



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

**PRONÓSTICO PARA LA DEMANDA DE INSCRITOS EN ESTUDIOS DE
EDUCACIÓN SUPERIOR A NIVEL PREGRADO EN LA UNIVERSIDAD DE LA
AMAZONIA**

**FORECAST FOR THE DEMAND OF ENROLLED IN HIGHER EDUCATION
STUDIES AT THE UNDERGRADUATE LEVEL AT THE UNIVERSITY DE LA
AMAZONIA**

Gener Antonio Sepúlveda Silvestre
gasepulvedas@libertadores.edu.co

Fundación Universitaria los Libertadores

RESUMEN

El presente artículo trata sobre una investigación *no experimental*, de enfoque *cuantitativo* y de nivel *predictivo*, que utilizando la metodología Box – Jenkins en el marco del análisis de series temporales univariadas se ajusta un modelo SARIMA a la serie compuesta por 40 observaciones y 1 variable denominada específicamente como el *número de inscritos a nivel de pregrado en la Universidad de la Amazonia*, cuyo registro inicia en el primer semestre de 2000 y culmina en el segundo semestre de 2019; información extraída de las bases de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). El propósito principal es predecir el número de inscritos para estudios de educación superior a nivel de pregrado de la Universidad de la Amazonia durante los próximos 3 años, con el fin de proporcionar información basada en procedimientos estadísticos confiables que le permita a la universidad y a las entidades gubernamentales tomar decisiones acertadas hacia el crecimiento de una atención significativa frente a la demanda de inscritos en este nivel de educación superior.

Palabras clave: series temporales univariadas, metodología Box – Jenkins, pronóstico, número de inscritos en pregrado.



ABSTRACT

This article deals with a non-experimental investigation, with a quantitative approach and a predictive level, which, using the Box - Jenkins methodology within the framework of univariate time series analysis, adjusts a SARIMA model to the series composed of 40 observations and 1 variable called specifically as *the number of enrolled at the undergraduate level at the University of the Amazonia*, whose registration begins in the first semester of 2000 and ends in the second semester of 2019; information extracted from the databases of the National Higher Education Information System and whose acronym in Spanish is (SNIES). The main purpose is to predict the number of enrolled for higher education studies at the undergraduate level of the University of the Amazonia during the next 3 years, in order to provide information based on reliable statistical procedures that allows the university and entities Governments make wise decisions towards the growth of significant attention to the demand for enrolled in this level of higher education.

Keywords: univariate time series, Box - Jenkins methodology, forecast, number of undergraduate students.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge primordialmente por la necesidad de mostrar una realidad sustentada bajo el estado actual de las Instituciones de Educación Superior sobre la oferta de cupos a nivel de pregrado, la cual se ve reflejada en la diferencia abismal que hay entre inscritos y estudiantes admitidos. Aunque el estudio es realizado en una institución en particular (Universidad de la Amazonia), con los resultados se pretende incitar a Instituciones que presentan la misma situación, de modo que promuevan estrategias de mejoramiento en busca de poder atender una mayor cifra de estudiantes en sus establecimientos educativos. En este sentido, para las instituciones universitarias, según Guzmán y Borrero (2011) “cada día es más necesaria su planificación, tanto por las exigencias de formar profesionales con mayores capacidades, habilidades y destrezas, así como por la tendencia a incrementar el ingreso de una mayor cantidad de jóvenes a la educación universitaria profesional” (p.74).



Existe una consecuencia clara; muchos jóvenes recién graduados de la educación media y otros interesados en realizar estudios de pregrado se están quedando por fuera del sistema. Ante esta situación, las causas pueden ser diversas, por mencionar algunas, está: la falta de infraestructura, materiales y recursos tecnológicos no suficientes, poca elección en ofertas de programas, carencia de recurso humano en cuanto a perfiles profesionales, la sobredemanda de inscritos en un mismo programa, etc. Todo se reduce en que la capacidad de cupos no es suficiente para admitir tantos estudiantes. Según el Banco Mundial (2008) cada vez se requiere de una mayor oferta de educación superior, pues el aumento en el número de graduados de la educación secundaria es preocupante frente a la capacidad insuficiente del sistema público de educación superior y los altos costos para el estudiante a nivel de las instituciones privadas, no obstante, las limitaciones en el gasto público impiden que el Gobierno extienda esa oferta por su propia cuenta (citado en Gómez y Celis, 2009). Colombia enfrenta el gran reto de incrementar la oferta de estudios en educación superior a una velocidad mayor a la del crecimiento poblacional, toda vez que la demanda de educación superior ha venido aumentando paralelamente a este crecimiento demográfico. Aunque el histórico de la cobertura ha venido evolucionando significativamente, para Ávila (2018) cada año es más difícil acceder a dicho sistema educativo de calidad, puesto que en nuestro país la oferta en educación pública superior sigue siendo débil.

La investigación tiene una delimitación clara frente a sus alcances, lo cual hace que sea un proyecto viable en el tiempo establecido y respecto a los propósitos planteados. En este sentido, se implementa la metodología de Box – Jenkins en el marco del análisis de series temporales univariadas; se realiza un pronóstico para 3 años en mediciones semestrales, en cuya predicción se pretende analizar cómo evoluciona el número de inscritos en estudios de educación superior a nivel de pregrado, a partir del registro entre el primer semestre de 2000 hasta el último semestre de 2019 de la Universidad de la Amazonia. La metodología Box – Jenkins es de gran relevancia en las investigaciones de nivel predictivo, toda vez que, con su procedimiento estadístico en el análisis de series temporales se pueden llevar a cabo pronósticos que ayudan a tomar decisiones sabias en un futuro. En efecto, Escudero (2015) afirma que “el análisis de información histórica, por medio de series de tiempo, ha mostrado ser una valiosa herramienta para generar pronósticos confiables para las instituciones



educativas. Los pronósticos han cambiado la forma de planear, organizar, dirigir y repartir recursos” (p.2).

Referente a sus aplicaciones, en lo que concierne directamente por el investigador, no va más allá de proveer información de utilidad para la Universidad de la Amazonia y para todas las Instituciones de Educación Superior (IES) interesadas; no obstante, los resultados son de utilidad para que la universidad pueda gestionar con las correspondientes entidades y desde sus alcances proyecten responsablemente un crecimiento gradual en la capacidad de estudiantes admitidos. En este sentido, la investigación tiene relevancia práctica, puesto que una vez obtenidos los resultados del pronóstico, la universidad tiene a la mano evidencia estadística confiable para prever las estrategias de contingencia y emprender soluciones que mitiguen la problemática presentada frente a los jóvenes que quedan fuera del sistema educativo superior a nivel de pregrado. Igualmente, es una forma indirecta de facilitar las herramientas a otras Universidades, pero, también a las entidades gubernamentales para que evalúen sus proyectos y políticas educativas pensadas también a futuro y con ello puedan tomar decisiones acertadas hacia el mejoramiento de una atención significativa de la demanda en este nivel de educación superior. Frente a lo anterior, Palacios (2018) afirma: el contar con proyecciones confiables sobre el comportamiento de indicadores de educación superior es una forma de otorgar herramientas a las entidades gubernamentales, para que estas puedan evaluar la efectividad de sus políticas educativas a futuro y entonces las mismas puedan tomar decisiones acertadas en la búsqueda de estrategias de mejoramiento, en el caso de que sus estimaciones no sean las esperadas.

