de un sistema tradicional que rota cultivos como el maíz, los frijoles, el banano y el cacao en último lugar. (Arevalo, 2014).

La creciente demanda nacional e internacional del cacao ha hecho que en los últimos años este cultivo haya cobrado cada vez mayor importancia en la región de San Martín, donde actualmente se encuentran sembradas 11.639 hectáreas. El cultivo es producido por unas 7.000 personas, la mayoría de ellas agricultores tradicionales repartidos por todas las provincias del departamento de San Martín, siendo las más destacadas Tocache, Mariscal Cáceres, Huallaga y El Dorado. Se produce en promedio unos 800 kg de producto por hectárea. Esta superficie produce 1.082.427 jornales de trabajo diario (Dirección Regional de Agricultura San Martín, 2016).

Bajo los ejes de producción, protección e inclusión, diversas instituciones de la zona de San Martín, lideradas por el Gobierno Regional, impulsan un proyecto que busca mejorar la productividad y calidad del cacao en este departamento de manera sostenible. Para ello, el proyecto permitirá producir cerca de 11 mil toneladas de cacao, que en los próximos tres años reportarán ingresos por 82 millones de soles. Además, 5.200 productores organizados en 108 comités zonales accederán a mercados formales e inclusivos (Andina, 2018).

Hace 20 años, en la región de San Martín se producían apenas 300 hectáreas; en la actualidad, más de 44.000 hectáreas están sembradas con cacao. Esta plantación cambió para siempre la vida de los productores, que además les brindó la posibilidad de emprender empresas especializadas en torno a este cultivo (Guivin, 2018). Entonces el problema radica en que el enfoque de producción, protección e inclusión no se está realizando de una manera óptima lo que conlleva a una deficiente predicción de la producción del cacao en la Región San Martín, debido a que la información recolectada es errónea por parte de nuestras autoridades competentes que deriva a una deficiente identificación de las variables críticas, con datos inconsistentes con respecto a la producción lo que refleja las inadecuadas herramientas para predecir y el poco uso que le damos a las tics en las entidades lo que deriva en un deficiente monitoreo de actividades.

Es por esta razón que en la actualidad que el modelado y la simulación son herramientas con múltiples aplicaciones en todas las ramas de la ciencia y la ingeniería y que nos ayudaran a analizar los procesos actuales para así mejorarlos y buscar la optimización y el diseño de fases predictivas, pronosticando resultados a corto, mediano y largo plazo.

Considerando lo antes mencionado, se formuló el problema de investigación ¿Cómo el modelo de dinámica de sistemas se relaciona con la predicción del proceso de producción en la región San Martín? De tal manera que el objetivo general del estudio fue: Determinar la relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción del proceso de producción en la región San Martín. Mientras que los objetivos específicos fueron: a) Analizar la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín. b) Analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín. c) Establecer la relación entre las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de la predicción de la producción de cacao en la región San Martín. d) Desarrollar un modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín. Finalmente, la hipótesis de la investigación quedo definida como: El modelo de dinámica de sistemas se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **Antecedentes internacionales**

(Mena Vélez & Calo Machay, 2020), Lugar: Quito – Ecuador, se realizó la siguiente investigación: “Modelo Arima para el pronóstico de la producción de cacao en el Ecuador para el periodo 2020-2024”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Estadística. El objetivo principal fue encontrar el modelo de pronóstico ARIMA, que proporciona la mayor explicación del patrón de producción de cacao ecuatoriano de 2020 a 2024. Conclusiones: La relación entre el desempeño particular de una unidad en una muestra y una o más cualidades o características conocidas de la unidad (datos históricos) se modela mediante modelos predictivos. El objetivo del modelo es determinar la probabilidad de que una unidad comparable en una muestra diferente se comporte de una manera particular. Los modelos de esta categoría incluyen modelos de detección de fraude, que se utilizan en marketing y otros campos donde se buscan patrones de datos ocultos para obtener respuestas a consultas de desempeño de los clientes. La capacidad de una organización para tener éxito depende del calibre de las decisiones que toman sus empleados, siendo crucial el uso de sistemas de apoyo a la toma de decisiones y expertos. Los modelos predictivos con frecuencia realizan cálculos mientras una transacción está en curso.

(Box et al., 2016) en su publicación de G.P.E Box y G.M Jenkins “Times Series Análisis: Forecasting and Control” En la década de 1970 surgió una nueva generación de herramientas de predicción, cuyo proceso se denominó técnica Box-Jenkins (oficialmente denominada metodología ARIMA). Dado que una variable Y puede expresarse como una función de sus valores pasados, La investigación de las características estocásticas o probabilísticas propias de las series temporales económicas constituye la base de esta técnica de predicción. A este enfoque se lo denomina a veces modelos ateóricos porque, a diferencia de los modelos de regresión clásicos, no existe ninguna relación causal. Conclusiones: Mediante la georreferenciación en el software ArcGis, se logró sectorizar la producción de cacao del Ecuador desde el 2015 al 2019. Se destacaron cuatro provincias con la producción promedio más alta, Guayas con 59.169 toneladas, Los Ríos con 51.151 toneladas, Manabí con 30.128 toneladas y Esmeraldas con 20.989 toneladas. Estas provincias siguieron creciendo año tras año. Imbabura inició su participación en el 2017 y mantuvo un promedio de 147 toneladas hasta el 2019. Solo dos de las veinticuatro

provincias del país, Galápagos y Tungurahua, producen cacao. Es importante recordar que vivimos en la era del conocimiento y la información. Un modelo estadístico se crea a partir de datos mediante modelos predictivos, disponibles para predecir los que no están disponibles, Dando a las empresas la capacidad de decidir tanto estratégica como tácticamente, que les otorgan una ventaja sobre sus rivales. Es necesario que exista un conjunto de datos lo suficientemente grande para poder identificar patrones que permitan crear reglas que permitan anticipar eventos futuros, lo que es un requisito básico para realizar análisis predictivos.

(Rodríguez Rodríguez & Luna Gómez, 2020), Lugar: Bucaramanga – Colombia, se realizó la siguiente investigación: “Dinámica de sistemas aplicada a la toma de decisiones en la producción y comercialización pecuaria de Santander (Colombia). un caso de aplicación en un hato ganadero de la provincia de García Rovira”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero de Sistemas. Objetivo: Como ejemplo de aplicación a la industria ganadera local, se está desarrollando un prototipo de simulador basado en un modelo de Dinámica de Sistemas para un hato ganadero de la Provincia de García Rovira (Santander, Colombia) para ayudar en la toma de decisiones durante la producción y comercialización. Metodología: Teniendo en cuenta que este proyecto fue de desarrollo tecnológico aplicado y de enfoque mixto. Conclusiones: Con el objetivo de modelar el sistema de producción del hato ganadero La Hoyada el Tejar, en este proyecto se analizaron diversas investigaciones que se han realizado en el sector agropecuario, lo que permitió identificar la problemática que enfrentan los productores ganaderos, así como determinar las variables que típicamente influyen en los procesos de producción de este sector y facilitar su caracterización. El resultado final fue un prototipo de interfaz de simulación que permite evaluar posibles escenarios y resultados a mediano y largo plazo en respuesta a las decisiones que toma el ganadero respecto de su hato. El usuario puede estimar diversos escenarios, como trabajar con ganado de una raza diferente dentro del hato, dar concentrados a animales en etapas productivas que no están recibiendo alimento adicional en este momento y predecir cambios en el costo de la leche, la carne, los concentrados, los servicios y los salarios. Este prototipo permite al usuario examinar opciones como emplear personal adicional para completar una tarea, comprar antiparasitarios, medicamentos u otros suministros y comprar o vender ganado dentro de un marco de tiempo específico.

(Villazon Arrieta, 2019), Lugar: Sincelejo-Sucre – Bolivia, se realizó la siguiente investigación: “Modelo de Dinámica de Sistemas para la Cadena Productiva del Dioscórea SPP en la Región Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo”. Tesis

para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Objetivo: Modelar el sistema productivo del Dioscórea SPP, mediante dinámica de sistema, con el fin de analizar las interacciones y actividades desempeñadas dentro de los escenarios propuestos orientados hacia la sostenibilidad del producto Dioscórea SPP en el mercado. Metodología: Para llevar a cabo la investigación fue necesario hacer uso de destrezas que nos permitieron acercarnos de manera acertada al cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos; por ello conoceremos las aplicaciones técnicas necesarias para resolver la problemática planteada, y por ende las soluciones propuestas a través del modelamiento con Dinámica de sistemas. Para realizar una simulación mediante Dinámica de sistemas se plantea dar seguimiento a cuatro etapas que complementan el proceso de ejecución del modelo. Conclusiones: Para dar conclusión a este trabajo de tesis, el siguiente capítulo será dedicado para exponer las conclusiones y recomendaciones logradas durante la realización de este proyecto. Así pues, los aportes principales de este trabajo realizado tienen como fundamento principal poner en evidencia la realidad de la cadena productiva para el cultivo de ñame. En consecuencia, a los resultados obtenidos en esta investigación se demuestra que, los métodos implementados actualmente para los procesos de producción del tubérculo no han presentado mejoras, esto se ve reflejado en la calidad del producto final. Lo cual no es favorable para los productores, ya que se dejan de aprovechar las oportunidades que brindan los avances tecnológicos que hoy se ofrecen en temas relacionados con la agricultura. El reto de desarrollar un modelo con dinámica de sistemas para la cadena productiva del Dioscórea spp nos brinda ciertas ventajas competitivas, ya que este modelo nos permite realizar modificaciones a conveniencia en cada una de las variables que puedan llegar a comprometer la producción del tubérculo, y así mismo poder realizar proyecciones a futuro sobre los niveles de ganancias y pérdidas generados durante los mismos periodos productivos.

(Torres Flórez, 2018), Lugar: Pamplona – Colombia, se realizó la siguiente investigación: “Modelo de producción avícola usando eventos discretos y ciclos de realimentación”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero de Sistemas. El objetivo de este estudio es desarrollar un modelo predictivo de la producción de huevos en gallinas reproductoras mediante la integración de sistemas de eventos discretos y técnicas de bucles de retroalimentación. Metodología: Se identificaron cuatro subsistemas que interactúan entre sí e impactan el desempeño general del sistema de producción a lo largo del proceso intensivo de fabricación de huevos. El número de aves, los recursos financieros, el suministro de alimento y el inventario de huevos son estos subsistemas.

Conclusiones: Los objetivos antes mencionados se cumplieron en este trabajo, considerando que el tema sugerido teóricamente logró mostrar un alto grado de efectividad con los datos de simulación propuestos al momento de realizar las simulaciones en el software Arena, lo que permitió obtener un buen resultado de implementación del modelo, brindando una visión clara del modelo de producción avícola desarrollado en este proyecto y posibilitando resultados favorables que facilitan su aplicación en proyectos de producción avícola. Con el uso de lazos de control presentes en la modalidad de explotación pecuaria, en este proyecto se ha modelado el comportamiento de un sistema de producción de pollos con énfasis en producción de huevos, demostrando que la Dinámica de Sistemas puede ser aplicada a modelos pecuarios de mediana complejidad. Es importante destacar que el modelo de simulación creado en este trabajo tiene como objetivo ofrecer un diagnóstico de apoyo para ayudar al usuario a tomar mejores decisiones.

### **Antecedentes nacionales**

(De Vinatea Ramírez, 2019), Lugar: Tacna – Perú, realizó el siguiente estudio: “Utilizando un modelo de dinámica de sistemas, se predice que la población de estudiantes en riesgo de deserción académica de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Ingeniería se beneficiará de tutorías”. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae con énfasis en informática y computación. El objetivo de este estudio es crear un modelo de dinámica de sistemas que permita pronosticar el impacto de las tutorías en los estudiantes en peligro de abandonar académicamente la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Ingeniería. Metodología: Este estudio utiliza un diseño de corte, explicativo, predictivo, longitudinal, retrospectivo y es experimental (pre-experimental). Conclusiones: Los siguientes rasgos definen el Perfil Psicológico de la Población Estudiantil en Riesgo Académico (ARA) 2018: Falta de un grupo de trabajo para las clases y escasas habilidades sociales. Apatía y falta de denuncias ante las autoridades (desestiman una denuncia legítima). Su coeficiente intelectual (CI) es alto. Dejan para el final cualquier trabajo o estudio (no planifican su horario). Según lo afirma la Dirección de Bienestar Universitario y Tutorías. Es fundamental confirmar la línea de vida del estudiante en riesgo académico, que incluye cubrir sus necesidades de vestimenta, alimentación, vivienda, movilidad y tiempo de estudio. Además, según Psicología: El Estudiante en Riesgo Académico, una parte importante del tiempo se dedica a pasatiempos, lo que sugiere que la clave del éxito está en la modificación de la actitud. El elemento primordial en la recuperación de los Estudiantes en Riesgo Académico es el cambio psicológico de perspectiva respecto a sus responsabilidades

y hábitos de estudio. Para superar los problemas y dificultades que se plantean con frecuencia en clase, los estudiantes en Riesgo Académico necesitan fortalecer su inteligencia interpersonal (II). Al trabajar en conjunto con sus compañeros, pueden resolver problemas similares con una perspectiva más amplia. c. Talleres. Se prevé que la Oficina de Tutorías habrá terminado de rehabilitar a los Estudiantes en Riesgo en 2020-2021. Los talleres no fueron diseñados teniendo en mente el apoyo cognitivo de los estudiantes en riesgo y, dado que no se contrataron tutores asistentes para ayudar a los estudiantes en riesgo, la catástrofe prevista de perder tantos estudiantes (260) se proyectó en la simulación. La transmisión del apoyo cognitivo de los estudiantes tutores durante los talleres fomenta la empatía generacional y los excelentes resultados de aprendizaje, logrando así el objetivo de la tutoría.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. Dinámica de sistemas**

Es una metodología comúnmente utilizada para investigar y modelar el comportamiento de cualquier forma de sistema, siempre que tenga bucles de retroalimentación y retrasos, así como su comportamiento a lo largo del tiempo. La dinámica de sistemas organiza los datos en un modelo de simulación por computadora utilizando ideas del dominio de control de retroalimentación. En el mundo real, las computadoras asumen los roles de las personas. La simulación resultante muestra las consecuencias de la representación del comportamiento del sistema por parte del modelo (Rios, 2016).

