



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

Neiva, 23 DE JULIO DE 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

GERMAN ANDRES MOSQUERA VASQUEZ , con C.C. No. 1.010.016.462,

YINARE CUELLAR LOSADA , con C.C. No. 1.075.283.680,

Autores del trabajo de grado Titulado ANALISIS DE LOS DETERMINANTES DEL CREDITO DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de ESPECIALISTA EN ESTADISTICA; Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR:

GERMAN ANDRES MOSQUERA VASQUEZ

Firma: _____

EL AUTOR:

YINARE CUELLAR LOSADA

Firma: _____

Vigilada Mineducación



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DEL CRÉDITO DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cuellar Losada	Yinare
Mosquera Vásquez	Germán Andrés

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Sánchez Hernández	Alfonso

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Sánchez Hernández	Alfonso

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Especialista en estadística

FACULTAD: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

PROGRAMA O POSGRADO: Especialización en Estadística

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2019 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 44

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
o Cuadros_x_



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 3

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Acceso	Access	6. Huila	Huila
2. Crédito	Credit		
3. Productores	Producers		
4. Agropecuario	Agriculture		
5. MLG	GLM		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este trabajo tiene como fin analizar las características que más influyen en el acceso al crédito de los productores agropecuarios en el departamento del Huila. En búsqueda de este propósito se analizaron los datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario del año 2014 bajo la metodología de los Modelos Lineales Generalizados (GLM). Los resultados indican que las variables: tenencia de la tierra, asistencia financiera, asociatividad, tipo de cultivo, etnia y si el productor estudia actualmente son estadísticamente más significativas. Según la caracterización de las variables se puede indicar que los productores que solicitaron crédito: el 84% poseen tierra propia, el 60% de los productores no poseen más de 4,5 hectáreas, el 51,22% de los productores no pertenece a ninguna asociación y el 50% de los productores cuentan con máximo 36 años de edad. Así mismo los resultados sugieren que un productor con tenencia propia, sin recibir asistencia financiera, asociado a un gremio, integrante de una comunidad indígena y que estudie actualmente tienen más probabilidades de acceder a un crédito agropecuario. Los hallazgos de este trabajo pueden ser considerados como insumo para la formulación de políticas públicas que sean orientadas al aumento de la cobertura del crédito agropecuario en las áreas rurales del departamento del Huila.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The purpose of this work is to analyze the characteristics that most influence access to credit for agricultural producers in the department of Huila. In search of this purpose, the data of the Third National Agricultural Census of 2014 were analyzed under the methodology of the Generalized Linear Models (GLM). The results indicate that the variables: land tenure, financial assistance, associativity, type of crop, ethnicity and if the producer is currently studying, are statistically more significant. In the characterization of the variables we can indicate that the producers who requested credit: 84% own their own land, 60% of the producers do not own more than 4.5 hectares, 51.22% of the producers do not belong to any association and 50% of the producers have a maximum of 36 years of age. Likewise, the results suggest that a producer with own tenure, without receiving financial assistance, associated with a guild, member of an indigenous community and currently studying are more likely to access an agricultural loan. The findings of this work can be considered as input for the formulation of public policies that are aimed at increasing the coverage of agricultural credit in rural areas of
The department of Huila.

APROBACIÓN DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jaime Polanía Perdomo

Firma:

Nombre Jurado: Carlos Arturo Monje Alvarez

Firma:



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

**ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DEL CRÉDITO
DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL DEPARTAMENTO
DEL HUILA.**

**Yinare Cuéllar Losada
Germán Andres Mosquera Vazquez**

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA
NEIVA-HUILA
2019

**ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DEL CRÉDITO
DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL DEPARTAMENTO
DEL HUILA.**

**Yinare Cuéllar Losada
Germán Andres Mosquera Vazquez**

Trabajo de grado para optar al título de:
Especialista en Estadística

Director: MG. Alfonso Sánchez Hernández
MSc. en Investigación Operativa y Estadística

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA
NEIVA-HUILA
2019

AGRADECIMIENTOS

A nuestros profesores de la especialización en estadística quienes nos ofrecieron la oportunidad de conocer la aplicabilidad de la estadística en el campo laboral.

Al profesor Alfonso Sanchez Hernandez quien orientó sobre las últimas novedades a nivel mundial en modelos de regresión estadística.

RESUMEN

Este trabajo tiene como fin analizar las características que más influyen en el acceso al crédito de los productores agropecuarios en el departamento del Huila. En búsqueda de este propósito se analizaron los datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario del año 2014 bajo la metodología de los Modelos Lineales Generalizados (GLM). Los resultados indican que las variables: tenencia de la tierra, asistencia financiera, asociatividad, tipo de cultivo, etnia y si el productor estudia actualmente son estadísticamente más significativas. Según la caracterización de las variables se puede indicar que los productores que solicitaron crédito: el 84 % poseen tierra propia, el 60 % de los productores no poseen más de 4,5 hectáreas, el 51,22 % de los productores no pertenece a ninguna asociación y el 50 % de los productores cuentan con máximo 36 años de edad. Así mismo los resultados sugieren que un productor con tenencia propia, sin recibir asistencia financiera, asociado a un gremio, integrante de una comunidad indígena y que estudie actualmente tienen más probabilidades de acceder a un crédito agropecuario. Los hallazgos de este trabajo pueden ser considerados como insumo para la formulación de políticas públicas que sean orientadas al aumento de la cobertura del crédito agropecuario en las áreas rurales del departamento del Huila.

SUMMARY

The purpose of this work is to analyze the characteristics that most influence access to credit for agricultural producers in the department of Huila. In search of this purpose, the data of the Third National Agricultural Census of 2014 were analyzed under the methodology of the Generalized Linear Models (GLM). The results indicate that the variables: land tenure, financial assistance, associativity, type of crop, ethnicity and if the producer is currently studying are statistically more significant. In the characterization of the variables we can indicate that the producers who requested credit: 84 % own their own land, 60 % of the producers do not own more than 4.5 hectares, 51.22 % of the producers do not belong to any association and 50 % of the producers have a maximum of 36 years of age. Likewise, the results suggest that a producer with own tenure, without receiving financial assistance, associated with a guild, member of an indigenous community and currently studying are more likely to access an agricultural loan. The findings of this work can be considered as input for the formulation of public policies that are aimed at increasing the coverage of agricultural credit in rural areas of the department of Huila.

Índice general

Agradecimientos.	III
Resumen.	IV
Summary.	IV
Índice general	V
Índice de cuadros	VII
Índice de figuras	VIII
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MARCO CONCEPTUAL	3
2.1. Sector agropecuario en la economía colombiana	3
2.2. El sector agropecuario en la economía del departamento del Huila . . .	4
2.3. Acceso al Crédito Agropecuario	5
2.4. Determinantes del crédito agropecuario	7
3 METODOLOGÍA	9
4 MODELAMIENTO ESTADÍSTICO: MODELOS LINEALES GENERALIZADOS	10
4.1. Tipos de enlaces en GLM	11
4.2. Función Score y Matriz de Información	12
4.3. Estimación de β	13
4.4. Función Desvío	14
4.5. Estimación del parámetro de dispersión ϕ	15
4.6. Hipótesis	15
4.7. Residuos	16
4.8. Influencia Local	17
4.9. Criterios de Información	18
5 ESQUEMA PROCEDIMENTAL	19
5.1. Datos	19

5.2. Variables	19
5.3. Caracterización de las variables	22
5.4. Especificación empírica del modelo	25
6 RESULTADOS	27
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
7.1. CONCLUSIONES	31
7.2. RECOMENDACIONES	32
Bibliografía	34

Índice de cuadros

4-1.	Principales distribuciones de la familia exponencial	11
5-1.	Variables asociadas con la actividad productiva.	20
5-2.	Variables asociadas con la Socioeconómica	21
5-3.	Variables independientes	24
5-4.	Ajustes Modelo Final	25

Índice de figuras

5.1. Influencia local Modelo Final. 26

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario en Colombia históricamente representa un eslabón importante en la economía nacional; es un sector estratégico en el desarrollo económico y social, debido a que genera más del 20 % del empleo en el país y representa cerca del 50 % del empleo en las áreas rurales. [17, Pag. 1]. La producción está orientada en mayor parte al consumo interno abasteciendo a los hogares urbanos y rurales, y de materias primas a la agroindustria. Otra parte de la producción se destina a los mercados internacionales generando ingresos de divisas. Actualmente, los subsectores agropecuarios han reducido su participación en el total de la producción anual que para el año 2017 fue del 6 %; reducción importante comparado con la participación en la década de los noventa donde contribuía con el 18 %.

La economía del departamento del Huila está basada en el sector agropecuario y participa con el 4,6 % en la producción agropecuaria nacional (DANE, 2019). Cuenta con una población rural de 488.826 habitantes según proyecciones de población del DANE. Es decir, el 40,36 % de los habitantes poseen alguna relación socioeconómica con las actividades agropecuarias, por lo tanto, el sector es de vital importancia ya que incide directamente en la seguridad alimentaria y sostenibilidad económica de los hogares. El departamento del Huila posee un gran número de unidades productivas, que, de acuerdo a información del censo nacional agropecuario del año 2014, y según el DANE, las unidades productivas ascienden a 151.027, que representa el 6 % de todas las unidades de Colombia. Estas unidades agropecuarias se caracterizan por ser familiares, de poca área y de producción de subsistencia. Además, se presenta baja inversión en tecnología, bajo a acceso insumos y maquinaria, y una gran ausencia en el acceso a crédito. De manera que el subdesarrollo del sector agropecuario en el Huila ha generado como efecto aumento del porcentaje de personas en situación de pobreza en las zonas y áreas rurales donde se concentra la producción agropecuaria.

De acuerdo con lo anterior, uno de los factores importantes que pueden ayudar a impulsar la inversión y la productividad del sector agropecuario es el crédito. Según el censo nacional agropecuario 2014 para el departamento del Huila solo el 7,5 % de los productores residentes en el área rural dispersa solicitaron crédito y su principal destino de inversión por parte de los productores fue para la compra de insumos 36,9 %, compra

de animales 16 % y pago de mano de obra 14,8 %. La proporción de créditos solicitados en el Huila es baja, situación generalizada en el territorio nacional. [16]

El crédito agropecuario surge en América Latina y en Colombia como un servicio de apoyo a las cadenas productivas agropecuarias y rurales a mediados del siglo XX. Durante muchos años los Estados latinoamericanos enfocaron sus políticas públicas de desarrollo en la utilización de líneas de crédito como herramienta para mejorar y transformar la producción agropecuaria; así lo explica [29]. A partir de la década del noventa las políticas neoliberales penetran la financiación la cual es tomada por la banca privada y los capitales extranjeros favoreciendo en mayor proporción a los grandes productores que cuentan con suficientes garantías para respaldar los créditos. La banca agropecuaria históricamente ha excluido a los pequeños productores que carecen de activos para respaldar la deuda. A causa de este desequilibrio y la inexistencia de fondos de garantías públicos que ayude a respaldar la deuda de los pequeños productores se identifica la problemática de esta investigación como el bajo acceso al crédito de los productores agropecuarios del departamento del Huila.