El trabajo que se desarrolla es conveniente y oportuno para la Universidad, puesto que según rastreo bibliográfico hasta el momento no reposa ningún tipo de investigación a nivel regional y tampoco nacional enfocado en el pronóstico de esta variable, la cual permita tener una visión futura sobre su comportamiento y al mismo tiempo brindar información en pro de la situación planteada en esta investigación. Para Palacios (2018) el uso de proyecciones mediante modelos estadísticos de series de tiempo no es muy común en el sector educativo colombiano, pero gracias a los avances en materia de base de datos sobre diversas estadísticas



históricas del sector a través del SNIES, se facilita acceder a esta información y realizar este tipo de estudios que pueden resultar pertinentes.

Con base a la revisión bibliográfica, se encuentra investigaciones en las cuales se ha realizado pronósticos con series temporales con el uso de la Metodología Box – Jenkins sobre la tasa de cobertura (Palacios, 2018), evolución de matrículas (Yopán y Alvarado, 2015; Tobón, 2019) e inflación de la educación superior (Ávila, 2018). Existen otros modelos predictivos sobre el abandono y sobre la permanencia de la educación superior (Bernardo, Cerezo, Rodríguez, Núñez, Tuero y Esteban, 2015; Oñate, 2016) y sobre la evolución de matrículas con datos de panel (Bulla, 2020), entre otros estudios que se enfocan en análisis de los factores que inciden en la demanda de estudiantes en la educación superior. En estas condiciones, el trabajo de investigación se convierte en un aspecto ineludible y, por tanto, busca mitigar la ausencia de investigación en esta temática, la cual es necesaria para mostrar a Colombia la realidad que viven jóvenes del departamento del Caquetá y de otros departamentos cuando se postulan al ingreso de la educación superior tras obtener su título de bachiller. Lo anterior se refleja como una oportunidad innegable para dar inicio al proceso de investigación enfocado en esta problemática y dejar antecedentes para futuras investigaciones.

REFERENTES TEORICOS

La educación superior en Colombia.

Según Ley 30 de 1992 la educación superior es el proceso de formación permanente para el desarrollo integral de las potencialidades del ser humano; realizada con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación profesional. Ávila (2018) destaca su contribución en la construcción del perfil vocacional y profesional para la sociedad moderna y el papel estratégico en el proyecto de desarrollo económico, social y político en el que está inmersa la Nación.

Niveles de educación superior: se clasifica en estudios a nivel de pregrado y de posgrado. El nivel de pregrado se subdivide en tres niveles de formación, los cuales corresponden al Técnico Profesional, al Tecnológico y al Profesional; son ofrecidos por Instituciones



Técnicas Profesionales, Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas y Universidades, por otro lado, el nivel de postgrado corresponde a las especializaciones, maestrías, doctorados y a los postdoctorados (Ley 30, 1992).

La persona que, en una oportunidad tomó la decisión de estudiar en un programa de educación superior puede encontrarse como: *inscrito*, *admitido*, *matriculado en primer curso*, *matriculado*, *desertor* o *graduado*. Nos interesa tener claro cuatro de estos. En efecto, el SNIES define ***inscrito*** como la persona natural que solicita formalmente el ingreso a un programa académico en una IES en calidad de estudiante; ***admitido*** como la persona natural que, previo el proceso de selección realizado por la IES y el cumplimiento de los requisitos de ley, es aceptado en calidad de estudiante en el programa en el que se inscribió; ***matriculado*** como la persona natural que posee matrícula formal y tienen la calidad de estudiante en un programa académico de una IES para un periodo determinado; por último define ***matriculado en primer curso*** como la persona natural que formaliza el proceso de matrícula para vincularse por primera vez a un programa de formación ofertado en una IES.

Demanda en la educación superior.

Según la enciclopedia Banrepcultural (2017) el término demanda, hace referencia a la cantidad de bienes o servicios exigidos, esperados o deseados en un determinado mercado de una economía, mientras que la oferta, representa a la cantidad de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado y bajo unas determinadas condiciones. En el contexto educativo la demanda puede entenderse como el total de personas que requieren de servicios educativos en el mercado y la oferta, como la cantidad de servicios ofrecidos que, en otras palabras, es la respuesta a las necesidades de formación (Pérez, 2015).

Un primer acercamiento a la demanda de educación superior es el número de graduados en educación media y segundo, el número de inscripciones en estudios de educación superior. Reconociendo que todos los graduados de la media no demandan y que el tema de inscritos a nivel nacional tiene un sesgo estadístico, en la medida que un aspirante puede inscribirse en más de una universidad; sin embargo, visto a nivel institucional, son los mejores indicadores para tener una proyección de cuántos jóvenes pueden demandar educación



superior en las diferentes regiones. La demanda de educación superior reclama de forma general una mayor disponibilidad de cupos para atender una mayor cantidad de aspirantes; esta tiene manifestaciones diferentes dependiendo de la situación de cada institución y aquí es clave el análisis de las misma para determinar en qué aspectos se está demandando específicamente y poder extender la oferta en esa dirección. Es así, que la cifra significativa de inscritos puede estar demandando un mayor número de cupos en programas específicos, disponibilidad de docentes en perfiles determinados o financiamiento para la construcción, adecuación e instalación de aulas y otros espacios.

Son muchos los *factores determinantes* en la demanda de la educación superior; en parte relacionados con la situación que rodea al individuo y otros influidos por el nivel de desarrollo del sistema educativo. La literatura aplicada sobre el análisis de la demanda de educación superior recoge tradicionalmente determinantes como la situación de desigualdad económica, el análisis costo beneficio, las características propias del individuo, las características de la familia, las características de su entorno, las imperfecciones en el mercado de capitales, entre otras que inciden en la elección sobre cuánta educación demandar, no obstante, también existe un grupo de factores macroeconómicos, demográficos, institucionales y de carácter político (González, 2011). Desde la teoría del capital humano Cabañate (1998) indica que: “los individuos demandan educación en la medida en que incrementos adicionales de la misma les proporcionan unas rentas suplementarias durante el resto de su vida laboral que, actualizadas, superan el coste que deben afrontar para adquirir la educación adicional” (p.43).

Análisis de las estadísticas sobre el (SNIES).