En su sentido más amplio, el pensamiento sistémico se refiere a una amplia gama de técnicas, instrumentos y conceptos diversos que tienen como objetivo investigar las interacciones entre las fuerzas que forman parte de un proceso compartido. Según León et al. (2003) existe un tipo particular de pensamiento sistémico que se ha vuelto increíblemente útil como vocabulario para explicar el logro de cambios exitosos en las organizaciones. Nos referimos a esta versión como "dinámica de sistemas".

#### Suceso continuo

La simulación continua es como tener un depósito con un flujo constante de fluido a través de una tubería. El flujo es constante, aunque el volumen pueda subir o bajar. Los cambios de valor en los modelos continuos dependen directamente de las variaciones de tiempo.

#### Suceso discreto

Los sucesos discretos incluyen cosas como llamadas de clientes, pedidos que llegan y piezas que se construyen. Solo cuando estas cosas suceden los modelos pasan por un estado de cambio.

#### Diagramas causales

Demuestran cómo se comporta el sistema. Al describir las variables y las conexiones entre cada par de variables, nos permiten comprender la estructura de un sistema dinámico.

Las relaciones que conectan dos elementos son de los siguientes tipos:

Una relación CAUSA-EFECTO es aquella en la que un elemento A influye en otro elemento B.

VÍNCULO CONTRARRATIVO: la presencia de una correlación, pero no una relación de causa y efecto entre dos componentes del sistema.

#### Límites del sistema

Los límites del sistema son un subconjunto de los elementos que trabajan juntos para producir los patrones de comportamiento. Se utilizará la ubicación del estudio. Se ignorarán los elementos que no sean relevantes.

#### **Variables primarias en los modelos**

Las variables exógenas son aquellas que tienen un impacto en el sistema sin crearlo.

Variables endógenas que se originan en el sistema, pero tienen un impacto en él.

#### **Categorías de paradigmas de modelado**

Durante siglos, el estudio de modelos para ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales sirvió como base para la creación de sistemas dinámicos. Estos permitieron representar con éxito los sistemas dinámicos que existen en la naturaleza (de hecho, la física y este campo de estudio alcanzaron un éxito tan enorme que permearon casi todos los aspectos del pensamiento científico).

Por otra parte, la tecnología actual ha hecho posible la existencia de sistemas dinámicos que son difíciles de representar adecuadamente mediante ecuaciones diferenciales ordinarias o parciales. Las cadenas de producción o montaje, las redes informáticas y de comunicaciones, los sistemas de control de tráfico aéreo y terrestre, los sistemas de control militar, etc. son algunos ejemplos de este tipo de sistemas.

La llegada o la salida de un trabajo, el comienzo o el final de una obra y otros sucesos discretos son ejemplos de interacciones intrincadas que determinan cómo evoluciona el tiempo en estos sistemas. En lugar de cambiar continuamente, el "estado" de tales sistemas solo varía en momentos específicos en el tiempo. Un método alternativo para examinar el comportamiento de estos intrincados sistemas parece ser la simulación. Uno de los primeros usos de la simulación por computadora fue en el Proyecto Manhattan, donde se utilizaron técnicas de Monte Carlo para estudiar la dispersión aleatoria de neutrones con el fin de crear el arma atómica.

El desarrollo de las técnicas de simulación se ha visto muy afectado por la tecnología informática, y los enfoques teóricos actuales han sido influenciados por el hardware, las interfaces de usuario y las herramientas de programación. Se pueden utilizar diferentes criterios para clasificar la amplia gama de paradigmas de modelado. Hay dos tipos de paradigmas temporales relacionados con la base temporal: paradigmas de tiempo discreto, donde el tiempo progresa saltando de un valor entero a otro (el tiempo es un entero), y paradigmas de tiempo continuo, donde se supone que el tiempo evoluciona continuamente (es un número real). Existen tres paradigmas distintos sobre los conjuntos de valores de las variables descriptivas en el modelo: estados o eventos discretos, donde las variables toman valores dentro de un conjunto discreto, continuo, donde las variables son números reales, y mixto.

### **Ventajas y desventajas del uso de la simulación**

Aunque la mayoría de las personas aún considera que la simulación es un método de último recurso, los recientes avances en la metodología de simulación, combinados con la abundancia de software disponible, han hecho de la simulación una de las técnicas más populares en el análisis de sistemas.

Thomas H. Naylor ha propuesto que se recomienda encarecidamente un estudio de simulación por las siguientes razones, además de las mencionadas anteriormente:

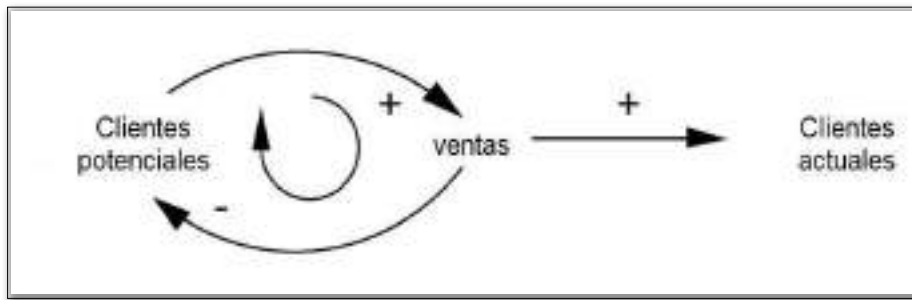
- Al alterar el modelo del sistema y analizar las consecuencias de esos cambios en el comportamiento del sistema, se puede utilizar un estudio de simulación para examinar los efectos de los cambios internos y externos en el sistema. Un examen exhaustivo del sistema que se está simulando puede ayudar a comprenderlo más profundamente.
- Los estudiantes pueden aprender los fundamentos del análisis teórico, el análisis estadístico y otras materias utilizando técnicas de simulación como herramienta de enseñanza. Mediante el uso de la simulación, se pueden entender

mejor los sistemas complejos en términos de cómo funcionan, qué variables clave interactúan entre sí y cómo se relacionan entre sí.

- Mediante el uso de métodos de simulación, se pueden experimentar con escenarios novedosos para los que hay poca o ninguna información disponible. Es posible predecir con mayor precisión posibles resultados imprevistos gracias a esta experimentación. La capacitación del personal es otra aplicación de los métodos de simulación. A veces es posible obtener una buena aproximación de un sistema (como los juegos de negocios) y luego utilizarla para capacitar y brindar experiencia a ciertos miembros del personal.
- La simulación se puede utilizar para predecir cuellos de botella u otros problemas que pueden ocurrir en el comportamiento de un sistema cuando se añaden nuevas piezas. Los sistemas que son el foco del estudio del comportamiento pueden ser objeto de experimentación basada en simulación sin necesidad de que estén en funcionamiento en ese momento. Sólo tienen que estar en la cabeza del diseñador. Los modelos de simulación pueden comprimir el tiempo. En una computadora, días, semanas y meses de funcionamiento normal se pueden replicar en cuestión de segundos, minutos u horas. Esto implica que se puede simular una gran cantidad de soluciones diferentes, cuyos resultados se pueden obtener rápidamente y los resultados pueden ser lo suficientemente significativos como para afectar la decisión de diseño del sistema.
- Todas las variables de la simulación pueden mantenerse constantes, con excepción de unas pocas cuyo impacto se está investigando. Por lo tanto, no es necesario considerar el impacto potencial de variables fuera de control en el comportamiento del sistema, como sucede frecuentemente cuando el experimento se realiza en un sistema real.

### **Diagramas causales y de forrester**

Dado que el lenguaje convencional muestra interrelaciones en cadenas lineales de causa y efecto, los diagramas causales (Figura 01) indican que existen cadenas circulares de causa y efecto en los sistemas. Los diagramas causales establecen relaciones explícitas que son difíciles de transmitir verbalmente.



**Figura 1**

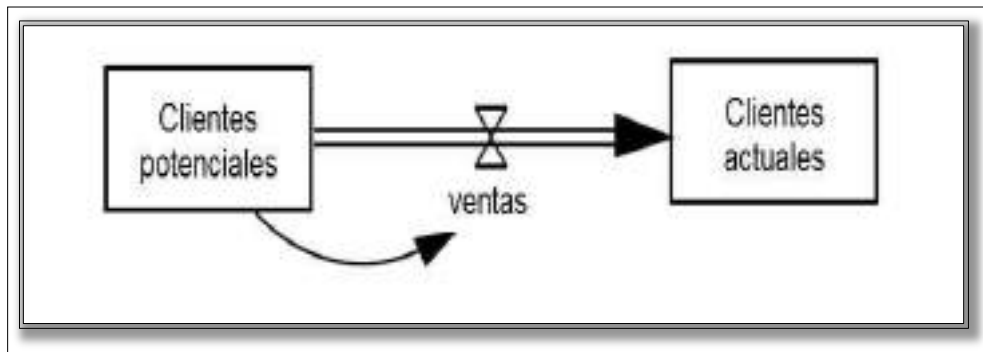
Ejemplo de diagrama causal

Fuente: (Kirkwood, 1998)

Los bucles de retroalimentación son el resultado de la influencia indirecta de una parte del sistema sobre sí misma. Según Richardson y Pugh (1981), la retroalimentación es el intercambio y la recepción de información. Dicho de otro modo, una cadena cerrada de causas y consecuencias se denomina bucle de retroalimentación. En los sistemas ganaderos, la retroalimentación debe tenerse en cuenta para identificar las causas subyacentes de los patrones de comportamiento. Los elementos forman diagramas causales y las flechas (también conocidas como conexiones causales) conectan los elementos. También añaden un símbolo más o menos (-) a cada vínculo.

Cuando un elemento A se suma a B o cuando un cambio en el elemento A provoca un cambio en el elemento B en la misma dirección, el vínculo causal es positivo (+); por el contrario, cuando un elemento A se resta del elemento B o cuando un cambio en el elemento A provoca un cambio en el elemento B en la dirección opuesta, el vínculo causal es negativo (-) (Kirkwood, 1998).

Por el contrario, los diagramas de flujo, generalmente denominados diagramas de Forrester (Figura 02), son los diagramas típicos de la dinámica de sistemas. Es la conversión de diagramas causales en un lenguaje que permite la entrada de ecuaciones en un sistema informático con el fin de realizar análisis de sensibilidad, validar el modelo y realizar un seguimiento del comportamiento de las variables a lo largo del tiempo (Kirkwood, 1998).

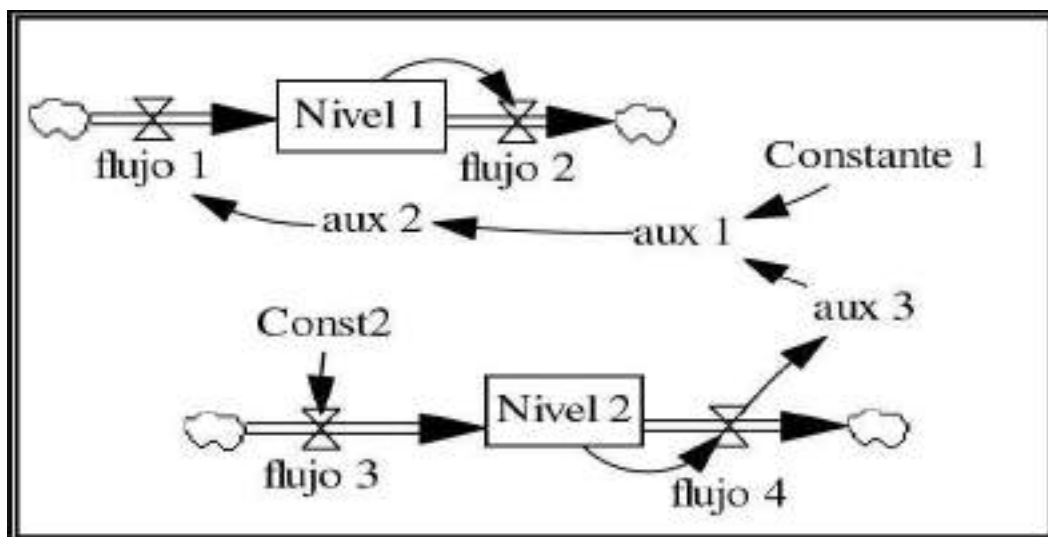


**Figura 2**

Ejemplo de diagrama de Forrester

Fuente: Kirkwood (1998)

Según Martín (2006), no existen pautas fijas para ejecutar esta transición, sin embargo, se aconseja comenzar visualizando el sistema y los niveles que existen en él. Estos niveles pueden estar representados por personas, animales o unidades de medida. Posteriormente, según Martín (2006), es necesario buscar o generar elementos que representen las variaciones de niveles o flujos. Los niveles que serán constantes en lugar de definirse como niveles, podrían definirse como variables auxiliares de tipo constante, junto con el resto de los elementos. En dinámica de sistemas, un modelo se representa gráficamente como un proceso, como lo ilustra la Figura 03.



