

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SIGNIFICANCIA ENTRE LAS
VARIABLES TAMAÑO Y UBICACIÓN FISIAGRÁFICA QUE EXPLIQUE
EL PRECIO POR HECTÁREA DE LAS FINCAS RURALES EN
GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Presentado a las Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología
del Centro Universitario de Occidente
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

WALTER JOSUÉ MAZARIEGOS MÉNDEZ

Previo a conferirse el título de:

INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

En el grado académico de:

LICENCIADO

Quetzaltenango, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

Rector Magnífico
Secretario General

Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas

CONSEJO DIRECTIVO

Directora General del CUNOC
Secretaria Administrativa

MSc. María Paz Cabrera
MSc. Silvia Recinos

REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa
Ing. Edelman Monzón López

REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

Br. Luis Ángel Estrada García
Br. Edson Vitelio Amézquita Cutz

REPRESENTANTE DE LOS EGRESADOS

Dr. Emilio Búcaro Echeverría

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

COORDINADOR DE LA CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

Ing. Civil. Israel Dagoberto Mauricio Reina

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL

PRESIDENTE

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de la División de Ciencia y Tecnología

EXAMINADORES

Inga. Agr. MSc. Mirna Montes Santiago
Ing. Civil. MSc. Marco Vinicio Pérez
Ing. Agr. MSc. Ronal Alfaro Mérida

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Ronal Alfaro Mérida

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente investigación” (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente. Y Artículo 19 de Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, julio de 2015

Quetzaltenango, julio de 2015

HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
HONORABLES AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
HONORABLE MESA DEL ACTO DE GRADUACIÓN Y JURAMENTACIÓN

De conformidad con las normas que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Normativo de Evaluación y Promoción del Estudiante del Centro Universitario de Occidente: tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SIGNIFICANCIA ENTRE LAS VARIABLES TAMAÑO Y UBICACIÓN FISIAGRÁFICA QUE EXPLIQUE EL PRECIO POR HECTÁREA DE LAS FINCAS RURALES EN GUATEMALA

Como requisito para optar al título de Ingeniero en Administración de Tierras, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


WALTER JOSUÉ MAZARIEGOS MÉNDEZ



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
www.cytunoc.org



Quetzaltenango, 7 de julio de 2015.

Lic. Q.F.
Roberto Méndez Sánchez
Director División Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala
EDIFICIO.

Apreciable Señor Director:

Por este medio me permito informarle que, he concluido el proceso de asesoría del trabajo de tesis del estudiante de la Carrera de Administración de Tierras, WALTER JOSUÉ MAZARIEGOS MÉNDEZ, carnet **200630947**, con el título:

“DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SIGNIFICANCIA ENTRE LAS VARIABLES TAMAÑO Y UBICACIÓN FISIAGRÁFICA QUE EXPLIQUE EL PRECIO POR HECTÁREA DE LAS FINCAS RURALES EN GUATEMALA”

Por el aporte tan importante que este trabajo hace al mercado de tierras rurales en Guatemala, considero que es conveniente otorgarle el aval correspondiente a dicho informe de investigación, ya que el mismo cumple con los requisitos académicos exigidos por la Universidad.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa
Colegiado 1339
Asesor

Quetzaltenango, julio de 2015.

Q. F. Roberto Méndez
División de Ciencia y Tecnología.
Director.

Licenciado Méndez:

En respuesta al oficio No. ADT03-2015 de fecha 14 de julio de 2015, en el cual fui nombrado por la Dirección a su cargo como REVISOR FINAL del trabajo de investigación del estudiante WALTER JOSUÉ MAZARIEGOS MÉNDEZ, el cual se titula:

“DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SIGNIFICANCIA ENTRE LAS VARIABLES TAMAÑO Y UBICACIÓN FISIOGRAFICA QUE EXPLIQUE EL PRECIO POR HECTÁREA DE LAS FINCAS RURALES EN GUATEMALA”.

Me permito informarle que he concluido la revisión final del trabajo en mención y considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la carrera de Ingeniería en Administración de Tierras del Centro Universitario de Occidente, por lo que recomiendo su publicación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Ronal Alfaro
Colegiado Activo 3,819
REVISOR

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE**

GRADUACIÓN No. 003-AT-2015 de fecha veinticuatro de julio del año dos mil quince

del (la) estudiante: WALTER JOSUÉ MAZARIEGOS MÉNDEZ con

Carné No 200630947 emitida por el Coordinador de la Carrera de ADMINISTRACIÓN DE

TIERRAS , por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN titulado: “ DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE

SIGNIFICANCIA ENTRE LAS VARIABLES TAMAÑO Y UBICACIÓN FISIOGRAFICA QUE

EXPLIQUE EL PRECIO POR HERCTÁREA DE LAS FINCAS RURALES EN GUATEMALA.”

Quetzaltenango, 24 de julio de 2015.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Lic. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de División de Ciencia y Tecnología

DEDICATORIA

A DIOS, JESÚS Y EL ESPÍRITU SANTO:

Por ser el mejor PAPA, lo más importante en mi vida, mi razón de ser, el que levanta mi cabeza y me hace más que vencedor por sobre todas las cosas, al único digno de toda la Alabanza, Gloria, Poder y Honra; por siempre y siempre Amén.

A MI PAPITO GUILLERMO MAZARIEGOS:

Por tu apoyo incondicional, a pesar de la distancia cuidaste de mí y me diste lo mejor, te amo papá.

A MI MAMITA CORY MÉNDEZ:

Por todo tu amor, esfuerzo, paciencia, las palabras no alcanzarían para agradecerte todo lo que has hecho por mí, mi mamita linda te amo con todo mi corazón, tus enseñanzas me han llevado a alcanzar el éxito, tengo grabada tu frase “Dos cosas te voy a dar raíces y alas” me mostraste el camino correcto y me enseñaste a volar, voy a honrarte por siempre.

A MI HERMANO GUILLERMO MAZARIEGOS:

Por apoyarme en todo y compartir conmigo desde que somos niños, te amo mucho.

A MIS PASTORES:

Welser y Elisabeth Reyes, por enseñarme a vivir y disfrutar La GLORIA DE DIOS todos los días de mi vida.

A MIS ABUELOS:

Jaime Méndez y Eugenia Gálvez de Méndez (Q.E.P.D) gracias por sus oraciones, fueron un ejemplo en mi vida, dejando un legado que jamás olvidaré; a Guillermo Mazariegos (Q.E.P.D) y Alicia Rivera viuda de Mazariegos por su cariño.

A MIS TIOS:

Joel, Violeta, Silvia, Marivel, David, Amarilis, Mayra, Aracely (Q.E.P.D) por todo su apoyo, muchas gracias los tengo en mi corazón.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

Por brindarme su cariño y tantos momentos especiales.

A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD.

Jorge Castillo, René Tobar, Marlón Chan, Melvin Batz, María Anabella Alvarado, por la alegría brindada en los salones de clases y en cada uno de los desvelos.

A MIS AMIGOS DE LA IGLESIA

Débora Chuc, Karen Ramírez, Miguel Sac, José Salanic, Willy Cua, Moisés Ajché, Luis López y Anthony Ixcot; por su cariño y apoyo en todo momento, son muy especiales para mí.

A MIS AMIGOS DEL FONDO DE TIERRAS

César Martínez, Fredy Aguilar, José Cruz González, Juan Carlos Granados, José Carlos Mazariegos, Mary de León, José Luis Zapeta, Pamela Pineda, Alejandro Puac, Hared Canto, Rolando Lemús, Henry Meda, por su apoyo incondicional, los aprecio mucho.

A MIS ASESORES

Maestro Héctor Alvarado, Doctores Eddy Díaz y Eddi Vanegas, por su amistad y compartir sus conocimientos en el proceso de esta investigación, muchas gracias por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad de San Carlos de Guatemala, alma mater de la Ciencia y Tecnología, gracias por la formación y por brindarme el grado académico.

A mis formadores y personal administrativo de la División de Ciencia y Tecnología, muchas gracias por los conocimientos transmitidos.

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SIGNIFICANCIA ENTRE LAS
VARIABLES TAMAÑO Y UBICACIÓN FISIAGRÁFICA QUE EXPLIQUE
EL PRECIO POR HECTÁREA DE LAS FINCAS RURALES EN
GUATEMALA

Contenido

RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes del problema.	1
1.2. Planteamiento del problema de investigación.....	2
1.3. Justificación del estudio.	3
1.4. Hipótesis de la investigación.....	3
1.4.1. Hipótesis nula.....	3
1.4.2. Hipótesis alternativa.....	3
1.5. Objetivos del estudio.....	4
1.5.1. General.	4
1.5.2. Específicos.	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Índice de Gini.	5
2.2. Medio rural.....	5
2.3. Finca.	5
2.4. Fisiografía.....	6
2.4.1. Llanura Costera del Pacífico.	6
2.4.2. Pendiente Volcánica Reciente.....	7
2.4.3. Tierras Altas Volcánicas.	7
2.4.4. Tierras Altas Cristalinas.....	7
2.4.5. Depresión del Motagua.	7
2.4.6. Tierras Altas Sedimentarias.	8
2.4.7. Depresión de Izabal.....	8
2.4.8. Tierras Bajas Interiores del Petén.....	9
2.4.11. Plataforma Sedimentaria de Yucatán.....	9
2.5. Definición de Precio.....	11
2.6. La diferencia entre valor y precio.	11
2.7. Mercado de tierras en Guatemala.....	11
2.8. Valoración de tierras agrarias y su mercado.	12
2.9. El valor en los inmuebles rurales.	13

2.10.	El Valor Objetivo de una Finca.....	14
2.11.	El Valor Subjetivo Máximo y Precio de Transacción.....	14
2.12.	Análisis Estadístico.	15
2.13.	Modelo de Regresión Lineal.	15
2.14.	Modelo de Regresión Múltiple.....	16
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1.	Definición del método de investigación utilizado.....	17
3.2.	Contexto espacial y temporal de la investigación.	17
3.3.	Variables de estudio.	17
3.3.1.	Clasificación de las variables.	17
3.3.2.	Definición conceptual y operativa de las variables.	18
3.4.	Sujetos (Población y muestra).....	19
3.5.	Fuentes de información.	21
3.5.1.	Primarias.....	21
3.5.2.	Secundarias.....	21
3.6.	Las técnicas e instrumentos para la recopilación de los datos.	21
3.7.	Técnicas de análisis de datos.....	21
3.7.1.	Relación precio promedio por hectárea vs área.	21
3.7.2.	Relación precio promedio por hectárea vs ubicación fisiográfica.	22
3.7.3.	Relación LN (precio) por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica.	22
3.8.	Pasos del trabajo de campo y de gabinete.	22
3.8.1.	Trabajo de gabinete inicial.	22
3.8.2.	Trabajo de campo inicial.	23
3.8.3.	Trabajo de gabinete intermedio.....	23
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	25
4.1.	Análisis estadístico de los datos.	25
4.1.1.	Relación precio promedio por hectárea vs área.	25
4.1.2.	Relación Precio promedio por hectárea vs ubicación fisiográfica.	28
4.1.3.	Relación LN (precio) por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica.	29
4.2.	Análisis y discusión de los resultados.	31
4.2.1.	Relación precio promedio por hectárea vs área.	31
4.2.2.	Relación precio promedio por hectárea vs ubicación fisiográfica.	31

4.2.3.	Relación LN (precio) promedio por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica.	32
5.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA VALIDACIÓN	35
5.1.	Análisis estadístico de la validación.	35
5.1.1.	Prueba de normalidad.....	35
5.1.2.	Prueba de correlación entre los valores obtenidos.	36
5.2.	Análisis y discusión de los resultados de la validación.....	37
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
6.1.	Conclusiones.	38
6.2.	Recomendaciones.....	39
7.	BIBLIOGRAFÍA	40
8.	ANEXOS	43

Índice de Figuras

Figura 1.	Mapa de las Regiones Fisiográficas de Guatemala.....	10
Figura 2.	Relación lineal precio vs área	25
Figura 3.	Modelo curvilíneo precio vs área.....	26
Figura 4.	Relación LN (precio) vs LN (área)	27
Figura 5.	Análisis de residuos del modelo LN (precio) vs LN (área) y ubicación fisiográfica.....	32
Figura 6.	Distribución de la tendencia normal de los residuos del modelo múltiple mixto.....	33
Figura 7.	Tendencia de la representación gráfica de los modelos de LN (precio) = I + m * LN (área) por ubicación fisiográfica.....	34
Figura 8.	Diagrama de dispersión de Ln_Precio_Observado y Ln_Precio_Estimado	37

Índice de Tablas

Tabla 1. Tamaño de la muestra por ubicación fisiográfica con un 90% de confianza fincas -FONTIERRAS-	20
Tabla 2. Fincas identificadas por ubicación fisiográfica vía mercado	20
Tabla 3. Análisis de Varianza y r^2 de la relación precio vs área	26
Tabla 4. Coeficiente de determinación modelo curvilíneo precio vs área.....	27
Tabla 5. Análisis de varianza y coeficiente de determinación de la relación LN (precio) vs LN (área).....	28
Tabla 6. Análisis de varianza de la relación precio vs ubicación fisiográfica.....	28
Tabla 7. Análisis de varianza de la relación LN (precio) vs ubicación fisiográfica.....	29
Tabla 8. Análisis de varianza y r^2 de la relación LN (precio) por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica	29
Tabla 9. Parámetros y estimadores del modelo lineal múltiple mixto de la relación LN (precio) vs LN (área) y ubicación fisiográfica.....	30
Tabla 10. Modelos de regresión lineal múltiple mixtos para estimar el precio/ha con significancia del 10% y con $r^2 = 0.63$	33
Tabla 11. Estadística descriptiva prueba de normalidad Shapiro Wilk.....	35
Tabla 12. Prueba de Shapiro Wilk para Ln_precio/ha y Ln_Area	35
Tabla 13. Estadística descriptiva prueba de correlación Pearson.....	36
Tabla 14. Coeficientes de determinación (r^2)	36
Tabla 15. Modelos específicos para estimar el precio/ha con significancia del 10% y con $r^2 = 0.63$	38

Índice de Anexos

Anexo 1. Cronograma de actividades.....	43
Anexo 2. Definición de la muestra por ubicación fisiográfica de fincas del -FONTIERRAS-	43
Anexo 3. Ficha de recolección de datos en campo.....	45
Anexo 4. Base de datos generada	46
Anexo 5. Mapa de ubicación espacial de 164 fincas estudiadas	49
Anexo 6. Base de datos validación.....	50
Anexo 7. Modelo general	51
Anexo 8. Modelos por zona fisiográfica	51

RESUMEN

En Guatemala la tenencia y acceso a la tierra se ha concentrado en pocas manos demostrando desigualdad; los Acuerdos de Paz son el marco para el desarrollo de una política agraria de la cual forma parte el Fondo de Tierras, mediante el modelo de acceso a la tierra a campesinos pobres vía crédito; sin embargo, ésta institución en la actualidad no cuenta con métodos que permitan valorar las tierras rurales de manera técnica y objetiva, por lo que se propuso desarrollar una metodología que permita estimar de manera técnica y objetiva, el precio por hectárea de las fincas rurales del país, considerando como variables críticas explicativas el tamaño y la ubicación fisiográfica. Para esto se utilizaron dos muestras: fincas compradas bajo mecanismos del Fondo de Tierras y fincas identificadas vía mercado; con estas se generaron diferentes escenarios de modelación compuestos por una variable dependiente, el precio promedio por hectárea, y variables independientes, área y ubicación fisiográfica; obteniendo como resultado un modelo con un $r^2 = 0.636$, que permite estimar el precio promedio por hectárea para cada región fisiográfica estudiada, las cuales son: Tierras Altas Cristalinas, Tierras Altas Sedimentarias, Tierras Altas Volcánicas, Depresión de Izabal, Llanura Costera del Pacífico y Pendiente Volcánica Reciente. Se realizó un proceso de validación del modelo generado el cual arroja que el valor predicho por el mismo representa en promedio el 60% del valor real de la tierra.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del problema.

El índice de Gini con respecto a la concentración de la tierra en Guatemala es de 0.84 (INE Instituto Nacional de Estadística 2003), el cual demuestra que el país tiene una alta concentración de tierra en pocas manos, evidenciando que es uno de los más desiguales de Latino América, situación que es producto del desarrollo histórico, puesto que la estructura agraria de Guatemala es consecuencia de diferentes hechos ocurridos desde la época colonial hasta la actualidad. La situación de inseguridad jurídica sobre la tenencia de la tierra sumado a la necesidad de acceso a la misma, reflejan parte de esa dinámica compleja.

