

ANÁLISIS DE LA DESERCIÓN TEMPRANA Y SUS FACTORES EXPLICATIVOS EN LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS CON DATOS DE INGRESO, 2015-2

Recibido:

Aceptado:

Cristian A. Arismendy Fuentes*, Nathalia L. Morales Parrado**, Javier Díaz Castro***

Resumen

Esta investigación tiene como principal propósito analizar la probabilidad de deserción temprana de los estudiantes de la Universidad de los Llanos mediante un modelo de regresión logística. Además, identificar cuáles son las variables de mayor incidencia en la deserción temprana. Para la construcción del modelo se tomó como muestra la información de 574 estudiantes que ingresaron en la cohorte 2015-2 y que para el periodo 2018-1 eran registrados como vigentes o reportaban como último periodo matriculado cualquiera de los cuatro primeros semestres. Los resultados dan cuenta de que un buen puntaje en la prueba Saber 11, el ser mujer, no haber reprobado años durante el bachillerato, el haber cursado estudios antes y si los padres conviven, disminuye la probabilidad de deserción; así mismo, el haber egresado de un colegio privado aumenta esta probabilidad. De todas las facultades en las que se puede matricular el estudiante, las que mayor riesgo tienen de deserción temprana son la de Ciencias Básicas e Ingeniería y la Facultad de Ciencias de la Salud.

Palabras clave: deserción temprana, modelo logit, Universidad de los Llanos.

* Corporación Universitaria Minuto de Dios.

** Universidad de los Llanos.

*** Profesor tiempo completo, Universidad de los Llanos. Catedrático titular ESAP.

ANALYSIS OF EARLY DROPOUT AND ITS EXPLANATORY FACTORS IN THE UNIVERSITY OF LOS LLANOS WITH 2015-2 INCOME DATA

Cristian A. Arismendy Fuentes*, Nathalia L. Morales Parrado**, Javier Díaz Castro***

Abstract

The main purpose of this study is to analyze the early dropout probability in the University of Los Llanos students using a logistic regression model and to identify which are the variables with a higher incidence value. To build the model, data were taken from 574 students who had been admitted in the 2015 second semester and were registered as active or whose last semester was one of the last four. As result, the dropout factor decreases if the student had a high score in Saber 11 test, is a woman, had not to fail any school year, had taken some courses before and his parents are alive and increase if the student comes from a private school. The faculties with the high dropout index are Basic Sciences and Engineering, and Health Sciences.

Keywords: Early dropout, logit model, Universidad de Los Llanos

Introducción

La educación superior en Colombia enfrenta importantes retos, dentro de los que se destacan la ampliación de la cobertura, el mejoramiento de la calidad de las instituciones que ofrecen este nivel de enseñanza (1), la disminución de la desigualdad en el acceso entre grupos sociales de diferentes ingresos y la deserción (2). El problema de la deserción universitaria cobra importancia debido a que esta situación dilata el tiempo de formación de capital humano de calidad en el país. Autores como Becker (3) y Hanushek (4) consideran que una mejor educación se relaciona con mayores dotaciones de capital humano de un país que supondrá una mayor predisposición para igualar las condiciones de los miembros de una sociedad.

Las altas tasas de deserción dejan en evidencia la poca capacidad de retención de los centros educativos al no poder mantener en sus aulas a todos los estudiantes que se matriculan. Según datos del Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior (Spadies), en el 2015, la tasa de deserción nacional por cohorte, a nivel de estudios universitarios era del 41,6%, lo que indica que tan solo el 58,4% de los estudiantes que se matriculan alcanzan décimo semestre.

Para la Universidad de los Llanos la situación no es distinta, según el boletín estadístico de la Universidad de los Llanos (2018), la tasa de deserción por periodo para la cohorte 2017-1 es del 8%; este valor representa el porcentaje de estudiantes que estando matriculados son clasificados como desertores un año después si no renuevan matrícula. Del mismo modo, el boletín indica que la deserción ponderada acumulada por cohorte para los periodos 1998-1 a 2015-2 es del 17,90% en el primer semestre y llega al 45,93% en décimo semestre; esta información muestra el promedio ponderado de deserción por cohorte sin ligar la cifra a un periodo de ingreso, sino a nivel institucional.

Por lo tanto, indica que en promedio el 17,90% de los estudiantes que se matricularon durante estos periodos decidieron desertar habiendo realizado máximo un semestre académico. Y, así mismo, al llegar a décimo semestre en promedio solo el 54,07% de los estudiantes que se matricularon durante estos periodos en primer semestre siguen vigentes o lograron graduarse. Del mismo modo, para el periodo de estudio (2015-2, 2018-1) se encontró que durante los cuatro primeros semestres se retiran cerca del 35% de los estudiantes matriculados (tabla 1).

Tabla 1. Deserción por periodo acumulada

	Periodo					
	2015-2	2016-1	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1
Deserción por periodo	68	37	86	61	24	9
Deserción por periodo acumulada	68	105	191	252	276	285
Índice de deserción por periodo	9,37%	5,10%	11,85%	8,40%	3,31%	1,24%
Índice de deserción por periodo acumulada	9,37%	14,46%	26,31%	34,71%*	38,02%	39,26%
Total matriculados	726	658	621	556	495	424**

* Índice de deserción temprana.

** Incluye el total de estudiantes que al periodo 2018-1 se encuentran vigentes, en retiro temporal, o han aplazado matrícula, y excluye a aquellos que ya se graduaron (ver tabla 2.)

Fuente: cálculos propios a partir de información suministrada por el Programa de Retención Estudiantil Unillanista.

Aunque la deserción de estudios universitarios ha sido ampliamente estudiada, a esta se le ha vinculado con distintos factores, desde aspectos socioeconómicos, capacidades individuales (5), factores psicosociales, ambientales, de socialización, y actitudinales (6), organizacionales y de interacción con el centro de educación superior (7). Si bien se ha avanzado en estrategias enfocadas a prevenir, evitar y reducir la deserción; las causas que la producen son múltiples, y en ocasiones, determinarlas no es tarea sencilla, lo que lleva consigo que la prevención del problema sea poco efectiva.

El objetivo de este trabajo es estimar, a partir de un modelo de regresión logística, la probabilidad de que un estudiante que se matricule en la Universidad de los Llanos deserte durante los primeros cuatro semestres; y, a su vez, identificar los factores que inciden en la deserción temprana. El modelo es estimado con diversas características, incluyendo características generales de los estudiantes, aspectos socioeconómicos, características familiares o de entorno, y características académicas.