**Figura 3**

Representación gráfica de los modelos en dinámica de sistemas

Fuente: Ortiz et al. (2006)

Según Ortiz (2006), los niveles son aquellos componentes que muestran una acumulación, muestran el estado del sistema en un momento determinado del tiempo y cambian en función de los flujos. Estos componentes se representan mediante un

rectángulo. Los flujos son componentes que caen dentro de la categoría de funciones temporales, es decir, son colecciones de las decisiones tomadas en el sistema que determinan cómo varían los niveles. Los parámetros que ayudan en los pasos intermedios de la formulación de los flujos se denominan variables auxiliares y constantes.

Los llamados canales materiales son los que transportan dimensiones en términos de cuerpo entre niveles y flujos. Por el contrario, existen los llamados canales de información, que, como su nombre indica, transportan datos que no se conservan por la naturaleza. Por último, se habla de los retardos que imitan los retardos de transmisión de información o material a lo largo del tiempo, para lo que se emplean funciones suaves o retardos.

### **Simulación de sistemas**

La simulación de dinámica de sistemas permite la aplicación de técnicas de integración numérica para generar trayectorias para las variables incluidas en cualquier modelo. Sin embargo, estas trayectorias siempre se consideran proyecciones o tendencias, más que profecías. El objetivo de los modelos de dinámica de sistemas es comprender cómo la estructura de un sistema afecta su comportamiento. Por lo general, esta comprensión dará como resultado un marco útil para elegir el mejor curso de acción a seguir para mejorar el rendimiento del sistema o abordar problemas identificados. La ventaja de la dinámica de sistemas es que estas operaciones se pueden simular de forma económica, lo que permite evaluar sus efectos sin necesidad de implementarlas en el sistema real.

El proceso del desarrollo del modelo está compuesto por tres (3) fases principales: Conceptualización, Formulación y Análisis-Evaluación.

**FASE I: Conceptualización.** - En esta fase se obtienen una perspectiva y una comprensión clara de nuestro problema a estudiar; para un mejor análisis se acude a las siguientes sub-fases (1.1, 1.2 y 1.3):

**1.1** Descripción verbal del sistema. - Lo que se pretende en esta sub-fase es la descripción de nuestro sistema que será objeto de estudio.

**1.2** Definición Precisa del Problema. - En esta sub-etapa lo que se intentara es la definición exacta del problema para esto acudimos a otras sub-etapas en este caso tenemos:

**1.2.1** Modo de referencia. - Lo que hace es redactar la historia para poder tener referencia y saber desde cuándo se ha estado suscitando el problema.

**1.2.2** Horizonte temporal. - Es el tiempo que el modelo estudiado simulará con

respeto al análisis realizado del sistema a estudiar.

**1.3** Construcción del diagrama causal. - En esta sub-etapa se procede a plasmar las relaciones existentes entre los diferentes elementos definidos para nuestro sistema mediante la construcción de este diagrama.

**FASE II.- Representación o Formulación.** -Una vez que ya tenemos construido el diagrama causal en esta fase se procede a la construcción del diagrama de Forrester de nuestro sistema, posteriormente partiendo de este diagrama llevamos a cabo la elaboración de las fórmulas para el modelo, para mejor comprensión se divide en dos (2) sub-fases:

**2.1.** Construcción del Diagrama de Forrester.- Una vez establecido el diagrama causal, el siguiente paso es la fase de formulación, en la que se formalizan gráficamente los elementos causales como Diagrama de Forrester, y se determinan cuáles representan el material en el sistema y cuáles representan información, o variables de los siguientes tipos: niveles (acumuladores de material), flujos (claves que controlan la circulación del material), parámetros (información que define el comportamiento de los flujos), y variables auxiliares.

**2.2.** Definición de las ecuaciones para la simulación. -Una vez elaborado el diagrama de Forrester procedemos a elaborar las ecuaciones del modelo.

### **2.2.2. Predicción de la producción del cacao**

#### **El cacao**

Este árbol, endémico de Sudamérica, produce nueces, bayas y frutos en forma de mazorca. Sus semillas se procesan para obtener el ingrediente principal con el que se elabora el chocolate, por lo que su valor en el mercado mundial es muy alto. Para el Perú, productor de cacao "fino", la implementación de iniciativas orientadas a combatir la pobreza y promover el desarrollo alternativo depende en gran medida de la promoción vigorosa de la producción de cacao.

#### **Producción**

La producción es el proceso de obtención de frutos o cualquier otro bien que se obtiene directamente de la naturaleza, sin necesidad de subcontratación. En otras palabras, los cultivos que se plantan en la tierra y se cultivan bajo pautas específicas pueden cosecharse y venderse una vez transcurrido el período designado (Definición ABC, 2007).

### **Importancia del cultivo del cacao**

Se estima que más de 30.000 familias están comprometidas con el cultivo del cacao en Perú, que se caracterizan principalmente por la caza y la pesca, y por producir una modesta cantidad de grano para el cultivo de mandioca, frutas y coca. La producción de cacao es una actividad complementaria de su sistema de producción, que es en gran medida autosuficiente.

En los últimos años se ha observado una leve, pero notoria, tendencia hacia la mediana explotación y especialización, además de que las familias que cultivan cacao viven en condiciones de extrema pobreza. Como parte de la política ambiental del Estado peruano, el cacao ha cobrado una importancia significativa en los últimos años, según el Índice de Desarrollo Humano 2006.5 Esto se debe a que el fenómeno del cambio climático, combinado con la tala indiscriminada en la ceja de selva, está acelerando la desertificación de varias cuencas (Arévalo et al., 2004).

### **Condiciones edafoclimáticas para el cultivo del cacao**

Las condiciones ambientales de la región donde se cultiva el cacao tienen una incidencia directa en el crecimiento, desarrollo y calidad de los productos. Por ello, los factores climáticos inciden en la productividad de la plantación. Por ello, el cultivo requiere de temperaturas y niveles de humedad adecuados, ya que es una planta perenne cuyo periodo vegetativo, que incluye la floración, la brotación y la cosecha, está controlado.

El microclima de la plantación está muy influenciado por la práctica del cultivo a la sombra, principalmente por la radiación solar, el viento y la humedad relativa. Sin embargo, también se deben tener en cuenta de manera holística los factores del suelo como la nutrición mineral, la frecuencia de plagas y enfermedades y otros factores que afectan el crecimiento y el desarrollo. Es un desafío comprender las relaciones que existen entre el medio ambiente y la planta para mejorar las condiciones de crecimiento del cacao.

El cacao es un cultivo de las zonas tropicales húmedas que se cultiva comercialmente entre las latitudes ecuatoriales de 15° N y 15° S. Se encuentra de forma poco habitual entre los 23° y 25° S en latitudes subtropicales. La temperatura y las precipitaciones, o lluvia, suelen mencionarse al establecer un entorno ideal para el cultivo del cacao, porque se cree que son componentes esenciales del crecimiento. Asimismo, numerosos sistemas fisiológicos de las plantas se ven afectados por el viento, la

radiación solar y la humedad relativa. Entre los elementos más cruciales para el cultivo, los siguientes son especialmente dignos de mención:

- **Precipitación**

Para que la planta del cacao pueda realizar sus funciones metabólicas es necesaria una cantidad suficiente de agua. La lluvia es, en términos generales, el aspecto del clima que más fluctúa de un año a otro. El aspecto que influye en las variaciones en el manejo del cultivo es su distribución, que varía significativamente entre regiones. A lo largo del año, entre 1.600 y 2.500 mm de lluvia es ideal para el cacao. La productividad del cultivo del cacao puede verse afectada por precipitaciones superiores a 2.600 mm (Paredes, 2003).

- **Temperatura**

La temperatura es un elemento crítico por su correlación con el crecimiento, Floración y fructificación de los cultivos de cacao. La temperatura media anual sugerida es de unos 25°C. Las bajas temperaturas inciden en la intensidad de floración (menor intensidad), desarrollo de frutos y velocidad de crecimiento vegetativo (Romero, 2019).

Las restricciones de latitud y altitud para el cultivo del cacao están determinadas por las temperaturas extremadamente altas. La temperatura controla la cantidad de agua y nutrientes que absorben las raíces de la planta del cacao. El hecho de que las raíces se vuelvan menos activas por debajo de los 15 °C es un factor a tener en cuenta. Se aconseja cubrir el suelo con la hojarasca existente para protegerlo del daño potencial que las altas temperaturas pueden causar a las raíces superficiales de la planta de cacao y a su capacidad para absorber nutrientes.

De manera similar, la temperatura afecta la rapidez con la que se descompone la materia orgánica en el suelo debido a la oxidación y la humedad.

- **Viento**

Es el elemento que controla la velocidad con la que el vapor de agua llega a la superficie del suelo y la tasa de transpiración de la planta. Las plantaciones que están constantemente expuestas a fuertes vientos pueden experimentar defoliación o caída temprana de las hojas. La defoliación fuerte se observa a menudo en plantaciones con muy poca sombra y velocidades del viento de aproximadamente 4 m/seg. En cambio, este problema no se observa en áreas donde la velocidad del viento varía de 1 a 2 m/seg. (Ibarra, 2019).

- **Altitud**

Los climas tropicales son ideales para el cultivo del cacao, con elevaciones de hasta ochocientos metros sobre el nivel del mar. Por otro lado, Se crean plantaciones típicamente a elevaciones mayores de mil a mil cuatrocientos metros sobre el nivel del mar en latitudes cercanas al ecuador. En una plantación de cacao, las condiciones del suelo y el clima no son tan importantes como la altitud. La altitud es una influencia secundaria, aunque se observen valores normales de fertilidad, temperatura, humedad, precipitación, viento y energía solar (Arvelo Sánchez et al., 2017).

- **Luminosidad**

Otro elemento ambiental crucial para el crecimiento del cacao es la luz, en particular para la fotosíntesis, que se produce incluso cuando una planta está totalmente expuesta a la luz solar, pero a baja intensidad.

Dado que las nuevas plantaciones de cacao son vulnerables al efecto directo de la luz solar, es mejor cultivar otras plantas para ofrecer sombra durante la etapa de establecimiento del cultivo del cacao. Se cree que los rendimientos de las plantaciones establecidas están limitados por una intensidad de luz inferior al 50% de la luz total, y aumentan por una intensidad de luz superior al 50% de la luz total.

### **Nutrición y Fertilización del cacao Remoción de nutrientes por el cultivo**

Durante los primeros cinco años posteriores a la plantación, el cultivo de cacao absorbe nutrientes a un ritmo elevado; luego, se asienta y continúa absorbiendo nutrientes a ese ritmo durante toda la plantación (Figura 15). En términos generales, el cacao absorbe más potasio (K), seguido de nitrógeno (N), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

El estado nutricional del árbol determina la cantidad precisa de nutrientes que extrae un cultivo determinado. Un extracto de semilla de cacao de 1000 kg produce, en promedio, 30 kg de nitrógeno, 8 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg de K<sub>2</sub>O, 13 kg de CaO y 10 kg de MgO. Además, la cáscara de la mazorca, que tiene un alto contenido de K, también pierde nutrientes. Sin embargo, los nutrientes también son necesarios para que el cuerpo del árbol crezca. Al formular una propuesta de fertilización para una plantación de cacao, es necesario tener en cuenta cada uno de estos aspectos.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ámbito y condiciones de la investigación**

##### **3.1.1. Ubicación política**

Zona agrícola Cacao del valle de Sisa.

##### **3.1.2. Ubicación geográfica**

Distrito de San José de Sisa, Provincia El Dorado, Departamento de San Martín, Perú

##### **3.1.3. Periodo de ejecución**

Desarrollado desde enero a diciembre del 2023.

##### **3.1.4. Autorizaciones y permisos**

Se solicitó formalmente la autorización de los productores de cacao de la zona de San José de Sisa.

