



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Maestría en Ciencias en Innovación
Agropecuaria

Trabajo de Tesis

**Diseño e identificación de las áreas agrícolas con
sistema de riego, usando base de datos
geoespaciales en el municipio de Tipitapa,
Managua, 2017**

Autor

Ing. Carmen Margarita Castillo Cerna

Asesor

MSc. Gerardo Ulises Murillo Malespín
Dr. Fernando José Mendoza Jara

Managua, Nicaragua
Abril, 2022



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Maestría en Ciencias en Innovación
Agropecuaria

Trabajo de Tesis

**Diseño e identificación de las áreas agrícolas con
sistema de riego, usando base de datos
geoespaciales en el municipio de Tipitapa,
Managua, 2017**

Autor

Ing. Carmen Margarita Castillo Cerna

Asesor

MSc. Gerardo Ulises Murillo Malespín
Dr. Fernando José Mendoza Jara

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Maestro en Ciencias

Managua, Nicaragua
Abril, 2022



Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Maestro en Ciencias en Innovación Agropecuaria

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente

Dr. Efraín Lucrecio Acuña Espinal

Secretario

MSc. Joel Isaias Angulo Rocha

Vocal

Andrés Agustín López

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Al Señor Dios poderoso y creador de todas las cosas, por concederme la fuerza y sabiduría a todo lo largo de este proceso de aprendizaje, experiencia y finalizar esta maestría.

A mi madre Karla Concepción Cerna Álvarez (q.e.p.d) que fue un pilar fundamental en vida, mi padre Henry del Carmen Castillo Pérez, a mi hermana Belén Guadalupe Castillo Cerna y Ing. Esteban Antonio Avilés Silva quienes me han apoyado de muchas maneras, impulsándome a seguir adelante en los estudios y de esta forma lograr el propósito anhelado de la maestría.

Igualmente, a mis hermanos y sobrinos; Fátima del Rosario, Henry Antonio, Matías Tadeo, Fabio Tadeo, Carlitos todos ellos Castillo.

Carmen Margarita Castillo Cerna

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria a través de la Facultad de Agronomía, el Ing. MSc, Gregorio Valera Ochoa decano, por el financiamiento y apoyo en todos los momentos de este proceso.

En especial a mis Asesores Ing. David Antonio López Campos, MSc. Gerardo Ulises Murillo y PhD. Fernando José Mendoza Jara, que con sus conocimientos sólidos y experiencia me brindaron su valioso apoyo durante el desarrollo de la tesis y de una manera muy especial a mi amigo y compañero de trabajo Ing. Alex Castellón Meyrat por todo su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A mi colectivo y amigos que durante el trabajo fueron un apoyo incondicional en este proceso: Cesia Gago Martínez, Sandra Elena Dávila Mairena, Laureano Erasmo Martínez, Eduardo Andrés López Pérez, y Luis Tercero gracias por esos momentos que nunca olvidare, sin dejar mencionar aquellos colaboradores como Don Francisco, Elda Luz Zelaya, y aquellos colaboradores anónimos que por una u otra razón no aparecen en este documento, a todos ellos gracias.

Agradezco en especial a los productores (as) de la comunidad, en especial a Don Horacio Gómez Guevara líderes, quienes me albergaron en su casa, y me facilitaron todos los datos para mi trabajo; también a todos aquellos productores que trabajaron en este estudio y que en estos momentos se me escapan sus nombres por ello pido disculpa.

Carmen Margarita Castillo Cerna

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Los sistemas de riego en la agricultura.....	4
3.1.1. Importancia de riego para la agricultura.....	5
3.2. Sistema de Información Geográfica (SIG).....	7
3.3. Base de datos espacial.....	8
3.3.1. Modelo propuesto y requerimientos del sistema.....	8
3.3.2. Aplicación de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) en la Agricultura.....	9
3.4. Operaciones y funciones del SIG.....	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. Ubicación del estudio.....	12
4.2. Diseño metodológico.....	12
4.2.1. Módulo de Gestión de datos.....	14

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
VIII. LITERATURA CITADA	31
IX. ANEXOS.....	33

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Variables identificadas en la comarca el Timan, a los productores	17

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	El esquema de cada iteración constituye un paso, a través de los cinco flujos de trabajo fundamentales Sistemas de mapas, características y vínculos con los sistemas de información geográficos (SIG)	10
2.	Ubicación del área de estudio, el Timal, Municipio de Tipitapa departamento de Managua, Nicaragua (INETER, 2010).	12
3.	Diagrama de sistema, fuente propia, 2021	14
4.	Obteniendo información de personas de la zona del Timal, Tipitapa, 2017	16
5.	Flujo de trabajo para el diseño e implementación de Base de Datos de Sistemas de Riego para la comunidad El Timal, fuente propia, 2017	18
6.	Base de dato en hoja de cálculo Excel, fuente propia, 2017	19
7.	Base de dato en Access fuente propia, 2017	20
8.	Imágenes satelitales RapidEye (2004), y planos históricos de 1988, para identificar las actividades agrícolas en El Timal	23
9.	Diseño de base de dato en SIG, fuente propia, 2017	24
10.	Base de datos geoespacial del cuadrante 18 Comunidad el Timal, Fuente propia, 2021	25
11.	Mapa de los grupos familiares de la Comarca el Timal de los 185 cuadrantes, Fuente propia, 2020	26
12.	Mapa de la distribución de sistema de riego, Timal- Malacatoya, Tipitapa, fuente propia 2020	27
13.	Mapa de uso del suelo y textura del suelo Timal- Malacatoya, Tipitapa, fuente propia 2020	28