Estado del arte

La literatura dedicada al fenómeno de la deserción estudiantil es abundante y múltiples han sido los estudios que se han realizado para identificar sus causas; estos han sido analizados e interpretados desde distintas disciplinas.

Una de las definiciones más aceptadas de lo que es la deserción la ofrece Tinto (5), quien la define como el proceso de abandono voluntario o forzoso de la carrera en que se matricula un estudiante, por la influencia positiva o negativa de circunstancias internas o externas al alumno. Así mismo, Himmel (8) se refiere a la deserción como el abandono prematuro de un programa de estudios antes de alcanzar el título o grado, y considera un tiempo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de que el estudiante se reincorpore.

En relación con las causas que producen la deserción estudiantil, múltiples estudios han demostrado que este fenómeno no se puede atribuir a un solo factor; en

cambio, se consideran un conjunto de factores que se relacionan entre sí. Por ejemplo, Tinto (5) encuentra que las variables que explican la deserción están relacionadas con las capacidades desarrolladas por el estudiante, previo a su ingreso a la educación superior. Del mismo modo, Bean (6) señala que la deserción no es atribuible exclusivamente variables académicas, sino que puede estar explicada por factores psicosociales, ambientales, de socialización, y actitudinales.

En esta línea, Jadue (9) analiza, desde un punto de vista clínico, algunos factores psicológicos y sociales que aumentan el riesgo estudiantil de bajo rendimiento y provocan deserción en la escuela. Así mismo, Acevedo et al. (10) consideran que la mayoría de los estudiantes deciden interrumpir los estudios por causa de su situación económica. Del mismo modo, Larroucau (11) constata que la deserción universitaria también es un problema de financiamiento; así, los estudiantes de mayores ingresos y aquellos que perciben una ayuda estudiantil presentan una probabilidad mucho menor de desertar.

Por otro lado, Patiño y Cardona (12) encontraron que los exámenes de ingreso, la orientación vocacional, la economía y los problemas personales presentan mayor relevancia a la hora de desertar de algún programa académico. Otros estudios, como los de Giovagnoli (13) y Porto y Di Gresia (14), consideran que el éxito académico depende de la educación de los padres y del tipo de escuela secundaria, y aseguran que iniciar la carrera y estar trabajando hace que el estudiante tenga más riesgos de abandonar. De igual manera, estos autores concluyen en que la deser-

ción es mayor en los primeros semestres de la carrera universitaria.

En esta línea, Patiño y Cardona (12) encontraron que a nivel latinoamericano los exámenes de ingreso, la orientación vocacional, la economía y los problemas personales presentan mayor relevancia. Además, concluyeron que la falencia para rebatir la deserción yace en la ausencia de políticas efectivas que frenen la deserción y en la falta de apoyo a las políticas educativas regionales para integrar a la universidad, la sociedad y el Estado. Así mismo, Canales y De los Ríos (15) identificaron que la deserción temporal se explica principalmente por razones vocacionales, socioculturales y motivacionales, mientras que la permanente, por razones socioeconómicas.

Para el caso colombiano, la mayoría de los estudios se centran en casos concretos de distintas universidades, en donde se pretenden identificar los factores específicos que causan la deserción. En esta línea, Sánchez et al. (16), en un trabajo que buscó identificar los factores determinantes en el acceso y la permanencia en las universidades públicas colombianas, encontraron que el acceso a las universidades públicas está determinado, en principio, por el resultado en las pruebas de Estado. De otro lado, el estudio muestra que la existencia de programas de “acción afirmativa” durante la carrera aumenta en forma positiva y significativa la probabilidad de permanencia de los estudiantes en general, aunque no aumenta la permanencia de los estudiantes más pobres.

Más recientemente, Olave et al. (17) ponen en relación la deserción universitaria

con la alfabetización académica, entendida como el nivel de desarrollo de la lectura y la escritura. Por otro lado, Acevedo y Bayona (18) identificaron factores motivacionales y sociodemográficos de estudiantes desertores de la Facultad de Psicología de la Universidad Pontificia Bolivariana en Bucaramanga y encontraron que tanto la parte familiar como la personal se relacionan con los desertores en general para que estos dejaran de estudiar; mientras que en los desertores de universidad, los problemas con sus docentes y con la institución hicieron que tomaran la decisión de cambiar de universidad. En lo sociodemográfico, estos autores encontraron que la deserción se halla relacionada con el nivel educativo de los padres, un historial de alta movilidad y falta de orientación vocacional. Y concluyen afirmando que la deserción no tiene que ver en su totalidad con el rendimiento académico.

Para el caso de la Universidad de los Llanos, la literatura al respecto es extremadamente limitada, tan solo los trabajos de (19, 20) en los cuales se procesó información correspondiente de las cohortes 1998-2004, y así mismo se determinaron índices de deserción por programas académicos como análisis longitudinal y transversal; posteriormente, además, se analizaron los factores generales que inciden en la deserción para cuantificar el impacto de tales causas sobre la decisión de abandonar los estudios, dados por factores socioeconómicos, académicos, personales e institucionales.

Los autores encontraron que el 44,0% de los estudiantes que ingresaron a la Universidad de los Llanos en las diferentes cohortes no terminaron sus

estudios, siendo las Ingenierías de Sistemas y Electrónica las más afectadas por el abandono de sus estudiantes con un 56,0% y 55,0% respectivamente, el programa que presentó el menor Índice de Deserción fue la Licenciatura en Educación Física y Deportes (33,0%). Del mismo modo, encontraron que las causas que generaron mayor deserción en la Universidad de los Llanos durante el periodo estudiado son las académicas con un 48,0% frente al 26,0% que desertaron por causas socioeconómicas que incluyen el abandono por la baja condición económica del estudiante.

Estos trabajos ofrecen una mirada general de cómo se ha producido históricamente la deserción en la Universidad de los Llanos, sin embargo, carecen de un análisis estadístico profundo y no ofrecen una propuesta rigurosa de cómo tratar los resultados obtenidos. Además, presentan de manera descriptiva las variables concernientes a los estudiantes de las cohortes de estudio, pero no logran relacionarlas para identificar cómo afectan en conjunto la decisión de desertar de los estudiantes. Por lo tanto, esta información no es suficiente para determinar cuáles son las causas que realmente importan y el grado de incidencia que estas tienen en la deserción estudiantil.