##### **3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad**

No aplicó.

##### **3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales**

Se consideró los siguientes criterios:

La propia técnica: Alude a un determinado método de abordar un método específico que ha sido aceptado por las disciplinas como apropiado para la formulación y solución de cuestiones que surgen en situaciones del mundo real. Sólo la propia comunidad científica o tecnológica es capaz de evaluar una técnica.

El mérito científico: Amplía la conversación entre expertos, aumenta su base de conocimientos e incluye la capacidad de investigar o sugerir la creación de nuevas disciplinas. Lo que debería constituir el componente cultural de la ciencia es esta competencia.

El mérito social: Los beneficios son el tema principal, lo que aumenta el conocimiento de las comunidades locales. Las ventajas resultan de los éxitos de los proyectos de investigación y de las soluciones sugeridas.

### 3.2. Sistemas de variables

- Variable 1 = Modelo de dinámica de sistemas
- Variable 2 = Predicción de la producción de cacao

**Tabla 1**

*Descripción de variables por objetivo específico 1*

<b>Objetivo específico 1:</b> Analizar la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín.			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
Aplicación del modelado de la dinámica de sistemas	Modelo de dinámica de sistemas	Cuestionario	Especialistas en la producción del cacao.
<b>Objetivo específico 2:</b> Analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín.			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
Proceso de la predicción de la producción del cacao	Predicción de la producción de cacao	Cuestionario	Especialistas en la producción del cacao.
<b>Objetivo específico 3:</b> Establecer la relación entre las dimensiones del modelo de la dinámica de sistemas y el proceso de la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.			
<b>Variable abstracta</b>	<b>Variable concreta</b>	<b>Medio de registro</b>	<b>Unidad de medida</b>
Relación de las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas con la predicción de la producción de cacao.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspectos conceptuales</li> <li>- Aspectos técnicos</li> <li>- Aspectos prácticos y de aplicación</li> </ul> Predicción de la producción de cacao	Cuestionario	Datos recolectados de los instrumentos respectivos.

### 3.3. Procedimientos de la investigación

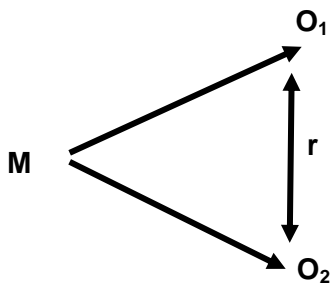
#### Tipo y nivel del estudio

La investigación fue de tipo básica, porque estuvo orientado al incremento de la información. En este caso, el análisis del comportamiento de las variables y su relación entre estas (Baena, 2017). En tanto, la investigación fue de nivel relacional porque se determinó la relación entre el modelo de la dinámica de sistemas y la predicción de la

producción del cacao en la región San Martín. Un estudio de nivel relacional posee un análisis estadístico bivariado, además, pretende demostrar relaciones entre las variables (Tecana American University, 2019).

### Diseño del estudio

Fue no experimental transversal puesto que se alteraron las variables y la recolección de datos se realizó en único momento, siendo así que el análisis de la interrelación entre variables fue en un momento determinado (Hernández y Mendoza, 2018). Siguió el siguiente diseño:



### Donde:

M: Muestra de estudio

O<sub>1</sub>: Modelo de dinámica de sistemas

O<sub>2</sub>: Predicción de la producción de cacao

r: Relación entre O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>.

### Población y muestra

La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes (Arias Gonzales, 2020). Treinta y cinco especialistas productores de cacao de la región San Martín del año 2023 conformaron la población de investigación. Sin embargo, debido a que se trataba de una población limitada y disminuida, se utilizó la población completa, quedando la muestra conformada por los 35 expertos en la industria del cacao de la región San Martín.

## **Procedimientos**

### **3.3.1. Objetivo específico 1**

Objetivo específico 1: Analizar la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín.

Actividades:

- Se diseñó un instrumento de recolección de datos (Cuestionario). Ver ficha técnica del instrumento en anexos.
- Se validó el instrumento mediante la técnica juicio de expertos y la prueba de confiabilidad.
- Se visitó el lugar de recojo de información.
- Se aplicó la encuesta.
- Se analizó los datos descriptivos.

Elaboración del instrumento de recolección de datos (cuestionario de evaluación)

### **3.3.2. Objetivo específico 2**

Objetivo específico 2: Analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

Actividades:

- Se diseñó un instrumento de recolección de datos (Cuestionario). Ver ficha técnica en anexos.
- Se validó el instrumento mediante la técnica juicio de expertos.
- Se aplicó la encuesta a los usuarios.
- Se procesó y analizaron los datos
- Se presentaron los resultados.

### **3.3.3. Objetivo específico 3**

Objetivo específico 3: Establecer la relación entre las dimensiones del modelo de la dinámica de sistemas y el proceso de la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

Actividades:

- Se aplicó la prueba de normalidad
- Se aplicó la prueba de correlación

- Se hizo la descripción de resultados, discusión de los mismos con sus respectivas recomendaciones.

#### **3.3.4. Objetivo específico 4**

Objetivo específico 4: Desarrollar un modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín.

Actividades:

- Definición de variables de entrada, proceso y salida para el modelo
- Definición de los parámetros y valores de las variables
- Modelado del proceso de predicción de la producción de cacao
- Ejecución del modelo
- Visualización y presentación de resultados

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

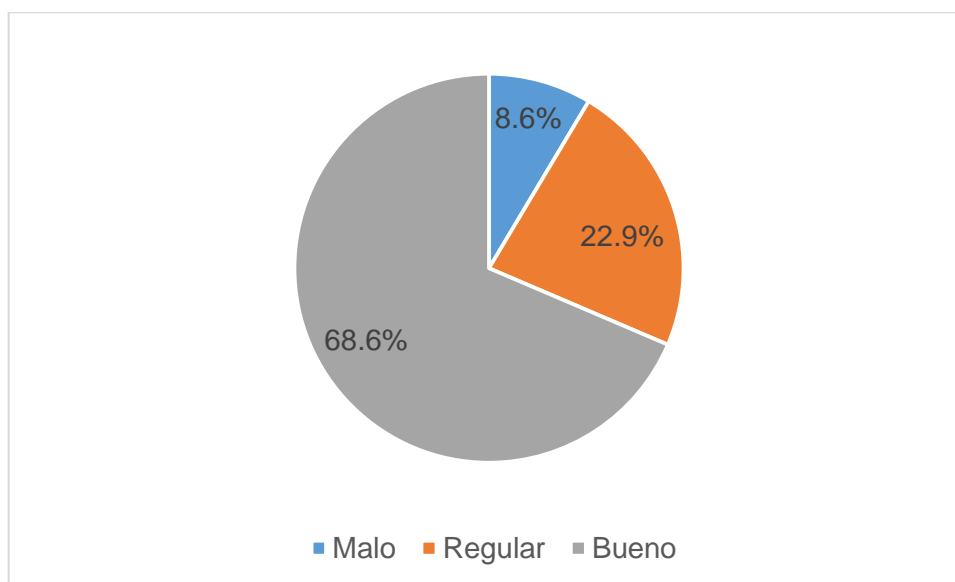
#### 4.1. Objetivo específico 1

Objetivo: Analizar la aplicación del modelo de dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín.

**Tabla 2**

*Aplicación del modelo de dinámica de sistemas.*

Modelo de dinámica de sistemas	Escala	N	%
Malo	15 a 34	3	8.6
Regular	35 a 54	8	22.9
Bueno	55 a 75	24	68.6
Total		378	100



**Figura 4**

*Aplicación del modelo de dinámica de sistemas.*

El 68.6 % de los especialistas en producción de cacao, la aplicación del modelo de dinámica de sistemas en la región San Martín es bueno, en tanto, para el 22.9 % es regular y mientras que para el 8.6 % es malo.

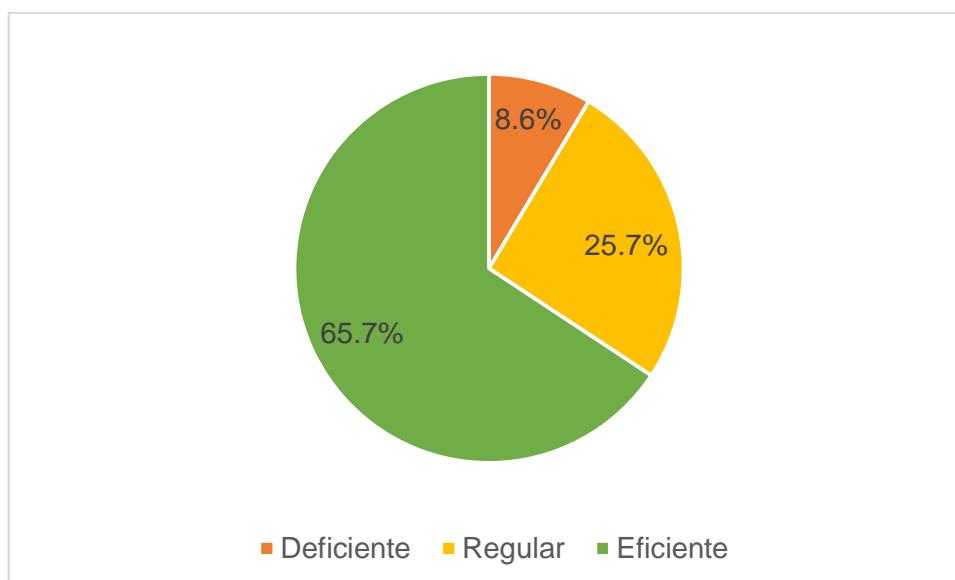
#### 4.2. Objetivo específico 2

Objetivo: Analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

**Tabla 3**

*Proceso predicción de la producción de cacao.*

Predicción de la producción de cacao	Escala	N	%
Deficiente	15 a 34	3	8.6
Regular	35 a 54	9	25.7
Eficiente	55 a 75	23	65.7
Total		378	100



**Figura 5**

Proceso predicción de la producción de cacao.

La tabla 5 y figura 2 muestra que para el 65.7 % de los especialistas en producción de cacao, el proceso de predicción para la producción de cacao en la región San Martín es eficiente, seguido de regular con 25.7 % y por último de deficiente con 8.6 %.

#### 4.3. Objetivo específico 3

Objetivo: Establecer la relación entre las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

**Tabla 4**

*Distribución de datos de las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de predicción de la producción de cacao.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p.
Aspectos conceptuales	,878	35	,001
Aspectos técnicos	,900	35	,004
Aspectos prácticos y de aplicación	,876	35	,001
Predicción de la producción de cacao	,859	35	,000

Tanto las dimensiones aspectos conceptuales, aspectos técnicos y aspectos prácticos y de aplicación y la variable predicción de la producción de cacao tienen niveles de significancia o p valor por debajo de 0.05. De esta manera, se comprueba que los datos no siguen una distribución normal.

**Tabla 5**

*Relación entre las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín*

		Predicción de la producción de cacao	
Rho de Spearman	Aspectos conceptuales	Coficiente de correlación	,721**
		Sig.	,000
	Aspectos técnicos	Coficiente de correlación	,656**
		Sig.	,000
	Aspectos prácticos y de aplicación	Coficiente de correlación	,708**
		Sig.	,000

Las dimensiones aspectos conceptuales, aspectos técnicos y aspectos prácticos y de aplicación están correlacionadas positivamente con la predicción de la producción de cacao. Encontrándose Rho iguales a 0.721; 0.656 y 0.708. Asimismo, se observa que la correlación en todos los casos es significativa debido a que el p – valor fue menor a 0.05.

#### **4.4. Objetivo específico 4**

Objetivo: Desarrollar un modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín.