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Encuesta aplicada para evaluar la parte social	33
2.	Encuesta aplicada para evaluar la parte de sistema de riego	34
3.	Catálogo de clasificación de variables sociales y económicas	36
4.	Base de datos en Excel	38
4.1.	Datos del Riego	38
4.2.	Datos del manejo agronomico	43
4.3.	Datos de cultivos	51
4.4.	Datos de ubicación de los cuadrantes	57

RESUMEN

La investigación se realizó en la Comunidad del Timal ubicado a 37.5 km de la cabecera Departamental de Managua. El estudio se enfocó en identificar las variables sociales y económicas de los sistemas de riego, para ello se generó información fresca y veraz que responda al cumplimiento del objetivo principal crear base de datos geoespacial para áreas agrícolas con sistema de riego utilizando los Sistema de Información Geográfica territorial (SIGt). La metodología empleada es el modelo de datos entidad - relación, que permitió describir las variables implicadas en el proceso, el uso SIGt, permitió aplicar técnicas y herramienta como GPS, y guías metodológicas. El diagnóstico a 497 productores proporciono información que fue ordenada en hoja de Excel, creando el catálogo de identidad para cada variable, se creación de base de datos en Access para logra interactúa de manera clara con los SIGt, vinculando dBASE logrando, la creación de ráster y shafile para las elaboraciones de los mapas de aspectos sociales y económicos. Los resultados obtenidos son; base de datos, diseño de los mapas de grupo familiares, mapa de sistemas de riego y mapa de uso de suelo y textura de suelo en los 187 cuadrantes en la zona. Se concluye que el uso de los SIGt permite a la toma de decisión a un mayor nivel donde se mejore el nivel de escolaridad de los productores para que aplicar mejor la tecnología e incrementar los rendimientos de los cultivos, asimismo, darles una eficiente y eficaz uso a los sistemas de riego dentro del estudio.

Palabras clave: Infraestructura de datos espaciales, Aplicación web, servicios, e internet.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Community of Timal located 37.5 km from the Departmental capital of Managua. The study focused on identifying the social and economic variables of the irrigation systems, for this fresh and truthful information was generated that responds to the fulfillment of the main objective to create a geospatial database for agricultural areas with an irrigation system using the Geographic Information System territorial (SIGt). The methodology used is the entity-relationship data model, which allowed describing the variables involved in the process, the use of SIGt, allowed the application of techniques and tools such as GPS, and methodological guides. The diagnosis to 497 producers provided information that was ordered in an Excel sheet, creating the identity catalog for each variable, creating an Access database to achieve a clear interaction with the SIGt, linking dBASE achieving, the creation of raster and shafile for the preparation of maps of social and economic aspects. The results obtained are; database, design of family group maps, map of irrigation systems and map of land use and soil texture in the 187 quadrants in the area. It is concluded that the use of SIGt allows decision making at a higher level where the level of schooling of producers is improved so that they can better apply technology and increase crop yields, as well as give them an efficient and effective use. to the irrigation systems.

Keywords: Spatial data infrastructure, Web application, services, and the internet

I. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como instrumento de apoyo para realizar análisis territoriales han evolucionado a favor de la ciencia experimental y se consideran como una herramienta potente para manipular, organizar y procesar una amplia gama de información georreferenciada. Por su parte, el desarrollo de métodos geoespaciales como los SIG ha permitido conocer la percepción especializada de un usuario. Las tecnologías geoespaciales participativas ofrecen herramientas que promueven la inclusión de la población en el desarrollo y uso de la información espacial (Brown & Kytta, 2014, p.22).

Se encontró, que los principales logros en el desarrollo de los SIG en Nicaragua consisten en la creación de condiciones básicas legales e institucionales para establecer la infraestructura de datos espaciales, para análisis de vulnerabilidad, y avances de los proyectos de metadatos e iniciativas de estandarización de bases de datos (Brown & Kytta, 2014, p.22).

A nivel nacional se puede usar el SIG para propiciar la familiarización general con el área de estudio, proporcionando al planificador una referencia respecto al estado de los recursos naturales, económicos, humanos. De igual manera, el SIG puede ser usado para formular proyectos de inversión y establecer estrategias específicas de mitigación para actividades de prevención de los recursos naturales. En Nicaragua el bajo acceso de los SIG a radicado en la escasez de recursos económicos, humanos, y administrativos (FAO, 2013, p23).