Materiales y métodos

Diseño

Con base en la información que recopila cada semestre la Oficina de Admisiones, Registro y Control, el Programa de Retención Estudiantil Unillanista y la Oficina de Planeación de la Universidad de los

Llanos a los estudiantes que se matriculan en la Universidad, se seleccionó como población objeto de estudio aquellos estudiantes que efectivamente se matricularon en la cohorte 2015-2; en la selección de la información no se tomó en cuenta a los estudiantes del programa de Licenciatura en Producción Agropecuaria y los de la Tecnología en Gestión de Empresas Pecuarias, debido a que a la fecha no se volvieron a abrir inscripciones para estos programas. En la tabla 2 se presenta el estado de los estudiantes al periodo 2018-1. Es importante aclarar que de los estu-

diantes que se encuentran en retiro definitivo, 252 lo hicieron durante los primeros cuatro semestres. En la selección de la muestra se tuvo en cuenta solo a aquellos estudiantes quienes para la cohorte 2018-1 hacen parte de estas dos categorías: 1) *estudiante vigente*: aquel que registra como último periodo matriculado 2018-1; y 2) *estudiante desertor*: aquel que radicó su retiro definitivo de la universidad sin discriminación de causa, o aquel que estando matriculado en el periodo t-2 no registra matrícula en el periodo t-1 ni en el periodo t.

Tabla 2. Estado de los estudiantes al 2018-1

Estado	Frecuencia*	Proporción
Vigente	401	55,23 %
Retiro definitivo	285	39,26 %
Retiro temporal	14	1,93 %
Aplazado	9	1,24 %
Graduado	17	2,34 %
Total	726	100 %

* No se incluyeron Licenciatura en Producción Agropecuaria y la Tecnología en Gestión de Empresas Agropecuarias.

Fuente: cálculos propios a partir de información suministrada por el Programa de Retención Estudiantil Unillanista.

Esta diferenciación de categorías excluye a aquellos estudiantes quienes a la fecha de selección de la información registran como graduados, en matrícula aplazada o en estado de retiro temporal. Además, también se excluyen aquellos estudiantes que realizaron retiro definitivo en quinto o sexto semestre, debido a que solo se pretende estimar las probabilidades de

deserción temprana; es decir, aquellos estudiantes que registraron como último periodo matriculado cualquiera de los cuatro primeros semestres de carrera. Con lo cual quedó finalmente una muestra de 574 estudiantes que cumplían con las características antes descritas. En la tabla 3 se puede apreciar la descripción de las variables dicotómicas.

Tabla 3. Descripción de las variables dicotómicas

Variable	Frecuencia	Porcentaje	Variable	Frecuencia	Porcentaje
Estado			Repitió años		
Retiro definitivo	250	43,55	No	461	80,31
Vigente	324	56,45	Si	113	19,69
Facultad			Situación_padres		
FCAYRN	106	18,47	Conviven	226	39,37
FCBEI	105	18,29	Separados	348	60,63
FCE	209	36,41	Tipo de plantel		
FCHYE	98	17,07	Privado	97	16,9
FCS	56	9,76	Publico	477	83,1
Sexo			Estudió antes		
Hombre	288	50,17	No	414	72,13
Mujer	286	49,83	Si	160	27,87

Fuente: elaboración propia.

Modelos de respuesta cualitativa

En economía, muchos comportamientos son cualitativos, por lo que para explicarlos deberá ampliarse el modelo de regresión clásico, de manera que incluya también variables cualitativas (21). Dentro de la literatura estadística gozan de reconocimiento unos modelos que permiten operar con estas variables de respuesta cualitativa, entre los que se destacan el modelo probit y el modelo logit o también llamado modelo de regresión logística (22, 23). Cada uno con características distintas y aplicables según sea el requerimiento.

La regresión logística

Según Hosmer y Lemeshow (24), lo que distingue la regresión logística de los modelos de regresión lineal es, fundamentalmente, que la variable de respuesta es dicotómica o binaria, es decir, toma uno de dos valores posibles. Al igual que

otras técnicas estadísticas multivariadas, el modelo de regresión logística da la posibilidad de evaluar la influencia de cada una de las variables independientes sobre la variable dependiente o de respuesta y controlar el efecto del resto (25). Los objetivos del modelo de regresión logística, según Salas (26), son tres:

1. Determinar la existencia o ausencia de relación entre una o más variables independientes (X_i) y una variable dependiente dicotómica (Y).
2. Medir el signo de dicha relación en caso de que exista.
3. Estimar o predecir la probabilidad de que se produzca el suceso o acontecimiento definido como ($Y=1$) en función de los valores que adoptan las variables independientes.

El modelo más sencillo para determinar qué características influyen en la permanencia estudiantil es aquel que incluye una sola variable independiente X :

$$Y = \alpha + \beta X + \mu \quad (1)$$

Donde α es el término constante o independiente, β es el coeficiente de regresión asociado a la variable independiente X , y μ es el término de perturbación aleatoria o error del modelo.

Pero como en este caso, Y es una variable dicótoma que toma valores de 1 (en caso de desertar durante los primeros cuatro semestres) o 0 (en caso de permanecer vigente), entonces para cada observación la perturbación μ debe ser una variable aleatoria que solo puede tomar los valores $[1 - (\alpha + \beta X)]$ y $[-(\alpha + \beta X)]$, respectivamente. Además, para que $E(\mu) = 0$, las probabilidades con que μ debe tomar estos dos valores han de ser $(\alpha + \beta X)$ y $[1 - (\alpha + \beta X)]$, respectivamente.

Por lo tanto, se estaría interesado en estimar el siguiente modelo:

$$P(Y = 1) = \alpha + \beta X \quad (2)$$

Donde P es la probabilidad estimada de que un estudiante seleccionado al azar deserte durante los primeros cuatro semestres. Sin embargo, el modelo $P(Y = 1) = \alpha + \beta X$ no cumple con la condición $0 \leq E(Y_i|X_i) \leq 1$. Por lo que se estaría tratando de un Modelo Lineal de Probabilidad (MLP); el incumplimiento de la condición se debe a que si se realiza la estimación del modelo por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), este no tiene en cuenta la restricción $0 \leq E(Y_i) \leq 1$ ante esto, se podrían encontrar valores $(\hat{Y}_i > 1)$ y $(\hat{Y}_i < 0)$.