El presente estudio busca analizar los determinantes del acceso al crédito en el departamento del Huila, es decir, identificar las posibles causas y/o condiciones que inciden en el acceso al crédito para el productor agropecuario, teniendo en cuenta la caracterización de los productores agropecuarios del departamento y las variables socioeconómicas y de la actividad productiva de los mismos.

Para el desarrollo de la investigación se tendrán en cuenta los datos del tercer Censo Nacional Agropecuario 2014, en el cual se consolida las principales características socioeconómicas y productivas de las personas dedicadas a esta labor. Lo cual permitirá caracterizar al productor y posteriormente mediante el uso de análisis estadístico estimar un modelo que explique la relación entre las condiciones propias del productor y la probabilidad del acceso al crédito. Por lo tanto, se utilizará un modelo de regresión lineal generalizado (GLM), que dadas las condiciones de las variables es ideal para este tipo de análisis. La temática dentro de los modelos lineales generalizados corresponde a la regresión logística, en la que la componente sistemática es binaria y las covariables o variables independientes pueden ser categóricas, binarias o continuas. Se pretende analizar estadísticamente las características o determinantes socioeconómicos y/o de las actividades productivas que incidan en la probabilidad de acceso al crédito agropecuario.

Mediante los resultados de esta investigación se pretende tener insumos para la creación de políticas económicas y públicas que aporten al fortalecimiento del sector agropecuario en el departamento del Huila. Además, el resultado se convertirá un diagnóstico para el desarrollo de estrategias de inclusión y vinculación financiera que favorezca al mejoramiento de la productividad rural y por supuesto la calidad de vida de las personas dedicadas al sector.

Capítulo 2

MARCO CONCEPTUAL

2.1. Sector agropecuario en la economía colombiana

La agricultura como actividad económica puede fundamentar el crecimiento económico de un país, debido a que crea posibilidades de inversión en los sectores secundarios de la economía y a su vez como medio de subsistencia contribuye el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales (Banco Mundial, 2007). En Colombia, la agricultura fue el pilar de desarrollo en la década de los sesenta, cuando la economía colombiana tenía su buen comportamiento, generado especialmente por los buenos precios externos del café, fase que comenzó al final de la segunda guerra y persiste hasta 1955. [15].

Durante la etapa de la industrialización se desarrollaron políticas económicas dirigidas al proceso de apertura económica y crecimiento económico basado especialmente en sector secundario de la economía, este enfoque como lo señala José Antonio Ocampo; “tuvo la virtud de demostrar que algunas formas de intervención estatal dan origen, a través de sus efectos macroeconómicos a gravámenes indirectos que afectan a la agricultura” y es por eso que a pesar del protagonismo de la agricultura en la historia económica del país, en la actualidad se observa las disparidades del desarrollo rural frente al urbano y dentro del sector rural se evidencia un fuerte dinamismo concentrado en un pequeño grupo regionalmente localizado y la falta de dinamismo entre los productores pequeños o con menos capital. [19].

En los últimos veinticinco años el sector agropecuario en Colombia ha presentado un comportamiento negativo en cuanto a su participación en la economía (Ocampo, 2014), el documento Misión para la transformación del Campo, señala como la participación del sector en el PIB ha disminuido considerablemente, incluso en los periodos donde la economía colombiana presentó un comportamiento positivo y favorable (1990-1997 y 2003-2013), además en el periodo de mayor crecimiento en el país (2003-2007) las tasas de crecimiento del sector fueron muy inferiores a las que se presentaron en 1980. [26].

De otra parte, Colombia tiene un número muy importante de personas que viven en las

zonas rurales, cerca del 22,2 % de la población total, según cifras DANE. Dicha población, cerca del 66,1 % basa su economía en el conjunto de actividades agropecuarias (DANE,2008). Para el primer trimestre de 2019 el 15,2 % de la población colombiana estaba empleada en los sectores, tales como, agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, razón por la cual el sector agropecuario pese a presentar pérdida de su participación en la economía aún cuenta con cuantioso recurso humano. Sumado a esto en la economía agropecuaria los poseedores de entre 0 y 5 hectáreas son quienes intervienen de manera significativa (Perfetti, Balcázar, Hernández, & Leibovich, 2013), los pequeños productores en el año 2008 ocupaban el 75,9 % del área agrícola y participaban con el 66,3 % del valor de la producción (PNUD, 2012). [30].

2.2. El sector agropecuario en la economía del departamento del Huila

El sector agropecuario en el departamento del Huila es la segunda rama de la economía que más contribuye al PIB departamental con el 17,9 % para el año 2018. La actividad agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca desde el año 2005 ha mantenido porcentajes de participación superiores al 10 % lo cual demuestra la alta dependencia de la economía departamental al sector. Más aún cuando el 40,36 % de la población departamental reside en las zonas rurales. [27]

Por regiones el departamento del Huila es agrupado por el DANE en el clúster de la región central junto a los departamentos de Antioquia, Caldas, Caquetá, Quindío, Risaralda y Tolima donde la rama agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca participa con el 15 % del conglomerado de la región, después de los departamentos de Antioquia y Tolima. Es evidente la fortaleza del sector que incluso es superior a departamentos como Quindío y Risaralda los cuales son de tradición agropecuaria para Colombia. [27]

Grafico. Producto Interno Bruto Región Central
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca

Participación (%) Serie 2014 - 2018pr		
Departamento	2018	Participación Conglomerado
Antioquia	12,9	43%
Caldas	2,7	9%
Caquetá	1,0	3%
Huila	4,6	15%
Quindío	2,1	7%
Risaralda	1,8	6%
Tolima	5,4	18%
Total, Región Central	30,40%	

*Elaboración propia. Fuente: DANE PIB por departamentos 2018.

Los cultivos de mayor producción y considerados como básicos en el departamento son: cacao, café, caña panelera, plátano y frutales. De acuerdo con las cifras de la evaluación agropecuaria para el año 2017 el crecimiento agrícola obtuvo una variación negativa

de -0,67 % respecto al año anterior 2016 debido principalmente a la disminución de la producción en cultivos transitorios y permanentes. Por el lado pecuario se destaca la producción bovina, porcina y piscícola ramas que durante el periodo 2016-2017 obtuvieron una variación en la producción del 12,9 % jalonado principalmente por la exportación piscícola.

Para el año 2005 la Gobernación del Huila en búsqueda de mejorar la competitividad en el sector productivo agropecuario y de acuerdo a los lineamientos del Gobierno Nacional de la época construyó la Agenda Interna de Productividad y Competitividad donde una de las apuestas priorizadas se denominó como “Apuesta Agroindustrial” basada en la tecnología en cafés especiales, frutales, cacao, tabaco y tilapia con el fin de convertir al Huila en el primer productor nacional en dichas cadenas. [33].

Luego de 10 años de su implementación se realizó la evaluación de desempeño para el periodo 2005-2014, donde se encontró que para el cultivo de café el departamento del Huila ocupó el primer lugar como el mayor productor del grano en los años 2012-2013 con 154.492 has sembradas y aportando el 16,9 % de la producción nacional superando Antioquia. Situación que ha diferido en el sector cacaoero donde para el periodo evaluado el departamento se ubicó en la séptima posición siendo Santander el primer productor; la producción se redujo en un 21,3 % entre 2005 y 2013. No se evidenció algún avance en el rendimiento por hectárea sembrada en cacao que no superó los 500 kilogramos; rendimiento muy bajo en comparación con Arauca y Santander.

La producción de tabaco en el Huila pasó de 14.562 toneladas en 2004 a 4.841 toneladas en 2013, una disminución del 66,8 %. Además los indicadores en el área cosechada se disminuyeron en 65,9 % y 2,5 % en el rendimiento por hectárea para el mismo periodo. En cuanto al renglón de los frutales el área sembrada se incrementó 45 %, al pasar de 6.408 has, año 2004, a 9.301 has al año 2007. Aunque en el año 2013 el área sembrada en los frutales priorizados se redujo en 247 has frente al 2007. Durante los últimos años se ha incrementado el número de hectáreas sembradas para los cultivos de piña, pitahaya y aguacate (Hass), por su aceptación en los mercados internacionales.

2.3. Acceso al Crédito Agropecuario

El crédito es el mecanismo mediante el cual se puede obtener bienes y servicios bajo una promesa de pago en un futuro determinado, la promesa entendida como un contrato en el cual se establecen las condiciones y obligaciones de quien lo adquiere de acuerdo con lo previamente establecido. Para el fundador de Grameen Bank, Muhammad Yunus el crédito es un derecho y contribuye a la inclusión de las personas en el desarrollo social, económico y político. El crédito agropecuario está dirigido a las cadenas de valor del sector primario de la economía, es decir a los distintos eslabones de las cadenas productivas agropecuarias y rurales, así como a los servicios de apoyo y/o complementarios relacionados (FINAGRO), su financiamiento ha implicado directamente al Estado

dado que el negocio de la banca comercial dirigido a este sector lo considera riesgoso y con problemas de garantías (Tuse, 1997) y es por eso que existen serios obstáculos y elevados costos de transacciones que frenan la expansión de los mercados financieros rurales (González-Vega, 1998). [28].

El crédito agropecuario generalmente se considera un insumo esencial para aumentar la productividad de la agricultura, principalmente de la tierra y la mano de obra, para aumentar los niveles de alimentos e ingresos, para incentivar el empleo y, por lo tanto, para reducir la pobreza. (Teresa Adugna & Franz Heidhues, 2000). [24].

El acceso al crédito puede llevar a un aumento de la productividad, la producción agrícola y al uso de insumos, por ejemplo, para el caso de las economías emergentes de la Comunidad Económica Europea, el acceso al crédito aumenta la productividad total de los factores (TFP) hasta un 1,9 % por cada 1000 EUR de crédito adicional (Ciaian, Fałkowski, & Kancs, 2012). [12].

En Nigeria los agricultores que eligen obtener crédito tienen niveles de productividad más altos que los otros agricultores, esto sugiere que el acceso al crédito tiene un impacto positivo en la productividad (Awotide, Abdoulaye, Alene, & Manyong, 2015) [12].

Dado que el crédito es una acción fundamental para financiar las actividades productivas en el sector rural (Figueroa Rodríguez, Díaz-Puente, Pérez Hernández, Figueroa Sandoval, & Almeraya Quintero, 2011) [32] y el mayor acceso le permite a las personas suavizar su consumo de manera intertemporal incrementando así su bienestar y unas mejores condiciones de crecimiento económico (Murcia, 2007) [22] permitiendo cubrir las necesidades básicas y realizar inversiones productivas que generen riqueza y reduzcan la pobreza, lo que implica que el crédito puede desempeñar un papel importante en el desarrollo rural (Iregui-Bohórquez, 2016) [21].