En esta tesis, para el desarrollo del modelo de predicción de la producción de cacao, se ha utilizado el software Vensim PLE versión 10.1.3. EL modelo muestra las

relaciones entre las variables clave que influyen en la producción de cacao en la región de San Martín. Las variables fueron:

**Variables de entrada:**

- Temperatura
- Calidad del suelo
- Temperatura base
- Gradiente térmico
- Altitud
- Clima
- Materia orgánica
- Salinidad del suelo
- Ph

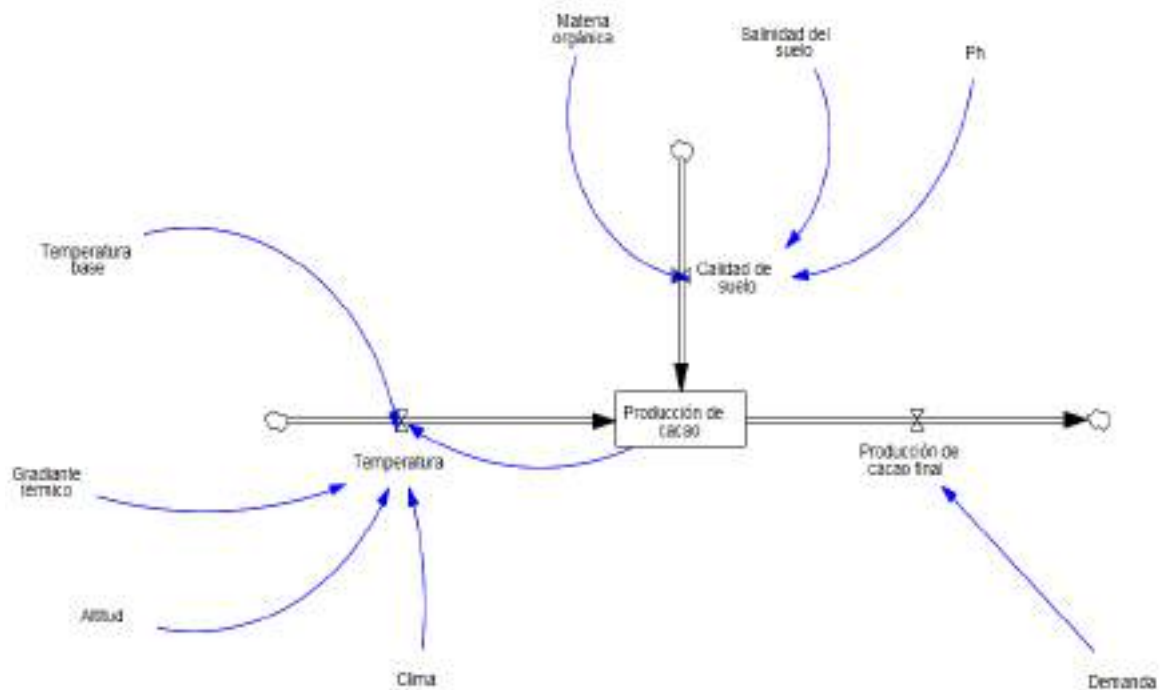
**Variable central de proceso:**

- Producción de cacao actual

**Variable de salida:**

- Producción cacao final
- Demanda del cacao

El modelo construido permite simular diferentes escenarios y analizar cómo cambios en estas variables afectan la producción de cacao a lo largo del tiempo. Además, proporciona una herramienta valiosa para la toma de decisiones tanto a nivel local como regional, ayudando a los agricultores, autoridades gubernamentales y otros actores interesados a desarrollar estrategias para mejorar la producción del cultivo de cacao en la región de San Martín.

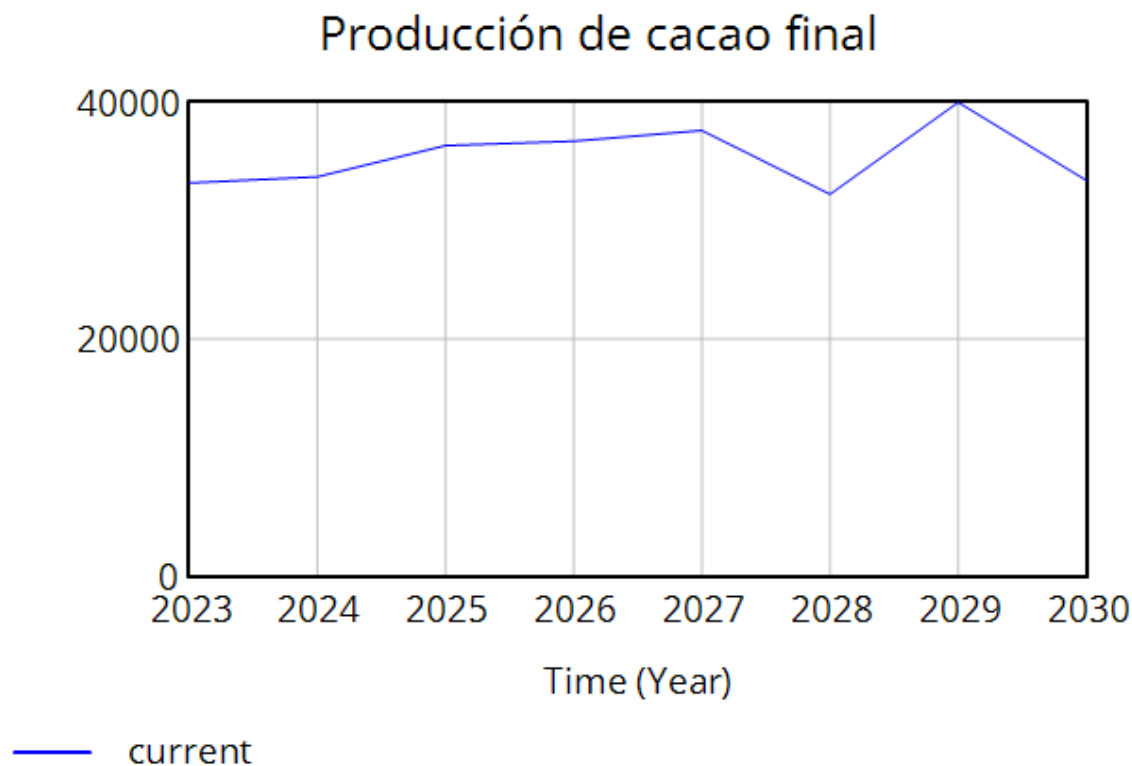


**Figura 6**

Modelo de dinámica de sistemas para la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

El modelo indica como variable central del proceso a Producción actual de cacao, la cual al año 2023 es de 38 000 mil toneladas. Ahora, la producción actual de cacao tiene como entrada a datos que provienen de la temperatura y calidad de suelo. En tanto, la temperatura depende de la temperatura base de la región, el gradiente térmico, la altitud y el factor clima de la región, asimismo, la calidad de suelo depende de la materia orgánica existente en el suelo, la salinidad del suelo y el Ph. Como variable salida, se tiene a la producción final de cacao, la cual es dependiente de la demanda existente de cacao en el mercado de la región.

Después de la ejecución del modelo, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 7**

Producción final de cacao de 2025 al 2030.

**Tabla 6**

Producción final de cacao de 2025 al 2030.

Time (Year)	Producción de cacao final: current
2025	36351.9
2026	36719.4
2027	37624.9
2028	32236.9
2029	39994.3
2030	33410.7

Fuente: Datos propio del estudio

Según la ejecución del modelo, según los parámetros fijados y definidos, para el año 2030 se tendrá una proyección de 33410.7 (treinta y tres mil cuatrocientos 10) toneladas de cacao en la región San Martín. Muestra el año, en la que habrá mayor producción de cacao será el 2029, llegando a alcanzar una producción total de 39994.3 (treinta y nueve mil novecientos noventa y cuatro) toneladas de cacao. En tanto para el año 2025 se esperaría una producción equivalente a 36719.4 (treinta y seis mil setecientos diecinueve) toneladas de cacao. En resumen, el modelo predice fluctuaciones en la producción de cacao en los próximos 6 años. Para el próximo año (año siguiente al año actual), se espera que la producción de cacao sea de 36,719 toneladas.

Para el año 2027: Se prevé un aumento en la producción de cacao en comparación con el año anterior. Para el año 2028: Se anticipa una caída en la producción de cacao en comparación con el año anterior. Para el año 2029: Se espera que la producción de cacao mejore y aumente en comparación con el año anterior. Para el final del año 2030: Se pronostica que la producción de cacao sufra una nueva disminución en comparación con el año anterior.

#### 4.5. Objetivo general

Objetivo general: Determinar la relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción del proceso de producción en la región San Martín.

#### Prueba de normalidad

**Tabla 7**

*Distribución de datos de las variables del estudio.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p
Modelo de dinámica de sistemas	,868	35	,001
Predicción de la producción de cacao	,859	35	,000

El nivel de significancia (p-valor) para las variables modelo de dinámica de sistemas y predicción de la producción de cacao es inferior a 0.05 ( $0.001 < 0.05$ ). Por lo tanto, se asume que la distribución de datos es no normal. Por consiguiente, corresponde aplicar la prueba de correlación Rho de Spearman.

#### Prueba de hipótesis:

**Ha:** El modelo de dinámica de sistemas se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

**Ho:** El modelo de dinámica de sistemas no se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

**Nivel de significación:**  $\alpha = 0,05$

#### Regla de decisión

Cuando  $p > 0.05$ , se acepta ( $H_0$ ); pero si  $p < 0.05$ , se acepta ( $H_a$ ).

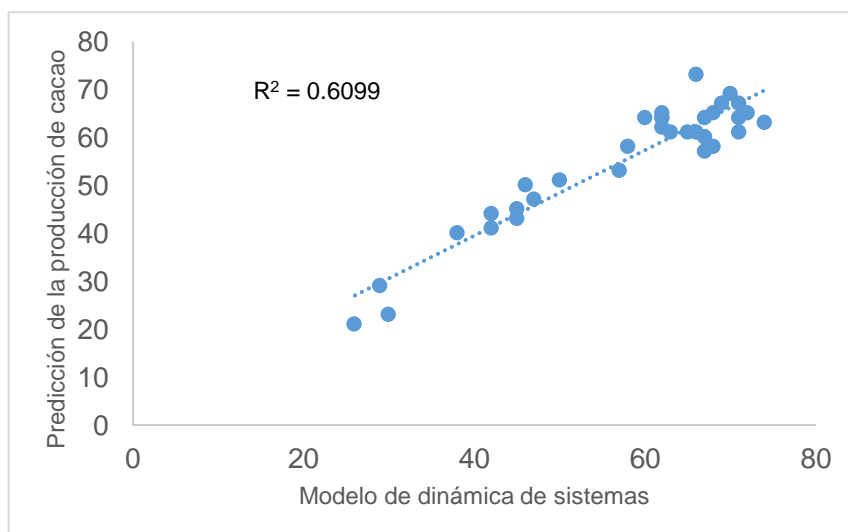
**Tabla 8**

*Relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.*

		Modelo de dinámica de sistemas	Proceso de predicción de la producción de cacao
Rho de Spearman	Modelo de dinámica de sistemas	Rho	1,000
		p	,000
		N	35
	Proceso de predicción de la producción de cacao	Rho	,781**
		p	,000
		N	35

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Un Rho de Spearman igual a 0,781 significa que la correlación es positiva de intensidad considerable entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción de la producción de cacao en la región San Martín. Además, el p-valor fue igual 0,000 y al ser menor que 0,05 se acepta la hipótesis alterna del estudio, lo que significa que el modelo de dinámica de sistemas se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

**Figura 8**

Dispersión de datos de las variables de estudio.

Existe relación lineal positiva entre las variables del estudio. El  $R^2$  igual a 60.99 indica que el modelo de dinámica de sistemas influye en un 60.99 % en el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

#### 4.6. Discusión

En relación al análisis de la aplicación del modelo de dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín. Los resultados mostrarán que desde la percepción de la mayoría de los especialistas en producción de cacao, el 68.6 % para

ser exactos, percibieron que la aplicación del modelo de la dinámica de sistemas está en un nivel alto. No obstante, hubieron especialistas que opinaron diferente, para el 22.9 % el modelo de la dinámica de sistemas es de nivel regular y por último para el 8.6 % de los especialistas, el nivel de aplicación del modelo de dinámica de sistemas es de nivel bajo. En otras palabras, estos datos demuestran que la mayoría de los especialistas tienen una percepción positiva de cómo se utiliza este modelo en la región. Esto implica que creen que el modelo es útil, efectivo o beneficioso para sus propósitos relacionados con la producción de cacao. Por otro lado, el 22.9 % de los especialistas que lo consideran "regular" indican que perciben cierto grado de satisfacción con la aplicación del modelo, pero probablemente encuentran áreas donde podría mejorarse o hay aspectos que podrían ser más efectivos. Finalmente, el 8.6 % de los especialistas que lo consideran "malo" sugieren que tienen una evaluación negativa de la aplicación del modelo. Esto implica que no están satisfechos con cómo se utiliza el modelo de dinámica de sistemas en la región San Martín y pueden considerar que no cumple con sus expectativas o necesidades.

Sobre el análisis del proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín. Los resultados de esta investigación mostraron que el 65.7 % de los especialistas en producción de cacao perciben al proceso de predicción de la producción de cacao como eficiente. Sin embargo, no todos los especialistas comparten su opinión, ya que para el 25.7 % su percepción sobre la predicción de la producción del cacao fue regular, mientras que para el 8.6 % la percepción fue deficiente. En otras palabras, los resultados de este estudio demostraron que, la mayoría de los especialistas perciben que este proceso cumple satisfactoriamente con sus objetivos y expectativas en la predicción de la producción de cacao. Esto implica que creen que el proceso de predicción es efectivo en su capacidad para prever la producción de cacao de manera precisa y útil para la toma de decisiones relacionadas con la producción agrícola. No obstante, para el 25.7 % de los especialistas que lo consideran "regular" indican que tienen una percepción intermedia del proceso de predicción. Esto sugiere que, aunque no están completamente satisfechos con su eficacia, tampoco lo consideran completamente deficiente. Pueden identificar áreas donde el proceso podría mejorar o ser más preciso. Finalmente, el 8.6 % de los especialistas que lo consideran "deficiente" sugieren que tienen una evaluación negativa del proceso de predicción. Esto implica que no están satisfechos con su capacidad para predecir la producción de cacao y pueden considerar que no cumple adecuadamente con sus necesidades o expectativas.