En la página web del SNIES se define a este mismo como un sistema que se encarga de recopilar y organizar toda la información que es de relevancia en el ámbito de la educación superior, la cual permite hacer planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia en este sector. Basados en las cifras de este sistema, varios medios de información como el Portafolio (2019), el Tiempo (2019), el Dinero (2019), entre otros, han manifestado de manera alarmante un bajonazo en el número de matrículas en educación superior en 2017



y 2018. En los argumentos dan a entender que cada vez menos jóvenes llegan a la educación superior, así, lo publica el Portafolio (2019).

Peña (2019) afirma que, según el SNIES la tendencia de crecimiento en las matrículas de primer curso en educación superior, que se mantenía consecutivamente desde 2013, se interrumpió en 2017 y que, en 2017 se registraron 487.511 matrículas en primer curso, cuando en 2016 fueron 529.534. El problema es que el autor no aclara que dichas cifras además de hacer referencia a matriculados de primer curso, corresponden solo al primer semestre. Revisando el SNIES se encuentra que en 2016 se matricularon en primer curso 952.988 estudiantes, mientras que en 2017 fueron 912.468. Cifras respaldadas por Tobón (2019), el cual estimó que a nivel nacional hubo una caída del 4,25% en la matrícula entre 2017 - 2018.

El Portafolio (2019) con base al SNIES resalta que la matrícula total en educación superior en el 2018 fue de 2'408.041, lo que significa una disminución del 1,5% con respecto al 2017 (38.000) matriculados menos. Sin embargo, revisando el SNIES se encuentra que la matrícula total en educación superior en el 2018 fue de 2'440.367 cuando en 2017 había sido de 2'446.314 presentando una diferencia de 5.947 y no de 38.000. Todas estas inconsistencias están alarmando la situación sobre la educación superior en Colombia, puesto que en primer lugar las cifras no concuerdan y segundo no corresponden a la denominación que se le está atribuyendo. Con el ánimo de dejar clara las cifras reales se hace el siguiente resumen:

Tabla 1. *Resumen sobre las estadísticas del SNIES*

	2016	2017	2018	2019	2017-2016	2018-2017	2019-2018
Matrículas Totales	2'394.434	2'446.314	2'440.367	2.396.250	+ 51.880	-5.947	- 44.117
Matrículas en Primer Curso	952.988	912.468	843.767	824.840	- 40.520	- 68.468	- 18.927
Inscritos	2'154.004	2'351.487	2'440.367	2'124.546	+ 197.483	+ 88.880	- 315.821
Admitidos	1'179.916	1'148.949	1'016.920	1'001.217	-30.967	-132.029	- 15.703
No Admitidos	974.088	1'202.538	1'423.447	1'123.329	+228.450	+220.909	-300.118

La disminución se ve refleja de manera continua y significativa en el número de admitidos y en las matrículas de primer curso. Respecto a esta última en 2017 son 40.520 estudiantes



menos que el 2016, en 2018 son 68.468 menos que el 2017 y en 2019 son 18.927 menos que el 2018. No obstante, respecto a los estudiantes matriculados en todas las cohortes no se encuentra una afectación en todos los años, esto es; un aumento de 51.880 estudiantes en 2017 respecto al año 2016, una disminución de 5.947 en 2018 respecto al año 2017 y una disminución significativa de 44.117 en 2019 respecto al año 2018.

El número de inscritos sigue sosteniendo una tendencia de crecimiento año tras año a excepción del año 2019. No sucede lo mismo con el número de estudiantes que son admitidos, pues en 2017 se dejaron de admitir 30.967 estudiantes menos que el año 2016, en 2018 se dejaron de admitir 132.029 menos que el año 2017 y 2019 se dejaron de admitir 15.703 menos que el año 2018. Por último, se nota que el número de personas no admitidas o “rechazadas por el sistema” ha venido creciendo a excepción del 2019.

Con base a los resultados anteriores, se infiere que la disminución en el número de matrículas de primer curso no deja entrever que sea por la falta de aspirantes, por tanto, los medios de comunicación deben replantear las afirmaciones e hipótesis que se tienen al respecto, por ejemplo, que “menos jóvenes están llegando a las universidades”. Solo basta con analizar las cifras de inscritos y admitidos para desmentir esta idea, es más acertado afirmar que *menos jóvenes son matriculados en las universidades*, puesto que, en primer lugar, todos no son admitidos y luego un porcentaje de admitidos no formalizan la matrícula, la pregunta es ¿por qué? El bajón en ofertas de programas técnicos y tecnólogos de algunas universidades y la desprogramación del calendario académico generada por el justo paro estudiantil iniciado en octubre del 2018, pueden ser algunos causantes de la disminución en las matrículas nacionales de los últimos años, sin saber los efectos causados por la emergencia sanitaria del Covid 19 para el presente año.

Producto de la reiterada crisis de la matrícula en educación superior, hecha a través de los diferentes medios de comunicación, Hoyos (2020) invita a realizar un análisis fino que permita revisar el tema con mayor detalle y a la creación de nuevas preguntas que aporten a la construcción de la mejor ruta que como país debemos tomar; análisis por áreas, por núcleos de conocimientos y por modalidades de estudio, entre otras.



Frente a las estadísticas que se publican; González (2020) aclara en primer lugar que, los cierres estadísticos que efectúa el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para la publicación de cifras oficiales son una foto de los datos en una fecha exacta, estos no se actualizan con el proceso de depuración de los datos que las IES ajustan en el SNIES después de esa fecha, por ello es importante tener cuidado en el análisis y las decisiones que se tomen basados en estas cifras y segundo que los datos que se registran corresponden a números de registros y no de personas.

METODOLOGÍA

Se lleva a cabo una investigación *no experimental*, puesto que se ha tomado información ya existente sobre la variable en estudio y por tanto no hubo manipulación deliberada de ninguna situación para la obtención de la misma, es decir, el investigador obtiene la información observando el fenómeno tal y como se da en su contexto actual y natural sin alteración alguna (Cortés e Iglesia, 2004; Arias, 2012; Hernández y Mendoza, 2018). Específicamente es un diseño de estudio *ex post-facto* pues en este caso el investigador inicia el estudio después que los eventos (hechos y variables) ocurrieron (Hurtado de Barrera, 2010; Hernández, Fernández y Baptista, 2014), a la vez, es *retrospectivo*, ya que los datos se recogen de registros donde el investigador no tuvo participación (secundarios) y por tanto no se puede dar fe en la exactitud de cuyas mediciones (Supo, 2012).