Hace más de cuatro décadas se iniciaron procesos de colonización de tierras nacionales en la Franja Transversal del Norte y El Petén. Estas políticas públicas se focalizaron en dotar de tierras del Estado a pequeños productores. Después de años de adjudicación de las tierras nacionales a través de esta modalidad, no todas se han regularizado a favor de los beneficiarios, que habían sido seleccionadas por el Estado por medio de un proceso de calificación establecido en el Decreto 1551, Ley del Instituto Nacional de Transformación Agraria -INTA-. A estos adjudicatarios originales se les entregó únicamente títulos provisionales que nunca fueron inscritos en el Registro General de la Propiedad, por lo que carecieron de seguridad de los derechos de propiedad de sus tierras. (Díaz, M. 2014).

Los Acuerdos de Paz suscritos en 1996, con la finalidad de poner fin al conflicto armado interno que azotó a la República de Guatemala y sus habitantes durante más de 36 años, pretenden ser el marco regulatorio de las relaciones sociales, con el objetivo último de lograr el bien común y la igualdad de oportunidades para todos los habitantes del país. Dentro de los Acuerdos de Paz se encuentran “Los Acuerdos sobre aspectos socioeconómicos y situación agraria” que son, el marco para el desarrollo de una política agraria y de regulación de la tenencia y del uso de la tierra en Guatemala, los cuales buscan promover cambios legislativos para el establecimiento de un sistema de registro-catastro orientado a la seguridad jurídica de la tenencia y uso de la tierra. Estos Acuerdos buscan también facilitar el acceso a la tierra a la mayoría de los habitantes de la República y promover el desarrollo de las actividades agrícolas a través de la facilitación de la adquisición de tierras con características que permitan su explotación agrícola por parte de las comunidades y sectores de la población que fueron más afectados por el conflicto armado interno (Díaz, M. 2014).

En ese sentido, después de la Firma de los Acuerdos de Paz se creó el marco legal e institucional con el propósito de dar respuesta a estas aspiraciones sociales de dichos Acuerdos. En este contexto político y legal, se crea el Fondo de Tierras -FONTIERRAS- para dar respuesta a la problemática de acceso a la tierra a campesinos en situación de pobreza y pobreza extrema (Decreto 24-99). El modelo de acceso se basa en el otorgamiento de créditos para la compra de tierras a grupos de familias en situación de

pobreza. Sin embargo después de tantos años de la creación de esta institucionalidad agraria en el país, a la fecha, no existen los instrumentos y métodos que permitan evaluar y valorar las tierras rurales de manera técnica y objetiva para facilitar su acceso, tenencia y uso de acuerdo a sus capacidades y con características que permitan el manejo sostenible de las actividades agropecuarias y de los recursos naturales.

1.2. Planteamiento del problema de investigación.

Actualmente el -FONTIERRAS- para facilitar el acceso a la tierra en Guatemala carece de métodos, procesos e instrumentos que permitan evaluar y valorar las tierras rurales de manera técnica y objetiva para el otorgamiento de créditos a comunidades rurales en función de la capacidad de uso, tamaño y ubicación; lo cual es indispensable para planificar el uso y manejo sostenible de estos territorios de acuerdo a sus capacidades y limitantes. Este otorgamiento de créditos ha sido el resultado reactivo generado de las presiones por acceso a la tierra de grupos campesinos, que se ha limitado a procesos de negociación entre la demanda de los campesinos y la oferta de los propietarios, producto de un avalúo comercial que define el precio del inmueble, en la mayoría de veces no acorde a su capacidad de uso, tamaño y ubicación.

Estos avalúos comerciales presentan limitaciones para valorar las tierras rurales de manera integral ya que únicamente describen de forma generalizada algunas características de los inmuebles tales como: accesibilidad, calidad de suelos, topografía, altitud, clima, fuentes de agua, entre otras. Es decir que éstos avalúos en la mayoría de los casos no separan valores de la tierra de acuerdo a sus condiciones físicas y recursos naturales existentes, además no han considerado aspectos de la valoración de las tierras rurales como capacidad de uso de la tierra, servicios ambientales o externalidades ambientales negativas generadas en los inmuebles tales como, la deforestación de tierras susceptibles a zonas de riesgo por deslizamientos, erosión, entre otras; así como los cambios bruscos de uso del suelo.

El resultado de la falta de métodos e instrumentos para evaluar y valorar las fincas del programa de Acceso a la Tierra vía crédito ha generado problemas de sobrevaloración de inmuebles y compra de fincas no aptas para el desarrollo de proyectos agropecuarios y de manejo de recursos naturales de manera sostenible provocando la deuda agraria. Actualmente la deuda agraria en el país por los créditos otorgados para la compra de fincas asciende a la cantidad de 328 millones de quetzales (FONTIERRAS 2013).

Bajo este contexto el -FONTIERRAS- ha iniciado un proceso de investigación y definición de los métodos, procesos e instrumentos para la evaluación y valoración de las tierras rurales que permitan estimar el valor de la tierra y planificar el manejo sostenible de las actividades agropecuarias y de los recursos naturales para el desarrollo de las comunidades campesinas e indígenas, en el contexto de las políticas públicas agrarias del país.

En el marco del proceso de investigación y definición de los métodos e instrumentos de valoración de tierras rurales la presente investigación está orientada a dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo influye el tamaño y la ubicación fisiográfica de las fincas en el precio promedio por unidad de área? ¿Cómo estas variables pueden explicar el precio promedio por unidad de área de una finca rural?

1.3. Justificación del estudio.

La valoración de tierras rurales son métodos que incluyen diferentes variables cuantitativas y cualitativas tales como: las vías de acceso, infraestructura mínima y servicios básicos, áreas productivas, infraestructura productiva, condiciones de la unidad productiva, la disponibilidad de agua para riego, topografía, altitud, clima, existencia de bosque, plantaciones permanentes, explotación actual de la tierra, calidad de la tierra, capacidad de uso de la tierra, presencia de centros educativos, distancia a mercados, topografía, entre otras que permitan dar un precio justo y objetivo a la finca; dentro de estas variables el tamaño y la ubicación fisiográfica se consideran como variables críticas explicativas del precio por unidad de área.

En este sentido, determinar estadísticamente el nivel de influencia de las variables tamaño y ubicación fisiográfica de las fincas, forma parte de manera complementaria de los métodos de valoración de tierras rurales, que serán propuestos por la institución rectora (FONTIERRAS) de acceso a la tierra en Guatemala.

1.4. Hipótesis de la investigación.

1.4.1. Hipótesis nula.

Una sola de las variables, determina significativamente el precio por hectárea de las fincas rurales.

1.4.2. Hipótesis alternativa.

La combinación de las variables tamaño de la finca y ubicación fisiográfica, determinan significativamente el precio por hectárea de las fincas rurales.

1.5. Objetivos del estudio.

1.5.1. General.

Desarrollar una metodología que permita estimar de manera técnica y objetiva el precio por hectárea de las fincas rurales del país, considerando como variables críticas explicativas el tamaño y la ubicación fisiográfica de las fincas.

1.5.2. Específicos.

- a) Determinar la relación de significancia estadística entre las variables tamaño y ubicación fisiográfica bajo un modelo de regresión que explique el precio por hectárea en las fincas rurales.
- b) Elaborar la propuesta de un modelo estadístico usando como variables críticas explicativas el tamaño y ubicación fisiográfica de las fincas rurales, que permita estimar el precio por hectárea en las fincas rurales.
- c) Validar la propuesta del modelo estadístico generado, con una nueva base de datos utilizando la variable crítica explicativa que resulte con mayor significancia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Índice de Gini.

El índice o coeficiente de Gini es una medida de concentración del ingreso (concentración de la tierra, concentración en la propiedad accionaria de una firma, entre otros) entre los individuos de una región, en un determinado período. Esta medida está ligada a la Curva de Lorenz. Toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica que existe igualdad y 1 perfecta desigualdad (Medina, F. 2001).

Según el Perfil Ambiental de Guatemala el índice de Gini de concentración de la tierra para 1979 era de 0.814; posteriormente como producto de la implementación de las políticas agrarias de redistribución de la tierra para el 2006 era de 0.785, sin embargo, para el año 2012 con base en el proceso de la reconcentración de tierras de las transnacionales para la producción de cultivos de exportación se reporta un índice de 0.857, indicando que la reconcentración de tierras actualmente es mayor a la de 1979 (IARNA, 2012).

2.2. Medio rural.

El concepto de lo rural se aplica, en distintas escalas, al territorio de una región o de una localidad cuyos usos económicos son las actividades agropecuarias, agroindustriales, extractivas, de silvicultura y de conservación ambiental. Dependiendo de cada legislación, hay figuras jurídicas que lo protegen o delimitan (como área no urbanizada o no urbanizable, diferenciada de las áreas urbanas o de expansión urbana), especialmente para la limitación del crecimiento urbano.

Suele entonces distinguirse, frente al de paisaje rural (más inclusivo) el concepto de paisaje agrario (limitado a los usos propiamente agropecuarios, agroindustriales, extractivos, de silvicultura y de conservación ambiental), aunque también se suele incluir como elemento del paisaje agrario el hábitat rural tradicional, sobre todo cuando es disperso. El paisaje rural presenta una gran diversidad, que parte de sus muy diferentes aspectos físicos (geomorfología, clima) y de su ocupación humana (factores históricos, jurídicos, económicos, etc.) Elementos característicos del paisaje rural son el ganado y los cultivos, así como las distintas instalaciones y equipamientos utilizados en cada forma de cultivo (secano o regadío, ganadería y agricultura intensiva o extensiva, de subsistencia o de mercado, monocultivo o policultivo); y especialmente las parcelas, que se clasifican por su tamaño (no necesariamente coincidente con los términos latifundio y minifundio, indicadores de la concentración de la propiedad), forma y características (Wikipedia, 2013).

2.3. Finca.

Una finca, también denominada en Derecho fundo o predio, es una propiedad inmueble que se compone de una porción delimitada de terreno. La delimitación, llamada linde, puede ser

física, mediante vallas, mojones u otros sistemas, o simplemente jurídica, mediante la descripción en una escritura de propiedad.

La finca representa el bien inmueble por excelencia: la tierra ha tenido una gran importancia desde la antigüedad por su relevancia económica en las épocas previas a la industrialización, y ha sido por ello símbolo de riqueza y prosperidad. Así pues, la regulación de los bienes inmuebles ha sido muy extensa desde épocas muy antiguas (Wikipedia, 2013).

Una finca dentro del ordenamiento jurídico guatemalteco se define como: La denominación que el Registro de la Propiedad le da a un inmueble para su identificación (Decreto 41-2005).

2.4. Fisiografía.

Todo estudio fisiográfico tiene como objetivo fundamental reconocer y delimitar las diferentes formas de la tierra, así como los rasgos generales del modelado de la zona. La información fisiográfica suministra apoyo a otras disciplinas como son la edafología, por la estrecha relación que existe entre el suelo y la fisiografía; al ecólogo proporcionándole elementos de juicio sobre las características físicas de las distintas zonas de vida; al forestal por la correlación existente entre las formas de tierras y el tipo de bosque, al hidrólogo para definir patrones de drenaje; entre otros IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, 2013).

-MAGA- (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación) Para el caso de Guatemala, en el año 2001 realizó un estudio sobre la fisiografía y geomorfología del país el cual establece las siguientes regiones (MAGA, 2001):

2.4.1. Llanura Costera del Pacífico.

Dentro de esta provincia fisiográfica del sur, está comprendido el material aluvial cuaternario que cubre los estratos de la plataforma continental. Los fluvios que corren desde el altiplano volcánico, al cambiar su pendiente, han depositado grandes cantidades de materiales que han formado esta planicie de poca ondulación y de aproximadamente unos cincuenta kilómetros de ancho a lo largo de la costa del pacífico, Por lo general, las elevaciones son menores de doscientos metros y el drenaje, en su mayor parte, es deficiente. Son comunes las extensas áreas sujetas a inundación, particularmente en el oeste. En contraste a la costa del caribe, son menos frecuentes formas de tierra tales como barras de boca bahía, barras fuera de playa, esteros o islotes. Aquí las playas de arena negra con áreas de pantano de mangle y algunos esteros son las características de la región.

2.4.2. Pendiente Volcánica Reciente.

Esta región incluye los volcanes de más reciente formación en Guatemala, así como el material asociado que ha sido drenado o depositado hacia la costa sur. Dicho material es principalmente de la época Cuaternaria y la actividad que los produjo está asociada con una zona fallada paralela a la costa, a lo largo de las laderas hacia el sur del altiplano volcánico. Numerosos conos de esta región están compuestos predominantemente de andesita y algunos como el Santiaguito, Fuego y Pacaya se encuentran actualmente en actividad.

2.4.3. Tierras Altas Volcánicas.

En Guatemala, ha existido actividad volcánica desde el Paleozoico, la que se intensificó durante el Terciario. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material – principalmente basalto y riocitas – que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentran hacia el norte. La formación de esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por la tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie como, por ejemplo, el valle hendido (graben) en que está localizada la Ciudad de Guatemala.

Varias cuencas de esta región han sido llenadas parcialmente o cubiertas con pómez cuaternaria, lo que proporciona un paisaje muy contrastante con las áreas volcánicas escabrosas que las rodean. Los valles en los que se localizan las ciudades de San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango y las Ciudad de Guatemala, son ejemplos de lo anterior, y han sido centros de asentamiento cultural indígena. La laguna de Ayarza, que es una caldera y el volcán de Ipala con su pequeño lago en su cráter, ofrecen formas de la tierra adicionales en contraste a los basaltos quebrados masivos y cortados, que evidencian aún más el origen volcánico de la región.

2.4.4. Tierras Altas Cristalinas.

Está constituida por serpentinitas, gneises metamórficos y esquistos, apareciendo algunas pequeñas áreas de material plutónico, principalmente granito, que forman una región distinta tanto de los estratos sedentarios del norte, como las regiones volcánicas del sur.

Esta área se ubica entre los dos principales sistemas de fallas que han estado en evolución desde el Paleozoico. El patrón de drenaje a través de la región es muy ilustrativo, ya que los cursos de los ríos Chixoy o Negro y Motagua, están controlados por las diversas fallas existentes.

2.4.5. Depresión del Motagua.

Está ocupada por el río Motagua, el cual ha formado una gran llanura de inundación formada por aluvión cuaternario, con meandros bien desarrollados, así como abandonados

y meandros fósiles que caracterizan el paisaje fisiográfico en la sección baja de la región. Debido al grado de desarrollo de estas características y a la llanura de inundación aquí constituida, el Motagua se caracteriza como un río de perfil equilibrado y estable.

Asimismo, el río ha formado un delta sobre el golfo de Honduras y el banco de arena que separa la Bahía de Amatique del golfo en sí, también está constituida tanto por material transportado por el citado río, como por otros fluvios. Las corrientes costeras han trasladado aún más este material dentro de la boca del río en dirección noreste y de su deposición subsecuente ha resultado la formación de dicha característica.

2.4.6. Tierras Altas Sedimentarias.

La unidad del altiplano de Guatemala puede ser separada en tres regiones, basados en el tipo predominante de rocas. La primera de éstas, de área más extensa, es la de las Tierras Altas Sedimentarias, definida al norte por las márgenes de la cuenca de Petén y al sur por las fallas y contactos que la separan de la parte dominante cristalina del altiplano.

También se extiende desde la actual frontera con México en el oeste, hacia las montañas del Mico en el este. Dentro de esta unidad fisiográfica, hay una gran cantidad de formas de la tierra, entre las cuales se puede mencionar la sección compleja localizada al norte de la Sierra de Chamá, cuyos pliegues, fallas y procesos erosivos han creado un paisaje de colinas paralelas, topografía cárstica, anticlinales y sinclinales sumergidos.

La Sierra de los Cuchumatanes, en su parte sur con gran número de fallas, es abrupta. Domina la parte occidental de la región y contiene algunas de las más espectaculares vistas en el país, mientras que el área alrededor de Cobán muestra ejemplos clásicos de sumideros, conocidos localmente como siguanes así como cavernas de piedra caliza.

El drenaje, en el Oeste, tiene una dirección Norte-Noroeste hacia el Golfo de México. Los sistemas de los ríos Selegua y Chixoy o Negro han esculpido profundos desfiladeros dentro y a través de la Sierra Los Cuchumatanes y, a medida que el río Chixoy o Negro pasa a través de las Colinas paralelas a la Zona Norte de la Sierra Chamá, el control estructural de los tributarios se hace evidente.