Considerando la relación entre las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de la predicción de la producción de cacao en la región San Martín. Aclarando que las dimensiones de la variable modelo de dinámica de sistemas fueron. Aspectos conceptuales, aspectos técnicos y aspectos prácticos y de aplicación. Los resultados mostraron correlación positiva de intensidad considerable ( $Rho = 0.721$  y  $0.708$ ) entre todas ellas excepto la dimensión aspectos técnicos ( $Rho = 0.656$ ). Se encontró mayor intensidad de correlación en la dimensión aspectos conceptuales con un  $Rho$  igual a  $0.7021$ . A su vez, se ha demostrado que en todas ellas, la relación es significativa, con un  $p$ -valor por debajo del nivel de significancia ( $p < 0.05$ ). Estos resultados del estudio, no hacen otra cosa más que evidenciar que, las dimensiones de aspectos tangibles, aspectos técnicos y aspectos prácticos y de aplicación son importantes para predecir la producción de cacao en la región San Martín, con una relación particularmente fuerte para los aspectos tangibles y prácticos y de aplicación.

Sobre el modelo de dinámica de sistemas en la predicción de la producción de cacao. Los resultados muestran fluctuaciones en la producción de cacao en los próximos 6 años en la región San Martín. En donde, se espera una producción promedio de 36056.35 toneladas. La mayor producción será en el año 2029 con 39994.3 toneladas. No obstante, para el 2030, se espera una caída a 33410.7 toneladas. Estos datos pueden explicarse por una variedad de factores que influyen en la producción de cacao. Empezando por las condiciones climáticas, donde, años con climas favorables pueden resultar en una mayor producción, mientras que condiciones desfavorables, como sequías, pueden disminuir la producción. Así como también, el ciclo de cultivo, la cual tiene que ver con la calidad de suelo, por lo que, los árboles de cacao pueden tardar varios años en alcanzar su pleno potencial de producción, y factores como la poda, la nutrición del suelo y la salud de la planta pueden influir en la cantidad de fruta producida en un año determinado. Finalmente, tiene mucho que ver los factores económicos como la demanda del cacao, es decir, los precios del cacao en el mercado pueden influir en las decisiones de los agricultores sobre la cantidad de cacao que cultivan en un año determinado. Si los precios son altos, es posible que los agricultores inviertan más en el cultivo y aumenten la producción. Por otro lado, si los precios son bajos, es posible que los agricultores reduzcan la producción o cambien a otros cultivos más rentables.

Por último, en relación al objetivo general, la cual trató sobre determinar la relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción del proceso de producción en la región San Martín. De acuerdo a los resultados, se encontró un coeficiente de correlación  $Rho$  igual a  $0.781$  que según los autores Hernández et al. (2014)

corresponde a una correlación positiva de intensidad considerable. Además, de acuerdo al valor  $p$  igual a 0.000 y al ser este menor al nivel de significancia 0.05, se termina demostrando estadísticamente que la correlación es significativa. Por último, el estadístico  $R^2$  conocido como el coeficiente de determinación, cuyo valor fue igual a 0.6099, evidencia que el modelo de dinámica de sistemas influye en un 60.99 % en el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.

En otras palabras, los datos presentados proporcionan una descripción detallada de las medidas estadísticas utilizadas para evaluar la relación entre el modelo de dinámica de sistemas y el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín. Un valor  $Rho$  de 0.781 indica una correlación positiva de intensidad considerable entre el modelo de dinámica de sistemas y el proceso de predicción de la producción de cacao. Esto sugiere que existe una asociación fuerte y positiva entre las dos variables. El valor  $p$  de 0.000 es menor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que la correlación entre el modelo y el proceso de predicción es estadísticamente significativa. Es decir, hay una alta confianza en que la correlación observada no es el resultado del azar. Por último, con un valor de 0.6099, el coeficiente de determinación indica que el modelo de dinámica de sistemas explica el 60.99 % de la variabilidad en el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín. Esto significa que una parte significativa de la variación en la predicción de la producción de cacao puede atribuirse al modelo de dinámica de sistemas.

En resumen, estas medidas estadísticas confirman que el modelo de dinámica de sistemas tiene una influencia significativa y positiva en el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín, respaldando así la utilidad y la relevancia del modelo en este contexto. Es decir, el modelo de dinámica de sistemas es importante en la predicción de la producción de cacao porque permite comprender y modelar la complejidad de los sistemas agrícolas, considerar múltiples factores que influyen en la producción y tomar decisiones informadas para mejorar la productividad y la sostenibilidad del cultivo de cacao.

Estos resultados tienen cierto grado de relación con el estudio de Mena y Calo (2020), autores que en su investigación demostraron que el modelo de la dinámica de sistemas son muy útiles en la predicción de problemas, sin importar el área de alcance. Además, de que su aplicación es muy relevante en la toma de decisiones, lo cual le convierte en una herramienta más que suficiente para que expertos y profesionales puedan sacarle el máximo provecho para solucionar problemas y

obtener ventajas. Al respecto, para los autores Box et al. (2016), para que el modelo predictivo de la dinámica de sistemas funcione correctamente, es necesario que estos modelos sean alimentados de un conjunto inmenso de datos, con las que pueda detectar patrones y poder predecir para lo que fue desarrollado. En fin, con todo lo presentado, se puede decir, que la dinámica de sistemas permite modelar y analizar interacciones complejas entre diferentes variables que afectan la producción de cacao, como el clima, el suelo, las prácticas agrícolas, la disponibilidad de recursos y los factores socioeconómicos. Al considerar estas variables de manera integral, el modelo puede proporcionar una representación más precisa y completa de los factores que influyen en la producción de cacao. Asimismo, los modelos de dinámica de sistemas pueden capturar relaciones causales entre variables, lo que permite entender cómo cambios en una variable afectan a otras a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el modelo puede mostrar cómo las variaciones en las condiciones climáticas afectan el crecimiento de los cultivos y, a su vez, cómo esto influye en la producción de cacao.

## CONCLUSIONES

1. El modelo de dinámica de sistemas se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín, encontrándose un coeficiente de correlación Rho igual a 0.781. A su vez, que el valor R2 igual a 0.6099 ha evidenciado que el modelo de dinámica de sistemas influye en un 60.99 % en el proceso de predicción de la producción de cacao.
2. Según la percepción del 68.6 % de los especialistas de producción de cacao en la región San Martín, la aplicación del modelo de dinámica de sistemas es bueno. En tanto para el 22.9 % de los especialistas, la aplicación del modelo es regular. Por último, para un grupo reducido del 8.6 % de especialistas, la aplicación vendría a ser malo.
3. El proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín, según la percepción del 65.7 % de los especialistas de producción de cacao, es eficiente. Para el 25.7 % de los especialistas el proceso vendría a ser regular. Finalmente, para el 8.6 % viene a ser un proceso deficiente.
4. Las dimensiones de aspectos tangibles, aspectos técnicos y aspectos prácticos y de aplicación, pertenecientes al modelo de dinámica de sistemas se relacionan de manera positiva y significativa con el proceso de predicción de producción de cacao ( $Rho = 0.721; 0.656; 0.708$  y  $p < 0.05$ ). Se encontró que, en todas ellas, la relación es de intensidad considerable, excepto la dimensión aspectos técnicos, quien se relaciona de manera moderada. Esto demuestra que las tres dimensiones son relevantes al modelar la predicción.
5. Se desarrolló un modelo de dinámica de sistemas mediante el software Vensim PLE versión 10.1.3. El modelo, según los parámetros definidos predice la cantidad de producción en los próximos 6 años. Es decir, hasta el año 2030. Teniendo como dato, que en el 2023 se tuvo una producción total de 38 mil toneladas de cacao. De acuerdo al modelo, en los próximos años habrá variaciones de la producción de cacao, en la que habrá años con bastante producción y en otros años, con baja producción. Por ejemplo, se espera que, para el próximo año, la producción sea de 36 mil 719 toneladas, para el 2027, se espera un aumento, sin embargo, para el 2028, habrá una caída de la producción del cacao (32 mil 236 toneladas), no obstante, para el 2029, la producción mejorará (39 mil 994 toneladas), pero al finalizar el 2030, la producción volverá a sufrir una baja, ya que la producción esperada será de 33 mil 410 toneladas.

## RECOMENDACIONES

1. A los responsables e involucrados en la gestión o toma de decisiones relacionadas a la producción de cacao de la región, se les recomienda emplear esta información para formular políticas y estrategias que apoyen el desarrollo sostenible de la industria del cacao en la región, lo que podría incluir incentivos para los agricultores, programas de capacitación y proyectos de infraestructura.
2. A los especialistas en producción de cacao de la región se les recomienda proporcionar capacitación adicional o recursos para aquellos que perciben la aplicación del modelo como "regular" o "malo". Esto podría incluir sesiones de formación específicas, materiales educativos o acceso a expertos que puedan ayudarles a comprender mejor y sacar el máximo provecho del modelo de dinámica de sistemas.
3. A los responsables de la gestión y planificación agrícola de la región, se les recomienda revisar y analizar los procesos actuales de predicción de la producción de cacao en la región. Esto podría implicar evaluar la efectividad de las herramientas y metodologías utilizadas, así como identificar áreas de mejora para garantizar una predicción más precisa y eficiente.
4. A las autoridades locales, regionales, nacionales y entidades u organizaciones que están relacionadas con la agricultura, se les recomienda apoyar la investigación y el desarrollo en esta área, así como promover la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la producción de cacao. Esto podría incluir la financiación de proyectos de investigación, la organización de talleres y seminarios para compartir conocimientos y experiencias, y la facilitación de la adopción de nuevas tecnologías y enfoques predictivos en la agricultura local.
5. Finalmente, se recomienda que autoridades y profesionales competentes y basados en la producción de cacao, adopten un enfoque proactivo y multifacético para gestionar las fluctuaciones en la producción de cacao, que incluya monitoreo constante, diversificación de cultivos, gestión de riesgos, innovación tecnológica y apoyo a los agricultores locales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria. (2020). *Origen del cacao estaría en Perú*. <https://agraria.pe/noticias/origen-del-cacao-estaria-en-peru-21953>
- Andina. (2018). *San Martín apuesta por el cacao e impulsa plan que generará S/ 88 millones*. <https://andina.pe/agencia/noticia-descubren-escalera-mas-4000-anos-antigüedad-templo-sechin-765142.aspx/noticia-san-martin-apuesta-por-cacao-e-impulsa-plan-generara-s-88-millones-724654.aspx>
- Arevalo Gardini, E. (2014). *Dinámica de los indicadores de calidad del suelo en el manejo de sistemas agroforestales con cacao* [Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1758/F08-A74-T.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Arias Gonzales, J. L. (2020). *Proyecto de tesis. Guía para la elaboración*. Biblioteca Nacional del Perú.  
[http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales\\_ProyectoDeTesis\\_libro.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf)
- Arvelo Sánchez, M. Á., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao. Prácticas Latinoamericanas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.  
<https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Avendaño Arrazate, C., Mendoza López, A., Hernández Gómez, E., López Guillén, G., Martínez Bolaños, M., Caballero Pérez, J., Guillen Díaz, S., & Espinosa Zaragoza, S. (2013). Mejoramiento genético participativo en cacao. *Agro Productividad*.  
<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/487/365>
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3rd ed.). Grupo Editorial Patria. <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>
- Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G., & Ljung, G. (2016). *Time Series Analysis. Forecasting and control*. John Wiley & Sons, Inc.  
[http://repo.darmajaya.ac.id/4781/1/Time Series Analysis\\_ Forecasting and Control %28 PDFDrive %29.pdf](http://repo.darmajaya.ac.id/4781/1/Time%20Series%20Analysis_Forecasting%20and%20Control%28%20PDFDrive%29.pdf)
- De Vinatea Ramírez, J. A. (2019). *Modelo de dinámica de sistemas para predecir el efecto de las tutorías en la población de alumnos en riesgo de deserción*