El incremento de la Frontera agrícola en la actualidad no contribuye a resolver la seguridad alimentaria y muchos menos el descenso de la pobreza en los países del tercer mundo, Nicaragua no es la excepción. La necesidad de establecer una base de dato geoespacial enfocada a los sistemas de riego y la actividad social directa e indirecta sobre este recurso es una demanda de los gobiernos locales y centrales a fin de tomar decisiones importantes para el aseguramiento de la alimentación en las zonas productivas del país. La presente investigación obedece mapear las área agrícolas con sistema de riego logando realizar un diagnóstico para registrar, organizar y sistematizar la información existente, (FAO, 2013, p23).

La investigación tiene la motivación de responder a las siguientes interrogantes: (1) ¿Qué metodología utilizaríamos para el diseño e implementación de la Base de datos geoespacial en un

sistema de riego?, (2) ¿Cuáles factores sociales y económicos están relacionados con la implementación de una base de datos geoespacial para áreas agrícolas con sistema de riego en el municipio de Tipitapa?, y (3) ¿Cuáles son las estrategias, herramientas desarrolladas, clasificadas y ordenadas de la información obtenida para ser analizada, procesada y utilizada como insumo para crear un mapa de localización de los sistemas de riego a nivel de municipio?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Diseñar un SIG en áreas agrícolas con sistemas de riego en la comarca el Timal, municipio de Tipitapa, departamento de Managua, 2017.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Identificar las áreas agrícolas bajo sistema de riego existente en la comarca el Timal, municipio de Tipitapa.
- ❖ Elaborar una base de datos relacional con la información social y biofísica en el municipio de Tipitapa.
- ❖ Analizar el estudio de los sistemas de riego y condiciones sociales de los productores en la comarca el Timal, municipio de Tipitapa.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Los sistemas de riego en la agricultura

El desarrollo del riego se remonta a las civilizaciones del Oriente Antiguo (China, Egipto, e India). De manera que se populariza aceleradamente hacia Europa y África del Norte, luego que los primeros conquistadores de la región africana notaran su éxito, los conquistadores españoles descubrieron perfectos sistemas de riego en las culturas mayas, aztecas e incas a su llegada al siglo XV. En el año 1800 la superficie total del riego en el mundo comprendía los 8 millones de hectáreas. Mientras que, en el siglo XIX, el riego alcanza un posterior desarrollo en países como Pakistán, Rusia, Estados Unidos y Japón (Hansen, 1966, p.81).

En América Latina la superficie potencial de riego es muy elevada con un estimado de 77 millones de hectáreas. Más del 60% de dicha superficie se concentra en cuatro países principalmente: Argentina, Brasil, México, Perú. No obstante, el desarrollo del riego se ha incrementado gradualmente durante la segunda mitad del siglo XX en la mayoría de los países de la región. El periodo de 1961 a 1997 constituye el de mayor multiplicidad de esta actividad agro-técnica por el continente americano (FAO, 2013, p.22).

En 1959 el riego tuvo un gran incremento a partir de las inversiones del estado nicaragüenses, fomentando nuevas fuentes de abasto, sistemas de riego y drenaje. También se llevó a cabo la formación de especialistas y técnicos, además las bases necesarias para la creación de una industria nacional de equipos de regadíos. En los ecosistemas de Nicaragua, el riego se ha desarrollado paulatinamente. Antes del triunfo de la revolución el riego era prácticamente ficticio en el país, solo se podía encontrar área de cultivo de caña de azúcar en los ingenios azucareros (FAO 2013, p22).

El desarrollo del riego en Nicaragua evolucionó satisfactoriamente, para el año 1980 el país alcanzó la mayor cantidad de área bajo riego de la historia. Estas condiciones económicas indujeron una inestabilidad en el suministro de combustible y un deterioro turbulento de los sistemas de riego al detenerse el proceso inversionista. (FAO, 2013, p.23).

3.1.1. Importancia de riego para la agricultura

La eficiencia del riego implica la capacidad de minimizar las pérdidas de agua. Factores tales como la dispersión por el viento o la evaporación del agua de la superficie del suelo y de la planta afectan el nivel de eficiencia (FAO, 2013, p. 24).

Para aumentar la eficiencia de riego y reducir su impacto en los costos, es fundamental contar con una planificación basada en la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y requerimientos específicos del cultivo, lo que permite ahorrar hasta un 40% de agua gracias al manejo específico. Además, una mantención deficiente de los equipos y una disminución en la eficiencia por fallas en el sistema provoca un aumento de hasta un 30% en los costos, sin considerar los gastos en reparaciones que pueden alcanzar hasta un 10% de los costos totales dependiendo de su gravedad. Además, esta variabilidad en el agua aplicada se manifiesta afectando la producción como una desuniformidad en el vigor de las plantas, impactando el rendimiento obtenido pudiendo disminuir hasta en un 20% en sectores que reciben menos agua de la requerida (Golovanov y M. G. Mamaev, 1985, p.17).