Las elevaciones dentro de esta Región varían desde el nivel del mar en el Este, hasta más de los 3,000 metros en la Sierra de los Cuchumatanes.

2.4.7. Depresión de Izabal.

Esta depresión es un valle hendido que tiene un origen común a la del río Motagua. Comprende el lago de Izabal que es el cuerpo de agua de mayor extensión en el país (590 Km²). En el extremo oeste del Lago, se realiza una constante deposición de sedimentos aluviales, transportados principalmente por el río Polochic. El área sujeta a inundación por la que atraviesa el río en su etapa final, con características de un delta, en el pasado fue

agua abierta y parte del mismo lago. En su confín este, las aguas del lago pasan por medio del río Dulce a la Bahía de Amatique.

2.4.8. Tierras Bajas Interiores del Petén.

Circunscrita por el Cinturón Plegado del Lacandón, Las Tierras Altas Sedimentarias y el río Salinas, esta región presenta una superficie plana casi intacta. Los rasgos cársticos no se encuentran, como tampoco indicaciones superficiales de pliegues y fallas. La estructura sedimentaria es aquí extremadamente profunda y compuesta principalmente de evaporitas.

Las llanuras de inundación del río Salinas y del río de la Pasión, contribuyen, además, con cantidades grandes de aluvión reciente. El drenaje está influenciado por estos ríos de lenta corriente y recorrido serpenteado. Las elevaciones, a través de la región son generalmente de menos de doscientos metros sobre el nivel del mar.

2.4.9. Cinturón Plegado del Lacandón.

Esta zona, la mayor parte de la cual es conocida como el Arco de la Libertad, es así mismo el resultado de plegamientos, los cuales son de corto intervalo y gran frecuencia. Se perciben mejor en la propia tierra del Lacandón y forman un arco que es cóncavo hacia las montañas Mayas al este.

Los estratos que forman el arco, así como también los que franquean las montañas mayas en el oeste, son de roca caliza y dolomitas. Desarrollados sobre estratos y dando homogeneidad a la región, se encuentra la topografía cárstica de las variedades de sumideros y mogotes. La solución de las rocas de carbonato que forma esta topografía, da una apariencia agreste al área, aunque las características reales tienen poco relieve. La red de drenaje es incompleta y desintegrada y algunos ríos fluyen sin interrupción fuera de la región, así como arroyos intermitentes de características de rejilla centrípeta, localizados en muchas áreas cársticas.

2.4.10. Montañas Mayas.

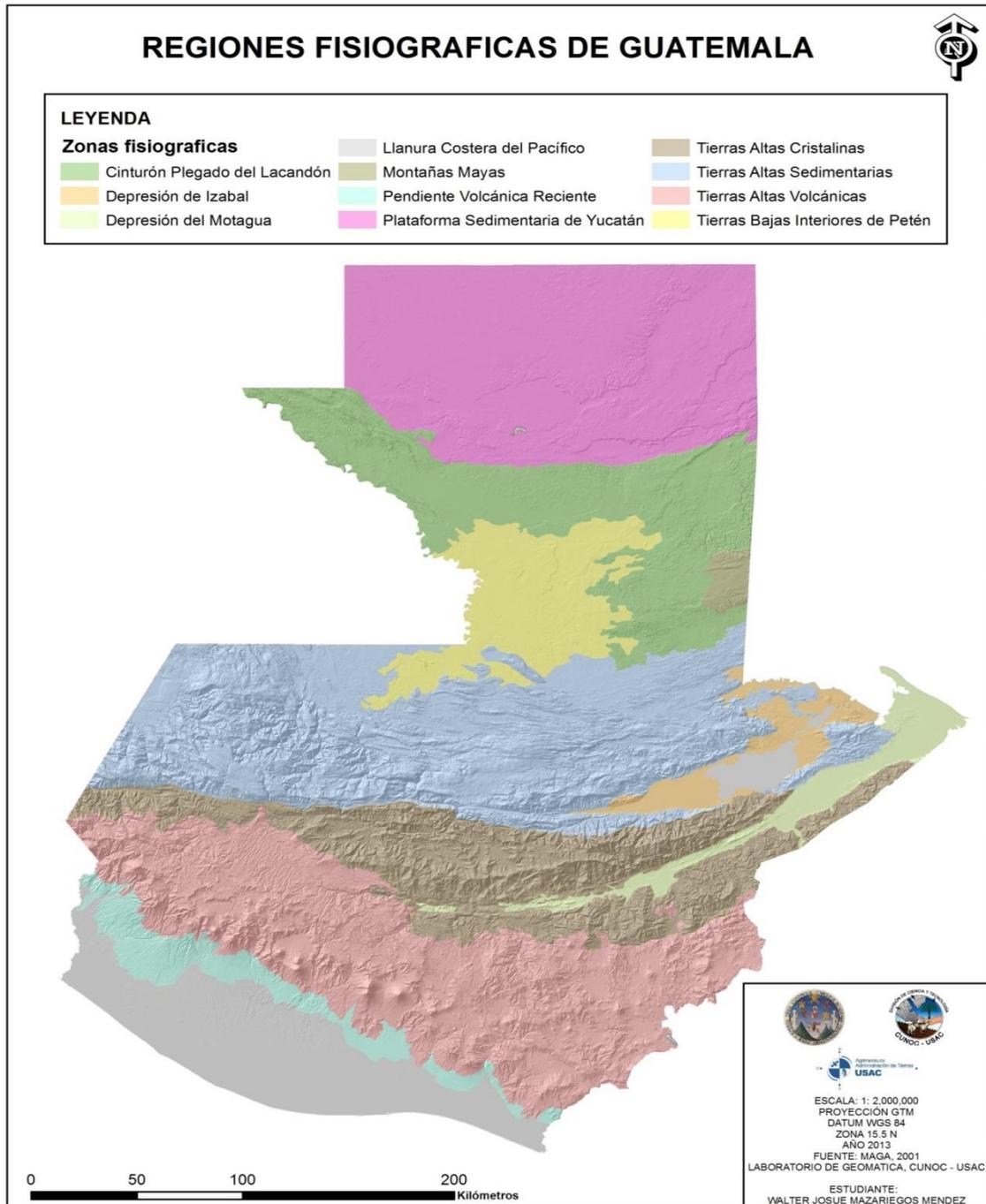
Las fallas han originado las Montañas Mayas, región fisiográfica en el margen Este de la cuenca de Petén. Aquí, la estructura es de gran bloque emergido del relieve circundante (horst) y, a pesar de que se encuentran sedimentos clásticos, el bloque en sí está compuesto de rocas graníticas y metamórficas que están expuestas en la orilla este y en el norte. Las Montañas son generalmente de poca elevación, con sus cimas más altas en el sistema Cockscomb, donde alcanzan alturas que sobrepasan los mil metros.

2.4.11. Plataforma Sedimentaria de Yucatán.

La sección norte de Petén, asociada fisiográficamente con la Península de Yucatán, está formada por capas horizontales de rocas sedimentarias del Cretácico superior y del Eoceno.

Aquí se encuentran depresiones de solución ocasional que se incrementan ligeramente en frecuencia hacia el Este, con un drenaje que en su mayor parte está pobremente desarrollado por la naturaleza soluble de la capa de roca caliza. En el extremo Oeste de la región se localizan grandes pantanos y numerosos lagos y lagunas, cuyo número disminuye hacia el Este, en donde se encuentran varios ríos asociados con algunas fallas normales que delinear del margen del área.

Figura 1. Mapa de las Regiones Fisiográficas de Guatemala



Fuente: Elaboración propia con información de MAGA 2001.

2.5. Definición de Precio.

Kotler y Armstrong, establecen que, el precio es "(en el sentido más estricto) la cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio. En términos más amplios, el precio es la suma de los valores que los consumidores dan a cambio de los beneficios de tener o usar el producto o servicio" (Kotler, P y Armstrong, G. 2008).

Por su parte, la American Marketing Association (A.M.A.), define el precio como "la proporción formal que indica las cantidades de bienes de dinero o servicios necesarios para adquirir una cantidad dada de bienes o servicios".

El precio es la expresión de valor que tiene un producto o servicio, manifestado por lo general en términos monetarios, que el comprador debe pagar al vendedor para lograr el conjunto de beneficios que resultan de tener o usar el producto o servicio (Thompson, I. 2006). Para el caso de la investigación propuesta se tomará esta definición.

2.6. La diferencia entre valor y precio.

Valor y precio son dos palabras que muchas veces se intercambian pero tienen sentidos muy diferentes. El valor se refiere al beneficio que uno recibe de algo. El precio se refiere a cuánto cuesta comprarlo.

El precio de algo siempre reflejaría su valor para el comprador, pero casi nunca es así. Muchas personas solo se fijan en el precio de algo y en base a eso toman la decisión de comprar. En realidad se tiene que fijar también en el valor. Si ese valor (el beneficio para nosotros) es mayor al precio, es una buena compra. Pero si no, no es una buena compra, no importa el precio.

Esto no quiere decir que los que cobran un precio alto siempre son buenos o verdaderos expertos sino que tienes que ver más allá de solamente el costo para saber si vale la pena o no (Periu, M. 2010).

2.7. Mercado de tierras en Guatemala.

De acuerdo con los registros existentes en diversos países y basados en los diferentes regímenes jurídicos, se ha venido reconociendo la existencia de dos grandes mercados de tierras: el formal y el informal. Un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Banco Mundial (1998) establece que ambos mercados se presentan en Guatemala. Se entiende por mercado de tierras formal aquel cuyas transacciones responden a los requerimientos del marco legal vigente. En este caso, la oferta y la demanda se publican por medio de canales de información abiertos y transparentes y los precios se fijan por el mercado. En el mercado informal las transacciones no se ajustan a los requisitos del marco legal vigente, sino que se rigen por las reglas de confianza y aceptación comunitaria y familiar. La información se mueve por

circuitos familiares y comunitarios. Los precios no se rigen exclusivamente por el mercado, sino que intervienen factores culturales y sociales.

En Guatemala las condiciones para la existencia de un mercado de tierras formal y transparente son relativamente adversas. Se acepta el principio de propiedad privada y la libertad para hacer contrato, pero hay limitaciones institucionales relacionadas con la seguridad jurídica, las deficiencias del registro de la propiedad, un catastro en proceso y las frecuentes modificaciones en la política económica y fiscal. Otros elementos determinantes en gran medida y complejos de estimar son la inestabilidad social y política, la violencia civil, actividades ilícitas y todas sus implicaciones existentes en el área rural (Carrera, J. 2000).

2.8. Valoración de tierras agrarias y su mercado.

(Caballer, V. 1993), define la valoración de tierras como la parte de la economía cuyo objeto es la estimación de un determinado valor o varios valores, con arreglo a ciertas hipótesis, con vistas a fines determinados y mediante procesos de cálculo basados en informaciones de carácter técnico.

Bajo este concepto, (Caballer, V. 1993) define que:

- Es una parte de la Economía: los conceptos que maneja y sus fines son netamente económicos. Se valora para determinar el precio al cual se puede vender en un mercado. Se trata de bienes económicos y como tal se deben analizar.
- Estimación de un determinado valor o conjunto de valores: sin entrar a discutir la unicidad del juicio de valoración (si el valor es plural o único) se menciona que se puede tratar de un VALOR DE MERCADO tal como lo definen los autores norteamericanos o italianos, o podría ser el VALOR DE CAPITALIZACIÓN. La valoración no se reduce a la búsqueda de un solo valor intrínseco sino que dependiendo del objetivo es posible encontrar diferentes valores para el bien inmueble. En este contexto, y para fines de la presente investigación es primordial la valoración ambiental de las tierras rurales, la cual se describe conceptualmente más adelante.
- La valoración se apoya en unas hipótesis concretas: uno plantea hipótesis y a partir de estas construye la teoría. Cuando se avalúa uno debe establecer hipótesis de trabajo y examinar si el mercado le permite corroborarlas o negarlas.
- Según cual sea el fin perseguido, convendrá investigar el valor que corresponde a dicho fin, siguiendo las definiciones de partida y de acuerdo con un esquema económico que relacione la finalidad y el valor. La escuela italiana de Serpieri-Medeci es teleológica, o sea que dependiendo de los objetivos perseguidos se puede

llegar a un valor distinto. No obstante esta escuela admite la convergencia de dichos valores en uno solo.

- La valoración utiliza procesos de cálculo: valorar no es emitir un juicio. Se requieren cálculos matemáticos y procesos estadísticos para llegar al resultado.
- La valoración necesita de información de carácter técnico en el área rural: calidad del suelo, clima, construcciones, infraestructura, rendimiento agrícola, entre otros.

2.9. El valor en los inmuebles rurales.

La técnica que hoy se conoce como valoración rural es el resultado de las aportaciones de las Escuelas española, italiana y anglosajona (Caballer, V. 1993), cuyos trabajos han derivado en los actuales métodos de valoración, los métodos analíticos, los sintéticos y los estadísticos o econométricos. Brevemente se describe el objeto de cada uno:

2.9.1. Métodos Sintéticos.

Explican el valor de una finca por su semejanza con otras fincas de características similares. Se asume que la variable precio de mercado del bien y la variable explicativa siguen la misma función de distribución, frecuentemente una distribución beta, siendo la proporción entre el valor del bien y el valor de la característica no constante, o bien como ocurre con el método sintético clásico, en el que el coeficiente de proporcionalidad entre ambos valores sí es constante. La modelización de este método implica la determinación de las variables con mayor capacidad explicativa de la variable dependiente, esto es, el valor de mercado. Para una descripción detallada de estos métodos, así como de los métodos analíticos, se puede referir a los trabajos de (Alonso, R y Iruretagoyena, M. 1995), (Guadalajara, N. 1996), (Alonso, R y Serrano, A. 1998), (García, J, Cruz, S y Rosado, L. 2002) y (Alonso, R y Serrano, A. 2007).

2.9.2. Métodos Analíticos.

Determinan el valor de la finca por la actualización de la renta, sin embargo, el problema de estos métodos es la determinación del tipo de actualización que nos permita obtener el valor de mercado. Por esta razón en relación con estos métodos el trabajo que se realiza va orientado hacia la obtención del tipo de actualización que hace que el valor de capitalización sea igual al obtenido mediante los diferentes métodos sintéticos. Con el método analítico podemos determinar los valores de mercado procedentes tanto de la actualización de los flujos (renta + beneficio) como de la actualización de la renta y por lo tanto, para poder aplicar el método, se tiene que calcular la tasa de actualización que corresponde aplicar en esta zona para los aprovechamientos agrarios que se producen.

2.9.3. Métodos Econométricos.

Asumen que el valor de mercado de las fincas es el resultado de la agregación ponderada del valor que toman un conjunto de variables explicativas (o independientes) que expresan características técnicas y/o económicas de la finca. Son numerosos los trabajos que optan por los modelos econométricos para la estimación del valor de bienes raíces, entre los que podemos citar: (Roka, F y Palmquist, R. 1997), (Calatrava, J y Cañero, R. 2000) y (Plantinga, A y Miller, D. 2001).

2.10. El Valor Objetivo de una Finca.

Si los individuos tienen un valor subjetivo que están dispuestos a pagar por el inmueble, la suma de los valores subjetivos dividido por el número de sujetos, es decir el promedio de los valores subjetivos conforman EL VALOR OBJETIVO. Al hacer una investigación en una región sobre lo que los vecinos estarían dispuestos a pagar por una finca se encuentra una distribución de frecuencias de los datos que cada uno está dispuesto a pagar de acuerdo a su opinión y a su conveniencia, es decir de acuerdo a sus valores subjetivos. Si esta estadística es disponible, es posible obtener una media de todos los valores que cada uno está dispuesto a pagar: este sería el VALOR OBJETIVO de la finca.

Pero también es posible obtener la MODA de los valores subjetivos. La moda es el precio que más se repite o más frecuente. Este podría ser otro indicador del valor objetivo de la finca.

De acuerdo con (Caballer, V 1993), es preferible definir el valor objetivo como moda que como media. Es más fácil obtener la estadística de la población interesada averiguando por el precio más frecuente que los individuos están dispuestos a pagar. El valuador puede definir al comprador TIPICO de dicha finca o al que seguramente le interesaría y estimar el valor que con mayor probabilidad estaría dispuesto a pagar.