La investigación se desarrolla desde el *enfoque cuantitativo*, por lo que se emplean modelos estadísticos (*series de tiempo univariadas*) para el tratamiento de la variable de estudio, lo cual hace que la interpretación de los resultados tenga un alto grado de objetividad. En efecto los estudios cuantitativos a diferencia de los cualitativos, se caracterizan porque requieren de la utilización de métodos estadísticos para el análisis de la información (Palella y Martins 2012, Supo, 2015). Finalmente, se trata de una investigación de *nivel predictivo*, toda vez que se hace uso de modelos de series temporales para hacer *pronósticos* con la información existente sobre la variable de estudio. La investigación predictiva o "investigación de pronóstico", tiene como propósito prever o anticipar situaciones futuras, las cuales no son deterministas, sino aproximadas (Hurtado de Barrera, 2010). En este nivel se realiza



estimación probabilística de eventos generalmente adversos, de ocurrencia o en función al tiempo y se aplican técnicas específicas de la estadística (Supo, 2012).

Para la construcción del modelo de pronóstico se utiliza la *metodología Box – Jenkins*, que según Hanke y Wichern (2006) se refiere a la serie de procedimientos para identificar, ajustar y verificar modelos ARIMA con los datos de la serie de tiempo y, cuyo pronóstico procede del modelo que logra el mejor ajuste. Este proceso se lleva a cabo de forma iterativa, en el que se distingue cuatro fases; *identificación, estimación, validación y predicción* (González, 2009; Damodar y Porter, 2010). A continuación, se describen de manera general:

Identificación: se *identifica* el posible modelo ARIMA que sigue la serie, para lo cual se requiere: a través del análisis gráfico y las pruebas de estacionariedad decidir qué transformación aplicar para convertir la serie observada en una serie estacionaria; observar los correlogramas de la Función de Autocorrelación (FCA) y la Función de Autocorrelación Parcial (PFCA) de la serie estacionaria para determinar los órdenes (p, d, q) de la estructura autorregresiva y de media móvil de un posible modelo ARIMA y, si el proceso es estacional, también los órdenes (P, D, Q) de la estructura estacional de un posible modelo SARIMA (Daniel, 2010). Aquí es posible identificar más de un modelo candidato o provisional, cuya efectividad se va evaluando en las dos próximas fases.

Estimación: se procede a *estimar* los *parámetros* (coeficientes) apropiados de los términos autorregresivos (AR) y de media móvil (MA) para la serie estacionaria en o los modelos que se identificaron provisionalmente en el paso anterior.

Validación: etapa de *diagnóstico* donde se comprueba que los residuos no tienen estructura de dependencia y siguen un proceso de ruido blanco; es decir, es donde se verifica que las hipótesis básicas realizadas respecto a los residuos son ciertas (Daniel, 2010). En este sentido es conveniente realizar contraste de autocorrelación, heterocedasticidad, normalidad y de aleatoriedad de los residuales sobre los modelos provisionales para comprobar si se ajustan de forma razonable a los datos de la serie. Si existe más de un modelo que cumpla los supuestos, se aplica un *criterio de validación de modelos* como el BIC para seleccionar el de



mejor ajuste. Si, por el contrario, no existe ninguno, entonces se debe identificar nuevos modelos y, por tanto, repetir las tres etapas desarrolladas al momento, hasta obtener un modelo adecuado para continuar a la fase de *pronóstico*.

Predicción: cuando exista el modelo que mejor cumpla las exigencias en la validación, entonces con este se procede a realizar el pronóstico en términos probabilísticos de los valores futuros de la variable y con lo cual se evalúa la capacidad predictiva del mismo. Todos los procedimientos y operaciones estadísticas que conllevan la realización de las cuatro etapas anteriores bajo la metodología Box – Jenkins se calculan a través del *software estadístico RStudio*.

RESULTADOS

La base de datos que luego es transformada en series temporales está compuesta por 40 observaciones y 1 variable denominada específicamente como el *número de inscritos a nivel de pregrado en la Universidad de la Amazonía*. El registro inicia en el primer semestre de 2000 y culmina en el segundo semestre de 2019, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 2. *Inscritos a nivel de pregrado en la Universidad de la Amazonia 2000-2019*

SEMESTRE	AÑOS																				
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
I		813	1.017	752	1.057	1.125	1.388	1.778	1.669	1.880	1.689	2.072	2.773	1.800	1.777	1.809	2.303	2.675	3.134	2.663	2.925
II		687	368	649	921	948	1.365	1.191	1.349	1.539	1.330	1.466	1.715	1.270	1.609	1.491	1.920	2.295	2.252	2.067	1816

Tabla 3. *Resumen de estadísticos descriptivos*

RESUMEN ESTADÍSTICO	
Mínimo	368
Q1	1174
Mediana	1639
Media	1634
Q3	1957
Máximo	3134



Puesto que se tiene media y mediana muy próxima a ser iguales, se puede pensar una distribución simétrica en los datos de la variable. Enseguida se muestra el soporte visual de la serie original.

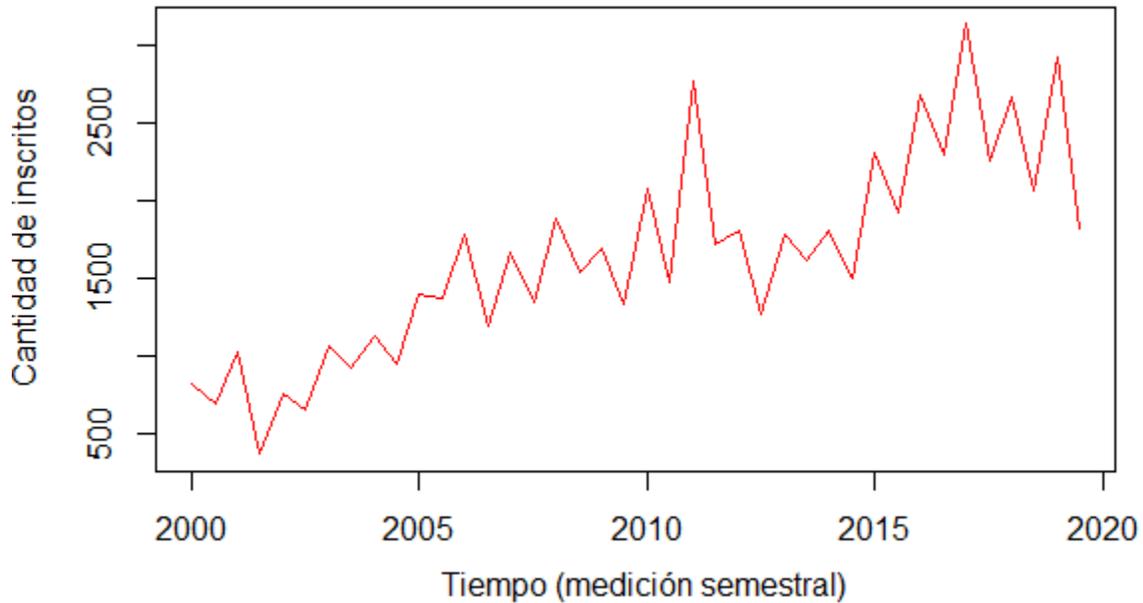


Gráfico 1. Inscritos entre el periodo 2000 - I hasta 2019 - II

Bajo una observación rápida, se infiere que la serie presenta una tendencia de crecimiento y además una posible estacionalidad, puesto que los picos altos coinciden siempre con el primer periodo de cada año y los bajos con el segundo periodo.