Aunque la irrigación es una herramienta agronómica y tal vez económicamente viable, es importante mencionar que un abuso en su uso puede causar severos daños ambientales, tales como la erosión y la salinización del suelo, ocasionados por el arrastre que ejerce el agua sobre la superficie y a la utilización de agua de riego con altos contenidos de sales, respectivamente. El uso excesivo de este recurso para este fin puede afectar los ciclos químicos y biológicos del cuerpo de agua del cual está siendo extraído, pudiendo causar alteraciones que muchas veces son irreversibles (Golovanov y M. G. Mamaev, 1985, p.18)

En el 2002, se muestran signos de recuperación visibles en el incremento de nuevas áreas bajo riego (arroz, y huertos familiares). Sin embargo, el deterioro de los sistemas de riego y la inestabilidad en el suministro de diésel incidieron en la situación del riego en la actualidad lo que unido a la de cadencia de la fuerza técnica no ha permitido explotar eficientemente los sistemas de riego. Independientemente de esta situación, el país

realiza increíbles esfuerzos para mantener los niveles de áreas bajo riego, lograr un mejor uso del agua y la energía e incrementar las producciones agrícolas. De modo que se trabaja en un Programa de Modernización y Electrificación de los sistemas de riego (Golovanov y M. G. Mamaev, 1985, p.18).

❖ **Tipos de sistema de riego empleados en la agricultura en la comunidad el Timal, Tipitapa**

Los diferentes tipos de riego empleados en la agricultura se establecieron con el objetivo de obtener un mayor resultado y calidad en la producción, aseguran el uso efectivo del agua necesaria para dicha producción. Existe una gran variedad de sistemas de riego, pero siempre algunos son más eficientes que otros, como se explica a continuación:

- a. **Riego por inundación:** El método más sencillo de riego es la inundación, y normalmente no requiere el uso de bombas. El tipo más común de inundación es el riego con surcos, donde el agua se dirige o bombea hacia una serie de surcos que se inundan. Esta tecnología requiere cierta inclinación del terreno, para que el agua pueda fluir fácilmente de un extremo a otro del surco, sin desbordarse por los lados. La misma cantidad de agua debe llegar a cada zona de los surcos. Los beneficios del riego por inundación radican; en su extensión en sistema de riego tradicionales o en la actualidad por la nivelación por rayo láser, facilitando la explanación, la elevada uniformidad, alta humedad, eficiencia y mano de obra (González, 2013, p.17).

- b. **Riego por goteo:** Es un método de riego de tipo localizado que consiste en suministrar el agua en forma de gotas que acceden a la zona radicular de cada planta, a través de unos pequeños goteros, este sistema consiste en proporcionar la cantidad de agua justa a cada planta en la zona de influencia de las raíces, por medio de un sistema de válvulas, tuberías y mangueras con emisores. Este sistema creado en Israel puede utilizarse de manera subterránea, consiguiendo ahorrar hasta un 40 % o más de agua, en comparación a otros sistemas convencionales. El riego por goteo ofrece soluciones para casi todo tipo de cultivos agrícolas en todo el mundo, incluyendo huertas, montes frutales, cultivos de campo, agricultura orgánica, jardinería, sistemas agroforestales. Puede ser utilizado en

todos los tipos de suelos según textura y relieve, en diferentes condiciones climáticas (González, 2013, p.17).

C. Riego por aspersión: Es una modalidad de riego mediante la cual el agua llega a las plantas en forma de "lluvia" localizada. Este efecto es conseguido gracias a la presión en que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías y es expulsada al exterior a través de las boquillas de un aspersor. Normalmente, la presión requerida se obtiene a partir de bombas hidráulicas las cuales aspiran el agua desde un canal, río o pozo. Sin embargo, el sistema también puede operar sin bombas cuando la fuente de agua se encuentra en una posición más elevada que el terreno a regar (González,2013, p.17).

3.2. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Podemos definir un Sistema de Información Geográfica (SIG) como un sistema completo, formado por cinco componentes (Personal capacitado, datos espaciales y descriptivos, métodos analíticos, hardware, software) (Zeiler, 1999, p.22), para el apoyo fundamental en áreas como la planificación ambiental, el análisis espacial, la producción cartográfica digital, entre otras. Tradicionalmente, el componente software de estos sistemas ha sido con licencia propietaria y entre los más utilizados con este tipo de licencias se cuentan el ArcGis de Esri y el Mapinfo de Pitney Bowes Software Inc. Con la aparición del software libre para computadores personales, algunos programas para desarrollo de SIG comienzan a ser liberados bajo este tipo de licencias y puestos a disposición de la comunidad de usuarios interesados; tal es el caso del programa Grass GIS y más recientemente los programas Quantum Gis y GvSig.

En el campo de las bases de datos los programas anteriores no se han quedado atrás, contamos con Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD), libres confiables y robustos (PGSQL, 2012), como es el caso de PostgreSQL que, juntamente con la extensión PostGis, permite a usuarios y desarrolladores la posibilidad de crear bases de bases de datos espaciales.

Paralelamente a todos estos desarrollos, no debemos obviar la posibilidad de trabajar conectados a la Web y explotar las ventajas existentes para consultar mapas o imágenes de sensores remotos dispuestos gratuitamente en la red, como, por ejemplo, a través de los

Servicios de Mapas para Web (Web Map Service), que permiten consultar información georeferenciada almacenada en servidores remotos.