2.11. El Valor Subjetivo Máximo y Precio de Transacción.

De acuerdo con las descripciones conceptuales citadas anteriormente, se desprende que para realizar una transacción es necesario que el valor subjetivo del comprador sea mayor o igual al valor subjetivo del vendedor. Esto significaría que poco a poco la tierra rural se trasladaría hacia los individuos que estuvieran en condiciones de pagar un valor mayor que el esperado por el propietario valorizando así las fincas. Sin embargo esta situación no se da por las siguientes razones:

- El paso del tiempo introduce variables nuevas.
- La falta de transparencia en el mercado de fincas dificulta vender al mejor postor.
- Existe un valor de afección que dificulta al propietario la venta.
- La expectativa de plusvalía futura le impide a un propietario que tiene un valor subjetivo bajo vender en dicho valor, espera la valorización futura aunque la finca no valga lo que espera.

Cuando cambian las expectativas de explotación de las fincas porque el precio nacional o internacional ha subido o se realizan especiales inversiones del gobierno en la región, aparecerán los individuos que estén dispuestos a pagar un valor superior al que era máximo generando un proceso especulativo. Los americanos llaman a este valor con el concepto de más alto y mejor uso de la tierra. Este concepto difiere del valor objetivo en la terminología explicada atrás. En cambio el concepto de <<más probable uso>> se asemeja más al concepto de valor objetivo.

En general las transacciones de fincas suelen ser pocas y en algunas regiones muy escasas. Esto se debe a las siguientes razones:

- A que el mercado de fincas puede ser libre y concurrente pero no homogéneo.
- A que la transparencia es regular o mala.
- Las compraventas se hacen alrededor de un precio de mercado que depende de la calidad de la tierra (ubicación, fertilidad).
- El demandante no puede comprar la finca que desea sino la que está disponible. Generalmente son pocas y no las mejores.

2.12. Análisis Estadístico.

Por análisis se entiende la separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos. Si extendemos esta definición al ámbito estadístico, podremos afirmar que el análisis estadístico es el análisis que emplea técnicas estadísticas para interpretar datos, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno. (e8D soluciones. s/f).

La Estadística Descriptiva es un conjunto de instrumentos y temas relacionados con la descripción de colecciones de observaciones estadísticas se refieren tanto al total de la población como a una muestra de la misma. (Ninvus. s/f).

2.13. Modelo de Regresión Lineal.

El análisis de regresión es una técnica estadística para investigar la relación funcional entre dos o más variables, ajustando algún modelo matemático. La regresión lineal simple utiliza una sola variable de regresión y el caso más sencillo es el modelo de línea recta.

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables. Se adapta a una amplia variedad de situaciones. Por tanto, un modelo de regresión lineal puede utilizarse para explorar y cuantificar la relación entre una variable llamada dependiente o criterio y una o más variables llamadas independientes o predictoras, así como para desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos. Además el análisis de este tipo de modelo lleva asociados una serie de procedimientos de diagnóstico (análisis de los residuos, puntos de influencia) que informan sobre la estabilidad e idoneidad del análisis y que proporcionan pistas sobre como perfeccionarlo. (Valdez, I. s/f).

2.14. Modelo de Regresión Múltiple.

Se considera un modelo de regresión múltiple cuando la respuesta depende de varias variables explicativas que son cuantitativas. La regresión múltiple es mejor que la simple porque mejora la predicción de la variable respuesta. (Rojo, J. 2007).

Cuando la respuesta depende de más de una variable, la regresión simple las considera una a una y se pueden producir fácilmente sesgos en la estimación de los efectos que tienen cada una de ellas en la respuesta. Las ideas de la regresión simple se extienden casi automáticamente a la regresión múltiple. La regresión múltiple puede utilizarse para hacer estimaciones del efecto que produce cada variable en combinación con las demás. El desarrollo del modelo comienza con un análisis detenido del contexto del problema. Bajo este concepto la regresión múltiple estudia la posible relación entre varias variables independientes (predictoras o explicativas) y otra variable dependiente (criterio, explicada, respuesta). El fin primordial de este tipo de modelo de regresión, es proponer modelos para analizar de manera conjunta la influencia de varias variables cuantitativas sobre un fenómeno que nos interesa estudiar.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Definición del método de investigación utilizado.

Por el nivel de profundidad del conocimiento la presente investigación se clasificó como explicativa, ya que se analizan las variables (tamaño y ubicación fisiográfica) y su influencia en la determinación del precio de las fincas rurales por hectárea.

Por el énfasis en la orientación teórico metodológica se definió como una investigación cuantitativa no experimental correlacional-causal, ya que se trató de un estudio donde no se hizo variar de forma intencional las variables independientes (tamaño y ubicación fisiográfica) para ver su efecto sobre la variable dependiente (precio promedio por hectárea).

3.2. Contexto espacial y temporal de la investigación.

En el contexto espacial, el trabajo de gabinete de la presente investigación se realizó en las instalaciones centrales del -FONTIERRAS- en el programa de Acceso a la Tierra. La información de campo se obtuvo de las fincas objeto de estudio ubicadas en las regiones fisiográficas siguientes: Tierras Altas Cristalinas, Depresión de Izabal, Tierras Altas Sedimentarias, Pendiente Volcánica Reciente, Llanura Costera del Pacífico y Tierras Altas Volcánicas, de la república de Guatemala; de la misma manera en las fincas rurales que se encuentran en venta ubicadas en las mismas regiones fisiográficas mencionadas. En el contexto temporal, se caracterizó por ser de tipo longitudinal, ya que se analizaron fincas compradas por el -FONTIERRAS- en los años 1999 a 2012, el análisis y la recopilación de información en campo (fincas rurales en venta), se llevó a cabo en un período de 1 año, la distribución del tiempo por actividad se indica en el Anexo 1.

3.3. Variables de estudio.

3.3.1. Clasificación de las variables.

a) Independientes.

El tamaño (extensión en hectáreas) de la finca y la ubicación fisiográfica de la finca.

b) Dependiente.

El precio promedio por hectárea.

En las hipótesis planteadas se identifica una dependencia de las variables de correlación, puesto que se estimó que a mayor influencia de las variables independientes mayor desarrollo de la variable dependiente, generando una relación positiva.

3.3.2. *Definición conceptual y operativa de las variables.*

a) *Definición conceptual.*

- *Tamaño de la finca rural.*

Se refiere a la extensión territorial en hectáreas, de una finca ubicada en el área rural de Guatemala.

- *Ubicación fisiográfica de la finca rural.*

La región fisiográfica, es una región delimitada por criterios de geografía física tales como: el relieve, clima, hidrografía, vegetación y suelos. Para el caso de Guatemala se han clasificado en 11 regiones fisiográficas las cuales son: Cinturón Plegado del Lacandón, Depresión de Izabal, Depresión del Motagua, Llanura Costera del Pacífico, Montañas Mayas, Pendiente Volcánica Reciente, Plataforma Sedimentaria de Yucatán, Tierras Altas Cristalinas, Tierras Altas Sedimentarias, Tierras Altas Volcánicas y Tierras Bajas Interiores del Petén. La ubicación fisiográfica de la finca rural se refiere a las fincas compradas bajo mecanismos del -FONTIERRAS- o las identificadas vía mercado, ubicadas dentro de una de las regiones fisiográficas del país.

- *Precio promedio por hectárea.*

Se define como el precio en quetzales por hectárea, este precio promedio por hectárea de la finca rural, se definió en función de las dos variables independientes, área, y su ubicación en una región fisiográfica.

b) *Definición operacional.*

- *Tamaño de la finca rural.*

El tamaño de las fincas rurales fue determinado por medio de un geoposicionamiento de los mojones de las mismas. Las coordenadas obtenidas fueron descargadas en una base de datos en Excel que posteriormente se trasladó a software SIG, convirtiéndola en un shape de puntos. Para determinar la forma de las fincas se generó un shape de polígonos (a escala real) tomando como base la ubicación de los puntos obtenidos uniendo cada uno hasta obtener la forma de cada finca, utilizando como capa de fondo las ortofotos y hojas cartográficas. Por último mediante geoprosos se calculó el área en hectáreas de cada finca.

- *Ubicación fisiográfica de la finca rural.*

Fue obtenida mediante sobreposición de capas en software SIG, utilizando como capa base el mapa fisiográfico del -MAGA- escala 1:250,000, en el que se identifican 11 regiones

para todo el país y la capa generada de polígonos de ubicación de las fincas, lo que permitió identificar la ubicación fisiográfica de cada finca rural.

- *Precio promedio por hectárea.*

El precio promedio por hectárea de las fincas rurales objeto de estudio y la relación de significancia de las variables independientes sobre el precio, fue definido por medio de un modelo de regresión lineal múltiple. El precio promedio por hectárea es la cantidad de dinero que de acuerdo al modelo que se propone será la justa a pagar por hectárea para las fincas rurales.

3.4. Sujetos (Población y muestra).

Para esta investigación existieron dos universos, el primero estaba conformado por las fincas rurales que se encuentran en deuda agraria (compradas bajo mecanismos del FONTIERRAS- las cuales son hasta el día de hoy 96) y el segundo estaba conformado, por las 58 fincas rurales que se encuentran en proceso de venta y que fueron identificadas vía mercado.

En el primer caso, para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó un muestreo estratificado, cada estrato se definió en función de la ubicación fisiográfica de las fincas objeto de estudio, la cual se estableció por medio de software GIS de acuerdo al mapa generado. (Tabla 1).

Al definir la cantidad de fincas existentes por estrato (región fisiográfica), se procedió a establecer el tamaño de la muestra para cada uno, utilizando la siguiente fórmula con el 90% de confianza (Torres, M y Paz, K. 2002): (Anexo 2).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- N = Total de la población
- $Z^2 = 1.65^2$ (si la seguridad es del 90 %)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1 – p (en este caso 1 – 0.05 = 0.95)
- d = precisión (en este caso un 5%)

A continuación (Tabla 1) se presenta el resumen del tamaño de la muestra por estrato (región fisiográfica).

Tabla 1. Tamaño de la muestra por ubicación fisiográfica con un 90% de confianza fincas -FONTIERRAS-

Región fisiográfica	No. Fincas identificadas	Tamaño de la muestra 90% confianza
Tierras Altas Cristalinas (AltasCri)	3	3
Depresión de Izabal (DepIzaba)	4	4
Tierras Altas Sedimentarias (AltasSed)	11	9
Pendiente Volcánica Reciente (PenVolR)	16	12
Llanura Costera del Pacífico (LlanCost)	24	17
Tierras Altas Volcánicas (AltasVol)	38	22
Total	96	67

Fuente: Elaboración propia 2013.

El tamaño de la muestra que se tomó de las 96 fincas compradas bajo mecanismos del -FONTIERRAS-, fue de 67 fincas, las cuales estuvieron distribuidas tal como se muestra en la (Tabla 1). La selección de las fincas, que fueron objeto de estudio, se realizó de acuerdo a la disponibilidad de fincas por región, en casos en donde una región tenía más fincas que las definidas por la muestra, la selección se realizó al azar, distribuyéndolas de manera que cubriera el área de la región fisiográfica.

Para el segundo caso, fincas identificadas vía mercado, como se mencionó con anterioridad el universo fue de 58 fincas y debido a la cantidad de muestras que se tomaron para el primer caso, se consideró necesario que el universo identificado fuera tomado en su totalidad como objeto de estudio (Tabla 2). La ubicación fisiográfica de estas fincas se describe a continuación:

Tabla 2. Fincas identificadas por ubicación fisiográfica vía mercado

Región fisiográfica	No. Fincas identificadas	No. De la muestra
Tierras Altas Cristalinas (AltasCri)	4	4
Depresión de Izabal (DepIzaba)	8	8
Tierras Altas Sedimentarias (AltasSed)	24	24
Pendiente Volcánica Reciente (PenVolR)	6	6
Llanura Costera del Pacífico (LlanCost)	3	3
Tierras Altas Volcánicas (AltasVol)	13	13
Total	58	58

Fuente: Elaboración propia 2013.

3.5. Fuentes de información.

3.5.1. Primarias.

Para el caso de las fincas compradas bajo mecanismos del -FONTIERRAS-, el expediente fue su referente, ya que en él se encontró la información técnica, jurídica, socioeconómica y espacial de las fincas objeto de estudio, de la misma manera, en las fincas identificadas vía mercado, los propietarios o representantes fueron a quienes se les solicitó la información contenida en la ficha de recolección de datos. (Anexo 3).

3.5.2. Secundarias.

Para el caso de las fincas identificadas vía mercado, esta fuente estuvo compuesta por los clasificados de prensa y sitios web en donde se obtuvo información de fincas rurales en venta.

3.6. Las técnicas e instrumentos para la recopilación de los datos.

Para la recopilación de datos, se utilizaron en el caso de las fincas compradas bajo mecanismos del -FONTIERRAS-, la información contenida en los expedientes, de los cuales se obtuvo el tamaño, forma, precio y ubicación espacial; asimismo para las fincas identificadas vía mercado se utilizaron los clasificados de prensa y sitios web para obtener información de fincas rurales en venta y para la visita la ficha de recolección de datos. (Anexo 3).

3.7. Técnicas de análisis de datos.

Con base en la información recopilada de 125 fincas (67 compradas bajo mecanismos del -FONTIERRAS- y 58 identificadas vía mercado). Se generó una base de datos con variable dependiente que es precio promedio por hectárea y variables independientes: área y ubicación fisiográfica (Anexo 4). Se realizaron diferentes escenarios de modelación con el objeto de determinar el modelo de mejor ajuste que explique el precio de la tierra por hectárea en función del área y la ubicación fisiográfica, realizando análisis de varianza para determinar la significancia de las variables estudiadas utilizando como criterio de mejor ajuste del modelo el coeficiente de determinación. Para ello se establecieron las siguientes relaciones.

3.7.1. Relación precio promedio por hectárea vs área.

a) Modelo lineal.

Se realizó con el objeto de establecer relaciones directa o inversamente proporcionales entre el precio promedio por hectárea y el área.

b) Modelo curvilíneo.

Se generó con el propósito de determinar relaciones no lineales entre el precio promedio por hectárea y el área.

c) Modelo lineal Logaritmo Natural LN (precio) vs LN (área).

Se realizó con el objeto de linealizar posibles relaciones entre el precio promedio por hectárea y el área.

3.7.2. Relación precio promedio por hectárea vs ubicación fisiográfica.

a) Relación precio promedio vs ubicación fisiográfica.

Se realizó para identificar relaciones entre el precio promedio por hectárea y la ubicación fisiográfica, a la cual se le asignó una codificación cuantitativa.

b) Relación LN (precio) vs ubicación fisiográfica.

Se generó para establecer relaciones entre el LN (precio) con intención de linealizar efectos no lineales del precio promedio por hectárea sobre la ubicación fisiográfica.

3.7.3. Relación LN (precio) por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica.

Esta modelación se hizo necesaria ya que la linealización de los escenarios permite deshacer la relación inversamente proporcional entre las variables y la realización de modelos lineales múltiples.

3.8. Pasos del trabajo de campo y de gabinete.

3.8.1. Trabajo de gabinete inicial.

a) Análisis de expedientes del -FONTIERRAS-.

Consistió en extraer la información necesaria para la investigación planteada, tal como el tamaño, la forma, el precio, ubicación (departamento y municipio), coordenadas y el plano de las fincas objeto de estudio, para generar un shape de polígonos.

b) Búsqueda de fincas en venta vía mercado.

Mediante clasificados de prensa, sitios web, y otros medios de información se identificaron fincas rurales en venta, conformando una base de datos, las cuales fueron visitadas posteriormente.

3.8.2. Trabajo de campo inicial.

a) Geoposicionamiento de mojones de fincas identificadas vía mercado.

Utilizando un gps Garmin navegador se georeferenciaron los mojones de las fincas identificadas vía mercado, para que posteriormente se pudiera definir la forma del polígono obteniendo así el área del mismo.

b) Ficha de recolección de datos.

Mediante esta herramienta se pudo obtener la información necesaria para la investigación planteada la cual se solicitó al propietario o representante de la finca, principalmente el precio de venta de la misma.

3.8.3. Trabajo de gabinete intermedio

a) Descarga y ubicación espacial de datos en software GIS.

Para el caso de las fincas objeto de estudio del FONTIERRAS se generó un shape de polígonos con su respectiva tabla de atributos con base en la información obtenida en el análisis del expediente, asimismo en el caso de las fincas identificadas vía mercado, se descargaron mediante software SIG las coordenadas obtenidas por medio del gps para ubicar espacialmente las fincas definiendo la forma de los polígonos y generando un shape con su respectiva tabla de atributos.

b) Identificación de ubicación con base en información espacial de fisiografía.

Los shapes generados se sobrepusieron sobre la capa de fisiografía, obteniendo de esta manera el número de fincas del -FONTIERRAS- y vía mercado que se encuentran ubicadas en cada región fisiográfica (Anexo 5).

c) Vaciado de datos y corrimiento de modelos de regresión.