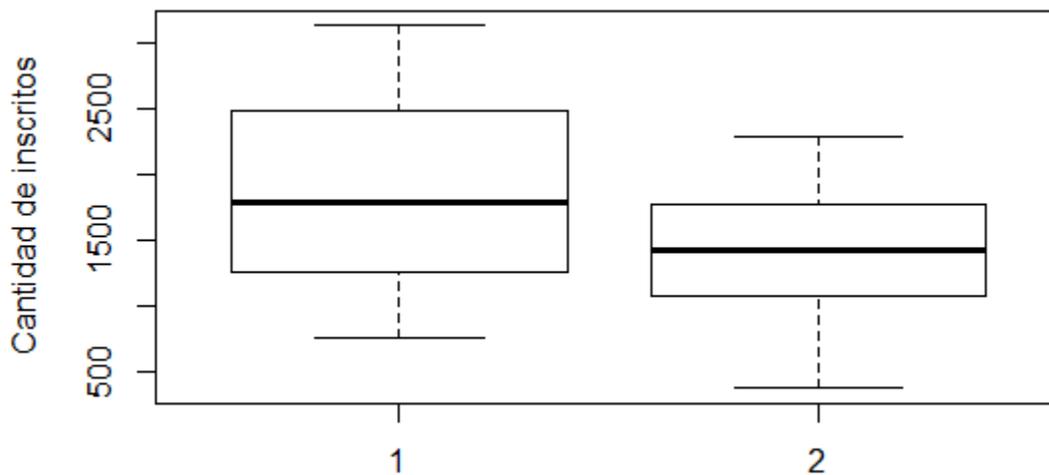


Gráfico 2. Ciclos de la serie



En el diagrama de cajas y bigotes se contempla que en el primer semestre se encuentran registros de inscritos entre un X_{\min} a un X_{\max} superior respecto al segundo semestre, encontrándose además la observación promedio más alta. Sin embargo, en el segundo semestre se da una distribución con mayor uniformidad.

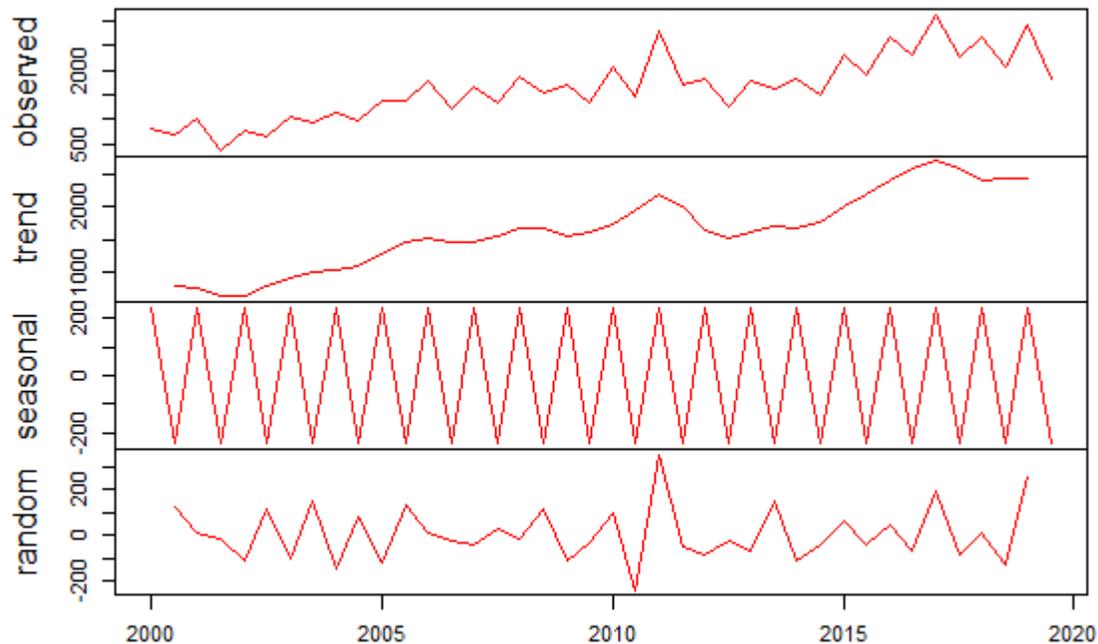


Gráfico 3. Descomposición aditiva de la serie de tiempo

En la segunda parte de esta gráfica se ve claramente la tendencia creciente que presenta la serie y, en la tercera, la estacionalidad que al parecer muestra una estabilidad en la varianza. Desde este análisis no es necesario aplicar algún tipo de transformación para su estabilización, mientras que por la tendencia y la estacionalidad que se observa es muy probable que se deba aplicar diferenciación. En adelante se desarrollan los procedimientos pertinentes con base a la metodología Box – Jenkins.

FASE 1: IDENTIFICACIÓN

Prueba de estacionariedad con Dickey-Fuller aumentada

H_0 : La serie no es estacionaria

H_1 : La serie es estacionaria



Tabla 4. Prueba de estacionariedad

Serie	Augmented Dickey-Fuller Test		
Original	Dickey-Fuller = -2.3601	Lag order = 3	p-value = 0.4321
Diferencia regular (d=1)	Dickey-Fuller = -3.5424	Lag order = 3	p-value = 0.05082
Diferencia regular (d=1) y estacional (D=1)	Dickey-Fuller = -5.2782	Lag order = 3	p-value = 0.01*

*p-value smaller than printed p-value

Con un p-valor > 0.05 se concluye que no hay evidencia estadística a favor de la estacionariedad de la serie original y tampoco de la serie con una diferencia regular. Mientras que para la serie con $d=1$ y $D=1$ sí existe evidencia a favor de la estacionariedad, puesto que el p-valor < 0.05 . Bajo este resultado se procede a realizar la identificación de los posibles modelos a través de los correlogramas ACF y PACF.