El crédito agropecuario en el país tiene dos componentes: Los que conceden en condiciones Finagro y los demás que desembolsan los bancos en condiciones diferentes (Echavarría, Villamizar, & Restrepo, 2018) [31]. El gobierno Nacional colombiano mediante la ley 16 de 1990 estableció el Sistema Nacional de Crédito Agropecuario y creó el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario FINAGRO, una sociedad de economía mixta del orden nacional, organizada como establecimiento de crédito, con régimen especial, vinculada al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y vigilado por la Superintendencia Financiera de Colombia, el cual actúa como entidad de segundo piso, es decir, otorga recursos en condiciones de fomento a las entidades financieras, para que éstas a su vez otorguen créditos a proyectos productivos.

2.4. Determinantes del crédito agropecuario

El análisis de la literatura acerca de los determinantes del crédito agropecuario implica el reconocimiento y consideración de los determinantes del acceso al crédito en los hogares. (Murcia, 2007) asegura que la educación, acceso a la seguridad social, el hecho de ser beneficiario de subsidio de vivienda y la edad puede contribuir en el aumento de la probabilidad para contar con servicios financieros, además señala que la ubicación geográfica afecta de manera significativa el acceso al crédito por lo que se convierte en un indicio teórico de la disparidad y problemas en la provisión de servicios financieros en las zonas rurales. [22].

Por su parte (Vaessen, 2001) señala que quienes tienen un ingreso promedio mayor (hogares acomodados), mayor educación, acceso a redes de información y actividades comerciales (no agropecuarias) tienen mayor posibilidad de adquirir un crédito rural en el Norte de Nicaragua, además descubrió que el tamaño de la tierra no tienen un impacto significativo en el acceso al crédito rural, esto es algo sorprendente ya que la tierra registrada es cada vez más exigido como garantía para un préstamo pero demuestra que tenencia de tierras no implica tener un mayor ingreso lo cual sí es relevante. [13].

En el análisis realizado a los determinantes del crédito de propietarios de unidades agropecuarias y no agropecuarias en los Estados Unidos, se encontró que tener un mayor patrimonio neto, mayor liquidez, tener más empleados y estar en el negocio durante más años reduce la probabilidad de que se le niegue el crédito, además la falta de educación universitaria es positiva y significativa lo que sugiere que es más probable que se niegue el crédito a los operadores de viviendas sin una educación universitaria. Las medidas de bienestar financiero, incluido el ingreso en el hogar, el precio de venta esperado del hogar y el patrimonio neto del negocio reducen de manera constante la posibilidad de que se le niegue el crédito (Briggeman, Towe, & Morehart, 2009) [18].

La evidencia empírica en el caso de los pequeños productores de Yuca en Nigeria, mediante la estimación de un modelo Tobit indica que factores como, la unidad ganadera total, los rendimientos productivos, el valor monetario de los activos productivos de los hogares, la edad del jefe de hogar y el tamaño del hogar se relacionan positivamente con el acceso al crédito (Awotide, Abdoulaye, Alene, & Manyong, 2015). Así mismo, en la India utilizando la Encuesta de Evaluación de la Situación de los Hogares Agrícolas del año 2012, se concluye que los pequeños propietarios de tierras y los hogares enfrentan desventajas en términos de acceso al crédito. (Satyasai, Kumar, & Balanarayana, 2017) [25].

En Ruanda mediante el análisis de regresión logística, muestran que los ingresos no agrícolas, la extensión agrícola y servicio y educación, participación en crédito informal son estadísticamente significativos por lo cual son factores influyentes en la probabilidad de acceder a un crédito agropecuario, en el estudio se determinó que la obtención de más ingresos no agrícolas aumentó aproximadamente un 4,6 por ciento de probabilidad

de participar en el crédito formal (Muhongayire, 2012). [14].

En México (Escalante, catalán, & Basurto, 2013) mediante el análisis estadístico muestran que los productores que cuentan con un nivel de ingresos mayores tienen infraestructura de riego y pertenecen a alguna organización, aumentan las probabilidades de ser sujetos de crédito. Debido a que para los establecimientos financieros quienes cuenta con mayor infraestructura reflejan mayor conocimiento y capacitación lo que contribuye a la tecnificación de sus procesos asegurando una mayor productividad y por lo tanto credibilidad ante el sistema financiero, así mismo la pertenencia a alguna organización se convierte en una garantía para la devolución del dinero. [23].

En Colombia (Coy, 2017) la edad, la pertenencia a organizaciones y el tipo del cultivo influyen en el acceso al crédito. El nivel educativo, especialmente haber cursado estudios de primaria aumenta la probabilidad de acceder al crédito que no tener estudios. Por su parte la edad que maximiza el acceso al crédito en Colombia es de 46,7 años. Este estudio señala las disparidades en las características determinantes para acceder al crédito en los diferentes departamentos. [20].

Capítulo 3

METODOLOGÍA

Los modelos lineales generalizados (GLM), surgen posteriormente a los modelos lineales generales de regresión y clasificación ó análisis de varianza. Aunque su historia no es muy reciente, son muchas las aplicaciones en las que los GLM entran en juego. Si bien los modelos clásicos trabajan con el supuesto de normalidad de los errores, una gran variedad de distribuciones pertenecientes a la familia exponencial, fué la que dió lugar al descubrimiento y manejo de los modelos lineales generalizados, los cuales fueron propuestos por Nelder y Wedderburn (1972, [1]). Algunos modelos que exigían procesos iterativos para la estimación de sus parámetros, comenzaron a tener mayor utilidad. Por ejemplo el modelo normal no lineal, el cual asume una estructura no lineal en los parámetros tuvo un gran avance. El gran apoyo en los desarrollos computacionales de los años 70, contribuyeron enormemente a la teoría y aplicación de los modelos lineales generalizados, Paula (2013, [2], pp. 1). Gran cantidad de textos especializados en este tópico han sido escritos, dentro de ellos se pueden citar: Nelder y McCullag (1989, [3]), Dobson (2000, [4]) y Agresti (2017, [5]) entre muchos otros.

En el presente trabajo se relaciona una aplicación de los modelos lineales generalizados, a datos tomados del Censo nacional Agrario realizado durante el año 2013 y 2014 en Colombia. Los registros de la información han sido suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y corresponden a un total de 493,228 datos con 47 variables, los cuales una vez depurados y filtrados se redujeron a 98,570 casos de estudio.

La temática dentro de los modelos lineales generalizados, corresponde a la *regresión logística*, en la que la componente sistemática es binaria y las covariables ó variables independientes pueden ser categóricas, binarias ó continuas.

Se pretende estudiar la posibilidad que tienen las personas dedicadas a la producción agrícola en todos sus matices de acceder a los créditos, con el fin de activar la productividad y emprendimiento por parte de las comunidades campesinas del Departamento del Huila.

Capítulo 4

MODELAMIENTO ESTADISTICO: MODELOS LINEALES GENERALIZADOS

De una manera muy sucinta se puede decir que un modelo lineal generalizado (GLM), está compuesto por:

1. La componente aleatoria: corresponde a la variable dependiente Y , que puede ser de valor real ó un vector $\mathbf{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$, la cual pertenece a una distribución de la *familia exponencial*.
2. La componente sistemática del modelo: corresponde al predictor lineal y se puede escribir de dos maneras $\eta_i = x_{ij} \beta_j$, también $\boldsymbol{\eta} = X\boldsymbol{\beta}$.
3. La función de enlace ó *link*, que es una función monótona y diferenciable, la cual relaciona la media de la componente aleatoria con el predictor lineal mediante: $g(\mu_i) = g(E(Y_i)) = \eta_i$, de donde $g^{-1}(\eta_i) = \mu_i$.

Una distribución pertenece a la familia exponencial, si su función de densidad de probabilidad (variable aleatoria continua) ó función de densidad discreta (variable aleatoria discreta), se puede escribir como:

$$f(y_i, \theta_i, \phi) = \exp[\phi\{y_i\theta_i - b(\theta_i)\} + c(y_i, \phi)]$$

donde b y c son funciones arbitrarias, ϕ es un parámetro de dispersión y θ_i es conocido como el parámetro canónico de la distribución.

$$E(Y_i) = \mu_i = b'(\theta_i) \quad \text{y} \quad \text{var}(Y_i) = \phi^{-1} V_i; \quad V_i = \frac{\partial \mu_i}{\partial \theta_i}$$

A V_i se le conoce como función varianza, también se nota $V(\mu_i)$.

Un caso particular ocurre cuando el parámetro canónico θ_i coincide con el predictor lineal η_i . Distribuciones en las que esto ocurre se denominan *distribuciones de enlace canónico*.

En el cuadro(4-1) se presentan las principales distribuciones pertenecientes a la familia exponencial.

Distribución	$b(\theta)$	θ	ϕ	$V(\mu)$
Normal	$\theta^2/2$	μ	σ^{-2}	1
Poisson	e^θ	$\log(\mu)$	1	μ
Binomial	$\log(1 + e^\theta)$	$\log\{\mu/(1 - \mu)\}$	n	$\mu(1 - \mu)$
Gamma	$-\log(-\theta)$	$-1/\mu$	$1/(\text{CV})^2$	μ^2
N. Inversa	$-\sqrt{-2\theta}$	$-1/2\mu^2$	ϕ	μ^3

Cuadro 4-1: Principales distribuciones de la familia exponencial

4.1. Tipos de enlaces en GLM

Los enlaces canónicos para los modelos normal, binomial, Poisson, gamma e inversa gaussiana son respectivamente:

$$\mu = \eta, \quad \log\left\{\frac{\mu}{1 - \mu}\right\} = \eta, \quad \log(\mu) = \eta, \quad \mu^{-1} = \eta, \quad \text{y} \quad \mu^{-2} = \eta$$

En la literatura estadística se encuentran también otro tipo de enlaces, a saber:

- **Enlace Probit:** Si μ es una proporción de sucesos de una binomial, el enlace probit se define como:

$$\Phi^{-1}(\mu) = \eta$$

en donde $\Phi(\cdot)$ es la función de distribución acumulada de una normal estándar.

- **Enlace Complemento log-log:** el modelo binomial con enlace log-log es definido por:

$$\mu = 1 - \exp\{-\exp(\eta)\}$$

o equivalentemente,

$$\log\{-\log(1 - \mu)\} = \eta$$

- **Enlace Logístico:** utiliza como base la distribución logística y se define:

$$\mu = e^\eta / (1 + e^\eta)$$

- **Enlace de Box-Cox:** clase importante de enlaces por lo menos para observaciones positivas, se define:

$$\eta = (\mu^\lambda - 1)/\lambda$$

para $\eta \neq 0$ es $\eta = \log(\mu)$ cuando $\lambda \rightarrow 0$.