Ante esta situación, lo que se busca es ajustar el modelo para que efectivamente garantice que las probabilidades

estimadas se encuentren con seguridad entre 0 y 1. Así:

$$P(Y = 1) = \frac{\exp^{(\alpha + \beta X)}}{1 + \exp^{(\alpha + \beta X)}} = \frac{1}{1 + \exp^{-(\alpha + \beta X)}} \quad (3)$$

A esta expresión se le conoce como *función de regresión logística* (FRL), donde $\exp(.)$ representa la función exponencial. La (FRL) también se puede expresar de la siguiente forma:

$$\frac{P(Y = 1)}{1 - P(Y = 1)} = \exp^{(\alpha + \beta X)} \quad (4)$$

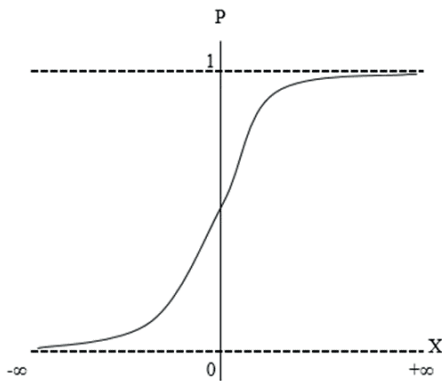
Sin embargo, como la (FRL) se expresa de manera exponencial, esta puede transformarse en una función lineal tomando logaritmos naturales, quedando así:

$$\text{Ln} \left[\frac{P(Y = 1)}{P(Y = 0)} \right] = \alpha + \beta X \quad (5)$$

Ahora $[P(Y=1)]/P(Y=0)$ es lo que se conoce como *Odds* o simplemente la razón de las probabilidades en favor de que un estudiante deserte durante los primeros cuatro semestres respecto a la probabilidad de que permanezca vigente.

Así mismo, la función $\text{Ln}[(P(Y=1))/P(Y=0)]$ vendría siendo el logaritmo de las *Odds Ratio* y esta se conoce como *logit* (L). Los posibles valores que tome (L) pueden oscilar entre $(-\infty)$ si $P(Y=1) = 0$, y $(+\infty)$, cuando $P(Y=1) = 1$. Del mismo modo, aunque (L) es lineal en X , las probabilidades en sí mismas no lo son, a diferencia del MLP, en donde las probabilidades aumentan linealmente conforme aumenta X , por lo tanto, la probabilidad estimada $P(Y=1)$ es una función curvilínea en forma de "S", lo que permite que las estimaciones de probabilidad que se predicen se mantengan en el rango de valores comprendidos entre 0 y 1 como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Función de la distribución logística



Fuente: elaboración propia.

Modelo logístico multivariable

Como se mencionó en la anterior sección, el objetivo básico de la regresión logística es pretender explicar un fenómeno que se puede clasificar de forma dicotómica $[Y=(1,0)]$, a partir de un conjunto de variables independientes (X_i) que se consideran relevantes dentro de lo que se supone que es la causa del fenómeno estudiado; en este caso, permanecer o desertar de la Universidad de los Llanos.

La introducción de dos o más variables independientes $(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n)$ en el modelo de regresión logística constituye el denominado *modelo logístico multivariable* (MLM):

$$\ln \left[\frac{P(Y=1)}{P(Y=0)} \right] = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \quad (6)$$

Este será el modelo que se usará para determinar las probabilidades de desertación de un estudiante durante los primeros cuatro semestres $[P(Y=1)]$

y la probabilidad de permanecer vigente $[P(Y=0)]$.

Análisis estadístico

La variable que se quiere explicar es de carácter dicotómico o Dummy, y se define así:

$(Y=1)$ si el estudiante desertó durante los primeros cuatro semestres de carrera, o registra como último periodo matriculado cualquiera de los primeros cuatro semestres.

$(Y=0)$ si el estudiante se encuentra vigente en el periodo 2018-1.

Con base en la caracterización que se realiza a los estudiantes que ingresan a primer semestre, se definieron las variables explicativas (X_i) , que serán tenidas en cuenta para la elaboración del modelo de regresión logística.

A continuación, se especifica cada una de ellas:

Sexo: variable cualitativa, que toma el valor de 1 si es mujer y 0 si es hombre.

Facultad: variable cualitativa que se refiere a la facultad académica en la que se matricula el estudiante que ingresa a la universidad de los Llanos. A saber: Facultad de Ciencias Económicas (FCE), Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería (FCBEI), Facultad de Ciencias de la Salud (FCS), Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (FCAyRN) y Facultad de Ciencias Humanas y Educación (FCHyE).

Tipo de plantel: variable cualitativa que distingue si el estudiante terminó sus estudios secundarios en una institución educativa de carácter público (1) o privada (0).

Repitió años: variable cualitativa que toma el valor de 1 si el estudiante repitió algún año académico y 0 en caso contrario.

Puntaje del Icfes: variable cuantitativa que relaciona el puntaje de la prueba Saber 11 como requisito para el ingreso a la Universidad de los Llanos.

Estudios antes: variable cualitativa que distingue si el estudiante realizó estudios antes y logró graduarse (1) o no los realizó (0).

Situación de los padres: variable cualitativa que distingue si los padres del estudiante están separados (1) o conviven (0).

Resultados y discusión

Los datos fueron procesados utilizando los paquetes de análisis estadístico y eco-

nométrico *Gretl* y *Minitab* 18. En la tabla 4 se muestra el estado de los estudiantes que ingresaron en la cohorte 2015-2 al periodo 2018-1. En la tabla 5 se muestra en índice de deserción temprana por facultad. En la tabla 6 se muestra el índice de deserción temprana para cada programa que ofrece la Universidad de los Llanos. En la tabla 7 se muestran los coeficientes estimados para las variables independientes, así como el valor Wald. Para la selección de las variables por incluir en el modelo se trabajó con un nivel de significancia ($P < 0,05$).