- académica de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Ingeniería [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].*  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2805639>
- Dirección Regional de Agricultura San Martín. (2016). *Diagnóstico de la cadena de valor del cultivo de cacao*. Dirección de Productividad Agraria.  
[https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-sanmartin/archivos/public/docs/diagnostico\\_cacao.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-sanmartin/archivos/public/docs/diagnostico_cacao.pdf)
- Guivin Mori, F. J. (2018). *Focalizan zonas de cultivo de cacao para desarrollar diagnóstico fitosanitario en la región San Martín*. Gobierno Regional San Martín.  
<https://regionsanmartin.gob.pe/Noticias?url=noticia&id=5257>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Mc Graw Hill educación (ed.)).
- Ibarra Velásquez, A. (2019). Análisis de la cadena de cacao en la provincia De los Ríos, Ecuador. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 11.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8519531.pdf>
- León, R., Tejada, E., & Yataco, M. (2003). Las Organizaciones Inteligentes. *Industrial Data*, 6(2), 82–87. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81660213.pdf>
- López Cuadra, Y. M., Cunias Rodríguez, M. Y., & Carrasco Vega, Y. L. (2020). El cacao peruano y su impacto en la economía nacional. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000300344](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000300344)
- Mena Vélez, L. A., & Calo Machay, D. D. (2020). *Modelo arima para el pronóstico de la producción de cacao en el Ecuador para el periodo 2020-2024* [Universidad Central del Ecuador].  
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/8edb549c-1a84-4aa9-86bd-559f06ec9471>
- Olanrewaju, O. D. (2008). Changes in Soil Properties Following Conversion of Humid Tropical Rainforest of Nigeria Into Cocoa Agroforests. *Journal of Applied Biological Sciences*, 2(3), 9–13.  
<https://www.jabsonline.org/index.php/jabs/article/view/120>
- Paredes Arce, M. (2003). *Manual del cultivo de cacao*. Ministerio de Agricultura.  
<https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao> -

- copia.pdf
- Rios Campos, C. (2016). *Simulación de sistemas*.  
<https://docs.google.com/presentation/u/0/d/1uFaK3pvyAUT4hInx8y0EI2bymhSRlybLp5GgaMeYV1w/htmlpresent?pli=1#:~:text=DEFINICIÓN DE LA D.S.,bucles de realimentación%5B1%5D>.
- Rodríguez Rodríguez, O. J., & Luna Gómez, M. A. (2020). *Dinámica de sistemas aplicada a la toma de decisiones en la producción y comercialización pecuaria de Santander (Colombia). Un caso de aplicación en un hato ganadero de la provincia de García Rovira* [Universidad Autónoma de Bucaramanga].  
<https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/12083>
- Romero Rodríguez, I. B. (2019). *Requerimientos agroclimáticos del cultivo de cacao*. Dirección General de Políticas Agrarias.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/440871/ficha-tecnica-12-cultivo-cacao.pdf>
- Tecana American University. (2019). *Los Niveles de Investigación*.  
<https://tauniversity.org/los-niveles-de-investigacion>
- Torres Flórez, J. L. (2018). *Modelo de producción avícola usando eventos discretos y ciclos de realimentación*. [Universidad de Pamplona].  
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5543>
- Villazon Arrieta, R. J. (2019). *Modelo de dinámica de sistemas para la cadena productiva del dioscórea SPP en la Región Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo* [Corporación Universitaria del Caribe].  
<https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/7239>

## **ANEXOS**

## Matriz de consistencia

### Título: Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos										
<p>¿Cómo el modelo de dinámica de sistemas se relaciona con la predicción del proceso de producción en la región San Martín?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la relación entre el modelo de dinámica de sistemas y la predicción del proceso de producción en la región San Martín.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a) Analizar la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín.</p> <p>b) Analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín.</p> <p>c) Establecer la relación entre las dimensiones del modelo de dinámica de sistemas y el proceso de la predicción de la producción de cacao en la región San Martín.</p> <p>d) Desarrollar un modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín.</p>	<p><b>Hipótesis alterna</b></p> <p>El modelo de dinámica de sistemas se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.</p> <p><b>Hipótesis nula</b></p> <p>El modelo de dinámica de sistemas no se relaciona significativamente con el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.</p>	<p><b>Técnica</b> Encuesta</p> <p><b>Instrumentos</b> Cuestionario</p>										
<b>Diseño de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Variables y dimensiones</b>											
<p>Tipo Básica Nivel relacional Diseño no experimental transversal</p>	<p><b>Población:</b> 35 especialistas en producción de cacao de la región San Martín 2023. <b>Muestra:</b> Igual a la población.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Variables</th> <th style="width: 50%;">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">Modelo de dinámica de sistemas</td> <td style="text-align: center;">Aspectos conceptuales</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aspectos técnicos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aspectos prácticos y de aplicación</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">Predicción de la producción de cacao</td> <td style="text-align: center;">Datos y variables</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Modelado y métodos de predicción</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aplicaciones y escenarios</td> </tr> </tbody> </table>		Variables	Dimensiones	Modelo de dinámica de sistemas	Aspectos conceptuales	Aspectos técnicos	Aspectos prácticos y de aplicación	Predicción de la producción de cacao	Datos y variables	Modelado y métodos de predicción	Aplicaciones y escenarios
Variables	Dimensiones												
Modelo de dinámica de sistemas	Aspectos conceptuales												
	Aspectos técnicos												
	Aspectos prácticos y de aplicación												
Predicción de la producción de cacao	Datos y variables												
	Modelado y métodos de predicción												
	Aplicaciones y escenarios												

Fuente: Elaboración propia

## Instrumento de recolección de datos



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

## FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE INFORMÁTICA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

TEMA: “**Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín**”

## Cuestionario “Modelo de dinámica de sistemas”

N.º de cuestionario: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Estimado especialista, el presente tiene como objetivo de analizar la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín. El instrumento es anónimo y reservado, la información es solo para uso de la investigación. Le pedimos por favor responda todos los ítems con sinceridad marcando con un aspa (X) en un solo recuadro. En tal sentido, se le agradece por la información brindada con sinceridad y objetividad, teniendo en cuenta las siguientes opciones de respuesta:

5	4	3	2	1
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

N		1	2	3	4	5
	<b>Dimensión: Aspectos conceptuales</b>					
1	El modelado de la dinámica de sistemas es una herramienta útil para comprender las interacciones complejas en la producción de cacao.					
2	Entiendo los principios teóricos detrás del modelado de la dinámica de sistemas y su aplicación en la producción de cacao.					
3	Creo que los modelos de dinámica de sistemas pueden capturar adecuadamente la variabilidad en la producción de cacao en la región San Martín.					
4	Me siento cómodo/a utilizando terminología técnica relacionada con el modelado de la dinámica de sistemas en el contexto del cacao.					
5	Considero que el modelado de la dinámica de sistemas es fundamental para diseñar estrategias de mejora en la producción de cacao en la región San Martín.					
	<b>Dimensión: Aspectos técnicos</b>					
6	Utilizo herramientas de software específicas para el					

	modelado de la dinámica de sistemas en mi trabajo con la producción de cacao.					
7	Estoy familiarizado/a con las metodologías de construcción de modelos de dinámica de sistemas, como diagramas causales y simulaciones.					
8	Soy capaz de validar y calibrar modelos de dinámica de sistemas utilizando datos empíricos de la producción de cacao.					
9	Considero que las herramientas de modelado de la dinámica de sistemas me permiten analizar eficazmente la variabilidad climática y sus efectos en la producción de cacao.					
10	Creo que el uso de modelos de dinámica de sistemas puede mejorar la precisión de las predicciones de producción de cacao en la región San Martín.					
	<b>Dimensión: Aspectos prácticos y de aplicación</b>					
11	Utilizo modelos de dinámica de sistemas para identificar los factores clave que afectan la producción de cacao en la región San Martín.					
12	Las predicciones generadas por los modelos de dinámica de sistemas influyen en las decisiones que tomo en mi trabajo relacionado con la producción de cacao.					
13	Los modelos de dinámica de sistemas me ayudan a evaluar el impacto de diferentes prácticas agrícolas en la producción de cacao.					
14	Considero que los modelos de dinámica de sistemas son útiles para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación frente a eventos climáticos extremos en la producción de cacao.					
15	Creo que la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas puede contribuir significativamente a mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la producción de cacao en la región San Martín.					

## **Ficha técnica del instrumento**

### **Variable: Modelo de dinámica de sistemas**

1. Nombre: Cuestionario “Modelo de dinámica de sistemas”.
2. Variable de evaluación: Modelo de dinámica de sistemas
3. Tipo de variable: Cuantitativa.
4. Autor: Nombre.
5. Objetivo: Analizar la aplicación del modelado de la dinámica de sistemas en la producción de cacao en la región San Martín.
6. Usuarios (muestra):  
35 especialistas en producción de cacao en la región San Martín.
7. Unidad de análisis:  
01 especialista.
8. Modo de aplicación:  
Auto - aplicada.

Este instrumento de recolección estuvo conformado por 15 ítems, divididas por 3 dimensiones (Aspectos conceptuales = 5, Aspectos técnicos = 5 y Aspectos prácticos y de aplicación = 5). Para su valoración y evaluación, se tuvo en cuenta los niveles de (Bajo, Medio y Alto).

## Cuestionario “Predicción de la producción de cacao”

N.º de cuestionario: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Estimado usuario, el presente tiene como objetivo de analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín. El instrumento es anónimo y reservado, la información es solo para uso de la investigación. Le pedimos por favor responda todos los ítems con sinceridad marcando con un aspa (X) en un solo recuadro. En tal sentido, se le agradece por la información brindada con sinceridad y objetividad, teniendo en cuenta las siguientes opciones de respuesta:

<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Nro.	Preguntas					
<b>Dimensión 1. Datos y variables</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Considero que la disponibilidad y calidad de los datos históricos de producción de cacao en la región San Martín son adecuados para realizar predicciones precisas.					
2	Creo que los indicadores socioeconómicos, como los precios internacionales del cacao, tienen un impacto significativo en el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.					
3	Los avances en tecnología y la innovación agrícola mejoran la precisión de las predicciones de producción de cacao en la región San Martín.					
4	Se tienen en cuenta adecuadamente variables climáticas, como la temperatura y la precipitación, en el proceso de predicción de la producción de cacao en la región San Martín.					
5	La inclusión de datos sobre prácticas agrícolas y técnicas de cultivo en el proceso de predicción mejora la fiabilidad de los resultados.					
<b>Dimensión 2. Modelado y métodos de predicción</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
6	Utilizo modelos estadísticos para predecir la producción de cacao en la región San Martín.					
7	Los modelos de aprendizaje automático, como las redes neuronales y los árboles de decisión, son eficaces para predecir la producción de cacao en la región San Martín.					
8	Considero que los modelos de dinámica de sistemas son útiles para capturar la complejidad de los factores que influyen en la producción de cacao en la región San Martín.					

9	La combinación de diferentes métodos de predicción mejora la precisión y fiabilidad de las estimaciones de producción de cacao.					
10	La validación cruzada y otros métodos de evaluación de modelos son parte integral de mi proceso de predicción de la producción de cacao.					
<b>Dimensión 3. Aplicaciones y escenarios</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
11	Las predicciones de producción de cacao influyen en las decisiones estratégicas relacionadas con la inversión en la industria del cacao en la región San Martín.					
12	Utilizo las predicciones de producción de cacao para planificar la distribución de recursos y la gestión de la cadena de suministro.					
13	Los modelos de predicción ayudan a gestionar los riesgos asociados con la producción de cacao, como la volatilidad de los precios y los eventos climáticos extremos.					
14	Las predicciones de producción de cacao son utilizadas por los gobiernos y organizaciones internacionales para formular políticas agrícolas y de desarrollo.					
15	Creo que el proceso de predicción de la producción de cacao contribuye significativamente a mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la industria del cacao en la región San Martín.					

## **Ficha técnica de los instrumentos**

### **Variable: Predicción de la producción de cacao**

1. Nombre: Cuestionario “Predicción de la producción de cacao”.
2. Variable de evaluación: Predicción de la producción de cacao.
3. Tipo de variable: Cuantitativa.
4. Autor: Nombre del autor.
5. Objetivo: Analizar el proceso predicción de la producción de cacao en la región San Martín.
6. Usuarios (muestra):  
35 especialistas en producción de cacao en la región San Martín.
7. Unidad de análisis:  
01 especialista.
8. Modo de aplicación:  
Auto - aplicada.

Este instrumento de recolección estuvo conformado por 15 ítems, divididas por 3 dimensiones (Datos y variables = 5; Modelado y métodos de predicción = 5 y Aplicaciones y escenarios = 5). Para su valoración y evaluación, se tuvo en cuenta los niveles de (Deficiente, Regular y Eficiente).

## Validación del instrumento de recolección de datos

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Wilson Torres Delgado  
Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Especialidad : Licenciado en estadística – COESPE 380  
Instrumento de evaluación : Cuestionario: Modelo de dinámica de sistemas  
Autor (s) del instrumento (s) : Sergio Panduro Baltazar

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Modelo de dinámica de sistemas.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Modelo de dinámica de sistemas					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Modelo de dinámica de sistemas					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>49</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Establecido los valores de aplicabilidad se llegó a determinar que el instrumento de recolección de datos se encuentra listo para su ejecución con validación obtenida de "Excelente"

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

  
Dr. Wilson Torres Delgado  
Docente en Metodología  
UNSM

Tarapoto 05 de febrero de 2024

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Andi Lozano Chung  
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín  
 Especialidad : Docente en la Universidad Nacional de San Martín  
 Instrumento de evaluación : Cuestionario: Modelo de dinámica de sistemas  
 Autor (s) del instrumento (s) : Sergio Panduro Baltazar

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Modelo de dinámica de sistemas.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Modelo de dinámica de sistemas				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Modelo de dinámica de sistemas				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>48</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable y Coherente.