- **Enlace de Aranda-Ordaz:** una transformación importante fué propuesta por Aranda-Ordaz para datos binarios (1981, [?]),

$$\eta = \log \left\{ \frac{(1 - \mu)^{-\alpha} - 1}{\alpha} \right\}$$

en donde $0 < \mu < 1$ y α es una constante desconocida. Cuando $\alpha = 1$ se tiene el enlace logit $\eta = \log(\mu/(1 - \mu))$. Cuando $\alpha \rightarrow 0$ se tiene $\{(1 - \mu)^{-\alpha} - 1\}/\alpha \rightarrow \log(1 - \mu)^{-1}$ de modo que $\eta = \log\{-\log(1 - \mu)\}$, es decir, el enlace complemento log-log.

Inferencia en un Modelo Lineal Generalizado (GLM)

La metodología estadística para la estimación de los parámetros en un GLM se basa en *máxima verosimilitud*. aquí se sigue estrictamente la metodología y notación utilizada por Paula (2004, [2], pp. 5). El logaritmo de verosimilitud con respuestas independientes se expresa:

$$L(\boldsymbol{\beta}; y) = \sum_{i=1}^n \phi\{y_i \theta_i - b(\theta_i)\} + \sum_{i=1}^n c(y_i, \phi)$$

Cuando el parámetro canónico θ_i coincide con el predictor lineal, es decir cuando $\theta_i = \eta_i = \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j$, la ecuación anterior se convierte en:

$$L(\boldsymbol{\beta}; y) = \sum_{i=1}^n \phi \left\{ y_i \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j - b \left(\sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j \right) \right\} + \sum_{i=1}^n c(y_i, \phi)$$

Al definir $S_j = \phi \sum_{i=1}^n Y_i x_{ij}$, la ecuación anterior se puede escribir:

$$L(\boldsymbol{\beta}; y) = \sum_{j=1}^p s_j \beta_j - \phi \sum_{i=1}^n b \left(\sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j \right) + \sum_{i=1}^n c(y_i, \phi)$$

Y por el teorema de factorización, la estadística $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)^T$ es una estadística suficiente y minimal para el vector de parámetros $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)^T$. Los enlaces que corresponden a tales estadísticas son llamados *enlaces canónicos* y cumplen un papel importante en la teoría de los GLM, pues garantizan concavidad y resultados asintóticos importantes.

4.2. Función Score y Matriz de Información

Para obtener la función score del parámetro $\boldsymbol{\beta}$ se calcula la primera derivada de la función logaritmo de verosimilitud, Paula (2004, [2], pp. 15).

$$\begin{aligned} \partial L(\boldsymbol{\beta}; y) / \partial \beta_j &= \sum_{i=1}^n \phi \left\{ y_i \frac{d\theta_i}{d\mu_i} \frac{d\mu_i}{d\eta_i} \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta_j} - \frac{db(\theta_i)}{d\theta_i} \frac{d\theta_i}{d\mu_i} \frac{d\mu_i}{d\eta_i} \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta_j} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \phi \left\{ y_i V_i (d\mu_i/d\eta_i) x_{ij} - \mu_i V_i (d\mu_i/d\eta_i) x_{ij} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \phi \left\{ \sqrt{\frac{\omega_i}{V_i}} (y_i - \mu_i) x_{ij} \right\} \end{aligned}$$

en donde $\omega_i = (d\mu_i/d\eta_i)^2/V_i$ y la función score escrita en forma vectorial queda:

$$U(\boldsymbol{\beta}) = \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{y})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \phi \mathbf{X}^T \mathbf{W}^{1/2} \mathbf{V}^{-1/2} (\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu})$$

en donde X es una matriz de orden $n \times p$ de rango completo, $W = \text{diag}\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$ es una matriz de pesos, $V = \text{diag}\{V_1, V_2, \dots, V_n\}$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ y $\boldsymbol{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$.

La matriz de información de Fisher se obtiene mediante el cálculo de las segundas derivadas parciales de la función logaritmo de verosimilitud ó de las primeras derivadas parciales de la función score:

$$\begin{aligned} \partial^2 L(\boldsymbol{\beta}; y) / \partial \beta_j \partial \beta_l &= \phi \sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i) \frac{d^2 \theta_i}{d\mu_i^2} \left(\frac{d\mu_i}{d\eta_i} \right)^2 x_{ij} x_{il} + \phi \sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i) \frac{d\theta_i}{d\mu_i} \frac{d^2 \mu_i}{d\eta_i^2} x_{ij} x_{il} \\ &\quad - \phi \sum_{i=1}^n \frac{d\theta_i}{d\mu_i} \left(\frac{d\mu_i}{d\eta_i} \right) x_{ij} x_{il} \end{aligned}$$

de donde su valor esperado es:

$$\begin{aligned} E(\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}; y) / \partial \beta_j \partial \beta_l) &= -\phi \sum_{i=1}^n \frac{d\theta_i}{d\mu_i} \left(\frac{d\mu_i}{d\eta_i} \right) x_{ij} x_{il} \\ &= -\phi \sum_{i=1}^n \frac{(d\mu_i/d\eta_i)^2}{V_i} x_{ij} x_{il} \\ &= -\phi \sum_{i=1}^n \omega_i x_{ij} x_{il} \end{aligned}$$

y la matriz de información de Fisher en forma matricial se puede escribir:

$$\mathbf{K}(\boldsymbol{\beta}) = E \left\{ -\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}; \mathbf{Y})}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}^T} \right\} = \phi \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X}$$

4.3. Estimación de $\boldsymbol{\beta}$.

Se utiliza el proceso iterativo de Newton-Raphson. y la estimación de máxima verosimilitud de $\boldsymbol{\beta}$ se define expandiendo la función score $U(\boldsymbol{\beta})$ alrededor de un valor inicial $\boldsymbol{\beta}^{(0)}$, es decir:

$$U(\boldsymbol{\beta}) \approx U(\boldsymbol{\beta}^{(0)}) + U'(\boldsymbol{\beta}^{(0)}) (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}^{(0)})$$

en donde $U'(\boldsymbol{\beta})$ representa la primera derivada de la función score. Al despejar $\boldsymbol{\beta}$ y repetir iterativamente el proceso se llega a:

$$\boldsymbol{\beta}^{(m+1)} = \boldsymbol{\beta}^{(m)} + \{-U'(\boldsymbol{\beta}^{(m)})\}^{-1} U(\boldsymbol{\beta}^{(m)})$$

con $m = 0, 1, \dots$ y como la matriz $U'(\boldsymbol{\beta}^{(m)})$ puede llegar a no ser definida positiva, ésta se cambia por la inversa de la matriz de información de Fisher, llegando al proceso iterativo:

$$\boldsymbol{\beta}^{(m+1)} = \boldsymbol{\beta}^{(m)} + \mathbf{K}^{-1}(\boldsymbol{\beta}^{(m)}) \{U(\boldsymbol{\beta}^{(m)})\}$$

con $m = 0, 1, \dots$. Al realizar un poco de álgebra se llega a un proceso de mínimos cuadrados ponderados:

$$\boldsymbol{\beta}^{(m+1)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(m)} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(m)} \mathbf{z}^{(m)}$$

con $m = 0, 1, \dots$ y $\mathbf{z} = \boldsymbol{\eta} + \mathbf{W}^{-1/2} \mathbf{V}^{-1/2} (\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu})$ es una variable dependiente modificada.

Sen y Singer (1993, [6], Cap. 7) afirman que bajo condiciones de regularidad, el estimador de máxima verosimilitud de $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ es un estimador consistente y eficiente de $\boldsymbol{\beta}$. esto significa:

$$\sqrt{n}(\hat{\boldsymbol{\beta}} - \boldsymbol{\beta}) \longrightarrow_d N_p(0, \boldsymbol{\Sigma}^{-1}(\boldsymbol{\beta})) \quad \text{cuando } n \longrightarrow \infty$$

Además

$$\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\beta}) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\mathbf{K}(\boldsymbol{\beta})}{n}$$

siendo $\boldsymbol{\Sigma}(\boldsymbol{\beta})$ una matriz definida positiva.

4.4. Función Desvío

La función *desvío* sin pérdida de generalidad representa la discrepancia entre la verosimilitud del modelo saturado con n parámetros y el modelo estimado con p parámetros. Si se representa el logaritmo de verosimilitud para el modelo estimado por

$$L(\boldsymbol{\mu}; \mathbf{y}) = \sum_{i=1}^n L(\mu_i; y_i)$$

se sabe que $\mu_i = g^{-1}(\eta_i)$ y $\eta_i = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}$. Para el modelo saturado ($p = n$) la función logaritmo de verosimilitud es:

$$L(\mathbf{y}; \mathbf{y}) = \sum_{i=1}^n L(y_i; y_i)$$

La calidad del ajuste de un GLM se evalúa a través de la función *desvío*:

$$D^*(\mathbf{y}; \hat{\boldsymbol{\mu}}) = \phi D(\mathbf{y}; \hat{\boldsymbol{\mu}}) = 2\{L(\mathbf{y}; \mathbf{y}) - L(\hat{\boldsymbol{\mu}}; \mathbf{y})\}$$

Interesantes propiedades de la función desvío pueden ser consultadas en Jorgensen (1987, [7]).

4.5. Estimación del parámetro de dispersión ϕ

Se puede demostrar que los parámetros β y ϕ son ortogonales, esto se evidencia en $E[\partial^2 L(\beta; \phi; \mathbf{y}) / \partial \beta \partial \phi] = 0$. Una consecuencia inmediata es la independencia asintótica entre sus estimaciones $\hat{\phi}$ y $\hat{\beta}$. Al derivar el logaritmo de verosimilitud con respecto al parámetro ϕ e igualando a cero, se llega a la solución:

$$\sum_{i=1}^n c'(y_i, \hat{\phi}) = \frac{1}{2} D(\mathbf{y}; \hat{\mu}) - \sum_{i=1}^n \{y_i \hat{\theta}_i^0 - b(\hat{\theta}_i^0)\}$$

donde $D(\mathbf{y}; \hat{\mu})$ representa la función desvío sobre el modelo bajo investigación. La estimación de máxima verosimilitud para ϕ en los modelos normal e inversa gaussiana están dados por: $\hat{\phi} = n/D(\mathbf{y}; \hat{\mu})$. Para la distribución gamma es

$$2n\{\log(\hat{\phi}) - \psi(\hat{\phi})\} = D(\mathbf{y}; \hat{\mu})$$

en donde $\psi(\phi) = \Gamma'(\phi)/\Gamma(\phi)$ es una función digamma.

Un estimador preferido de ϕ está basado en la estadística de Pearson

$$\hat{\phi}^{-1} = \sum_{i=1}^n \{(y_i - \hat{\mu}_i)/\hat{\mu}_i\}^2 / (n - p)$$

La condición para este estimador es que β debe haber sido estimado consistentemente.