3.3. Base de datos espacial

Según Rigaux, et al., (2002). En este tipo de bases de datos es imprescindible establecer un cuadro de referencia conocido como un SER (Sistema de Referencia Espacial), esto se realiza para definir la localización y relación entre objetos. (p. 20).

Los sistemas de referencia espacial pueden ser de dos tipos:

1. **Georreferenciados:** Son los que normalmente se utilizan, ya que es un dominio manipulable, perceptible y que sirve de referencia.
2. **No georreferenciados:** La construcción de base de datos geográfica que implicó un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada que pueda ser procesada por el lenguaje de las computadoras actuales.

Esto conlleva a los siguientes:

1. A trabajar con puntos, líneas o polígonos.
2. Relaciones espaciales entre objetos geográficos que el sistema no se puede obviar; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, sobre cada aspecto de la realidad.

3.3.1. Modelo propuesto y requerimientos del sistema

Lo que se propone es la creación de una aplicación SIG, para el monitoreo y supervisión de variables en campo para los sistemas de riego, haciendo uso de tecnologías actuales y aplicando las técnicas de la agricultura. Ya que es posible crear dos tipos de aplicaciones SIG, aplicaciones de escritorio y aplicaciones web, se escoge la aplicación web SIG porque uno de los propósitos de la aplicación a diseñar es permitir el acceso desde cualquier lugar y de

cualquier persona (con sus respectivas credenciales de usuario) desde cualquier dispositivo que cuente con una conexión a internet y un navegador web.

3.3.2. Aplicación de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) en la Agricultura

Según Villalta (2013). Hoy en día se han desarrollado tecnologías como los Sistemas de Información Geografía (GIS, por sus siglas en inglés) que nos permiten una mejor gestión en las actividades agrícolas. Asimismo, en diversas áreas de conocimiento, tales como; minería, pesca, meteorología, geología, hidrología, planificación urbana y actividades comerciales. (p.2).

En el sector Agrícola, los SIG son utilizados en la llamada agricultura de precisión, que permite a través de sistemas de percepción remota, como satélites, sensores, imágenes y datos geográficos, reunir información para entender las variaciones del suelo y los cultivos. A pesar de que dichas tecnologías ya son aplicables en el territorio nicaragüenses sus beneficios y acceso, son limitados (Villalta, 2013, p.4).

Los SIG podrían ayudar a incrementar el rendimiento, asegurar suministros de alimentos seguros, fomentar la gestión ambiental, predecir riesgos climáticos y de patógenos, reducir costos, mejorar las prácticas de negocio, y lograr una gestión de tierras más efectivas, beneficiando a los involucrados en la industria agrícola, pasando de una agricultura tradicional y costosa a una más moderna y eficiente en todos sus recursos (Villalta, 2013, p.5).

Los sistemas de Información geográfica permiten digitalizar toda la información de una parcela, como una georreferenciación más precisa del predio, el tipo de cultivo o cultivos que se han sembrado en el área, a través de históricos climáticos y de imágenes satelitales, resultando en una herramienta indispensable para la gestión integral de riesgos en un proyecto y permitiendo promover a través de créditos y programas gubernamentales el crecimiento económico del sector (Villalta, 2013, p.5).

Por lo anterior, el reto es crear esquemas que permitan ver que no se trata sólo de una inversión en tecnología y capacitación, sino una solución a problemas constantes en la agricultura que proporcionen un incremento en la rentabilidad de los cultivos y reducir el impacto ambiental por una mayor eficiencia de estos (Figura 1).

3.4. Operaciones y funciones del SIG

a. Ingreso de datos

El ingreso de datos se refiere a todas las operaciones por medio de las cuales los datos espaciales de mapas, sensores remotos y otras fuentes son convertidos a un formato digital (Vectores).

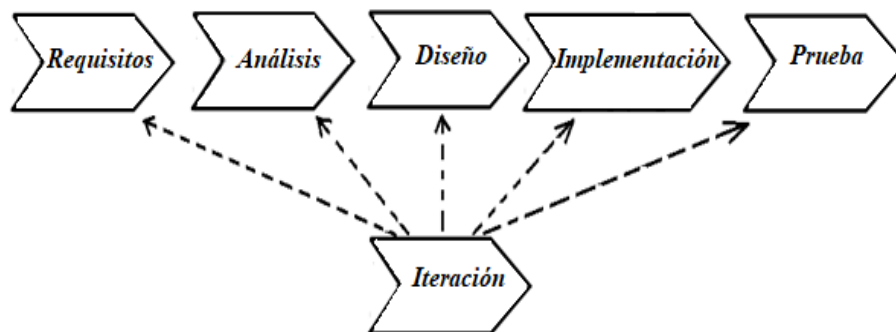


Figura 1. El esquema de cada iteración constituye un paso, a través de los cinco flujos de trabajo fundamentales Sistemas de mapas, características y vínculos con los sistemas de información geográficos (SIG)