En la tabla 8 se presentan las relaciones de probabilidad de las variables independientes. En la tabla 9 se presentan los resultados de las pruebas de bondad de ajuste para validar el modelo, a saber: estadístico razón de verosimilitud (ERV) (27, 28), la prueba de Hosmer y Lemeshow (29). Finalmente, en la tabla 11 se presentan los criterios de sensibilidad y especificidad del modelo (30). Una discusión más completa de estas pruebas y de los supuestos de las mismas, se pueden encontrar en Hausman y McFadden (31) y Small y Hsiao (32).

Índice de deserción temprana por Facultad y programa

Tabla 4. Estado de los estudiantes por programa

Programa	Estado					Graduado	Total
	Vigente	Retiro temprano	Retiro tardío	Retiro Temporal	Aplazado		
Administración de Empresas (horario diurno)	29	15	-	1	-	-	45
Administración de Empresas (horario nocturno)	24	13	4	-	-	-	41
Biología	16	17	4	-	-	-	37
Contaduría Pública (horario diurno)	28	10	2	-	1	-	41
Contaduría Pública (horario nocturno)	30	13	2	2	2	-	49
Economía	25	17	2	2	-	-	46
Enfermería	26	13	4	1	2	-	46
Ingeniería Agroindustrial	28	10	3	-	1	-	42
Ingeniería Agronómica	28	17	1	-	-	-	46
Ingeniería de Sistemas	16	27	4	-	-	-	47
Ingeniería Electrónica	18	20	4	-	1	1	44
Licenciatura en Educación Física	25	17	-	2	-	-	44
Licenciatura en Matemáticas y Física	11	16	-	1	-	-	28
Licenciatura en Pedagogía Infantil	33	9	1	2	-	-	45
Medicina Veterinaria y Zootecnia	36	7	2	1	-	-	46
Mercadeo	22	11	-	1	2	1	37
Tecnología en Regencia de Farmacia	6	20	-	1	-	15	42
Total	401	252	33	14	9	17	726

Fuente: cálculos propios a partir de información suministrada por el Programa de Retención Estudiantil Unillanista.

Tabla 5. Índice de deserción temprana por Facultad

Facultad	Índice de deserción temprana*****
Facultad de Ciencias Económicas*	30,5 %
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería**	50 %
Facultad de Ciencias de la Salud***	37,50 %
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales****	25,35 %
Facultad de Ciencias Humanas y la Educación *****	35,90 %
Índice de Deserción Temprana de la Universidad	34,71 %

* Economía, Mercado, Administración de Empresas (diurno-nocturno), Contadurías Pública (diurno-nocturno).

** Biología, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Electrónica.

*** Enfermería, Tecnología en Regencia de Farmacia.

**** Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Agronómica, Medicina Veterinaria y Zootecnia.

***** Licenciatura en Educación Física y Deportes, Licenciatura en Matemáticas y Física, Licenciatura en Pedagogía Infantil.

***** Para el cálculo de este índice se toman aquellos estudiantes que desertaron durante los primeros cuatro semestres sobre el total de matriculados en primer semestre en cada Facultad.

Fuente: Cálculos propios a partir de información suministrada por el Programa de Retención Estudiantil Unillanista.

Como se puede apreciar en la tabla 5, la facultad que mayor tasa de deserción temprana presenta es la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, seguido de la Facultad de Ciencias de la Salud. La Facultad que menor tasa de deserción presenta es la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Al revisar el índice de deserción temprana por programa, se puede evidenciar

que Biología, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Electrónica, Licenciatura en Matemáticas y Física y la Tecnología en Regencia en Farmacia presentan tasas por encima del 45 %, es decir, un poco más del 45 % de los estudiantes que se matriculan en esos programas deciden desertar durante los primeros cuatro semestres de carrera (tabla 6).

Tabla 6. Índice de deserción por programa

Programa	Índice de deserción temprana*
Administración de Empresas (horario diurno)	33,33 %
Administración de Empresas (horario nocturno)	31,71 %
Biología	45,95 %
Contaduría Pública (horario diurno)	24,39 %
Contaduría Pública (horario nocturno)	26,53 %
Economía	36,96 %
Enfermería	28,26 %
Ingeniería Agroindustrial	23,81 %
Ingeniería Agronómica	36,96 %
Ingeniería de Sistemas	57,45 %
Ingeniería Electrónica	45,45 %
Licenciatura en Educación Física	38,64 %
Licenciatura en Matemáticas y Física	57,14 %
Licenciatura en Pedagogía Infantil	20,00 %
Medicina Veterinaria y Zootecnia	15,22 %
Mercadeo	29,73 %
Tecnología en Regencia de Farmacia	47,62 %
Índice de deserción Temprana de la Universidad	34,71 %

*Para el cálculo de este índice se toman aquellos estudiantes que desertaron durante los primeros cuatro semestres sobre el total de matriculados en primer semestre en cada Programa.

Fuente: Cálculos propios a partir de información suministrada por el Programa de Retención Estudiantil Unillanista.

Es importante tener en cuenta estos índices para focalizar planes enfocados a prevenir la deserción temprana en los distintos programas que ofrece la Universidad de los Llanos, debido a que las causas que inciden en la deserción no

son equivalente para todos los programas. Por ejemplo, se puede considerar realizar refuerzos en áreas como la matemática y física y cursos nivelatorios o de profundización en otras áreas como la química y estadística.

Estimación del modelo logit

Tabla 7. Influencia de las variables independientes en la probabilidad de desertar

Variables independientes	Coficiente	Error estándar	Wald
Constante	3,77***	1,06	12,65
Icfes	-0,0755***	0,0181	17,40
Facultad'			
FCBEI	1,392***	0,312	19,91
FCE	0,246	0,273	0,81
FCHYE	0,37	0,311	1,415
FCS	1,233***	0,37	11,105
Sexo			
Mujer	-0,451**	0,197	5,241
Tipo de plantel			
Público	-0,817***	0,243	11,31
Repitió años			
Sí	0,727***	0,232	9,82
Estudios antes			
Sí	-0,422**	0,215	3,852
Situación padres			
Separados	0,486***	0,189	6,612

*** (P<0,001) ** (P<0,05)

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla 7 dan cuenta de que todas las variables incluidas en el modelo son significativas a un nivel de significancia ($P < 0,05$). Además, indican que a medida que aumenta el puntaje de la prueba Saber 11, el ser mujer, el haberse graduado de estudios anteriores y el egresar de una institución educativa de carácter público disminuyen la probabilidad de deserción temprana. Así mismo, el haber reprobado años académicos y el hecho de que los padres del estudiante estén separados aumenta las probabilidades de desertar; del mismo modo, los resultados indican que de todas las facultades en las que se puede matricular

el estudiante, las que mayor riesgo tienen de deserción temprana son la de Ciencias Básicas e Ingeniería y la Facultad de Ciencias de la Salud.