Con los datos obtenidos de tamaño, precio y ubicación fisiográfica, se creó una matriz identificando las fincas del -FONTIERRAS- y vías de mercado, ésta información se ingresó en el software SAS versión 9.1 corriendo los modelos de regresión, logrando de esta manera determinar la relación de significancia estadística entre las variables estudiadas y la elaboración de la propuesta de un modelo estadístico, que posteriormente fue validado.

3.9. Pasos del trabajo de validación.

3.9.1. Trabajo de campo final.

Éste consistió en la generación de una nueva base de datos con 39 fincas las cuales fueron identificadas vía mercado (Anexo 6), diferentes a las utilizadas para la generación del modelo, éstas fueron geoposicionadas, generando un shape de polígonos con su tabla de atributos, entre estos el cálculo del área en hectáreas.

3.9.2. Trabajo de gabinete final.

a) Aplicación del modelo estadístico generado con mayor significancia.

A la nueva base de datos generada se le aplicó el modelo que de acuerdo al análisis resultó con mayor significancia en donde se utilizan los valores: “ $LN(\text{precio/ha}) = 13.36 - 0.625 * LN(\text{área})$ ” para obtener valores estimados.

b) Aplicación de prueba de normalidad.

Para este caso se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk porque es adecuada para muestras pequeñas ($n < 50$) y permite comprobar que los valores que serán ingresados al modelo han sido extraídos de una población normal, (Xataka ciencia. 2006). Los valores objeto de esta prueba fueron el “ $LN(\text{precio/ha})$ y el $LN(\text{área})$ ”.

c) Prueba de correlación entre los valores obtenidos.

Los valores obtenidos fueron sometidos a la prueba de correlación y coeficiente de Pearson por medio del software Xlstat, para conocer la medida numérica de la correlación lineal entre los mismos (Monografías.com, s/f), validando de esta manera la propuesta del modelo generado.

d) Elaboración del informe final.

Al contar con los resultados se procedió a elaborar el informe final, las conclusiones y recomendaciones respectivas.

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis estadístico de los datos.

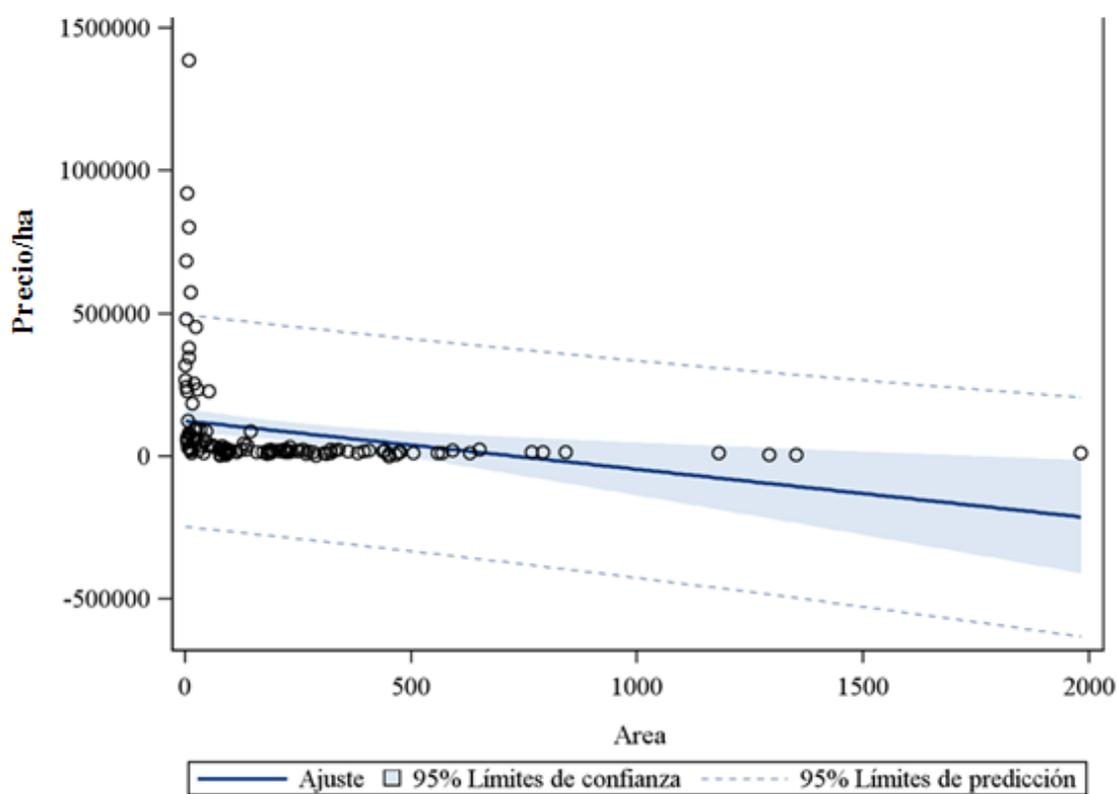
Con base en el análisis estadístico (modelos de regresión lineal múltiple) de la base de datos generada a través de trabajo de campo y sistematizada en gabinete. (Anexo 5). Se determinó la relación de significancia entre las variables independientes (tamaño y ubicación fisiográfica) y la variable dependiente (precio promedio por hectárea) de la siguiente manera:

4.1.1. Relación precio promedio por hectárea vs área.

a) Modelo lineal.

Se establece un modelo lineal entre el precio promedio por hectárea vs el área, Figura 2. $\text{Precio/ha} = I$ (intercepto) + m (pendiente) x (área).

Figura 2. Relación lineal precio vs área



Fuente: Elaboración propia 2013.

De conformidad con el análisis de varianza, hay efecto significativo al 5% del área sobre el precio, Tabla 3; con $r^2 = 0.069$.

Tabla 3. Análisis de Varianza y r^2 de la relación precio vs área

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	319495940924	319495940924	9.20	0.0029
Error	123	4.2706181E12	34720472070		
Total corregido	124	4.590114E12			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	precio Ha Mean
0.069605	212.8660	186334.3	87535.95

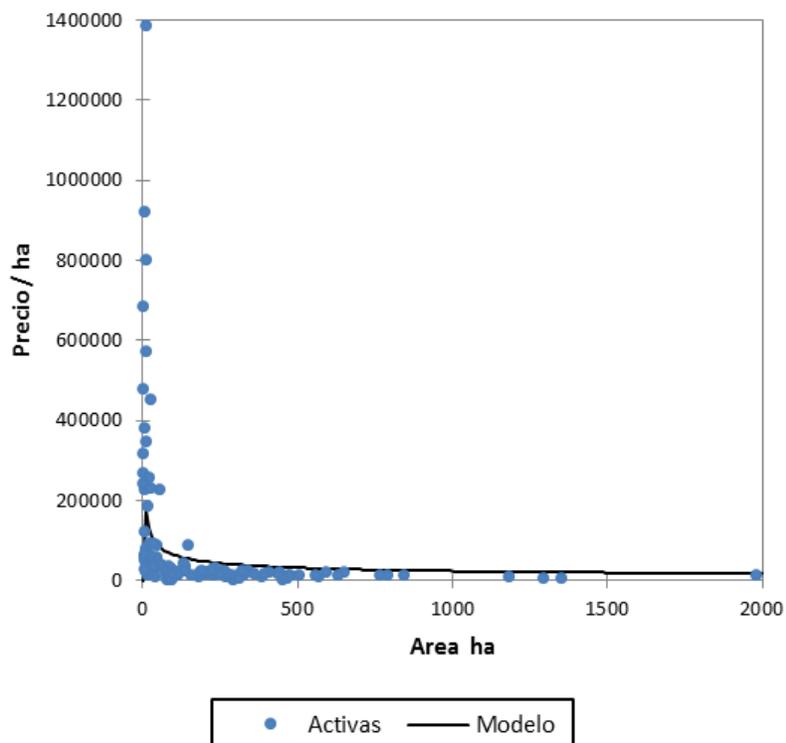
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Area	1	319495940924	319495940924	9.20	0.0029

Fuente: Elaboración propia 2013.

b) Modelo curvilíneo.

Se establece un modelo curvilíneo entre el precio promedio por hectárea vs el área, Figura 3. El modelo es potencial de la forma $Y = C$ (coeficiente) \times (área)⁽⁻ⁿ⁾ exponente.

Figura 3. Modelo curvilíneo precio vs área



Fuente: Elaboración propia 2013.

De conformidad con el análisis de varianza, hay efecto significativo al 5% del área sobre el precio, Tabla 4; con $r^2 = 0.29$.

Tabla 4. Coeficiente de determinación modelo curvilíneo precio vs área

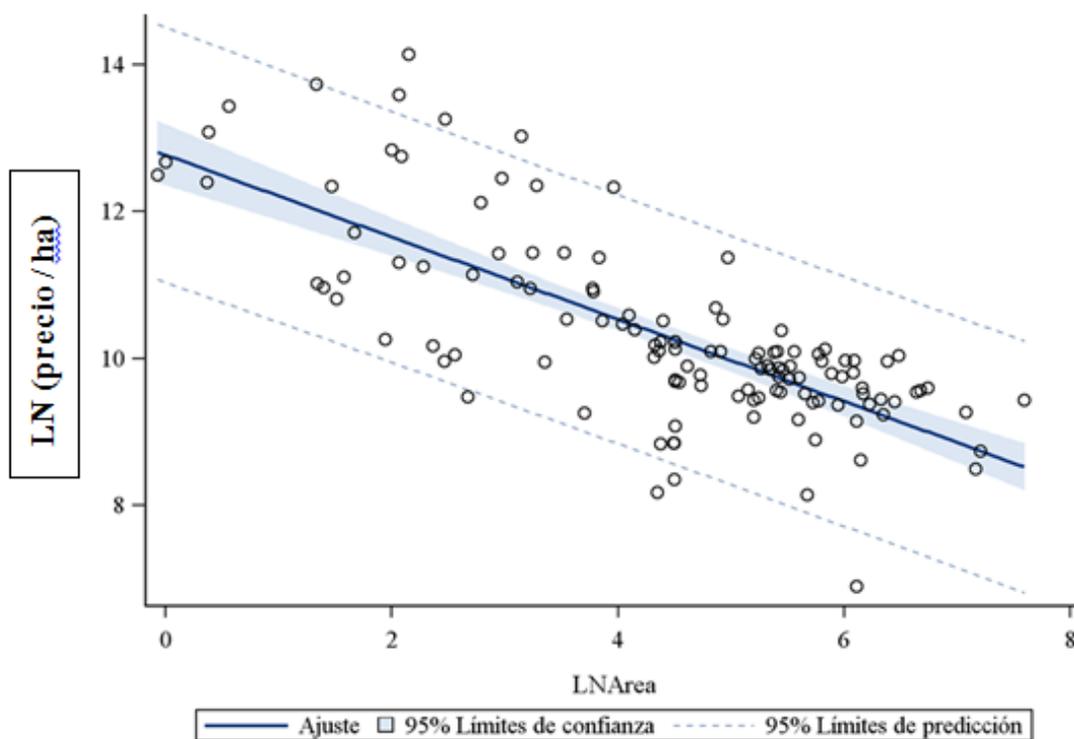
Coeficientes de ajuste:	
Observacion	125.000
GDL	123.000
R ²	0.295
SEC	3257210318028.940
MEC	26481384699.422
RMEC	162731.019
Iteraciones	10.000

Fuente: Elaboración propia 2013.

c) *Modelo lineal Logaritmo Natural -LN- (precio) vs LN (área).*

Se establece un modelo de la relación LN (precio) vs LN (área). Figura 4.

Figura 4. Relación LN (precio) vs LN (área)



Fuente: Elaboración propia 2013.

De conformidad con el análisis de varianza del modelo linealizado a través de la forma de logaritmo natural, existe un efecto significativo al 5% del área sobre el precio promedio por hectárea, Tabla 5; con $r^2 = 0.56$.

Tabla 5. Análisis de varianza y coeficiente de determinación de la relación LN (precio) vs LN (área)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	113.8949907	113.8949907	156.97	<.0001
Error	123	89.2477329	0.7255913		
Total corregido	124	203.1427235			

<u>R-Square</u>	<u>Coeff Var</u>	<u>Root MSE</u>	<u>LNprecio Ha Mean</u>
0.560665	8.256234	0.851816	10.31725

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
LNÁrea	1	113.8949907	113.8949907	156.97	<.0001

Fuente: Elaboración propia 2013.

4.1.2. Relación Precio promedio por hectárea vs ubicación fisiográfica.

a) Relación Precio vs ubicación fisiográfica.

El análisis de varianza de la relación precio vs ubicación fisiográfica demuestra que no existe relación significativa al 5% de la ubicación fisiográfica sobre el precio, con un $r^2 = 0.04$. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Análisis de varianza de la relación precio vs ubicación fisiográfica

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	195563397030	39112679406	1.06	0.3866
Error	119	4.3945506E12	36928996710		
Total corregido	124	4.590114E12			

<u>R-Square</u>	<u>Coeff Var</u>	<u>Root MSE</u>	<u>precio Ha Mean</u>
0.042605	219.5317	192169.2	87535.95

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Zona	5	195563397030	39112679406	1.06	0.3866

Fuente: Elaboración propia 2013.

b) *Relación LN (Precio) vs ubicación fisiográfica.*

El análisis de varianza de la relación LN (precio) vs ubicación fisiográfica demuestra que no existe relación significativa al 5% de la ubicación fisiográfica sobre el LN (precio), con un $r^2 = 0.033$, Tabla 7.

Tabla 7. Análisis de varianza de la relación LN (precio) vs ubicación fisiográfica

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	6.7843293	1.3568659	0.82	0.5362
Error	119	196.3583942	1.6500705		
Total corregido	124	203.1427235			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LNPrecio_Ha Mean
0.033397	12.45051	1.284551	10.31725

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Zona	5	6.78432930	1.35686586	0.82	0.5362

Fuente: Elaboración propia 2013.

4.1.3. Relación LN (precio) por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica.

El análisis del modelo de regresión múltiple tipo mixto, que involucra una variable dependiente (LN precio), una variable independiente cuantitativa (LN área) y una variable independiente cualitativa (ubicación fisiográfica), permite establecer relación de significancia al 5% del área sobre el precio y no así de la ubicación fisiográfica y del efecto combinado del área por ubicación fisiográfica, con un $r^2 = 0.63$, Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de varianza y r^2 de la relación LN (precio) por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	129.3034605	11.7548600	17.99	<.0001
Error	113	73.8392631	0.6534448		
Total corregido	124	203.1427235			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LNPrecio_Ha Mean
0.636515	7.835026	0.808359	10.31725

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
LNArea	1	97.58309543	97.58309543	149.34	<.0001
Zona	5	4.71833754	0.94366751	1.44	0.2139
LNArea*Zona	5	6.98630709	1.39726142	2.14	0.0659

Fuente: Elaboración propia 2013.

Los parámetros y estimadores del modelo lineal múltiple mixto, se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Parámetros y estimadores del modelo lineal múltiple mixto de la relación LN (precio) vs LN (área) y ubicación fisiográfica

<u>Parameter</u>	<u>Estimador</u>		<u>Error estándar</u>	<u>Valor t</u>	<u>Pr > t </u>
Término independiente	13.36792590	B	0.52164992	25.63	<.0001
<u>LNArea</u>	-0.62528902	B	0.11655002	-5.36	<.0001
Zona <u>AltasCri</u>	-0.07056844	B	0.77966598	-0.09	0.9280
Zona <u>AltasSed</u>	-0.02923782	B	0.65174314	-0.04	0.9643
Zona <u>AltasVol</u>	-1.36547752	B	0.67213690	-2.03	0.0445
Zona <u>DepIzaba</u>	-0.41317870	B	0.80158924	-0.52	0.6072
Zona <u>LlanCost</u>	-0.75144110	B	0.82703584	-0.91	0.3655
Zona <u>PenVolR</u>	0.00000000	B	.	.	.
<u>LNArea*Zona AltasCri</u>	-0.22572888	B	0.20609118	-1.10	0.2757
<u>LNArea*Zona AltasSed</u>	-0.05082937	B	0.14051337	-0.36	0.7182
<u>LNArea*Zona AltasVol</u>	0.22847959	B	0.14603264	1.56	0.1205
<u>LNArea*Zona DepIzaba</u>	-0.16244212	B	0.19889990	-0.82	0.4158
<u>LNArea*Zona LlanCost</u>	0.14046231	B	0.17040550	0.82	0.4115
<u>LNArea*Zona PenVolR</u>	0.00000000	B	.	.	.