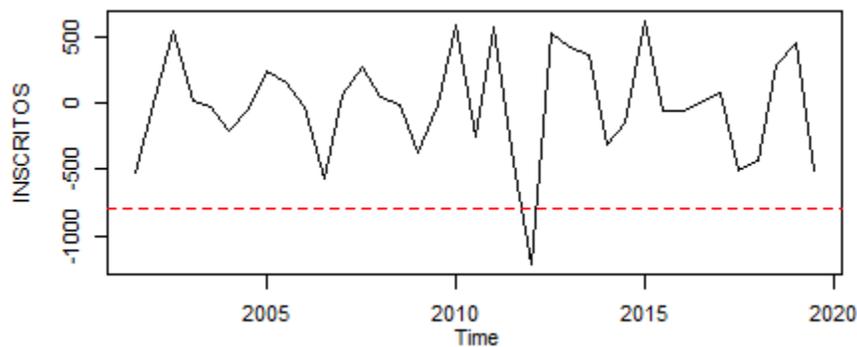


Gráfico 4. Serie con una diferencia regular y una estacional

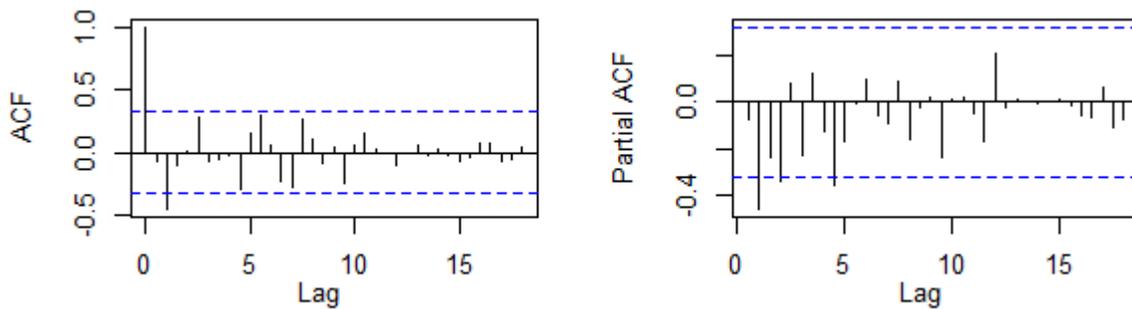


Gráfico 5. Correlogramas ACF y PACF

En los correlogramas anteriores no se nota algún tipo de decrecimiento en ningún gráfico, lo cual implica que al pasar la prueba de estacionariedad se deban plantear modelos que contengan tanto parámetros AR como MA. En esta fase se identificaron 20 modelos SARIMA(p, d, q) (P, D, Q)2.

FASE 2: ESTIMACIÓN

Con el ensayo repetido en el software RStudio sobre la estimación de los parámetros significativos; *autorregresivos* (AR) y de *media móvil* (MA) tanto de la parte regular como de la estacional en los modelos SARIMA identificados, solo se encontraron significativos dos modelos. A continuación, se muestra los coeficientes significativos, el error estándar, el valor respectivo de significancia y el valor en el criterio BIC de cada uno.

Tabla 5. Modelo - SARIMA(2,1,2)(2,1,1)2

Coeficientes	COEFICIENTES SIGNIFICATIVOS DEL MODELO						BIC
	ar2	ma1	ma2	sar1	sar2	sma1	
Valor	-0.5268	-0.5436	-0.4564	0.6785	-0.4356	-0.6345	548.6937
Error estándar	0.2271	0.2212	0.1886	0.2386	0.2035	0.2754	
Significancia	0.0131	0.0095	0.0104	0.0037	0.0196	0.0135	

Tabla 6. Modelo - SARIMA(4,1,2)(1,1,1)2

Coeficientes	COEFICIENTES SIGNIFICATIVOS DEL MODELO						BIC
	ar2	ar4	ma1	ma2	sar1	sma1	
Valor	0.6785	-0.4356	-0.5436	-0.4564	-0.5268	-0.6345	548.6937
Error estándar	0.2386	0.2035	0.2212	0.1886	0.2271	0.2754	
Significancia	0.0036	0.0196	0.0095	0.0104	0.0131	0.0135	

FASE 3: VALIDACIÓN

Se procede a realizar el contraste sobre los residuales de cada modelo con el propósito de validar que estos no tengan estructura de dependencia o representen información importante y que sigan el comportamiento de un proceso de ruido blanco. Esto es importante para que los modelos se ajusten de forma razonable a los datos de la serie. Para efecto se realiza en primer lugar el análisis gráfico de heterocedasticidad de los residuales.

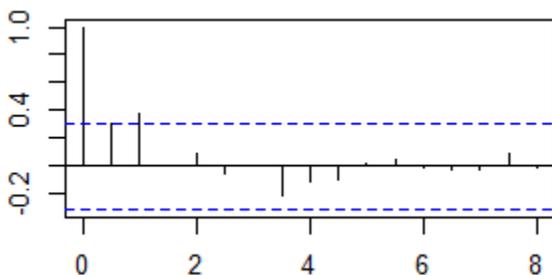


Gráfico 6. SARIMA (2,1,2) (2,1,1)2

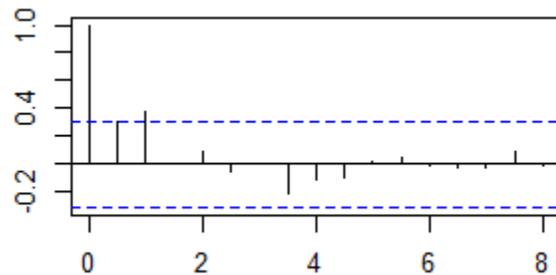


Gráfico 7. SARIMA (4,1,2) (1,1,1)2



En los gráficos anteriores se observa que, solo una barra se sale un poco de las bandas, por tanto, los residuales de dichos modelos se acercan hacia una estructura homocedástica o a lo sumo, por una pequeña diferencia no es así.

Por otro lado, se llevan a cabo las siguientes pruebas:

Test de Autocorrelación de Ljung-Box

$H_0: r_1=r_2=r_3=\dots=r_{lag}=0$ (residuales incorrelacionados)

$H_1: Al\ menos\ una\ correlación\ es\ diferente\ de\ cero$

Test de Normalidad basado en Jarque-Bera

$H_0: Los\ residuales\ provienen\ de\ una\ Distribución\ Normal$

$H_1: Los\ residuales\ no\ provienen\ de\ una\ Distribución\ Normal$

Test de Aleatoriedad de Runs.

$H_0: Los\ residuales\ exhiben\ un\ comportamiento\ de\ Aleatoriedad$

$H_1: Los\ residuales\ no\ exhiben\ un\ comportamiento\ de\ Aleatoriedad$

Tabla 7. Resultado sobre el Test de los residuales y criterio BIC

MODELO	TEST DE LOS RESIDUALES			BIC
	Box-Ljung	Jarque Bera	Runs	
Modelo - SARIMA(2,1,2)(2,1,1) ₂	0.236	0.3772	0.7603	548.6937
Modelo - SARIMA(4,1,2)(1,1,1) ₂	0.236	0.3772	0.7603	548.6937

Al obtener en ambos modelos un **p-valor > 0.05** en todas las pruebas de contraste se concluye que:

1. Respecto al test de **Box-Ljung** no existe correlación en los residuales de los modelos anteriores. Lo cual es un resultado satisfactorio de cara a la selección del mejor modelo.
2. Respecto al test **Jarque Bera** los residuales de los dos modelos presentan distribución normal. Resultado igualmente satisfactorio de cara a la selección del mejor modelo.