La rutina de ingreso de datos requiere una cantidad considerable de tiempo, ya sea el ingreso manual con teclado, digitalización, o por barrido electrónico.

b. Almacenamiento de datos

Son estructurados y organizados dentro del SIG, de acuerdo con la ubicación, interrelación, y diseño de atributos. Las computadoras permiten que se almacenen gran cantidad de datos, sea en el disco duro de la computadora o en diskettes portátiles.

c. Manipulación y procesamiento de datos

El proceso de manipulación puede ser desde una simple sobreposición de dos o más mapas, hasta una extracción compleja de elementos de información dispares, de una gran variedad de fuentes.

d. Producción de datos

Se refiere a la exhibición o presentación de datos empleando formatos comúnmente utilizados incluyendo mapas, gráficos, informes, tablas y cartas, sea en forma impresa o como imagen en pantalla, o como un archivo de textos trasladables a otros programas de cómputo para mayor análisis.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

Según INETER, 2010. El Timal se encuentra ubicado a 37.5 kilómetro de la carretera Tipitapa - Malacatoya, Municipio de Tipitapa, Managua, Nicaragua. Geográficamente se encuentra localizado entre los 12° 14'00" Latitud Norte y los 86° 02'00" Longitud Oeste, y a una altitud de 61 msnm (Figura 2).

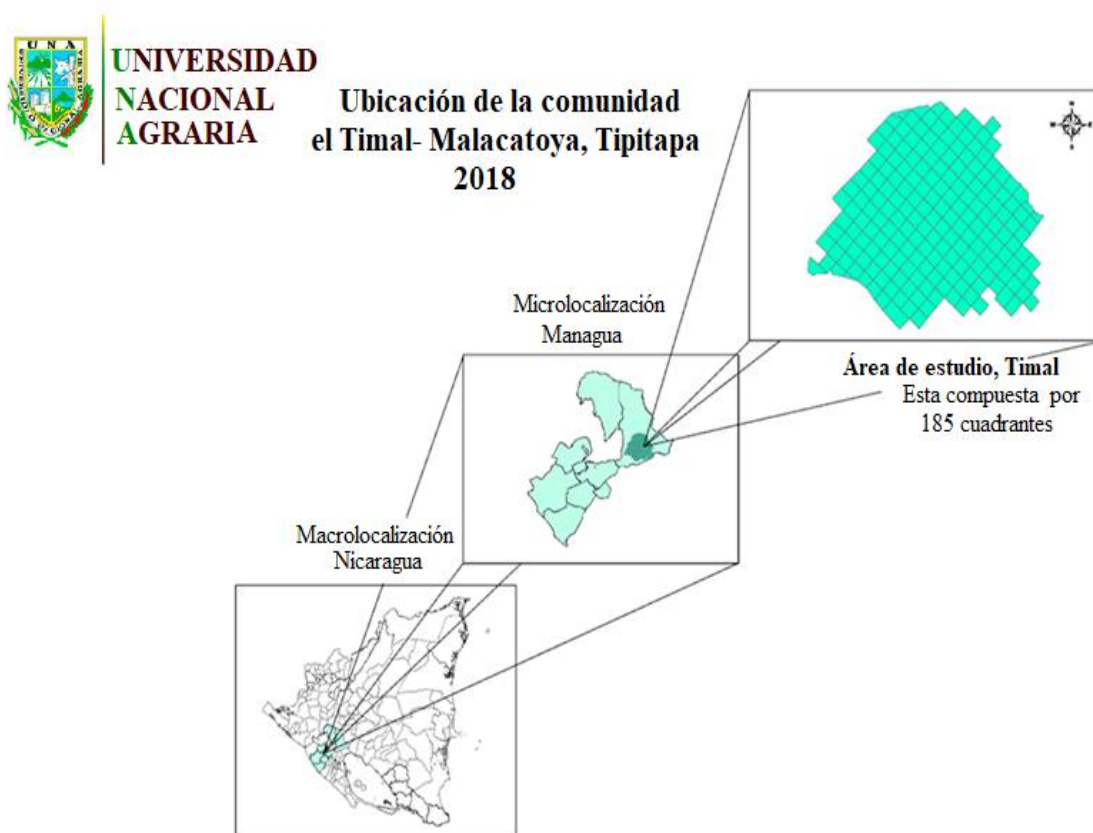


Figura 2. Ubicación del área de estudio, el Timal, Municipio de Tipitapa departamento de Managua, Nicaragua (INETER, 2010).

4.2. Diseño metodológico

La creación del diseño e identificación de las áreas agrícola con sistema de riego Utilizando el SIG, para el monitoreo y supervisión de las variables en campo, se aplico las técnicas y herramienta metodológicas como GPS, guías metodológicas y entrevista a nivel de campo en

cada los 185 cuadrantes en estudios. La aplicación web SIG proporcionó el diseño de la base de datos permitiendo el acceso desde cualquier lugar y de cualquier persona. Para cumplir con esta propuesta se utilizaron los datos que se recolectaron en el campo a nivel de productor (cuadrante) a través de la red Google Earth y SIG hacia el servidor web por medio de unos dispositivos móviles. Estos datos de posición geoespacial consisten en latitud y longitud y las variables económicas (agua, suelo, riego y cultivo).