Fuente: Elaboración propia 2013.

4.2. Análisis y discusión de los resultados.

4.2.1. Relación precio promedio por hectárea vs área.

Se establecieron tres diferentes formas de relacionar el precio y el área de las fincas, en primera instancia la tendencia de la relación es del tipo curvilíneo, por lo que ajustar un modelo lineal es poco lógico, eso explica que aun cuando se encontró significancia al 5%, el coeficiente de determinación del modelo lineal simple no fue representativo (0.069); en una segunda instancia se evaluó el modelo potencial de la forma Precio/ha = C x (área) ^ (-n); cuyo coeficiente de determinación también es bajo ($r^2 = 0.29$), sin embargo representa el mejor ajuste dentro de las opciones comunes de modelaje curvilíneo de la mayor parte de softwares. Es importante mencionar que aun cuando los modelos previamente evaluados no son representativos por poseer coeficientes de determinación bajos, si existe significancia del área sobre el precio al 5% ($Pr > F$ es menor de 0.05), esto ha sido reportado por otros autores (Maddison, D. 2000) y (García, J, Herrerías, R y García, L. 2003). La última forma de relación es la linealización a través de la aplicación de -LN-, tanto para el precio promedio por hectárea como para el área; la linealización además de permitir una relación significativa del ahora LN (área) sobre LN (precio); también permite obtener un coeficiente de determinación bastante bueno para el tamaño de la muestra ($r^2 = 0.56$). Es importante mencionar en este caso, la linealización ratifica la gran influencia del área sobre el precio de las fincas ($Pr > F$ de 0.0001) y se constituye en el paso previo para la aplicación del modelo lineal múltiple, pues a este buen resultado se le ha de sumar posteriormente el efecto de la ubicación fisiográfica. Así mismo, también no se presentan los modelos con sus respectivos coeficientes, ya que no son significativos, más si los análisis de varianza que muestran la significancia del área sobre el precio.

4.2.2. Relación precio promedio por hectárea vs ubicación fisiográfica.

En el caso de la relación del precio promedio por hectárea vs la ubicación fisiográfica, se evaluaron dos formas de relacionamiento de las variables, la primera simplemente el precio vs la ubicación, que de conformidad con el análisis de varianza no establece efecto significativo al 5% sobre el precio (Zona $Pr > F = 0.38$). En segunda instancia se establece la relación LN (precio) vs la ubicación, también no existió relación significativa del 5% de la ubicación sobre el precio (Zona $Pr > F = 0.536$). Por lo que en este estudio en particular no es posible establecer el efecto de la ubicación fisiográfica sobre el precio, sin embargo, es prudente mencionar que existen estudios que sí evidencian efecto de la ubicación sobre el precio de las fincas (Carrera, J. 2000) y (Roka, F y Palmquist, R. 1997).

De forma independiente o unitaria se ha establecido que sí existe relación significativa al 5% del área sobre el precio de las fincas y que para este caso específico de estudio no existe relación al 5% entre la ubicación fisiográfica y el precio. Esto permite establecer un escenario inicial sobre la aplicación de un modelo lineal múltiple mixto, para establecer un efecto combinado de variables independientes.

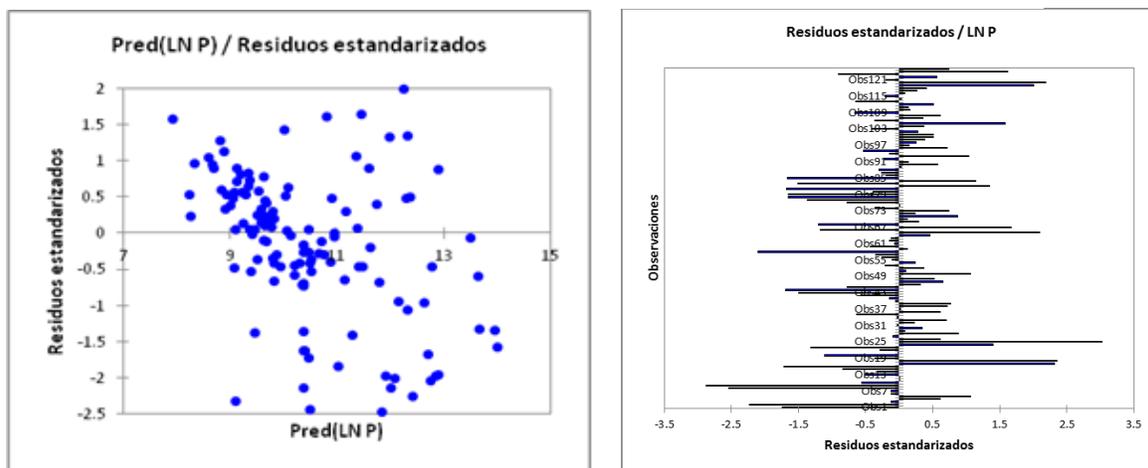
4.2.3. Relación LN (precio) promedio por hectárea vs LN (área) y ubicación fisiográfica.

El modelo multivariado, se constituye en un modelo robusto que permite establecer relación entre el área y el precio de las fincas con una significancia del 5% y un $r^2 = 0.636$. bueno, en cuanto que ya ha sido reportado por muchos autores que el precio de las fincas no solo es producto de su área, más bien de un conjunto de factores entre los que se pueden mencionar: a) las condiciones de acceso a las fincas; b) la ubicación respecto de los principales mercados de productos agropecuarios; c) la disponibilidad de agua para riego; d) la infraestructura productiva interna y externa de la finca; e) los cultivos existentes y su condición; f) la calidad de las tierras, g) la topografía; h) la especulación, i) el respaldo legal sobre la propiedad, (CEPAL. 1998). Entonces el modelo con significancia estadística del 5% es:

$$\text{LN (precio/ha)} = 13.36 - 0.625 \times (\text{LN área})$$

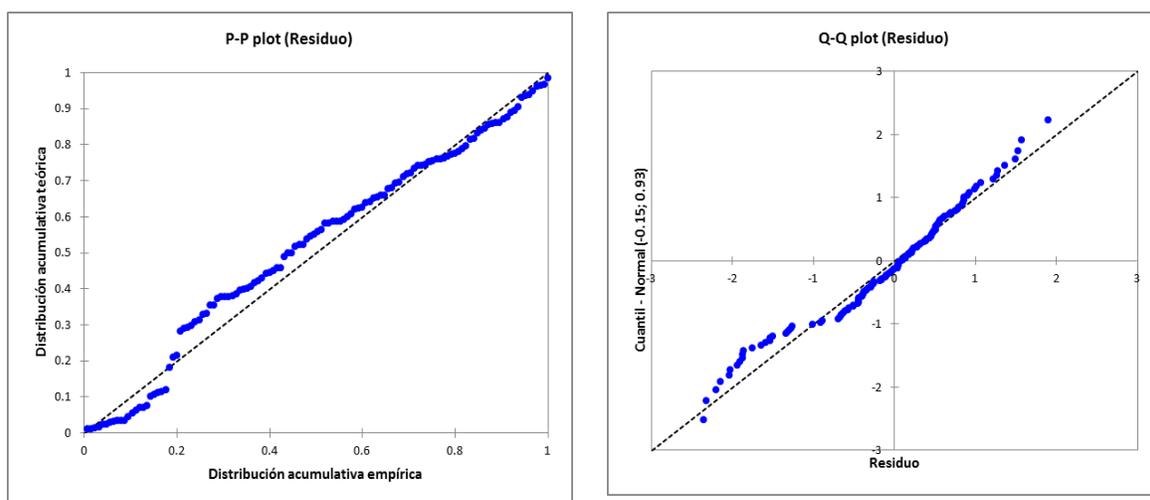
La Figura 5, muestra el análisis de residuos del modelo, el cual no sigue una tendencia específica, por lo que se considera apropiado, así mismo la Figura 6 presenta el análisis de normalidad de los datos, el cual también es satisfactorio al 5% según la prueba de Jarque-Bera, (p-valor=0.075); por lo que el modelo se considera válido para las condiciones de este estudio.

Figura 5. Análisis de residuos del modelo LN (precio) vs LN (área) y ubicación fisiográfica



Fuente: Elaboración propia 2013.

Figura 6. Distribución de la tendencia normal de los residuos del modelo múltiple mixto



Fuente: Elaboración propia 2013.

Una segunda interpretación del análisis de regresión lineal múltiple mixto, es el realizado al **10% de significancia**, en el cual se establece efecto significativo del LN (área) $Pr>F = 0.001$; y efecto significativo de la interacción LN (área)*Zona $Pr>F = 0.0659$, no así de la Zona (ubicación fisiográfica) $Pr>F>0.05$. Esto permite presentar los siguientes modelos de regresión lineal múltiple mixtos, Tabla 10 y Figura 6; el $r^2 = 0.636$ el análisis de residuos y la prueba de normalidad son los mismos presentados en las Figuras 5 y 6.

Tabla 10. Modelos de regresión lineal múltiple mixtos para estimar el precio/ha con significancia del 10% y con $r^2 = 0.63$

<i>LN (Precio/ha) = LNArea * LN (área) ± LNArea * Zona + TI</i>	
LNArea	-0.62528902
LN (area)	Área total en has de la finca rural.
LN (área)*Zona Altas Cristalinas	-0.22572888
LN (área)*Zona Altas Sedimentarias	-0.05082937
LN (área)*Zona Altas Volcánicas	0.22847959
LN (área)*Zona Depresión Izabal	-0.16244212
LN (área)*Zona Llanura Costera del Pacífico	0.14046231
LN (área)*Zona Pendiente Volcánica Reciente	0
Termino independiente (TI)	13.36792590

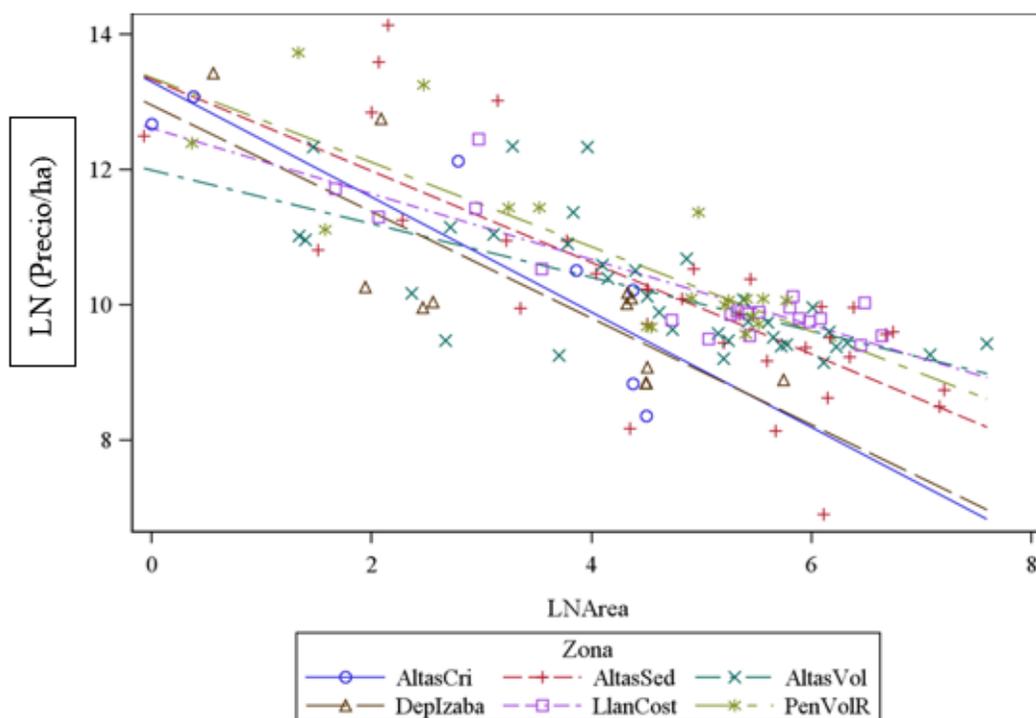
Fuente: Elaboración propia 2013.

Debido a que los modelos estadísticos proporcionan el logaritmo natural del precio, es necesario aplicar la operación de antilogaritmo para obtener el precio por unidad de área en este caso la base del logaritmo natural que es el número neperiano (2.7182).

La aplicación y comparación de los modelos generados, del 5 % y 10 % de significancia se encuentra en los Anexos 7 y 8.

La tendencia de la representación gráfica de los modelos se observa en la Figura 7. Aquí se percibe que aun cuando la pendiente de las diferentes líneas es la misma (-0.6252), los interceptos son diferentes, mostrando un orden decreciente de la siguiente forma: Fincas de la región (zona) Tierras Altas Volcánicas, Llanura Costera del Pacífico, Pendiente Volcánica Reciente, Tierras Altas Sedimentarias, Depresión de Izabal y Tierras Altas Cristalinas. Lo anterior es un indicador del efecto LN (área)*Zona o ubicación fisiográfica sobre el precio promedio por hectárea, es decir que en función de este efecto combinado, por ejemplo: las fincas de la Llanura Costera del Pacífico poseen mayores precios promedios por hectárea que aquellas fincas ubicadas en las Tierras Altas Cristalinas.

Figura 7. Tendencia de la representación gráfica de los modelos de LN (precio) = I + m * LN (área) por ubicación fisiográfica



Fuente: Elaboración propia 2013.

5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA VALIDACIÓN

5.1. Análisis estadístico de la validación.

5.1.1. Prueba de normalidad.

El análisis de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk aplicada a los 39 valores obtenidos de “LN (precio/ha) y el LN (área)” permite comprobar que los mismos se encuentran dentro de una población normal a un nivel de significancia del 5%, tal como lo muestran las Tablas 11 y 12, y que el valor de “p” para ambos es mayor que el de significancia 0.05 lo que indica que las variables de las que se extrajo la muestra siguen una distribución normal.

Tabla 11. Estadística descriptiva prueba de normalidad Shapiro Wilk

Variable	Observaciones	Observación con datos perdidos	Observación sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Ln_Precio/ha	39	0	39	12.899	17.074	15.415	1.065
Ln_Area	39	0	39	2.856	6.945	4.904	1.139

Fuente: Elaboración propia 2014.

Tabla 12. Prueba de Shapiro Wilk para Ln_precio/ha y Ln_Area

Factor	Ln_precio/ha	Ln_Area
W	0.960	0.967
p-valor	0.173	0.294
Alfa	0.05	0.05

Fuente: Elaboración propia 2014.

5.1.2. Prueba de correlación entre los valores obtenidos.

La prueba de correlación aplicada al modelo “ $LN(\text{precio/ha}) = 13.36 - 0.625 * LN(\text{área})$ ” en donde $LN(\text{precio/ha}) = Ln_Precio_Observado$ y $13.36 - 0.625 * LN(\text{área}) = Ln_Precio_Estimado$, permite establecer relación de significancia al 5% con un $r^2 = 0.599$.

Tabla 13. Estadística descriptiva prueba de correlación Pearson

Variable	Observaciones	Observación con datos perdidos	Observación sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Ln_Precio_Observado	39	0	39	12.899	17.074	15.415	1.065
Ln_Precio_Estimado	39	0	39	9.019	11.575	10.295	0.712

Fuente: Elaboración propia 2014.

Tabla 14. Coeficientes de determinación (r^2)

Variables	Ln_Precio_Observado	Ln_Precio_Estimado
Ln_Precio_Observado	1	0.599
Ln_Precio_Estimado	0.599	1

Fuente: Elaboración propia 2014.