3. Respecto al test de **Runs** los residuales exhiben un comportamiento aleatorio, por tanto, este resultado también es alentador para selección final del modelo.

Finalmente se ratifica que los dos modelos estimados en la fase anterior ahora pasan la evaluación sobre el comportamiento de los residuales. Entonces para la selección del modelo se fija en el menor BIC de cada uno. No obstante, existe una igualdad en este criterio para los dos modelos. En este caso se debe utilizar el principio de *parsimonia* que en palabras de Hanke y Wichern (2006) este “se refiere a la preferencia por modelos más simples en lugar de los complejos” (p.391). Siguiendo este principio se selecciona el **Modelo - SARIMA (2,1,2) (2,1,1)2**, con el cual se llevará a cabo el pronóstico en la última fase.

FASE 4: PRONÓSTICO

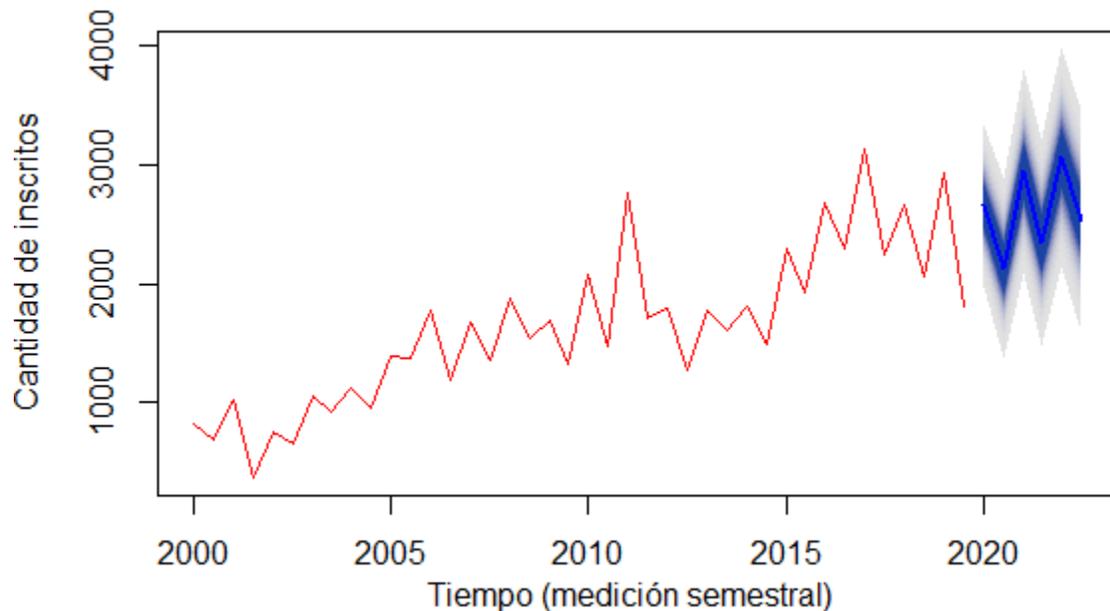


Gráfico 8. Soporte visual del pronóstico con el Modelo - SARIMA (2,1,2) (2,1,1)2

Según el pronóstico que muestra la gráfica, el número de personas que se inscriben en estudios a nivel de pregrado tendrá una leve tendencia creciente en el tiempo, este es siempre mayor en el primer semestre de cada año, mientras que en el segundo se nota un descenso respecto al primero del mismo año, dejando entrever un comportamiento estacional.



Tabla 8. *Estimación puntual del pronóstico a 3 años con intervalos de confianza*

PERIODOS	PRONÓSTICO PUNTUAL	INTERVALO DE CONFIANZA			
		DEL 80%	DEL 95%		
2020-I	2.656	2.317	2.996	2.138	3.175
2020-II	2.129	1.752	2.507	1.552	2.707
2021-I	2.946	2.523	3.369	2.299	3.593
2021-II	2.347	1.913	2.782	1.682	3.012
2022-I	3.059	2.600	3.518	2.357	3.760
2022-II	2.522	2.056	2.988	1.809	3.234

CONCLUSIONES

Pese a que desde el análisis de los correlogramas ACF y PACF de la serie con una diferencia regular y otra estacionaria se pudieron identificar un gran número de modelos SARIMA como candidatos provisionales, en la estimación de los parámetros AR y MA este número fue reducido a los modelos **SARIMA (2,1,2)**, **(2,1,1)²** y **SARIMA (4,1,2)**, **(1,1,1)²**, los cuales obtuvieron el mismo valor en el criterio BIC, posteriormente ambos pasan la evaluación sobre el comportamiento de los residuales. Al existir una igualdad en el criterio BIC, por el principio de *parsimonia* se prefiere el **SARIMA (2,1,2)**, **(2,1,1)²**. Gracias a que fue posible ajustar un modelo que cumpliera los supuesto sobre los residuales, en esa medida se dio cumplimiento al propósito central de la investigación.

Desde el análisis gráfico del pronóstico y la estimación puntual proyectada durante el primer semestre de 2020 hasta el último semestre de 2022 se concluye que el número de personas que se inscriben en estudios a nivel de pregrado en la Universidad de la Amazonia tendrá una leve tendencia creciente en el tiempo, manteniéndose el comportamiento estacional, puesto que dicho incremento es siempre mayor en el primer semestre de cada año, mientras que en el segundo se nota un descenso, aunque manteniendo la tendencia de crecimiento en el pronóstico general. Estos resultados, emanados de procedimientos estadísticos confiables, proporcionan información útil para la universidad y a las entidades gubernamentales, en pro de tomar decisiones que promueva un crecimiento en las admisiones respecto a la demanda de inscritos en este nivel de educación superior.



Así la institución tiene evidencia estadística para prever estrategias de contingencia, y al mismo tiempo las entidades gubernamentales, para evaluar sus proyectos y políticas educativas pensadas a futuro, cuyas reformas permitan ayudar a jóvenes y familias que luchan día a día en el departamento del Caquetá para enfrentar los desafíos que conllevan aspirar a la preparación académica en este nivel de educación superior. No obstante, más allá de lo anterior, se hace el llamado a estas entidades y al mismo gobierno nacional para que se emprendan estrategias de manera responsable y oportuna en pro de fortalecer la accesibilidad a la educación superior en los diferentes departamentos del país.