4.6. Hipótesis

En este documento sólo se hace referencia a hipótesis simples. Supóngase que se desea probar la hipótesis:

$$H_0 : \beta = \beta^0 \quad \text{versus} \quad H_1 : \beta \neq \beta^0$$

en donde β^0 es un vector p -dimensional conocido y ϕ también se asume conocido. Las siguientes pruebas son utilizadas en GLMs:

- **Prueba de Razón de Verosimilitud:** se define

$$\epsilon_{RV} = 2\{L(\hat{\beta}; \mathbf{y}) - L(\beta^0; \mathbf{y})\}$$

Esta estadística se define como la diferencia entre dos funciones desvío:

$$\epsilon_{RV} = \phi\{D(\mathbf{y}; \hat{\mu}^0) - D(\mathbf{y}; \hat{\mu})\}$$

- **Prueba de Wald:** utiliza la estadística:

$$\epsilon_W = [\hat{\beta} - \hat{\beta}^0]^T \hat{\text{Var}}(\hat{\beta}) [\hat{\beta} - \hat{\beta}^0]$$

donde $\hat{\text{Var}}(\hat{\beta})$ representa la matriz de varianzas-covarianzas asintótica de $\hat{\beta}$ estimada en $\hat{\beta}$. Para GLMs $\hat{\text{Var}}(\hat{\beta}) = \mathbf{K}^{-1}(\hat{\beta})$, así que la estadística se puede reescribir:

$$\epsilon_W = \left[\hat{\beta} - \hat{\beta}^0 \right]^T (\mathbf{X}^T \hat{\mathbf{W}} \mathbf{X}) \left[\hat{\beta} - \hat{\beta}^0 \right]$$

cuando el número de parámetros es igual a 1 la prueba de Wald es equivalente a una prueba t de Student.

- **Prueba Score:** conocida también como la prueba de Rao y se define cuando $U(\hat{\beta}) = 0$. Para GLMs se define:

$$\epsilon_{SR} = \phi^{-1} U(\beta^0)^T (X^T \hat{W}_0 X)^{-1} U(\beta^0)$$

en donde \hat{W}_0 es estimada sobre H_0 .

- **Prueba F:** esta prueba se define con base en la función desvío, esto es

$$F = \frac{\{D(\mathbf{y}; \hat{\mu}^0) - D(\mathbf{y}; \hat{\mu})\}/p}{D(\mathbf{y}; \hat{\mu})/(n-p)} \sim F_{p,(n-p)} \quad \text{cuando } \phi \rightarrow \infty$$

Finalmente y sobre la hipótesis nula se tiene que ϵ_{RV} , ϵ_W y $\epsilon_{SR} \sim \chi_p^2$ y una región de confianza basada en la prueba de Wald para β y con $(1 - \alpha)$ de confianza es:

$$(\hat{\beta} - \beta)^T (\mathbf{X}^T \hat{\mathbf{W}} \mathbf{X}) (\hat{\beta} - \beta) \leq \phi^{-1} \chi_p^2 (1 - \alpha)$$

4.7. Residuos

Siguiendo los principios de Cook (1986, [8]), se conocen tres tipos de residuos, estos son:

- **Residuos simples:** se definen como la diferencia entre el valor observado de la variable respuesta y el valor estimado por el modelo. Tomando como referencia el modelo lineal se definen:

$$\mathbf{r} = \mathbf{Y} - \hat{\mathbf{Y}}; \quad E(\mathbf{r}) = \mathbf{0}; \quad \text{y} \quad \text{Var}(\mathbf{r}) = (\mathbf{I} - \mathbf{H})\sigma^2$$

en donde \mathbf{I} es la matriz idéntica y $\mathbf{H} = \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T$ es llamada matriz hat, tiene las propiedades de ser simétrica e idempotente, es decir $\mathbf{H}^T = \mathbf{H}$ y $\mathbf{H}^T \mathbf{H} = \mathbf{H} \mathbf{H}^T = \mathbf{H}$.

- **Residuos estandarizados:** son los mismos residuos simples estandarizados en media y varianza, para la i -ésima observación se notan y definen:

$$t_i = \frac{r_i}{s(1 - h_{ii})} \quad \text{con} \quad s^2 = \sum_{i=1}^n r_i^2 / (n - p) \quad \text{para} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

- **Residuos estudentizados:** se definen como la diferencia entre el valor observado de la variable y el valor estimado, cuando la i -ésima observación ha sido eliminada, o sea $Y_i - \hat{Y}_{(i)}$, más exactamente se definen:

$$t_i^* = \frac{r_i}{s_{(i)}(1 - h_{ii})^{1/2}}$$

$s_{(i)}^2$ es la varianza estimada sin la i -ésima observación.

En Rao (1973, [9], p.185) se establecen las siguientes relaciones:

$$s_{(i)}^2 = s^2 \left(\frac{n - p - t_i^2}{n - p - 1} \right) \quad \text{y} \quad t_i^* \left(\frac{n - p - 1}{n - p - t_i^2} \right)$$

4.8. Influencia Local

Al multiplicar el vector de observaciones de un modelo por un vector $\boldsymbol{\delta} = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n)^T$, donde δ_j es un tipo de perturbación, definida tal que $0 \leq \delta_j \leq 1$. Cuando $\delta_j = 1 \forall j$ no hay perturbación en el modelo. Si $\delta_j = 0$ significa que la j -ésima observación fué excluída. El estimador de mínimos cuadrados para el modelo lineal, cuando el mismo modelo ha sido perturbado se escribe:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{\delta}} = (\mathbf{X}^T \boldsymbol{\Delta} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \boldsymbol{\Delta} \mathbf{y}$$

en donde $\boldsymbol{\Delta} = \text{diag}(\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n)$ es la matriz diagonal de perturbaciones. La medida de influencia más conocida se basa en la región de confianza para el parámetro $\boldsymbol{\beta}$,

$$(\hat{\boldsymbol{\beta}} - \boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{X}^T \mathbf{X}) (\hat{\boldsymbol{\beta}} - \boldsymbol{\beta}) \leq p s^2 F_{p, (n-p)}(\alpha)$$

Se mencionan a continuación tres medidas de influencia, las cuales permiten medir la sensibilidad de un modelo estimado:

- **Distancia de Cook:** Excluyendo la i -ésima observación del modelo se define:

$$D_{(i)} = \frac{(\hat{\boldsymbol{\beta}} - \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(i)})^T (\mathbf{X}^T \mathbf{X}) (\hat{\boldsymbol{\beta}} - \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(i)})}{p s^2} = t_i^2 \frac{h_{ii}}{(1 - h_{ii})} \frac{1}{p}$$

- **DFFITs:** propuestos por Belsley, Kuh y Welsch (1980, [10]), se definen por:

$$DFFITs = \frac{|r_i|}{s_{(i)}(1 - h_{ii})^{1/2}} \left\{ \frac{h_{ii}}{(1 - h_{ii})} \right\}^{1/2} = |t_i^*| \left\{ \frac{h_{ii}}{(1 - h_{ii})} \right\}^{1/2}$$

- **Alternativa a los DFFITs:** Atkinson (1985, [11]) propone una alternativa a los DFFITs que se definen para la i -ésima observación como:

$$C_i = \left\{ \frac{(n - p)}{p} \frac{h_{ii}}{(1 - h_{ii})} \right\}$$

4.9. Criterios de Información

La validez y calidad de un GLM se mide a través de la función *desvío* y los criterios de información.

- **Criterio de información de Akaike:** mide la calidad relativa del ajuste de un modelo estadístico a un conjunto de datos:

$$\mathbf{AIC} = 2k - 2\log(\mathbf{L})$$

en donde k es el número de parámetros del modelo y \mathbf{L} es el máximo valor de la función de verosimilitud. Se prefiere el modelo con menor **AIC**.

- **Criterio de información de Bayes:** criterio para la selección de un modelo, entre un conjunto finito de modelos,

$$\mathbf{BIC} = -2\ln(\mathbf{L}) + k\ln(n)$$

al tener dos modelos, se prefiere el que menor **BIC** tenga.

- **Criterio de información de Hannan - Quinn:** es un criterio alternativo al **AIC**, se define:

$$\mathbf{HQC} = n \log \left(\frac{\mathbf{RSS}}{n} \right) + 2k \log \log(n)$$

en donde **RSS** es la reducción en sumas de cuadrados del error del modelo estimado.

Capítulo 5

ESQUEMA PROCEDIMENTAL

5.1. Datos

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron los datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario, realizado por el Departamento Nacional de Estadística DANE en el año 2014. La encuesta se aplicó entre diciembre del año 2013 y diciembre del 2014. Se seleccionaron las observaciones correspondientes al departamento del Huila. Inicialmente el total de las observaciones del departamento sumaron 493.228, de acuerdo con el objetivo de la investigación solo se seleccionaron los productores que afirmaron haber realizado alguna solicitud de crédito, igualmente se eliminaron los datos faltantes en esta variable por lo cual la población objeto de estudio se redujo a 98.570 observaciones.

5.2. Variables

Las variables seleccionadas a partir de la información suministrada en el Tercer Censo Nacional Agropecuario se basaron en la revisión previa de la literatura, por lo cual se seleccionaron algunas variables socioeconómicas y otras que hacen referencia a las características de la actividad productiva como variables independientes y como variable dependiente se tiene el acceso al crédito, donde 1 equivale a que el productor tuvo acceso y 0 a que no tuvo acceso, la tabla Muestra las variables de interés y su respectiva tipología.

CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA			
Tipo de variable	Denominación	Variable	Descripción
	Yc	Acceso al crédito agropecuario	1: Si 0: No
Categoría	X1	Organización	1: Persona natural 2: Persona Jurídica 3: Mixta
Categoría	X2	Tenencia de la tierra	1: Propia 2: Arriendo 3: Aparcería 4: Usufruto 5: Comodato 6: Ocupación de hecho 7: Propiedad colectiva 8: Adjudicatario 9: Otra forma de tenencia 11: Mixta 99: No sabe no responde
Numérica	X3	Área total declarada de los predios	Metros cuadrados
Categoría	X4	Implementación de maquinaria	1: Si 2: No 9: No informa
Categoría	X5	Infraestructura	1: Si 2: No 9: No informa
Categoría	X6	Asistencia Técnica	1: Si 2: No
Categoría	X7	Asistencia Financiera	1: Si 2: No
Categoría	X10	Asociatividad	1: Cooperativas
Categoría	X11		1: Gremios
Categoría	X12		1: Asociación de productores
Categoría	X13		1: Centros de investigación
Categoría	X14		1: Organizaciones comunitarias
Categoría	X15		1: No pertenece a ninguna asociación
Categoría	X16		1: No sabe/no responde
Categoría	X17	Tipo de cultivo	1: Cultivos
Categoría	X18		1: Forestales
Categoría	X19		1: Frutales
Categoría	X20		1: Pastos nativos
Categoría	X21		1: Pastos sembrados
Categoría	X22		1: Viveros

Cuadro 5-1: Variables asociadas con la actividad productiva.

CARÁCTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS			
Catógórica	X34	Se considera pobre	1: Si 2: No
Numérica	X35	Edad	Años
Catógórica	X36	Sexo	1: Masculino 2: Femenino
Catógórica	X37	Etnia	1: Indígena 2: Gitano(a) 3: Raizal 4: Afrocolombiano 5: Palenquero(a) de San Basilio 6: Ninguna de las anteriores
Catógórica	X39	Estudia actualmente	1: Si 2: No
Catógórica	X40	Nivel de educación	0: Sin Información 1: Preescolar 2: Básica Primaria 3: Básica Secundaria 4: Media 5: Técnico 6: Tecnológico 7: Universitario 8: Postgrado 9: Ninguno
Catógórica	X41	Régimen de salud	0: No sabe 1: Régimen contributivo (EPS) 2: Régimen especial 3: Régimen subsidiado (EPS; S) 4: No está afiliado 9: Sin Información

Cuadro 5-2: Variables asociadas con la Socioeconómica

5.3. Caracterización de las variables

El análisis descriptivo de las variables independientes (Tabla5-3) indica que El 84 % de los productores agropecuarios del departamento del Huila poseen tierra propia, solo el 5,84 % arrienda para la producción. El área total promedio declarada por los productores es de 28 hectáreas; con respecto a la distribución de la tierra, se encuentra que el 10 % de los productores poseen un área menor a 0,5 hectáreas (4.896 metros cuadrados), el 60 % de los productores no poseen más de 4,5 hectáreas (45.1319 metros cuadrados) y el 10 % de los mayores poseedores de tierra cuentan con un área entre 28 y 4.986 hectáreas (280.000 y 49.869.085) metros cuadrados.

En cuanto a la implementación de maquinaria el 51,93 % utiliza maquinaria para las labores diarias. Respecto a infraestructura agropecuaria el 59,1 % de los productores no poseen ningún tipo. En relación con asistencia técnica el 70,97 % de los productores aseguran recibirla. Así mismo el 61 % de los productores no reciben asistencia financiera.

En cuanto a la asociatividad el 51,22 % de los productores no pertenece a ninguna asociación, el 16 % se encuentra asociados a organizaciones comunitarias y solo el 12,9 % son asociados a cooperativas. De otra manera, el 85,31 % de los productores manifestaron que la clase y el tipo de cultivo predominante es el cultivo agrícola. Aunque el 43,94 % de los productores cultivan frutales.

Respecto a las variables socioeconómicas el 72,64 % de los productores se consideran pobres, el 91,2 % estudian actualmente y el 54,8 % de los productores son de género masculino. En cuanto la edad el 50 % cuentan con máximo 36 años y el 75 % cuentan con máximo 54 años. En relación con el nivel educativo el 55,5 % tienen como último nivel de escolaridad básica primaria, un 19,9 % básica secundaria y 11,1 % media. Tan solo el 3,1 % de los productores tienen un nivel superior al técnico. En lo correspondiente al régimen de salud el 89,4 % de los productores se encuentran afiliados al régimen subsidiado, y el 6,7 % aporta al régimen contributivo.

Gráfico. Caracterización de las variables.

	Denominación Variable	Descripción	% MUES-TRA
Características de la actividad Productiva	Yc	Acceso al crédito agropecuario	1: Si 91.05 % 0: No 8.95 %
	X1	Organización	1: Persona natural 98.72 % 2: Persona Jurídica 0.78 % 3: Mixta 0.18 % 9: No sabe 0.31 %
	X2	Tenencia de la tierra	1: Propia 84.27 % 2: Arriendo 5.84 % 3: Aparcería 0.73 % 4: Usufruto 0.57 % 5: Comodato 0.12 % 6: Ocupación de hecho 0.15 % 7: Propiedad colectiva 1.08 % 8: Adjudicatario 0.11 % 9: Otra forma de tenencia 0.80 % 11: Mixta 2.54 % 99: No sabe no responde 3.80 %
	X3	Área total declarada de los predios (Metros)	Decil 1 4,896 Decil 2 9,497 Decil 3 14,677 Decil 4 21,377 Decil 5 31,011 Decil 6 45,131 Decil 7 68,374 Decil 8 115,369 Decil 9 278,749 Decil 10 49,869,085
	X4	Implementación de maquinaria	1: Si 51.93 % 2: No 47.89 % 9: No informa 0.18 %
	X5	Infraestructura	1: Si 40.19 % 2: No 59.61 % 9: No informa 0.20 %
	X6	Asistencia Técnica	1: Si 70.97 % 2: No 29.03 %
	X7	Asistencia Financiera	1: Si 39 % 2: No 61.09 %
	X10	Asociatividad	1: Cooperativas 15.79 %
	X11		1: Gremios 2.39 %
	X12		1: Asociación de productores 12.96 %
	X13		1: Centros de investigación 0.22 %
	X14		1: Organizaciones comunitarias 16.08 %
	X15		1: No pertenece a ninguna asociación 51.22 %
	X16		1: No sabe/no responde 3.79 %
	X17		1: Cultivos 85.31 %
	X18	1: Forestales 3.79 %	
	X19	1: Frutales 43.94 %	
	X20	1: Pastos nativos 30.81 %	
	X21	1: Pastos sembrados 7.82 %	
	X22	1: Viveros 2.92 %	

Características socioeconómicas	X34	Se considera pobre	1: Si 2: No	72.64 % 27.36 %
	X35	Edad (Años)	Cuartil 1 Cuartil 2 Cuartil 3 Cuartil 4	18 36 54 103
	X36	Sexo	1: Masculino 2: Femenino	54.80 % 45.20 %
	X37	Etnia	1: Indígena 3: Raizal 4: afrocolombiano 6: Ninguna de las anteriores	2.40 % 0.00 % 0.10 % 97.50 %
	X39	Estudia actualmente	1: Si 2: No	91.20 % 8.80 %
	X40	Nivel de educación	0: Sin Información 1: Preescolar 2: Básica Primaria 3: Básica Secundaria 4: Media 5: Técnico 6: Tecnológico 7: Universitario 8: Postgrado 9: Ninguno	11.10 % 1.50 % 55.50 % 19.90 % 11.10 % 1.20 % 0.50 % 1.30 % 0.10 % 8.30 %
	X41	Régimen de salud	0: No sabe 1: Régimen contributivo (EPS) 2: Régimen especial 3: Régimen subsidiado (EPS; S) 4: No está afiliado 9: Sin Información	0.10 % 6.70 % 0.40 % 89.40 % 2.10 % 1.40 %

Cuadro 5-3: Variables independientes

5.4. Especificación empírica del modelo

Para el análisis de datos, una vez filtrada y revisada la base de datos, se procesó mediante el Software R de libre uso, se redefinieron las variables y se procesaron los datos mediante el uso de las librerías: LM, GLM, ISLR, XTAB, NPARCOMP, V GAM y GAMLSS, con el fin de obtener los modelos más robustos que describan los datos de la manera más fiel posible y que cumplan el principio de parsimonia (un modelo con el principio de parsimonia es aquel que describe con mayor exactitud los datos del problema, con el menor número de variables posibles).

Inicialmente se especifica un modelo primario en el cual se incluyen todas las variables previamente relacionadas, bajo la metodología de los Modelos Lineales Generalizados con una función de enlace Logit, dando como resultado la siguiente estimación y dado que algunas variables resultaron no significativas estadísticamente se prosiguió a extraerlas del modelo y a replantear un modelo final, el cual se definió de la siguiente manera:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.29	0.30	-0.96	0.34
X21	0.39	0.06	6.28	0.00
X23	0.13	0.22	0.61	0.54
X24	0.32	0.23	1.37	0.17
X25	-0.92	0.35	-2.65	0.01
X26	2.38	0.73	3.28	0.00
X27	0.03	0.15	0.24	0.81
X28	1.41	0.72	1.95	0.05
X29	0.60	0.20	2.99	0.00
X211	0.14	0.11	1.21	0.23
X299	0.44	0.10	4.55	0.00
bs(X3)1	28.05	1.65	16.99	0.00
bs(X3)2	-294.59	13.47	-21.87	0.00
bs(X3)3	1721.36	78.15	22.03	0.00
X71	-0.13	0.03	-4.19	0.00
X100	0.37	0.08	4.92	0.00
X111	0.34	0.13	2.63	0.01
X120	0.41	0.08	5.37	0.00
X131	1.03	0.51	2.02	0.04
X140	0.34	0.08	4.45	0.00
X150	0.40	0.08	5.00	0.00
X160	0.49	0.11	4.52	0.00
X192	0.12	0.03	3.69	0.00
X20no	0.35	0.04	9.56	0.00
X37indígena	0.60	0.12	5.09	0.00
X37negro(a); mulato(a); afrocolombiano(a); afrodescendiente	0.98	0.72	1.37	0.17
X37raizal del archipiélago de san andrés; providencia y santa c	-0.10	1.05	-0.09	0.93
X391	0.23	0.04	5.75	0.00
X399	-0.23	0.09	-2.45	0.01
X40basica primaria	0.34	0.05	6.80	0.00
X40basica secundaria	0.32	0.06	5.48	0.00
X40media	0.29	0.06	4.53	0.00
X40postgrado	1.83	0.77	2.39	0.02
X40preescolar	0.08	0.13	0.63	0.53
X40sin información	0.36	0.18	1.96	0.05
X40técnico	1.20	0.22	5.52	0.00
X40tecnologico	0.16	0.22	0.70	0.48
X40universitario	-0.01	0.13	-0.11	0.91

Cuadro 5-4: Ajustes Modelo Final

Grafica (5.1) Influencia local Modelo Final.