Para comprobar que efectivamente los coeficientes estimados tienen alguna significancia estadística, se construyó el denominado estadístico de Wald (W), que sigue una distribución Chi-cuadrado con un grado de libertad y un nivel de significancia ($P < 0,005$), en el que la hipótesis nula es que la variable independiente no explica la dependiente. Por ejemplo, el estadístico de Wald para la variable Sexo es ($W = 5,241$), al comparar

este valor con el de la tabla de valores Chi-Cuadrado con un grado de libertad y ($P < 0,005$), se puede comprobar que $W > 3,84$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que la varia-

ble independiente incide en la variable dependiente.

Entonces, el modelo estimado es el siguiente:

$$Y' = 3,77 - 0,0755ICFES + 1,392FCBEI + 0,246FCE + 0,370FCHYE + 1,233FCS - 0,451Sexo - 0,817Tipo_plantel + 0,727Repiti\o_{a\~{n}os} - 0,422Estudios_antes + 0,486Situaci\o_{padres} \quad (7)$$

Así mismo,

$$\ln \left[\frac{P(\text{Retiro definitivo})}{P(\text{Vigente})} \right] = Y' \quad (8)$$

Por lo tanto,

$$\text{Prob}(\text{Retiro definitivo}) = \frac{\exp^{Y'}}{(1 + \exp^{Y'})} \quad (9)$$

Relaciones de probabilidad

Las relaciones de probabilidades, también llamadas Odds Ratio (OR), corresponden a un cociente entre dos odds, siendo un odds una forma alternativa de expresar la posibilidad de ocurrencia de un evento de interés o de presencia de una exposición. Una discusión más completa de lo que son las Odds Ratio se encuentra en (33, 34).

La razón de Odds estimada, por ejemplo, de desertar habiéndose matriculado en la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, en comparación con un estudiante que se matricula en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, se estima de la siguiente forma:

$$\text{Odds Ratio} = \frac{\text{Odds}(L1)}{\text{Odds}(L0)} \quad (10)$$

Donde,

$$L = \ln(\text{Odds}) = \alpha + \beta_i X_i \quad (11)$$

$$\text{Odds} = \exp^L$$

Consecuentemente, la Odds estimada de que un alumno de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería deserte es:

$$L1 = \ln(\text{Odds}) = 3,77 + 1,392(1) = 5,162$$

Del mismo modo, la Odds estimada de que un estudiante de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales deserte es:

$$L0 = \ln(\text{Odds}) = 3,77 + 1,392(0) = 3,77$$

Por lo tanto, la Odds Ratio calculada sería:

$$\text{Odds Ratio} = \frac{\exp^{5,162}}{\exp^{3,77}} = 4,024$$

Lo que indica la Odds Ratio estimada es que un alumno que se matricule en la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería tiene cerca de 4 veces más riesgo de desertar que uno que se matricule en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En la tabla 8 se muestran los valores de las Odds Ratio para los distintos grupos

de variables; estos valores se muestran para dos niveles; a saber: nivel A y nivel B. El nivel B es el nivel de referencia para el factor. Una OR mayor que 1 indican que el evento es menos probable en el nivel B. Una OR inferior a 1 indica que el evento es más probable en el nivel de referencia, y una OR igual a 1 implica que las dos categorías comparadas son iguales (35).

Tabla 8. Relaciones de probabilidad para las variables independientes

Variable	Unidad de cambio	Odds ratio	IC de 95 %
Icfes	1	0,9273	(0,8950. 0,9607)

Nivel A	Nivel B	Odds ratio	IC de 95 %
Facultad			
FCBEI	FCAYRN	4,0246	(2,1815. 7,4252)
FCE	FCAYRN	1,2786	(0,7482. 2,1851)
FCHYE	FCAYRN	1,4472	(0,7860. 2,6647)
FCS	FCAYRN	3,43	(1,6621. 7,0785)
FCE	FCBEI	0,3177	(0,1862. 0,5421)
FCHYE	FCBEI	0,3596	(0,1946. 0,6643)
FCS	FCBEI	0,8523	(0,4124. 1,7614)
FCHYE	FCE	1,1318	(0,6746. 1,8988)
FCS	FCE	2,6826	(1,4114. 5,0985)
FCS	FCHYE	2,3701	(1,1577. 4,8521)
Sexo			
Mujer	Hombre	0,6369	(0,4328. 0,9373)
Tipo de plantel			
Publico	Privado	0,442	(0,2745. 0,7115)
Repitió años			
Sí	No	2,0688	(1,3141. 3,2569)
Estudios antes			
Sí	No	0,6556	(0,4302. 0,9993)
Situación padres			
Separados	Conviven	1,6252	(1,1220. 2,3540)

Fuente: elaboración propia.

Bondad de ajuste del modelo

Para evaluar la significación global del modelo se utiliza el estadístico razón de verosimilitud (ERV), que se define de la siguiente manera:

$$ERV = -2 \left[\ln \frac{L(R)}{L(MV)} \right] = \quad (12)$$

$$\{-2\ln[L(R)]\} - \{-2\ln[L(MV)]\}$$

Donde L(R) es la función de verosimilitud para el modelo restringido en el que únicamente se considera la constante; y L(MV) es la función de verosimilitud para el modelo formulado.

Este estadístico sigue una distribución Chi-cuadrado con (k-1) grados de libertad, donde K es el número de parámetros incluidos en el modelo formulado y que han sido estimados por máxima verosimilitud, en donde la hipótesis nula es que todos los coeficientes del modelo estimado, excepto la constante son nulos. Esta hipótesis se rechaza si ERV excede el valor crítico. En la tabla 9 se muestra el valor de ERV y el nivel (P), ante estos resultados, se puede comprobar que efectivamente, la deserción temprana se relaciona con el conjunto de variables estimado.

Tabla 9. Estadísticos de bondad de ajuste del modelo

-2Ln [L(R)]	-2Ln[L(MV)]	ERV	Test de Hosmer-Lemeshow
786,166	704,140	$\chi^2 = 82,026$ P(0,000)	$\chi^2 = 3,31$ (gl = 8) P(0,913)

Fuente: elaboración propia.