La investigación presenta dos limitantes, las cuales se resaltan a continuación con el fin de orientar hacia el fomento de nuevas investigaciones; la primera se refiere a que, hasta el momento el SNIES tiene en sus bases de datos registros a partir del año 2000, lo que, para el 2019 representaría un total de 40 observaciones, cuando se recomienda un mínimo de 50. Teniendo en cuenta lo anterior se aconseja que, para futuras investigaciones, partiendo de tener un mayor número de observaciones, se emprenda la búsqueda de nuevos modelos que puedan tener un mejor ajuste para pronosticar con mayor confiabilidad hacia largo plazo; la segunda se enfoca en que el pronóstico se desarrolla bajo el análisis de series temporales univariadas y no multivariadas, esto se justifica en la medida que la variable de interés en estudio no ha sido explorada en investigaciones anteriores, por lo que un análisis basado en series temporales univariadas vendría bien en estas condiciones para sentar precedentes. Una variable directa que posiblemente incidiera en el número de inscritos a nivel de pregrado en la Universidad de la Amazonía y que ayudaría en el pronóstico de futuros periodos, podría ser el número de graduados a nivel de bachillerato en el departamento del Caquetá, no obstante, se encuentra un desfase en las frecuencias de las mediciones entre dichas variables, pues los bachilleres se gradúan en una periodicidad anual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* (6a ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Ávila, A.E. (2018). *Estudio de la Inflación en Educación Superior a partir del índice ICES y su relación con algunos factores de demanda en Colombia*. (Trabajo de



especialización). Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia.
Recuperado de <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2100>

Banrepcultural. (2017). *Oferta y demanda*. Recuperado de https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Oferta_y_demanda

Bernardo, A.B., Cerezo, R., Rodríguez, L.J., Núñez, J.C., Tuero, E. y Esteban, M. (2015). Predicción del abandono universitario: variables explicativas y medidas de prevención. *Revista Fuentes*, (16), 63-84. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/revistafuentes.2015.i16.03>

Bulla, E.S. (2020). *Modelo de pronóstico para el número de estudiantes que se matricularían en las carreras ofertadas por la facultad de ciencias de la Escuela Politécnica Nacional*. (Trabajo de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20732>

Cañabate, A. (1998). *La Demanda de Educación Superior en el Sistema Público Catalán. Un Modelo Estructural de Previsión de la Demanda Universitaria Pública de Cataluña* (Tesis de doctorado). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6766/01Acc01de01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cortés, M. E. y Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Ciudad del Carmen, Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen.

Damodar, N.G. y Porter, D.C. (2010). *Econometría* (5ª ed.). México: McGRAW-HILL.

El Dinero. (3 de julio de 2019). Universidades ahora tienen menos estudiantes matriculados. *El Dinero*. Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/baja-el-numero-de-universitarios-matriculados/267888>

Escudero, R. (2015). *Modelo de pronósticos como herramienta para la toma de decisiones en instituciones educativas* (Trabajo de pregrado). Universidad de Montemorelos, Nuevo León, México. Recuperado de <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.11972/1184/Trab>



ajo%20de%20titulaci%C3%B3n%20de%20Ricardo%20Escudero%20Le%C3%B3n.pdf?sequence=1

Gómez, V.M. y Celis, J.E. (2009). Crédito educativo, acciones afirmativas y equidad social en la educación superior en Colombia. *Revista de Estudios Sociales*, (33), 106 – 117. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/res/n33/n33a10.pdf>

González, C.G. (2011). *Análisis económico de la demanda de educación Universitaria y sus determinantes: un análisis Cuantitativo para Colombia* (Tesis doctoral). Universidad De Alcalá, Alcalá de Henares, España. Recuperado de <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/16521>

González, L.J. (2020). *Reflexiones importantes sobre el SNIES*. En Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN), Análisis breves de cifras de educación superior en Colombia - Número 1 (pp.1-3). Recuperado de <https://www.ascun.org.co/uploads/default/news/170fbe6ae9e65df18306321dccd10066.pdf>

González, M.P. (2009). *Análisis de series temporales: Modelos ARIMA*. SARRIKO-ON. Recuperado de <https://addi.ehu.es/handle/10810/12492>

Guzmán, E. y Borrero, A. (2011). Análisis de la matrícula estudiantil de la Escuela Básica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes durante los años 2002–2007 haciendo uso de series de tiempo. *Ciencia e Ingeniería*, 32(2), 73 – 83. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550792004.pdf>

Hanke, J.E. y Wichern, D.W. (2006). *Pronósticos en los negocios* (8ª ed.). México: Pearson Educación.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). ciudad de México, México: Mc Graw Hill.

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.



- Hoyos, J.G. (2020). *Crisis de la matrícula en educación superior, mirada con lupa*. En Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN), Análisis breves de cifras de educación superior en Colombia - Número 1 (pp.3-6). Recuperado de <https://www.ascun.org.co/uploads/default/news/170fbe6ae9e65df18306321dccd10066.pdf>
- Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia* (4a ed.). Caracas, Venezuela: Ediciones Quirón.
- Ley 30 de 1992. Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. Diciembre 28 de 1992. DO. N°: 40.700.
- Oñate, A.A. (2016). *Análisis de la Deserción y Permanencia Académica en la Educación Superior Aplicando Minería De Datos* (Trabajo de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57387>
- Palacios, C.M. (2018). *Pronóstico de la tasa de cobertura de educación superior del departamento de Casanare desde 2019 hasta 2022 mediante un modelo SARIMA en series de tiempo*. (Trabajo de especialización). Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2789>
- Palella, S. y Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas, Venezuela: FEDUPEL.
- Peña, C. (3 de mayo de 2019). Estudio muestra frenazo en matrículas en educación superior en 2017. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/cifra-de-matriculados-en-educacion-superior-en-colombia-en-2017-356546>
- Peña, D. (2010) Análisis de series temporales. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Pérez, I. (2015). *Estudio de la oferta y la demanda educativa a nivel nacional, regional y local*. Recuperado de https://issuu.com/profeperubernaola/docs/estudio_de_oferta_y_demanda_educati



PORTAFOLIO. (18 de diciembre de 2019). Cada vez menos jóvenes llegan a la educación superior. *PORTAFOLIO*. Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/cada-vez-menos-jovenes-llegan-a-la-educacion-superior-536385>

SNIES (2020). *Información estadística*. Recuperado de <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/>

Supo, J. (2012). *Seminarios de Investigación Científica: Metodología de la Investigación Para las Ciencias de la Salud*. Perú.

Supo, J. (2015). *Cómo empezar una tesis – Tu proyecto de investigación en un solo día*. Arequipa, Perú: BIOESTADISTICO EIRL.

Tobón, J.E. (2019). *Desarrollo de un modelo de pronóstico en la metodología de Box-Jenkins para la demanda de estudiantes de pregrado de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco de la ciudad de Cartagena de indias desde 2002 a 2018*. (Trabajo de especialización). Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2792>

Yopán, J.L. y Alvarado, V.M. (2015). Un Modelo de Series de Tiempo para la Evolución de la Matrícula del Nivel Medio Superior de la UAGro. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2(4), 121-148. Recuperado de <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/645/791>