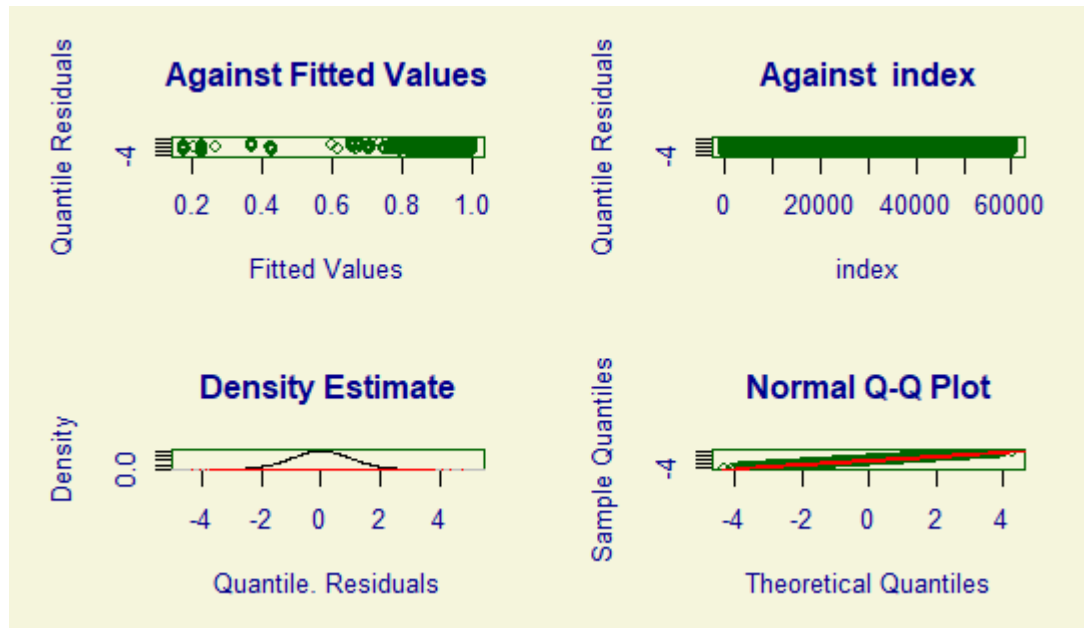


Figura 5.1: Influencia local Modelo Final.

Se evidencia en la gráfica (5.1) que tanto para la media como para la varianza (cuadros 1 y 2), la mayoría de los datos se encuentran en el rango $[-2; 2]$, la densidad empírica de los cuantiles residuales es normal leptocúrtica y la gran mayoría de los datos ajusta perfectamente a los cuantiles teóricos de una normal estándar. Todo esto justifica un buen modelo.

Capítulo 6

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados el modelo final se puede escribir:

$$\log \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = \sum_{j=1}^P \beta_j X_{ij} \quad \text{donde } \pi_i = P(Y = 1) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.1)$$

$$\begin{aligned} \log \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{x21} X_{21} - \hat{\beta}_{x25} X_{25} + \hat{\beta}_{x26} X_{26} - \hat{\beta}_{x7} X_7 \\ & + \hat{\beta}_{x100} X_{100} + \hat{\beta}_{x111} X_{111} + \hat{\beta}_{x120} X_{120} + \hat{\beta}_{x131} X_{131} + \hat{\beta}_{x140} X_{140} \\ & + \hat{\beta}_{x150} X_{150} + \hat{\beta}_{x192} X_{192} + \hat{\beta}_{x20} X_{20} + \hat{\beta}_{x37} X_{37} + \hat{\beta}_{x39} X_{39} \\ & + \hat{\beta}_{x402} X_{402} + \hat{\beta}_{x403} X_{403} + \hat{\beta}_{x404} X_{404} + \hat{\beta}_{x405} X_{405} + \hat{\beta}_{x408} X_{408} \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} \log \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = & -0,29 + 0,39X_{21} - 0,92X_{25} + 2,38X_{26} - 0,13X_7 \\ & + 0,37X_{100} + 0,34X_{111} + 0,41X_{120} + 1,03X_{131} + 0,34X_{140} \\ & + 0,40X_{150} + 0,12X_{192} + 0,35X_{20} + 0,60X_{37} + 0,23X_{39} + 0,34X_{402} \\ & + 0,32X_{403} + 0,29X_{404} + 1,20X_{405} + 1,83X_{408} \end{aligned} \quad (6.3)$$

Al sustituir los valores de la tabla, tomando como ejemplo la primera categoría (la variable X21) , que corresponde a tenencia de la tierra, el modelo estimado se escribe:

$$\log \left(\frac{\hat{\pi}_i}{1 - \hat{\pi}_i} \right) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{x21} X_{21} = -0,29 + 0,39X_{21} \quad (6.4)$$

Aplicando la función exponencial en la ecuación (6.4) y reemplazando $X_{21} = 1$, e ignorando el valor de $\hat{\beta}_0 = -0,29$, se obtienen los *Odds Ratio* para la tenencia de la tierra, es decir:

$$e^{0,39} = 1,5$$

o sea, que el productor con tenencia de tierra propia posee 1.5 veces más posibilidades de acceder al crédito en comparación al productor en arriendo. Y la probabilidad media estimada de acceder al crédito del productor agropecuario con tenencia propia es:

$$\frac{e^{0,39}}{1 + e^{0,39}} = 0,60$$

Es decir, un productor agropecuario con tenencia propia tiene una probabilidad esperada de 60 % mayor que los productores que cuentan con propiedad en arriendo.

De acuerdo con las variables significativas resultantes del modelo estimado, se puede obtener las probabilidades medias estimadas y los Odds Ratios, los cuales nos indican las posibilidades de ocurrencia del evento de interés utilizando probabilidades.

Con base en el parámetro obtenido de la variable denominada X2 tenencia de la tierra, se determina que si el productor cuenta con contrato de comodato su probabilidad media estimada de acceder al crédito agropecuario disminuye en 72 %. Igualmente, las personas que cuentan con comodato tienen 2,5 veces menos posibilidades de acceder al crédito en comparación con el productor en arriendo. En cuanto a ocupación de hecho el productor cobijado bajo este tipo de organización tiene 10,8 veces más posibilidades de acceder al crédito en comparación con el que produce en tierra arrendada. Así mismo los productores bajo ocupación de hecho tienen una probabilidad media estimada de acceder al crédito del 92 % mayor con respecto a los productores en arriendo.

La variable denominada X7, correspondiente a asistencia financiera se determina que los productores agropecuarios que sí recibieron asistencia financiera su probabilidad media estimada de acceder al crédito disminuye en 53 % frente al productor que no recibió asistencia. Además, estos productores que recibieron asistencia financiera tienen 1,1 veces menos posibilidades de acceder al crédito en comparación con los productores que no lo obtuvieron.

La variable denominada X10, correspondiente al tipo de asociatividad de los productores agropecuarios se puede determinar que la probabilidad media estimada de acceder al crédito del productor agropecuario no asociado a una cooperativa es de 59 % mayor que el productor asociado. El productor no asociado a una cooperativa tiene 1.4 veces más posibilidades de acceder al crédito que el productor asociado. La variable denominada X11, correspondiente a la pertenencia de los productores agropecuarios a gremios se determina que los productores que pertenecen a gremios su probabilidad media estimada son de 58 % mayor que los productores que no están asociados a gremios. Además, los productores que pertenecen a gremios tienen 1.4 veces más posibilidades de acceder al crédito que uno no asociado.

la variable denominada X12, correspondiente a la pertenencia de los productores a asociaciones agropecuarios se establece que la probabilidad media estimada de acceder

al crédito del productor que no pertenece a una asociación de productores agropecuarios es de 60 % mayor que el productor asociado. También la posibilidad del productor no perteneciente a una asociación de productores agropecuarios es 1.5 veces mayor que un productor asociado. La variable denominada X13, correspondiente a la pertenencia de los productores a centros de investigación se puede determinar que la probabilidad media estimada de acceder al crédito por parte del productor que se encuentra asociado a centros de Investigación es de 74 % mayor que los productores no asociados. Por otra parte, los productores asociados a centros de investigación tienen 2.8 veces más posibilidades de acceder al crédito que el no asociado.

La probabilidad media estimada de acceder al crédito por parte del productor agropecuario no asociado a organizaciones comunitarias es de 74 % mayor que el productor asociado a estas organizaciones. También los productores no asociados poseen una posibilidad de 1.4 veces mayor que el productor asociado. Ahora la probabilidad media estimada de acceder al crédito por parte del productor agropecuario que no pertenece a ninguna asociación es de 60 % mayor que el productor que pertenece a algún tipo de asociación. Se debe agregar que el productor no perteneciente a ninguna asociación tiene 1.5 veces más posibilidades de acceder al crédito que el producto perteneciente a algún tipo de asociación (cooperativas, organizaciones comunitarias).

Las variables X19 y X20 corresponden al tipo de cultivo (árboles frutales y pastos nativos respectivamente) al que se dedican los productores que solicitan un crédito, quienes no cultivan árboles frutales tienen el 53 % de probabilidades de acceder al crédito que quienes los cultivan, al igual que quienes no se dedican al cultivo de pastos nativos tienen mayor probabilidad (59 %) de acceder al crédito que quienes se dedican a esta actividad.

La variable X37, hace referencia al autoreconocimiento étnico de los productores, en esta variable categórica contiene a los productores considerados 1. indígenas, 3. Raizal del Archipiélago de San Andres, 3. Negros, mulatos y afrocolombianos. De acuerdo con el modelo estimado, teniendo en cuenta no pertenecer a ninguno de estos grupos como variable control, la única categoría significativa fue pertenecer a una comunidad indígena, por lo cual se determina que los productores indígenas tienen 1.83 veces más posibilidades de acceder al crédito agropecuario con respecto a quienes no se autoreconocen dentro de ningún grupo étnico.

La variable X39 hace referencia a si el productor se encuentra estudiando en el momento de la recolección de la información y de acuerdo con lo estimado, se puede determinar que quienes se encuentran estudiando aumentan su probabilidad a 56 % de acceder al crédito agropecuario que quienes no están realizando algún estudio. calculando el Odd Ratio se obtiene que quienes estudian tienen 1.3 veces más posibilidades de acceso que quienes no están estudiando. La variable X40 corresponde al nivel de estudios realizados por el productor agropecuario, dentro de esta variable categórica se encontró cinco de las subcategorías fueron significativas y de acuerdo con el modelo estimado se puede

establecer que los productores que han realizado la primaria y secundaria tienen mayor probabilidad (58 %) de acceder al crédito frente a quienes no cuentan con ningún grado de estudio, además cuentan con 1.4 posibilidades de acceso que el grupo de referencia. Los productores que han realizado la media aumentan la probabilidad de acceder a un crédito agropecuario en un 57 %, además quienes han realizado algún estudio técnico aumentan su probabilidad en 99 % de acceder a un crédito frente a quien no presenta algún estudio.

Capítulo 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

Los productores agropecuarios solicitantes de crédito del departamento del Huila se caracterizan por ser pequeños productores (poseen entre 0,1 a 5 hectáreas), dado que el 60 % solo cuentan con hasta 4,5 hectáreas en área de producción; además, se evidencia la gran concentración de la tierra debido a que tan solo el 10 % poseen entre 27 y 4.986 hectáreas. Una característica importante en cuanto a la tenencia de la tierra es que el 84.27 % son dueños de su unidad productiva lo cual es importante dentro del proceso de formalización de los pequeños productores. En cuanto a la vocación de los productores agropecuarios, los cultivos agrícolas y frutícolas son los de mayor relevancia con 85.31 % y 43,94 % respectivamente. Con respecto a la asociatividad el 51.22 % no pertenece a ninguna asociación. El 70,97 % de los productores reciben asistencia técnica y el 39 % reciben asistencia financiera lo cual es importante dado que dentro de las políticas de las entidades gubernamentales han venido implementando procesos de formación e inclusión financiera, lo cual por lo menos en la asistencia técnica ha sido efectiva.