Una vez que la información fue evidenciada desde el programa SIG se llevó al servidor web, se verificando los datos fueran correctos y posterior a esto fueron procesados y almacenados según corresponda en las tablas de la base de datos, en el programa de SIG se crearon fichas por productores, esto facilitó que los usuarios pudieran acceder a la aplicación web desde cualquier dispositivo y obtengan acceso a las siguientes características de la aplicación web SIG:

1. Aplicación web amigable para los usuarios con tolerancia realizar y aprovechar al máximo cada una de las funciones y características.
2. Se logró la ubicación geoespacial de los datos y los valores de las magnitudes físicas en campo en tiempo real.
3. El reporte gráfico de todas las variables de campo fue organizado en mapas.
4. Reporte de todas las variables en fueron organizada en la base de datos en el programa SIG.

En la figura siguiente se ilustran las tecnologías y algunas de las herramientas presentes en el desarrollo de la aplicación web SIGt.

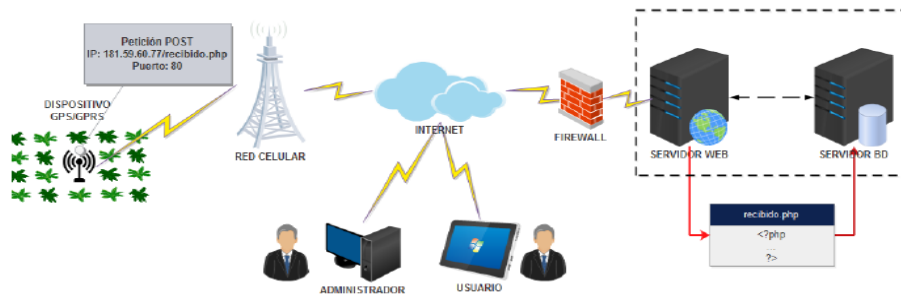


Figura 3. Diagrama de sistema, fuente propia, 2021.

4.2.1. Módulo de Gestión de datos

En este módulo se almacenó todos los datos de las variables físicas medidas en campo, y se creó link como conector para cada producto de la zona por cuadrantes, en el cual se realizaron en diferentes etapas:

Etapa de gabinete

❖ Criterios para la selección del sitio de estudio

Para la selección del área de estudio se tomaron varios criterios como: La tenencia de la tierra, colaboración del productor en las actividades y demanda de la investigación (Sistema de riego), en función a la distribución de los cuadrantes que constan de 400 hectáreas.

❖ Recopilación de la información

a. Búsqueda de información

La información se obtuvo en la Alcaldía de la ciudad de Tipitapa: Plan de Gestión Ambiental, Plan de Desarrollo Urbano y Rural del Municipio, Estudio de Uso de Suelo, Plan de Desarrollo Municipal, Diagnóstico PREVDA y Diagnóstico Municipal, y plano del ingenio Victorio de Julio facilitado por un productor de la zona esto brindaron información relacionadas a los aspectos socioeconómicos, biofísicos del área.

b. Organización del proceso

Durante este proceso se construyó encuestas aplicada para evaluar las partes social y económica de la comunidad, que se utilizaron para recolectar la información de la realidad.

En el caso la encuesta se diseñó en función de la percepción, consideró que se llevaría a cabo formas directas a las diferentes partes involucradas a nivel de productores. Este instrumento fue muy importante y útil, se logró desarrollar por capacidad para determinar el diseño, procesamiento y análisis en función de las variables como son: Social (Miembros que conforma la familia, Edad, y Nivel de escolaridad), en aspectos económicos: Edáfica, Hídrica, y el Manejo agronómico, prevaleciendo la objetividad, veracidad, imparcialidad y confianza de la información generada durante todo el proceso de la investigación. (Anexos 1-2).

❖ Validación de la encuesta

Las encuestas fueron consultadas y evaluada por expertos en función al grado de pertinencia, congruencia, claridad en la redacción. Así como, el sesgo en la formulación de las preguntas. Cada experto recibió la información escrita con el propósito de la prueba (objetivos), conceptualización, tabla de operacionalización de las variables del estudio y el instrumento de validación.

En este sentido, los especialistas con más de 10 años de experiencia en las áreas de riego, SIG y en ciencias agrícolas dieron un juicio de valor que nos permitió continuar con el proceso en la aplicación de la encuesta.

Etapa de campo

En esta etapa se realizaron las entrevistas el personal seleccionado y capacitado para realizar esta tarea. La ejecución de la encuesta por productor se estimó en 30 minutos efectivo, pero debido a la distancia y acceso al sitio no permitió realizar más de tres encuestas por día.