Otra prueba de bondad de ajuste es la prueba de Hosmer-Lemeshow, que consiste en comparar las frecuencias observadas y esperadas de eventos y no eventos para evaluar hasta qué punto el modelo se ajusta a los datos (tabla 10). La prueba de Hosmer-Lemeshow sigue una distribución chi-cuadrado con (n-k) grados de libertad y (P<0,05), que tiene como hipótesis nula: el modelo seleccionado ajusta bien los datos (28).

Si el valor p para la prueba de bondad de ajuste es menor que el nivel de significancia elegido, las probabilidades pronosticadas se desvían de las probabilidades observadas de una manera que la distribución binomial no predice.

En la tabla 9 se muestra el valor del test Hosmer-Lemeshow (3,31) con un nivel (P= 0,913), ante estos resultados, se acepta el modelo como bueno.

Tabla 10. Frecuencias observadas y esperadas para la prueba de Hosmer-Lemeshow

Grupo	Estado			
	Retiro definitivo		Vigente	
	Observado	Esperado	Observado	Esperado
1	8	9,8	49	47,2
2	14	13,3	43	43,7
3	16	16,4	42	41,6
4	20	19,1	37	37,9
5	22	22,6	36	35,4
6	27	25,3	30	31,7
7	26	29,1	31	27,9
8	38	33,3	20	24,7
9	36	36,6	21	20,4
10	43	44,6	15	13,4

Fuente: elaboración propia.

Otra medida de bondad de ajuste que, así como el test de Hosmer-Lemeshow intenta, juzgar la precisión con la que el modelo estimado se aproxima a los datos observados, es la tasa de predicciones correctas. En la tabla 11 se aprecia la clasificación que hace el modelo seleccionado y se verifican los criterios de especificidad y sensibilidad del modelo. El punto de corte para la clasificación

fue 0,5. Este punto de corte implica que si la probabilidad de desertar estimada por el modelo es superior a 0,5, se pronostica que el estudiante tiene riesgo de desertar durante los primeros cuatro semestres, o que no lo hace en caso contrario, esto es, que para valores menores a 0,5 se pronostica que el estudiante no deserta durante los primeros cuatro semestres.

Tabla 11. Pronósticos del modelo

Estado	Vigente	Retiro	% de aciertos
Vigente	247	77	76%
Retiro	115	135	54%
Porcentaje global			67%

Fuente: elaboración propia.

En general, se encontró, que el modelo propuesto tiene una tasa de predicciones correctas del 67%, su nivel de especificidad es del 76%, es decir, clasificó correctamente el 76% de los estudian-

tes que permanecen vigentes, y su nivel de sensibilidad es del 54%, es decir, clasificó correctamente el 54% de los estudiantes que presentaron deserción temprana.

Conclusiones y recomendaciones

El modelo estimado evidencia que un buen puntaje en la prueba Saber 11, el ser mujer, no haber reprobado años durante el bachillerato, el haber cursado estudios antes y si los padres conviven, disminuye la probabilidad de deserción temprana; así mismo, el haber egresado de un colegio privado aumenta la probabilidad de deserción. De todas las facultades en las que se puede matricular el estudiante, las que mayor riesgo tienen de deserción temprana son la de Ciencias Básicas e Ingeniería y la Facultad de Ciencias de la Salud.

Así mismo, de acuerdo con las pruebas de bondad de ajuste, se considera que el modelo se adapta a los datos observados. Sin embargo, el resultado global de predicción es relativamente bajo, lo que indica que se pueden llegar a incluir otras variables que aporten explicación a la probabilidad de deserción temprana.

Esta investigación corrobora que la tasa de deserción temprana en la Universidad de los Llanos es alta y, sobre todo, logra identificar qué programas presentan los índices más elevados; con estos resultados, se puede esperar que se refuercen

y focalicen los planes antideserción para que se logre disminuir estas cifras.

Las recomendaciones de política educativa que puede aplicar la Universidad de los Llanos se pueden enfocar en realizar pruebas vocacionales para que el estudiante que ingresa acierte en la elección de programa en el que se desea matricular. Del mismo modo, es de vital importancia que al detectar a un estudiante en riesgo de deserción se le brinden todas las ayudas disponibles para que este, bien sea, no deserte o tome una mejor decisión. Así mismo, se recomienda una revisión más detallada de la información que suministran los estudiantes cuando realizan la inscripción para que esta pueda ser utilizada con mayor precisión en la detección de posibles desertores.

Se recomienda también realizar estudios de deserción temprana para cada programa con el fin de identificar las causas que afectan a los distintos grupos de estudiantes, todo con el fin de obtener mejores resultados cuando se apliquen, de manera focalizada los distintos planes enfocados a prevenir la deserción. Por ejemplo, se puede considerar realizar refuerzos en áreas como matemática y física, y cursos nivelatorios o de profundización en otras áreas como química y estadística.