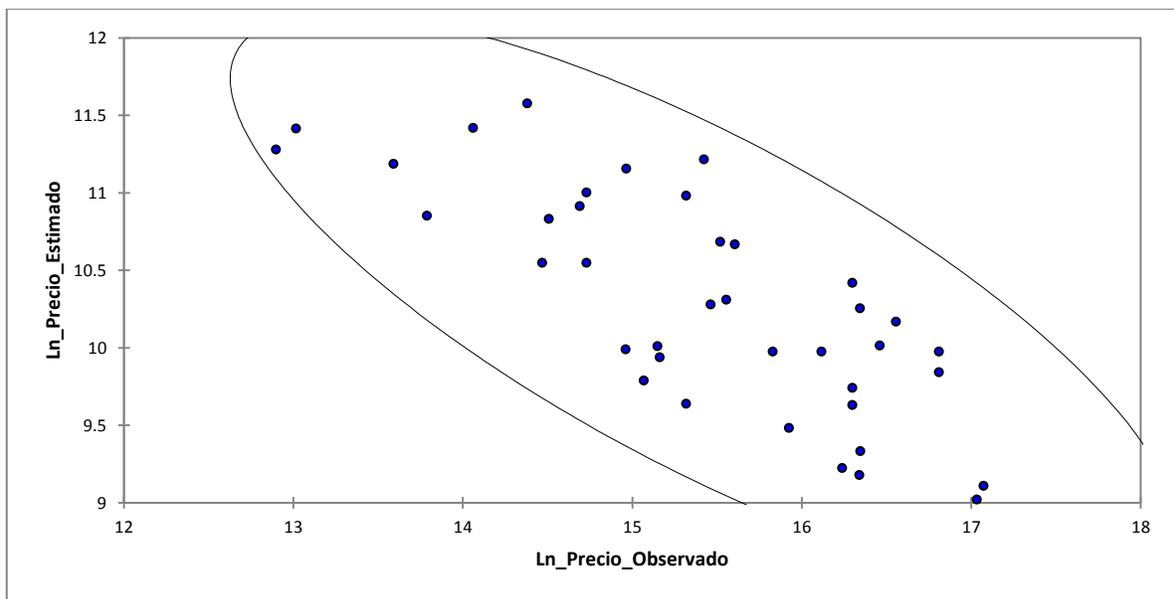
Nivel de significancia 0.05 y un r^2 de 0.599.

5.2. Análisis y discusión de los resultados de la validación.

El valor predicho por el modelo representa en promedio el 60% del valor real de la tierra. Según (Díaz, M. 2014), la diferencia del valor predicho por el modelo (40%) se debe a otras variables no estudiadas tales como: distancia a centros poblados, mercados, cabecera departamental, servicios, capacidad de uso de las tierras, entre otras.

Así mismo, la Figura 8 muestra el análisis de dispersión del logaritmo natural del precio observado vs. el logaritmo natural del precio estimado, de donde se concluye que las variables estudiadas en la validación se encuentran dentro del intervalo de confianza obtenido por medio de la comparación del Ln_Precio_Observado y el Ln_Precio_Estimado determinado por el modelo, lo que ratifica su validación.

Figura 8. Diagrama de dispersión de Ln_Precio_Observado y Ln_Precio_Estimado



Fuente: Elaboración propia 2014.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

1. Se determinó que en el precio promedio por hectárea de las fincas rurales existe un efecto significativo del tamaño o superficie al 5%, lo que permite explicar que mientras mayor extensión tenga una finca el precio total será más alto.
2. La relación de la ubicación fisiográfica de las fincas sobre el precio promedio por hectárea no tiene un efecto significativo al 5%.
3. El efecto significativo del 10%, obtenido por medio de la combinación LN (área) * la ubicación fisiográfica de las fincas sobre el precio promedio por hectárea, evidencia que existe variación de precios, en función de la región fisiográfica en donde se ubique la finca.
4. El modelo para estimar el precio/ha con significancia del 5% y con $r^2 = 0.63$ es: $LN(\text{precio/ha}) = 13.36 - 0.625 * LN(\text{área})$, al validarlo indica asociación promedio de 60% entre los valores estimados del LN (precio/ha) en relación a los valores observados, asimismo evidencia la existencia de otros factores no estudiados que influyen en el precio.
5. Los modelos específicos para estimar el precio/ha con significancia del 10% y con $r^2 = 0.63$ son:

Tabla 15. Modelos específicos para estimar el precio/ha con significancia del 10% y con $r^2 = 0.63$

<i>$LN(\text{Precio/ha}) = LN\text{Area} * LN(\text{área}) \pm LN\text{Area} * \text{Zona} + TI$</i>	
LNArea	-0.62528902
LN (area)	Área total en has de la finca rural.
LN (área)*Zona Altas Cristalinas	-0.22572888
LN (área)*Zona Altas Sedimentarias	-0.05082937
LN (área)*Zona Altas Volcánicas	0.22847959
LN (área)*Zona Depresión Izabal	-0.16244212
LN (área)*Zona Llanura Costera del Pacífico	0.14046231
LN (área)*Zona Pendiente Volcánica Reciente	0
Termino independiente (TI)	13.36792590

Fuente: Elaboración propia 2013.

Debido a que los modelos estadísticos proporcionan el logaritmo natural del precio, es necesario aplicar la operación de antilogaritmo para obtener el precio por unidad de área en este caso la base del logaritmo natural que es el número neperiano (2.7182), también debe considerarse que para la aplicación de estos modelos la finca debe estar ubicada dentro de las regiones fisiográficas estudiadas y el dato del área debe ingresarse en hectáreas ya que es el parámetro reconocido por el modelo.

6.2. Recomendaciones.

1. Generar una base de datos continua con la mayor cantidad de precios de fincas ubicadas por región o zona fisiográfica, con el propósito de actualizar los datos y enriquecer los modelos generados.
2. Determinar una serie de variables explicativas además del área y la región o zona fisiográfica, de tipo económico y agronómico, para que formen parte del muestreo, tal como: distancia a centros poblados, mercados, cabecera departamental, servicios, capacidad de uso de las tierras, entre otras.
3. Proponer estudios sobre el efecto de factores no técnicos que influyen el valor de la tierra, por ejemplo el mejor y mayor uso, la especulación, la inseguridad social y el mercado informal de tierras sin certeza jurídica.
4. Los modelos pueden seguir teniendo validez para los años subsiguientes, solo debe considerarse que al precio estimado con ellos, debe agregarse un porcentaje de incremento anual al valor de la tierra, el cual puede oscilar entre un 3% y un 5% en función de las variables de mejoras y su respectiva plusvalía.
5. Elaborar un mapa fisiográfico a nivel nacional a menor escala, mejorando el nivel de detalle de cada una de las zonas, para que al realizar este tipo de trabajos se obtengan mejores resultados.
6. Realizar un ejercicio de este tipo de trabajo utilizando imágenes satelitales para obtener mayor detalle de las áreas a muestrear afinando los modelos generados.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, R; Iruretagoyena, M. 1995. Valoración agraria. Conceptos, métodos y aplicaciones. 1 ed. Madrid, ES, Mundi Prensa.
2. Alonso, R y Serrano, A. 1998. Valoración agraria. Casos prácticos de valoración agraria. 2 ed. Madrid, ES, Agrícola española.
3. Alonso, R y Serrano, A. 2007. Valoración agraria. Casos prácticos de valoración agraria. 2 ed. Madrid, ES, Agrícola española.
4. Caballer, V. 1993. Valoración agraria. Teoría y práctica. 3 ed. Madrid, ES, Mundi Prensa.
5. Calatrava, J y Cañero, R. 2000. Valoración de fincas olivareras de secano mediante métodos econométricos. Investigación agraria. Producción y protección vegetal. 3 ed. Madrid, ES, Mundi Prensa.
6. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 1998. Tierra, mercado y estado, Unidad de Desarrollo Agrícola en Perspectivas sobre mercados de Tierras Rurales en América Latina, BID, Santiago, CL, S.e.
7. Carrera, J. 2000. El estudio de mercado de Tierras en Guatemala. Proyecto: Opciones de políticas para el fomento del desarrollo de mercados de tierras agrícolas, con el fin de facilitar la transferencia de tierras a pequeños agricultores. Naciones Unidas, Santiago, CL, S.e.
8. Díaz, M. 2014. Determinación de modelos econométricos para la valoración de tierras rurales en Guatemala. (en línea). Ciencias Técnicas Agropecuarias. 23. Consultado 27 abril 2014. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542014000100008&script=sci_arttext
9. e8D soluciones. s/f. Análisis estadístico. (en línea). Consultado 6 mayo 2013. Disponible en http://www.e8dsoluciones.es/analisis_estadistico_que_es.htm
10. García, J, Cruz, S y Rosado, L. 2002. Extensión multi-índice del método beta en valoración agraria. Economía agraria y recursos naturales. 3 ed. Madrid, ES, Mundi Prensa.
11. García, J, Herrerías, R y García, L. 2003. Valoración agraria: contrastes estadísticos para índices y distribuciones en el método de las dos funciones de distribución. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros. 93-118.

12. Guadalajara, N. 1996. Valoración agraria. Casos prácticos. 1 ed. Madrid, ES, Mundi Prensa.
13. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. 1999. Decreto número 24-99, Ley del Fondo de Tierras.
14. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. 2005. Decreto número 41-2005, Ley del Registro de Información Catastral.
15. IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, PE). s/f. Caracterización biofísica de la zona Pacaya – Samiria. (en línea). Consultado 24 enero 2013. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/ZIN/Pacaya/fisiografia.htm>
16. IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente). 2010-2012. Perfil Ambiental de Guatemala Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo.
17. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. Características generales de las fincas censales y de productoras y productores agropecuarios. (en línea) Consultado 2 mayo 2013. Disponible en <http://www.fausac.usac.edu.gt/cedia/CEDIADOCS/CENAGRO/Tomo%20I.pdf>
18. Kotler, P y Armstrong, G. 2008. Fundamentos de Marketing. 8 ed. México D.F. Person/Prentice Hall.
19. Maddison, D. 2000. A hedonic analysis of agricultural land prices in England and Wales. European Review of Agricultural Economics. 92-104.
20. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala. Memoria Técnica Escala 1:250,000.
21. Medina, F. 2001. Consideraciones sobre el índice de Gini para medir la concentración del ingreso. (en línea). Consultado 2 de mayo de 2013. Disponible en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/6570/lc11493e.pdf>
22. Monografías.com, s/f. Coeficiente de correlación de Karl Pearson. (en línea). Consultado 22 marzo 2014. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Lxhdakzh7tIJ:www.>

monografias.com/trabajos85/coeficiente-correlacion-karl-pearson/coeficiente-correlacion-karl-pearson.shtml+&cd=6&hl=es-419&ct=clnk&gl=gt

23. Ninvus. s/f. Análisis estadístico. (en línea). Consultado 6 de mayo de 2013. Disponible en: <http://www.ninvus.cl/AnlisisEstadstico.htm>
24. Periu, M. 2010. La diferencia entre valor y precio. (en línea). Consultado 25 enero 2013. Disponible en <http://www.dineroycredito.com/la-diferencia-entre-valor-y-precio/123/>
25. Plantinga, A y Miller, J. 2001. Agricultural land prices in England and Wales, European Review of Agricultural Economics. 56-67.
26. Rojo, J. 2007. Regresión lineal múltiple. (en línea). Consultado 7 mayo 2013. Disponible en http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_UAE/tutoriales/PDF/Regresion_lineal_multiple_3.pdf
27. Roka, F y Palmquist, R. 1997. Examining the use of national databases in a hedonic analysis of regional farmland values. American Journal of Agricultural Economics. 106-117.
28. Thompson, I. 2006. Definición de precio. (en línea). Consultado 24 enero 2013. Disponible en <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/precio-definicion/concepto.html>
29. Torres, M y Paz, K. 2002. Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. (en línea). Consultado 6 marzo 2013. Disponible en http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf
30. Valdez, I. s/f. Regresión Lineal Múltiple. (en línea). Consultado 7 mayo 2013. Disponible en <http://www.dcb.unam.mx/profesores/irene/Notas/Regresion.pdf>
31. Wikipedia, La Enciclopedia Libre. 2013. Medio rural. (en línea). US. Consultado 18 enero 2013. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Medio_rural
32. Wikipedia, La Enciclopedia Libre. 2013. Finca. (en línea). US. Consultado 23 enero 2013. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Finca>
33. Xataka ciencia. 2006. Contraste de Shapiro Wilk. (en línea). Consultado 22 marzo 2014. Disponible en <http://www.xatakaciencia.com/matematicas/contraste-de-shapiro-wilk>

8. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades.

Fases	Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Trabajo de gabinete inicial	Análisis de expedientes del FONTIERRAS																																																
	Búsqueda de fincas en venta vía mercado																																																
Trabajo de campo	Geoposicionamiento de mojones de fincas identificadas vía mercado y recolección de datos																																																
Trabajo de gabinete final	Descarga y ubicación espacial de datos en software GIS																																																
	Identificación de ubicación con base en información espacial de fisiografía																																																
	Vaciado de datos y corrimiento de modelos de regresión																																																
	Elaboración del informe final																																																

Anexo 2. Definición de la muestra por ubicación fisiográfica de fincas del -FONTIERRAS-.

1) *Tierras Altas Cristalinas:*

$$= \frac{3 (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}{(0.05)^2(3 - 1) + (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = 2.88 \cong 3 \text{ Fincas}$$

2) *Depresión de Izabal:*

$$= \frac{4 (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}{(0.05)^2(4 - 1) + (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = 3.78 \cong 4 \text{ Fincas}$$

3) *Tierras Altas Sedimentarias:*

$$\frac{11 (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}{(0.05)^2(11 - 1) + (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = 9.21 \cong 9 \text{ Fincas}$$

4) *Pendiente Volcánica Reciente:*

$$\frac{16 (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}{(0.05)^2(16 - 1) + (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = 12.40 \cong 12 \text{ Fincas}$$

5) *Llanura Costera del Pacífico:*

$$\frac{24 (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}{(0.05)^2(24 - 1) + (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = 16.61 \cong 17 \text{ Fincas}$$

6) *Tierras Altas Volcánicas:*

$$\frac{38 (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}{(0.05)^2(38 - 1) + (1.65)^2 (0.05 \times 0.95)}$$

$$n = 22.15 \cong 22 \text{ Fincas}$$

Anexo 3. Ficha de recolección de datos en campo.

Ficha de recolección de datos en campo

Fecha: _____

I. Datos generales

1. Departamento:

2. Municipio:

3. Nombre de la finca:

4. Área de la finca:

5. Precio de compra de finca: _____

6. Coordenadas X1 _____ Y1 _____ X2 _____ Y2 _____

7. Ubicación fisiográfica: _____

8. Observaciones: _____

II. Croquis de campo

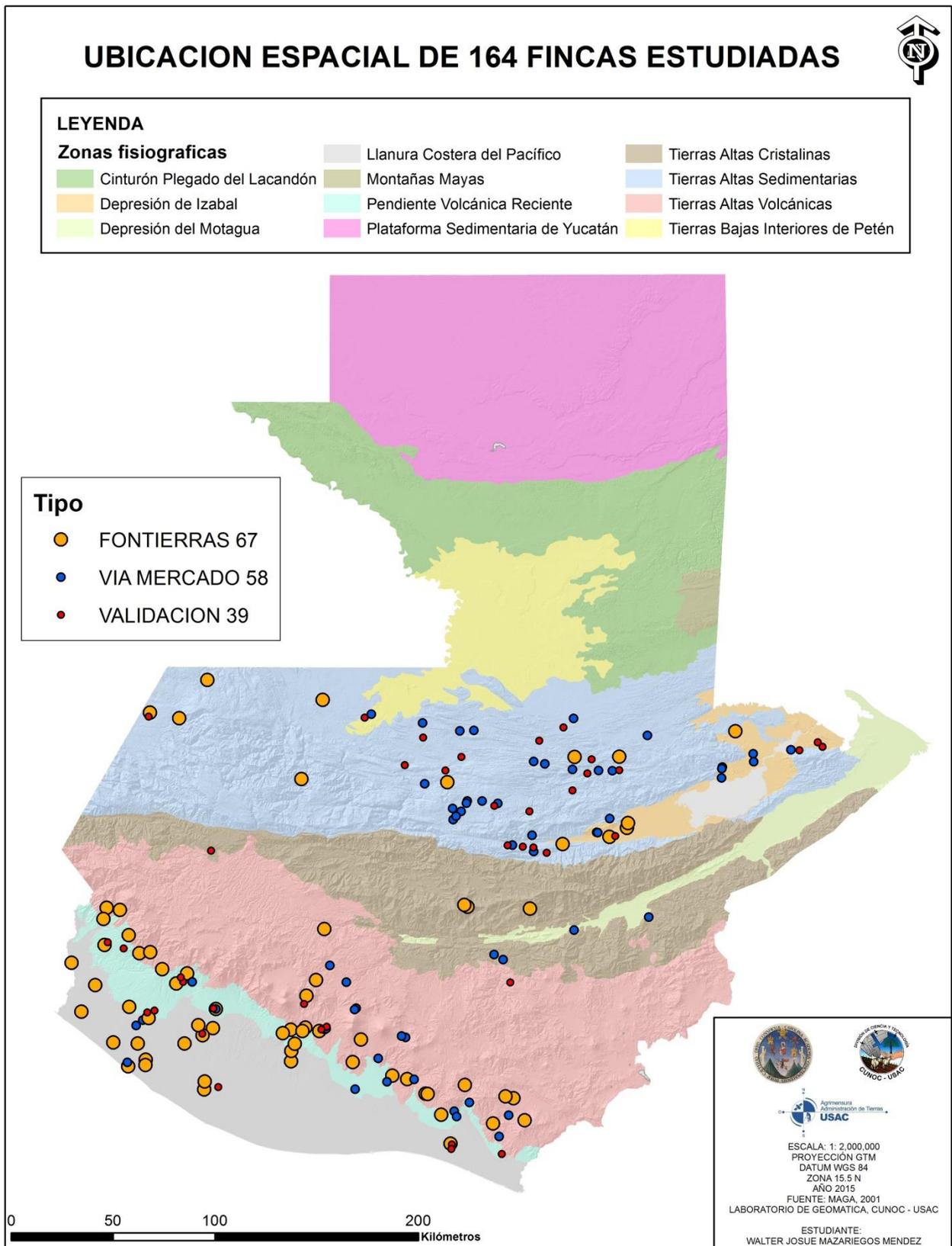
Anexo 4. Base de datos generada.