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Dr. Andi Lozano Chung  
INGENIERO AMBIENTAL  
C.I. 109414

Tarapoto 05 de febrero de 2024

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Ing. MBA. Ángel Cárdenas García  
Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín  
Especialidad : Docente en Metodología - UNSM  
Instrumento de evaluación : Cuestionario: Modelo de dinámica de sistemas  
Autor (s) del instrumento (s) : Sergio Panduro Baltazar

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Modelo de dinámica de sistemas					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Modelo de dinámica de sistemas					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Modelo de dinámica de sistemas.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>48</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Excelente para su aplicación.

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

48

Tarapoto 05 de febrero de 2024

  
MBA. Ángel Cárdenas García  
DOCENTE EN METODOLOGÍA  
UNSM

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Wilson Torres Delgado  
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
 Especialidad : Licenciado en estadística – COESPE 380  
 Instrumento de evaluación : Cuestionario: Proceso de predicción de producción del cacao  
 Autor (s) del instrumento (s) : Sergio Panduro Baltazar

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Proceso de predicción de producción del cacao.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Proceso de predicción de producción del cacao					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Proceso de predicción de producción del cacao				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>48</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Establecido los valores de aplicabilidad se llegó a determinar que el instrumento de recolección de datos se encuentra listo para su ejecución con validación obtenida de "Excelente"

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

48

Tarapoto 05 de febrero de 2024

  
 Dr. Wilson Torres Delgado  
 Docente en Metodología  
 UNSM

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Andi Lozano Chung  
Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín  
Especialidad : Docente en la Universidad Nacional de San Martín  
Instrumento de evaluación : Cuestionario: Predicción de la producción de cacao  
Autor (s) del instrumento (s) : Sergio Panduro Baltazar

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Predicción de la producción de cacao.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Predicción de la producción de cacao					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Predicción de la producción de cacao					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>48</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable y Coherente.

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48



Tarapoto 05 de febrero de 2024

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Ing. MBA. Ángel Cárdenas García  
Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín  
Especialidad : Docente en Metodología - UNSM  
Instrumento de evaluación : Cuestionario: Predicción de la producción de cacao  
Autor (s) del instrumento (s) : Sergio Panduro Baltazar

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Predicción de la producción de cacao.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Predicción de la producción de cacao					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Predicción de la producción de cacao.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>49</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Excelente para su aplicación.

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

49

Tarapoto 05 de febrero de 2024

  
MBA. Ángel Cárdenas García  
DOCENTE EN METODOLOGÍA  
UNSM

### Prueba de confiabilidad del cuestionario “Modelo de dinámica de sistemas”

La confiabilidad del instrumento se calculó a través del Índice de confiabilidad - Alfa de Cronbach, teniendo como muestra piloto a 35 sujetos; y del análisis de los 15 ítems del instrumento de evaluación se obtuvo como resultado un índice de **0,843** que se encuentra dentro del rango “Muy bueno” de confiabilidad, por lo tanto, el instrumento de medición es muy confiable para su aplicación.

A través del Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Nivel de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach

Rango	Nivel
0,9 – 1,0	Excelente
0,8 – 0,9	Muy bueno
0,7 – 0,8	Aceptable
0,6 – 0,7	Cuestionable
0,5 – 0,6	Pobre
0,0 – 0,5	No aceptable

*Fuente:* George y Mallery (2003).

### Resumen del procesamiento de los casos

	N	%	
Casos	Válido	35	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	35	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

*Fuente:* SPSS 27.

<b>Estadísticas de total de elemento</b>				
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
item1	43,47	105,982	,640	,823
item2	43,27	115,789	,431	,836
item3	43,37	114,447	,442	,835
item4	43,13	107,706	,669	,822
item5	43,73	111,926	,420	,837
item6	43,57	107,357	,571	,827
item7	43,40	108,041	,567	,827
item8	43,73	113,857	,370	,839
Item9	43,30	113,045	,406	,837
item10	43,37	121,344	,163	,848
item11	43,40	113,766	,389	,838
item12	43,30	113,183	,365	,840
item13	43,37	108,861	,570	,827
item14	43,60	109,421	,473	,833
item15	43,47	108,120	,561	,828

Fuente: SPSS 27

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,843	15

Fuente: SPSS 27

**Bibliografía de Referencia:**

George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

### Datos de la prueba de confiabilidad del instrumento

Sujetos/ ítems	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	3	4	5	4	4	5	2	2	2	2	3	2	4	4
2	4	3	4	4	2	4	2	5	4	4	4	5	4	4	5
3	2	2	1	1	1	1	1	4	2	3	2	2	1	2	1
4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	2	2	3	2	4
5	2	3	2	4	2	2	3	2	1	2	5	5	4	5	5
6	4	5	4	4	5	5	5	5	5	1	2	1	2	1	4
7	2	2	1	2	1	2	1	4	3	3	2	4	3	2	2
8	2	2	3	2	4	3	2	2	2	4	5	1	1	1	1
9	1	5	4	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3	3
10	2	3	1	2	2	2	4	2	3	2	3	3	3	1	3
11	3	2	1	3	4	3	3	4	5	4	4	4	4	3	2
12	5	4	4	5	5	5	5	2	2	1	1	2	1	2	1
13	2	3	3	3	1	1	1	2	1	3	3	2	4	3	2
14	2	2	2	2	2	2	2	1	5	4	4	5	1	1	1
15	4	4	4	3	2	4	4	1	3	4	2	2	2	1	2
16	1	3	4	3	4	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2
17	5	5	4	5	1	1	5	5	4	4	5	5	5	5	5
18	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	1	4
19	5	4	4	5	4	5	4	1	5	4	5	5	5	5	4
20	3	4	4	3	2	2	4	2	3	3	3	2	4	1	2
21	3	2	4	3	4	3	3	4	5	4	4	4	4	3	2
22	5	4	4	5	5	5	5	2	2	1	2	3	4	4	5
23	1	3	3	3	1	1	1	2	1	3	1	5	4	5	4
24	1	2	2	2	2	2	2	1	5	4	5	5	5	4	5
25	4	4	4	3	2	4	4	2	3	4	2	2	2	1	2
26	1	3	4	3	4	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2
27	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
28	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4
29	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4
30	3	4	4	3	2	2	4	2	3	3	3	2	4	4	2
31	5	4	4	5	5	5	5	2	2	1	2	3	4	4	5
32	4	4	4	3	2	4	4	2	3	4	2	2	2	1	2
33	1	3	4	3	4	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2
34	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4
35	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4

### Prueba de confiabilidad del cuestionario “Predicción de la producción de cacao”

La confiabilidad del instrumento se calculó a través del Índice de confiabilidad - Alfa de Cronbach, teniendo como muestra piloto a 35 sujetos; y del análisis de los 15 ítems del instrumento de evaluación se obtuvo como resultado un índice de **0,826** que se encuentra dentro del rango “Muy bueno” de confiabilidad, por lo tanto, el instrumento de medición es muy confiable para su aplicación.

A través del Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Nivel de confiabilidad del coeficiente alfa de Cronbach

Rango	Nivel
0,9 – 1,0	Excelente
0,8 – 0,9	Muy bueno
0,7 – 0,8	Aceptable
0,6 – 0,7	Cuestionable
0,5 – 0,6	Pobre
0,0 – 0,5	No aceptable

**Fuente:** George y Mallery (2003).

### Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válido	35	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	35	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Fuente:** SPSS 27.

<b>Estadísticas de total de elemento</b>				
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
item1	43,47	105,982	,640	,823
item2	43,27	115,789	,431	,836
item3	43,37	114,447	,442	,835
item4	43,13	107,706	,669	,822
item5	43,73	111,926	,420	,837
item6	43,57	107,357	,571	,827
item7	43,40	108,041	,567	,827
item8	43,73	113,857	,370	,839
Item9	43,30	113,045	,406	,837
item10	43,37	121,344	,163	,848
item11	43,40	113,766	,389	,838
item12	43,30	113,183	,365	,840
item13	43,37	108,861	,570	,827
item14	43,60	109,421	,473	,833
item15	43,47	108,120	,561	,828

Fuente: SPSS 27

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,826	15

Fuente: SPSS 27

### **Bibliografía de Referencia:**

George, D., & Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

### Datos de la prueba de confiabilidad del cuestionario

Sujetos/ ítems	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	3	4	5	4	4	5	2	2	2	2	3	2	4	3
2	4	3	4	4	2	4	2	5	4	4	4	5	4	4	5
3	2	2	3	3	3	3	1	4	2	3	2	2	1	2	3
4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	2	2	3	2	4
5	2	3	2	4	2	2	3	2	1	2	5	5	4	5	5
6	4	5	4	4	5	5	5	5	5	1	2	3	2	3	4
7	2	2	1	2	1	2	1	4	3	3	2	4	3	2	2
8	2	2	3	2	4	3	2	2	2	4	5	1	1	1	1
9	1	5	4	5	1	4	1	1	4	1	1	3	1	3	3
10	2	3	1	2	2	2	4	2	3	2	3	3	3	1	3
11	3	2	1	3	4	3	3	4	5	4	4	4	4	3	2
12	5	4	4	5	5	5	5	2	2	4	1	2	1	2	1
13	1	3	3	3	4	1	4	2	1	3	3	2	4	3	2
14	1	2	2	2	2	2	2	1	5	4	4	5	1	1	1
15	4	4	4	3	2	4	4	1	3	4	2	2	2	1	2
16	1	3	4	3	4	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2
17	5	5	4	5	1	1	5	5	4	4	5	5	5	5	5
18	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	1	4
19	5	4	4	5	4	5	4	1	5	4	5	5	5	5	4
20	3	4	4	3	2	2	4	2	3	3	3	2	4	1	2
21	3	2	4	3	4	3	3	4	5	4	4	4	4	3	2
22	5	4	4	5	5	5	5	2	2	1	2	3	4	4	5
23	1	3	3	3	1	1	1	2	1	3	1	5	4	5	4
24	1	2	2	2	2	2	2	1	5	4	5	5	5	4	5
25	4	4	4	3	2	4	4	2	3	4	2	2	2	3	2
26	2	3	4	3	4	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2
27	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
28	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4
29	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4
30	3	4	4	3	2	2	4	2	3	3	3	2	4	4	2
31	5	4	4	5	5	5	5	2	2	1	2	3	4	4	5
32	1	3	3	3	1	1	1	2	1	3	1	5	4	5	4
33	2	3	4	3	4	2	2	3	2	4	3	4	3	3	2
34	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
35	3	4	4	3	2	2	4	2	3	3	3	2	4	4	2

### Base de datos estadístico

N.º	Aspectos conceptuales	Aspectos técnicos	Aspectos prácticos y de aplicación	Modelo de dinámica de sistemas	Datos y variables	Modelado y métodos de predicción	Aplicaciones y escenarios	Predicción de la producción de cacao
1	21	25	21	67	12	23	25	60
2	12	12	22	46	13	15	22	50
3	22	25	20	67	13	21	23	57
4	23	20	19	62	19	23	23	65
5	19	23	24	66	25	18	18	61
6	22	24	25	71	25	18	18	61
7	22	21	24	67	20	23	21	64
8	23	19	18	60	19	25	20	64
9	16	17	12	45	13	15	17	45
10	24	19	23	66	24	24	25	73
11	23	19	25	67	18	23	19	60
12	25	15	25	65	12	25	24	61
13	22	23	25	70	21	23	25	69
14	19	19	20	58	18	22	18	58
15	25	18	19	62	21	22	19	62
16	9	17	12	38	14	17	9	40
17	20	22	21	63	18	18	25	61
18	8	5	16	29	8	13	8	29
19	25	23	23	71	20	24	23	67
20	23	23	23	69	19	23	25	67
21	25	24	19	68	20	19	19	58
22	9	6	11	26	5	6	10	21
23	17	15	13	45	14	16	13	43

24	23	15	19	57	15	16	22	53
25	22	21	19	62	20	19	25	64
26	25	24	25	74	18	25	20	63
27	16	15	19	50	17	16	18	51
28	19	24	25	68	22	18	25	65
29	11	8	11	30	6	6	11	23
30	24	25	23	72	21	19	25	65
31	19	19	24	62	19	24	21	64
32	16	17	14	47	13	17	17	47
33	25	23	23	71	24	18	22	64
34	13	17	12	42	14	13	14	41
35	16	14	12	42	12	16	16	44

# Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín

*por* SERGIO PANDURO BALTAZAR

---

**Fecha de entrega:** 27-dic-2024 02:20p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2558431054

**Nombre del archivo:** TESIS\_SERGIO\_PANDURO\_26-12-24\_3\_.docx (1.19M)

**Total de palabras:** 19201

**Total de caracteres:** 98772

## Modelo de dinámica de sistemas para predecir la producción del cacao en la región San Martín

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.unsm.edu.pe">tesis.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	2%
5	<a href="https://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to unia Trabajo del estudiante	1%