Referencias bibliográficas

1. Melo-Becerra LA, Ramos-Forero JE, Hernández-Santamaría PO. La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia, *Desarro. Soc.* 78 2017; 59-111. Doi: <https://doi.org/10.13043/dys.78.2>
2. Jaramillo A. El financiamiento de la educación superior en Colombia: retos y tensiones. *Pensamiento Universitario*. [Internet] 2010;20:103-127. Disponible en: <https://ascun.org.co/uploads/default/publications/b9fd697f04163b5592768dc-8b11e9f99.pdf>
3. Becker G. Human Capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. *Human Capital*, 1st ed. New York: Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research; 1964.
4. Hanushek, E. A. The economics of schooling: Production and efficiency in public schools. *Journal of Economic Literature*. 1986;24,1141-1177.
5. Tinto V. Dropout in higher education: a theoretical synthesis of recent research, *Review of Educational Research*. 1975;45(1):89-125. Doi: 10.3102/00346543045001089.
6. Bean JP. Student attrition, intentions, and confidence: interaction effects in a path model. Part 1, the 23 variable model. Annual meeting of the American Educational Research Association; 1981.
7. Braxton JM, Sullivan AV, Johnson RM. Appraising Tinto's theory of college student departure. *Higher education: Handbook of theory and research*. [Internet] 1997;12(0):107-164. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/reference/55649>
8. Himmel KE. Modelos de análisis de la deserción estudiantil en la educación superior. *Revista Calidad en la educación*. [Internet] 2002;0(17): 91-108. Doi: <http://dx.doi.org/10.31619/caledu.n17.409>
9. Jadue JG. Psychological factors that lead to low achievement, failure and dropping out of school. *Estud. Pedagóg.* 2002;(28):193-204. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052002000100012>
10. Acevedo D, Torres JD, Tirado DF. Análisis de la Deserción Estudiantil en el Programa Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Cartagena durante el Periodo Académico 2009-2013, *Form. Univ.* [Internet] 2015;8(1):35-42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000100005>
11. Larroucau T. Estudio de los factores determinantes de la deserción en el sistema universitario chileno. *Rev. Est. de Políticas Públicas*. [Internet] 2015;0(1):1-23. Disponible en: <https://revistaestudiospoliticaspublicas.uchile.cl/index.php/REPP/article/download/38351/39989/>
12. Patiño de Peña, L, Cardona Pérez, AM. Review of some studies on university student dropout in Colombia and Latin America. *Acta Universitaria*. [Internet] 2013;23(4):37-46. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41628340005>
13. Giovagnoli P. Determinantes de la deserción y graduación universitaria: una aplicación utilizando modelos de duración. Documento de Trabajo 37, Universidad Nacional de la Plata.
14. Porto A, Di Gresia L. Rendimiento de estudiantes universitarios y sus determinantes. *Revista de Economía y Estadística*. [Internet] 2004;0(1):93-113. Disponible en: <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3800>
15. Canales A, De los Ríos D. Factores explicativos de la deserción universitaria. *Calidad En La Educación*. [Internet] 2018;(26):173-201. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2384834&orden=137832&info=link>

16. Sánchez F, Quirós M, Reverón C, Rodríguez R. Equidad social en el acceso y permanencia en la universidad pública determinantes y factores asociados. CEDE Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia; 2002. [Internet] Disponible en: https://economia.uniandes.edu.co/components/com_booklibrary/ebooks/D2002-16.PDF
17. Olave G, Cisneros M, Rojas I. Deserción universitaria y alfabetización académica. *Educ. Educ.* [Internet] 2013;16(3):455-471. Disponible en: <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/2726/3352>
18. Acevedo G, Bayona P. Identificación de factores motivacionales y sociodemográficos de estudiantes desertores de la facultad de psicología de la universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga, Psico. [Internet] 2011;14(25):132-150. Disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/psicogente/article/view/1862>
19. Malagón L, Calderón C, Soto, E. Estudio de la deserción estudiantil de los programas de pregrado de la Universidad de los Llanos (1998-2004). Universidad de los Llanos, enero de 2006. [Internet] Disponible en: http://documentacion.unillanos.edu.co/index.php/centro-de-documentacion/doc_download/33-estudio-de-la-desercion-estudiantil-de-los-programas-de-pregrado-de-la-universidad-de-los-llanos.html
20. Malagón L, Soto L, Eslava P. La deserción en la Universidad de los Llanos (1998-2005). Orinoquía. [Internet] 2007;11(1):23-40. Disponible en: <http://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/download/166/302>
21. Lassibille G, Navarro L. Tratamiento econométrico de las variables cualitativas. Cuadernos de CC.EE. y E.E. [Internet] 1981;0(8):49-92. Disponible en: <http://cuadernos.uma.es/pdfs/pdf462.pdf>
22. Amemiya T. Qualitative Response Models. *Annals of Economic and Social Measurement.* [Internet] 1975;4(3):363-372. Disponible en: <https://www.nber.org/chapters/c10405.pdf>
23. Núñez J. Una clase de modelos lineales binarios de regresión cualitativa. *Estadística Española.* [Internet] 1990;32(124):389-400. Disponible en: http://www.ine.es/ss/Satellite?blobcol=url-data&blobheader=application%2Fpdf&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D42%2F744%2F124_2.pdf&blobkey=url-data&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=42%2F744%2F124_2.pdf&ssbinary=true
24. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied Logistic Regression.* 2nd ed. John Wiley & Sons, Nueva York; 2000.
25. Alderete AM. Fundamentos del análisis de regresión logística en la investigación psicológica. *Evaluar.* [Internet] 2006;6(1):52-67. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revaluar/article/view/534/474>
26. Salas M. La regresión logística. Una aplicación a la demanda de estudios universitarios. *Estadística española.* [Internet] 1996;38(141):193-217. Disponible en: http://www.ugr.es/~msalas/articulos_spanish/1996_Estadistica_Espa_141.pdf
27. Jennings DE. Judging inference adequacy in logistic regression. *Journal of The American Statistical Association.* [Internet] 1986;81:471-476.
28. Silva A, Molina M. Likelihood ratio (razón de verosimilitud): definición y aplicación en radiología. *Rev Argent Radiol.* [Internet] 2017;81(3):204-208. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rard.2016.11.002>
29. Hosmer DW, Lemeshow S. Goodness of fit tests for the multiple logistic regression model. *Communication in Statistics- Theory and Methods.* 1980;9(10):1043-1069.
30. Fernández Castaño, H, Pérez Ramírez, FO. El modelo logístico: una herramienta estadística para evaluar el riesgo

de crédito. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. [Internet] 2005;4(6):55-75. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75040605>

31. Hausman JA, McFadden D. Specification Tests for the Multinomial Logit Model. *Econometrica*. 1984;52(5):1219-1240. Doi: 10.2307/1910997

32. Small KA, Hsiao C. Multinomial Logit Specification Tests. *International Economic Review*. [Internet] 1985;26(3):619-627. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2526707>

33. Cerda Jaime, Vera Claudio, Rada Gabriel. Odds ratio: aspectos teóri-

cos y prácticos. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2013; 141(10):1329-1335. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013001000014>.

34. Stare J, Maucort-Boulch D. Odds Ratio, Hazard Ratio and Relative Risk, *Metodoloski Zvezki*. [Internet] 2016;13(1):59-67. Disponible en: <https://www.stat-d.si/mz/mz13.1/p4.pdf>

35. Aedo S, Pavlov S, Clavero S. Riesgo relativo y Odds ratio ¿Qué son y cómo se interpretan? *Rev. Obstet. Ginecol.* [Internet] 2010;5(1):51-54. Disponible en: <http://www.revistaobgin.cl/articulos/ver/563>