No	Tipo	Precio (Q)	Región Fisiográfica	Área (has)	Coord_x	Coord_y
1	FT	550.000.00	AltasCri	79.36	515736	1659882
2	FT	384.000.00	AltasCri	90.07	514203	1660831
3	FT	2.200.000.00	AltasCri	79.48	546426	1658974
4	VM	700.000.00	AltasCri	1.46	604705	1654735
5	VM	3.000.000.00	AltasCri	16.22	528779	1636425
6	VM	1.749.600.00	AltasCri	47.57	568054	1648344
7	VM	319.500.00	AltasCri	1.00	533172	1633968
8	FT	276.716.00	AltasSedi	77.33	434139	1722613
9	FT	450.000.00	AltasSedi	450.34	444613	1761586
10	FT	2.580.000.00	AltasSedi	268.26	359847	1755313
11	FT	5.853.768.26	AltasSedi	568.75	387919	1771316
12	FT	8.500.000.00	AltasSedi	1.350.76	568313	1733527
13	FT	2.277.848.50	AltasSedi	180.64	374179	1752558
14	FT	6.380.030.00	AltasSedi	1.291.60	590203	1733561
15	FT	2.600.000.00	AltasSedi	466.06	505765	1721109
16	FT	1.000.000.00	AltasSedi	289.93	562463	1690673
17	VM	6.300.000.00	AltasSedi	7.85	515560	1711782
18	VM	10.552.000.00	AltasSedi	23.27	508449	1708192
19	VM	250.000.00	AltasSedi	0.93	508711	1702676
20	VM	600.000.00	AltasSedi	28.45	522910	1711872
21	VM	1.440.000.00	AltasSedi	25.08	518878	1746574
22	VM	750.000.00	AltasSedi	9.73	512573	1706713
23	VM	225.000.00	AltasSedi	4.54	511986	1746235
24	VM	2.800.000.00	AltasSedi	7.37	510176	1704375
25	VM	11.900.000.00	AltasSedi	8.58	515231	1710796
26	VM	5.200.000.00	AltasSedi	137.60	586904	1726693
27	VM	4.500.000.00	AltasSedi	381.42	537778	1690105
28	VM	12.573.000.00	AltasSedi	590.44	548264	1731303
29	VM	4.000.000.00	AltasSedi	209.41	494763	1720271
30	VM	2.500.000.00	AltasSedi	43.50	530585	1710713
31	VM	2.500.000.00	AltasSedi	90.23	567750	1752402
32	VM	6.500.000.00	AltasSedi	474.89	580085	1726884
33	VM	12.495.000.00	AltasSedi	842.13	567298	1727369
34	VM	2.500.000.00	AltasSedi	90.25	553743	1730041
35	VM	1.500.000.00	AltasSedi	90.26	604082	1744117
36	VM	11.300.000.00	AltasSedi	790.92	547462	1695011
37	VM	3.000.000.00	AltasSedi	123.68	585590	1703191
38	VM	9.500.000.00	AltasSedi	441.53	493654	1750250
39	VM	7.500.000.00	AltasSedi	230.40	548218	1687035
40	VM	2.000.000.00	AltasSedi	56.80	468436	1754476
41	FT	2.260.000.00	AltasVol	90.32	338506	1659405
42	FT	1.750.000.00	AltasVol	113.81	378026	1627159
43	FT	278.893.37	AltasVol	10.61	441381	1623893
44	FT	427.500.00	AltasVol	40.61	543761	1555008
45	FT	1.806.180.00	AltasVol	181.20	538355	1565751
46	FT	7.000.000.00	AltasVol	471.93	486174	1575137

47	FT	8.700.000.00	AltasVol	406.00	463413	1594601
48	FT	12.500.000.00	AltasVol	1.180.05	534358	1566649
49	FT	3.909.805.70	AltasVol	225.80	354555	1636996
50	FT	24.783.353.86	AltasVol	1.981.66	514456	1572299
51	FT	6.000.000.00	AltasVol	504.04	528230	1553422
52	FT	5.200.000.00	AltasVol	217.22	345063	1658258
53	FT	3.700.000.00	AltasVol	305.74	436651	1616139
54	FT	7.060.000.00	AltasVol	558.71	495170	1568056
55	FT	3.900.000.00	AltasVol	283.61	459414	1583479
56	FT	4.250.000.00	AltasVol	451.34	496168	1567858
57	FT	2.000.000.00	AltasVol	100.71	359867	1637622
58	FT	190.000.00	AltasVol	14.45	445452	1648953
59	FT	4.620.000.00	AltasVol	270.75	436174	1600547
60	FT	2.464.000.00	AltasVol	189.22	442955	1598799
61	FT	2.062.500.00	AltasVol	63.23	365757	1629254
62	FT	4.000.000.00	AltasVol	322.45	478846	1576887
63	VM	1.050.000.00	AltasVol	15.11	448160	1631048
64	VM	997.000.00	AltasVol	4.35	485274	1595638
65	VM	11.995.000.00	AltasVol	52.41	456179	1622805
66	VM	234.000.00	AltasVol	3.82	461037	1610012
67	VM	6.200.000.00	AltasVol	26.66	483415	1596293
68	VM	234.000.00	AltasVol	4.05	460332	1609417
69	VM	2.400.000.00	AltasVol	43.75	445700	1599600
70	VM	2.400.000.00	AltasVol	60.24	446295	1599998
71	VM	4.000.000.00	AltasVol	46.00	471955	1585359
72	VM	3.000.000.00	AltasVol	81.22	489572	1575013
73	VM	5.700.000.00	AltasVol	129.35	531284	1546972
74	VM	2.500.000.00	AltasVol	172.47	536005	1557394
75	VM	1.400.000.00	AltasVol	22.35	509199	1559460
76	FT	2.285.973.90	Deplzaba	312.06	647288	1746207
77	FT	800.000.00	Deplzaba	90.32	585438	1694229
78	FT	625.000.00	Deplzaba	89.62	594037	1698583
79	FT	625.000.00	Deplzaba	89.42	594570	1701010
80	VM	1.700.000.00	Deplzaba	75.35	579199	1696373
81	VM	250.000.00	Deplzaba	11.73	640835	1728494
82	VM	2.800.000.00	Deplzaba	8.05	640511	1723213
83	VM	300.000.00	Deplzaba	12.93	640664	1727703
84	VM	1.200.000.00	Deplzaba	1.75	656049	1735028
85	VM	200.000.00	Deplzaba	6.96	656281	1731193
86	VM	2.000.000.00	Deplzaba	75.44	579657	1696300
87	VM	1.925.000.00	Deplzaba	78.507	674546	1736956
88	FT	1.300.000.00	LlanCost	34.55	390741	1600257
89	FT	3.700.000.00	LlanCost	192.84	376716	1592661
90	FT	10.750.000.00	LlanCost	767.12	357732	1584676
91	FT	4.142.000.00	LlanCost	204.95	429104	1583908
92	FT	3.200.000.00	LlanCost	229.12	507354	1543530
93	FT	14.943.005.18	LlanCost	651.13	353793	1592736
94	FT	650.000.00	LlanCost	5.29	326112	1608302
95	FT	2.100.000.00	LlanCost	157.61	321275	1632289
96	FT	8.500.000.00	LlanCost	339.16	332837	1621334

97	FT	4.386.925.81	LlanCost	225.80	341743	1593245
98	FT	4.986.000.00	LlanCost	249.74	349112	1581407
99	FT	6.825.000.00	LlanCost	394.71	357527	1582119
100	FT	7.975.000.00	LlanCost	438.06	386445	1570049
101	FT	7.078.351.70	LlanCost	330.58	385630	1596667
102	FT	7.700.000.00	LlanCost	630.45	386635	1574070
103	FT	2.000.000.00	LlanCost	112.70	383558	1601704
104	FT	6.490.000.00	LlanCost	360.09	429178	1589023
105	VM	4.999.000.00	LlanCost	19.48	352965	1601594
106	VM	640.000.00	LlanCost	7.86	348666	1583457
107	VM	1.760.000.00	LlanCost	19.00	356209	1604141
108	FT	7.598.000.00	PenVolR	322.16	337420	1641038
109	FT	1.462.500.00	PenVolR	90.32	502769	1557705
110	FT	4.064.686.00	PenVolR	183.99	372696	1622190
111	FT	4.400.000.00	PenVolR	234.38	428969	1599469
112	FT	6.300.000.00	PenVolR	259.67	430942	1592579
113	FT	1.500.000.00	PenVolR	93.74	425062	1597783
114	FT	4.150.000.00	PenVolR	247.93	434759	1598873
115	FT	3.175.000.00	PenVolR	221.29	349329	1645953
116	FT	3.300.000.00	PenVolR	135.03	336919	1653946
117	FT	4.491.093.20	PenVolR	189.22	359069	1605201
118	FT	5.423.000.00	PenVolR	222.64	349626	1610738
119	FT	3.500.000.00	PenVolR	3.80	392191	1609664
120	VM	6.775.000.00	PenVolR	11.81	392124	1609603
121	VM	350.000.00	PenVolR	1.44	460519	1570236
122	VM	2.392.000.00	PenVolR	25.72	516619	1563680
123	VM	324.700.00	PenVolR	4.82	476252	1573845
124	VM	12.550.000.00	PenVolR	143.97	380522	1622976
125	VM	3.157.000.00	PenVolR	33.87	510371	1556739

Anexo 5. Mapa de ubicación espacial de 164 fincas estudiadas.



Fuente: Elaboración propia 2015 con información de MAGA 2001.

Anexo 6. Base de datos validación.

No	Tipo	Precio (Q)	Región Fisiográfica	Área (has)	Coord_x	Coord_y
1	VA	7,500,000.00	AltasCri	225.62	554691	1686394
2	VA	15,504,000.00	AltasCri	165.51	389752	1687450
3	VA	5,200,000.00	AltasSedi	138.71	576636	1732381
4	VA	3,850,000.00	AltasSedi	238.95	574646	1725391
5	VA	975,000.00	AltasSedi	55.35	590210	1727017
6	VA	12,495,000.00	AltasSedi	805.48	567350	1717040
7	VA	26,000,000.00	AltasSedi	902.50	512761	1733438
8	VA	3,800,000.00	AltasSedi	213.40	504941	1726900
9	VA	25,000,000.00	AltasSedi	1037.88	494000	1743063
10	VA	8,250,000.00	AltasSedi	496.37	484902	1729483
11	VA	2,500,000.00	AltasSedi	90.25	562808	1747933
12	VA	4,500,000.00	AltasSedi	385.76	535415	1690079
13	VA	3,150,000.00	AltasSedi	219.90	542948	1689356
14	VA	11,300,000.00	AltasSedi	749.94	548078	1689010
15	VA	400,000.00	AltasSedi	28.00	550930	1741463
16	VA	12,573,000.00	AltasSedi	630.39	546190	1706744
17	VA	450,000.00	AltasSedi	22.56	528946	1709482
18	VA	2,000,000.00	AltasSedi	57.22	465183	1752838
19	VA	3,500,000.00	AltasSedi	303.75	678770	1736759
20	VA	10,000,000.00	AltasSedi	225.63	359118	1753346
21	VA	2,500,000.00	AltasVol	43.66	446508	1600921
22	VA	2,400,000.00	AltasVol	50.24	444019	1599584
23	VA	12,000,000.00	AltasVol	327.53	536810	1622632
24	VA	6,000,000.00	AltasVol	74.46	435447	1612137
25	VA	12,000,000.00	Deplzaba	391.80	588323	1694546
26	VA	1,925,000.00	Deplzaba	90.00	690108	1738491
27	VA	800,000.00	Deplzaba	32.46	687747	1740623
28	VA	1,260,000.00	LlanCost	23.35	508008	1543125
29	VA	3,157,000.00	LlanCost	34.11	507737	1540909
30	VA	5,700,000.00	LlanCost	131.77	532637	1538329
31	VA	4,500,000.00	LlanCost	45.00	385555	1597548
32	VA	20,000,000.00	LlanCost	225.00	393310	1571241
33	VA	12,000,000.00	PenVolIR	111.00	376157	1623014
34	VA	12,550,000.00	PenVolIR	143.97	374882	1625114
35	VA	1,760,000.00	PenVolIR	17.40	358417	1607934
36	VA	20,000,000.00	PenVolIR	279.00	339084	1642408
37	VA	5,500,000.00	PenVolIR	72.50	391004	1609918
38	VA	5,000,000.00	PenVolIR	31.00	361999	1608857
39	VA	14,100,000.00	PenVolIR	212.00	346879	1639456

Anexo 7. Modelo general.

Para realizar este ejemplo de la aplicación del modelo se utilizó un área de 220 ha.

$$LN (\text{Precio/ha}) = 13.36792590 - 0.62528902 * LN (\text{área})$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 13.36792590 - 0.62528902 * LN (220)$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 13.36792590 - 0.62528902 * (5.39362755)$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 9.99534981729633$$

$$(\text{Precio/ha}) = EXP (9.99534981729633)$$

$$(\text{Precio/ha}) = 21,924.28$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 21,924.28 * 220$$

$$\text{Precio total} = 4,823,340.83$$

Anexo 8. Modelos por zona fisiográfica.

Para realizar este ejemplo de la aplicación de los modelos se utilizó un área de 220 ha.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) \pm LN\text{Area} * \text{Zona} + TI$$

1. Tierras Altas Cristalinas.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) - 0.22572888 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (220) - 0.22572888 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -3.37257608270367 - 0.22572888 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 9.76962093729633$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = EXP(9.76962093729633)$$

$$(\text{Precio/ha}) = 17,494.13$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 17,494.13 * 220$$

$$\text{Precio total} = 3,848,709.61$$

2. Tierras Altas Sedimentarias.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) - 0.05082937 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (220) - 0.05082937 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -3.37257608270367 - 0.05082937 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 9.94452044729633$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = EXP(9.94452044729633)$$

$$(\text{Precio/ha}) = 20,837.73$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 20,837.73 * 220$$

$$\text{Precio total} = 4,584,300.06$$

3. Tierras Altas Volcánicas.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) + 0.22847959 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (220) + 0.22847959 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -3.37257608270367 + 0.22847959 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 10.2238294$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = EXP(10.2238294)$$

$$\text{Precio/ha} = 27,551.97$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 27,551.97 * 220$$

$$\text{Precio total} = 6,061,433.94$$

4. Depresión de Izabal.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) - 0.16244212 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (220) - 0.16244212 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -3.37257608270367 - 0.16244212 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 9.8329077$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = EXP(9.8329077)$$

$$\text{Precio/ha} = 18,637.07$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 18,637.07 * 220$$

$$\text{Precio total} = 4,100,154.62$$

5. Llanura Costera del Pacífico.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) + 0.14046231 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (220) + 0.14046231 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -3.37257608270367 + 0.14046231 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 10.1358121$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = \text{EXP} (10.1358121)$$

$$(\text{Precio/ha}) = 25,230.58$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 25,230.58 * 220$$

$$\text{Precio total} = 5,550,728.14$$

6. Pendiente Volcánica Reciente.

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (\text{área}) + 0 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -0.62528902 LN (220) + 0 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = -3.37257608270367 + 0 + 13.36792590$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = 9.99534982$$

$$LN (\text{Precio/ha}) = \text{EXP} (9.99534982)$$

$$(\text{Precio/ha}) = 21,924.28$$

$$\text{Precio total} = \text{Precio/ha} * \text{área}$$

$$\text{Precio total} = 21,924.28 * 220$$

$$\text{Precio total} = 4,823,340.83$$

Debido a que los modelos estadísticos proporcionan el logaritmo natural del precio, es necesario aplicar la operación de antilogaritmo para obtener el precio por unidad de área en este caso la base del logaritmo natural que es el número neperiano (2.7182).