El 50 % de los productores agropecuarios del departamento del Huila que solicitan crédito son personas jóvenes menores de 36 años. En cuanto a su nivel educativo el 55.5 % han cursado la primaria y el 19.9 % y 11.1 % han realizado la secundaria y media respectivamente, lo cual muestra la disparidad y el difícil acceso del sector rural a la educación básica.

De acuerdo a la revisión de la literatura se seleccionaron diferentes variables socioeconómicas de los productores agropecuarios y características de las actividades productivas que fueron procesadas mediante el análisis estadístico y que para el caso del departamento del Huila resultaron significativas, es decir, que tienen influencia en la probabilidad de acceso al crédito. Tales variables socioeconómicas como el nivel de estudio, si se encuentra estudiando y la etnia a la que pertenecen resultaron significativas estadística-

mente. Las características de las características de la producción como: la asociatividad, el tipo de cultivo, la asistencia financiera, la tenencia de la tierra son factores determinantes o tienen influencia en la probabilidad de acceder al crédito agropecuario.

En cuanto a las variables socioeconómicas en el caso de pertenecer a una etnia indígena incrementará la probabilidad de acceso al crédito agropecuario con respecto a quienes no se reconocen o no pertenecen a cierto grupo étnico. Además, quienes se encuentran estudiando tienen mayor probabilidad de acceder al crédito que quienes no están realizando algún estudio. En relación al nivel de estudio las personas que han realizado básica primaria, básica secundaria y media aumentan considerablemente (en promedio 58 %) el acceso al crédito, pero quienes han realizado algún estudio técnico aumentan la probabilidad de acceso en 99 %. Lo que se contrasta con la revisión de la literatura, en definición el aumento del nivel de estudio de los productores garantiza el acceso al crédito de los productores agropecuarios.

Con respecto a la tenencia de la tierra los productores del departamento que cuentan con su propia área de producción y ocupación de hecho cuentan con mayor probabilidad de acceso que quienes se encuentran en arriendo, lo cual teóricamente se ha planteado en diferentes estudios internacionales, pues quienes cuentan con un activo fijo servirá de garantía en una entidad financiera y contribuirá a mejorar el acceso al crédito. En cuanto a la asociatividad, para mejorar la probabilidad de acceder al crédito agropecuario los productores deben pertenecer a algún gremio o a un centro de investigación, las cuales son las categorías de asociación que inciden positivamente. Final y consecuentemente con los estudios revisados la educación financiera sí contribuye al aumento de la probabilidad de acceso al crédito.

7.2. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que el nivel de estudio definitivamente incide en el acceso al crédito agropecuario por tal motivo es importante financiar las políticas públicas educativas enfocadas al sector rural para mejorar la calidad educativa, dado que para el caso de Huila es preocupante esta situación debido a que los productores son jóvenes y tienen bajo grado de escolaridad, tan solo el 11.1 % ha terminado la media y solo el 1.2 % cuentan con estudios técnicos. Consolidar la educación rural contribuye a aumentar la probabilidad de acceso al crédito y por consiguiente la implementación de mejores prácticas para incrementar el desarrollo económico y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las áreas rurales. A su vez es importante que se apliquen políticas públicas de inclusión financiera, dado que permite que los habitantes de las zonas rurales puedan tener un mejor conocimiento de las diferentes oportunidades de acceso al mercado financiero formal y así disminuir la necesidad de acudir a los préstamos informales que por sus altas tasas de interés contribuyen a la baja productividad y por consiguiente al deterioro del bienestar social.

Se recomienda un análisis detallado de las características enmarcadas en la variable asociatividad dado que, a pesar de resultar significativa estadísticamente, no es consecuente con los estudios consultados, ya que que pertenecer a una cooperativa, asociaciones de productores o grupos comunitarios no contribuye al aumento del crédito en el departamento (por el contrario, disminuye la probabilidad), razón que puede estar relacionada con variables exógenas que no fueron alcance del estudio.

Bibliografía

- [1] Nelder, J.A. and Wedderburn, R.W.M. *Generalized Linear Models*. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General). Vol. 135, No. 3, pp. 370-384, 1972.
- [2] PAULA, G.A. *Modelos de Regressão com apoio computacional*. Versões 2004 é 2013. Universidad de São Paulo, S.P. 2013.
- [3] NELDER, J.A, AND MCCULLAGH, P. *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, London, 1989.
- [4] DOBSON, A. *An Introduction to Generalized Linear Models*. CRC Press Book, Third Edition, Sydney, 2008.
- [5] AGRESTI, A. *Foundations of Linear and Generalized Linear Models*. Jhon Wiley & Sons Inc., New York, 2015.
- [6] SEN, P.K. AND SINGER, J.M. (1993). *Large Sample Methods in Statistics: An Introduction with Applications*. Chapman & Hall, London.
- [7] JORGENSEN, B. (1987). Exponential dispersion models (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society*. B **49**, 127-162.
- [8] COOK, R.D. (1986). Assessment of local influence (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society*. B **48**, 133-169.
- [9] RAO, C.R. (1973). *Linear Statistical Inference and Its Applications*. Second Edition. Wiley, New York.
- [10] BELSLEY, D.A.; KUH, E. AND WELSCH, R.E (1980). *Regression Diagnostics*. Second Edition. John Wiley, New York.
- [11] ATKINSON, A.C. (1985). *Plots, Transformations and Regressions*. Oxford Statistical Sciences Series. Oxford.
- [12] Pavel Ciaian, Jan Falkowski and d' Artis Kancs. *Access to Credit, Factor Allocation and Farm Productivity: Evidence From the CEE Transition Economies*.
- [13] Jos Vaessen. *Accessibility Of Rural Credit In Northern Nicaragua: The Importance Of networks Of Information And Recommendation / Accessibilité Du Crédit rural Dans Le Nord Du Nicaragua: L'importance Des Réseaux D'informationet De Recommandation*. Savings and Development, Vol. 25, No. 1 (2001), pp. 5-32. Giordano Dell-Amore Foundation.

- [14] Wivine Muhongayire. *An Economic Assessment Of The Factors Influencing Small-holder Farmers' Access To Formal Credit: A Case Study Of Rwamagana District, Rwanda*. University of Nairobi. August 2012.
- [15] Salomón Kalmanovitz, Enrique López Enciso. *Aspectos de la agricultura colombiana en el siglo XX*.
- [16] D.A.N.E. *Caracterización De Los Productores En El Área Dispersa Censada*. DANE-CNA2014.
- [17] Jose Leibovich y Laura Estrada. *Competitividad Del Sector Agropecuario Colombiano*. Consejo Privado de Competitividad.
- [18] Brian C. Briggeman, Charles A. Towe and Mitchell J. Morehart. *Credit Constraints: Their Existence, Determinants, and Implications for U.S. Farm and Nonfarm Sole Proprietorships*. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 91, No. 1 (Feb., 2009), pp. 275-289. Oxford University Press on behalf of the Agricultural & Applied Economics Association.
- [19] José Antonio Ocampo. *La Crisis Y La Política De Reactivación Del Sector Agropecuario*. Desarrollo y Sociedades No. 32. Septiembre 1993.
- [20] Bibiana Yamile Coy Castellanos. *Determinantes Del Acceso A Crédito Agropecuario En Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogota 2017.
- [21] Ana María Iregui-Bohórquez, Ligia Alba Melo-Becerra, María Teresa Ramírez-Giraldo, Ana María Tribín-Uribe. *Borradores De Economía: Determinantes Del Acceso Al Crédito Formal E Informal: Evidencia De Los Hogares De Ingresos Medios Y Bajos En Colombia*. Banco de la República, Colombia. Núm. 956 2016.
- [22] Andrés Murcia Pabón. *Borradores De Economía: Determinantes Del Acceso Al Crédito De Los Hogares Colombianos*. Banco de la Republica, Colombia. No. 449 2007.
- [23] Escalante, R., Catalán, H, y Basurto, S. *Determinantes Del Crédito En El Sector Agropecuario Mexicano: Un Análisis Mediante Un Modelo Probit*. Cuadernos de Desarrollo Rural, 10(71), 101-124. 2013.
- [24] Teresa Adugna and Franz Heidhues. *Determinants Of Farm Households' Access To Informal Credit In Lume District, Central Ethiopia*. African Review of Money Finance and Banking, (2000), pp. 27-45. Giordano Dell-Amore Foundation.
- [25] K.J. Satyasai, Vinod Kumar and M. Balanarayana. *Do Farm Size and Social Group Affiliation Determine Credit Access and Income of Agricultural Households?*. Department of Economic Analysis and Research, National Bank for Agriculture and Rural Development, Mumbai-400 013, Maharashtra. Agricultural Economics Research Review Vol. 30 (Conference Number) 2017 pp 143-152.
- [26] José Antonio Ocampo *Misión Para La Transformación Del Campo: Saldar La Deuda Histórica Con El Campo*. Bogotá D.C., Octubre de 2014.
- [27] D.A.N.E. *Producto Interno Bruto Por Actividades Económicas*. Serie 2005 - 2018.

- [28] Claudio Gonzfilez-Vega. *El Papel Del Estado En La Promocion De Servicios Financieros Rurales*. The Ohio State University. Economics and Sociology Occasional Paper No. 2529. Noviembre, 1998.
- [29] Carlos Ferraro, Evelin Goldstein, Luis Alberto Zuleta, Celso Garrido. *Eliminando Barreras: El Financiamiento A Las Pymes En América Latina*. Naciones Unidas, Santiago de Chile. LC/R.2179. Noviembre de 2011
- [30] Juan José Perfetti, Álvaro Balcázar, Antonio Hernández, José Leibovich. *Políticas Para El Desarrollo De La Agricultura En Colombia*. ISBN: 978-958-57092-8-7, Páginas: 248. abril 2013.
- [31] Juan José Echavarría Soto, Mauricio Villamizar Villegas, Sara Restrepo Tamayo. *Superando Barreras: El Impacto Del Crédito En El Sector Agrario En Colombia*. Julio de 2018. ISBN 978-958-664-385-6. Banco de la República.
- [32] Silvia Xochilt Almeraya Quintero, Benjamín Figueroa Sandoval, José María Díaz Puente Katia Angélica Figueroa Rodríguez y Luz María Pérez Hernande. *Uso Del Crédito: Implicaciones Para El Desarrollo Rural*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.2 Núm.1 1 de enero - 28 de febrero, 2011 p. 111-124.
- [33] D.A.N.E. *Colombia. Proyecciones De Población*. 2005-2020.
- [34] D.A.N.E. *Total De Unidades De Producción DANE - 3er CNA 2014*