La otra modalidad utilizada para recopilar la información fue a nivel de taller, esta técnica se le aplico a nivel de cooperativas convocando a los miembros perteneciente a ellas para su

aplicación. Previa a la aplicación se le explico los objetivos de la encuesta, llevándose a cabo de la siguiente forma;

a. La aplicación de la encuesta

Se aplicó mediante técnica de observación directa e indirecta del paisaje a través de entrevistas estructuradas sobre el territorio, con la participación integral de los Coordinadores del Gabinetes del Poder Ciudadano (CGPC), los miembros de medio ambiente, y los miembros de las estructuras rurales, semi urbanas y urbanas de interés, junto a actores locales clave de la comarca el Timal.

b. Población (o universo)

Las encuestas fueron aplicadas al 100% de los productores que corresponde al universo total de la base de datos obtenido que operaba el antiguo Ingenio Victoria de Julio (Figura 4).



Figura 4. Obteniendo información de personas de la zona del Timal, Tipitapa, 2017

En el levantamiento de la información geográfica se utilizó el Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), considerando el estado actual de los recursos, para la elaboración de la base de dato geoespacial tomando las variables (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables identificadas en la comarca el Timan, a los productores

Base de datos Geoespacial			
SOCIAL		ECONOMICA	
Sector (Área Agrícola)	Productor	Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad • Uso • Fuente de abastecimiento (Superficial o subterránea)
		Hídrico	
	El nivel de escolaridad	Riego	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema • Tiempo de riego
	Nombre de la finca	Edáfico	Suelo
Miembros que componen la familia	Manejo agronómico	Cultivo	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de cultivo • Área de establecimiento • Fertilidad

Fuente propia, 2017

Etapas de post-campo

Esta fase incluye las siguientes actividades: en la figura 5 se muestra el flujo de actividades correspondiente a esta etapa:

1. Digitalización espacial a nivel de cuadrantes

En este punto comienza la preparación para su organización, la detección de errores y el descarte de información repetitiva e incompleta. De este modo se seleccionó la información necesaria y puntual con la que se trabajó en el procesamiento y análisis de datos de la siguiente manera:

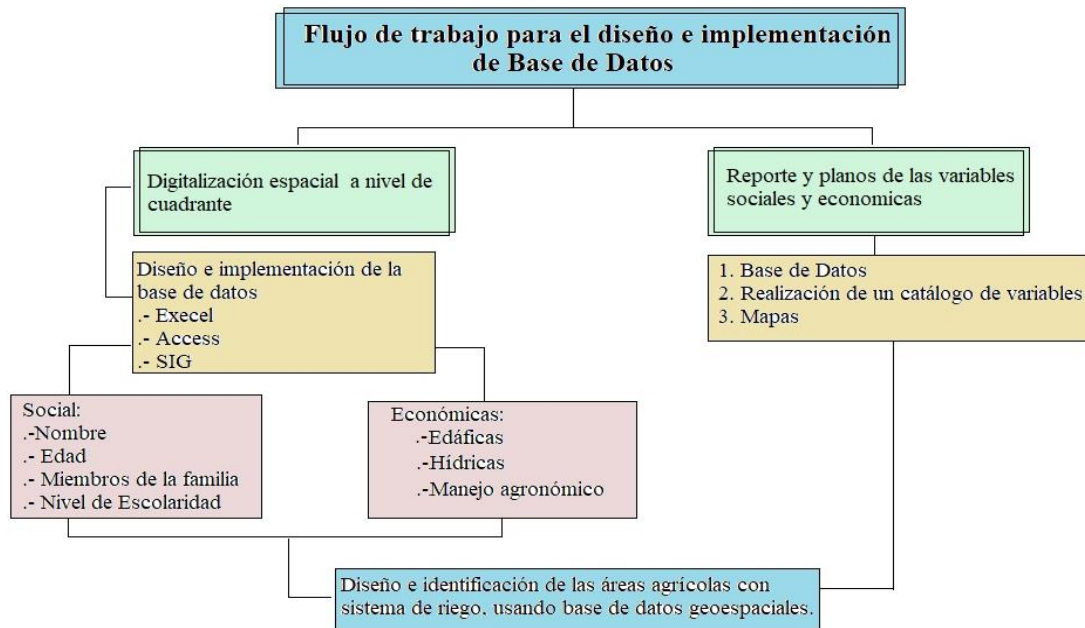


Figura 5. Flujo de trabajo para el diseño e implementación de Base de Datos de Sistemas de Riego para la comunidad El Timal.

a. Procesamiento de la información en Excel

La organización de los datos fue a través de filas o registros, en los cuales la primera fila contiene los títulos de las columnas (nombres de los campos), y las demás filas contienen los datos almacenados. Cada fila es un registro de entrada logrando almacenar 233 campos y 350 registros creando la base de dato en hoja de cálculo Excel (Figura 6).

Entre las operaciones que se realizaron con la base de dato en Excel fueron las siguientes:

- Ordenar
- Filtrar
- Crear un resumen de los datos para crear el Catálogo

a.1. Catalogo

La lista fue ordenada y clasificada en relación a las variables sociales y económicas creado simbologías propias para cada variable, siendo la herramienta fundamental que facilito la gestión de los datos, análisis y visualización de la base de datos (Figura 8).

Textura de suelo									
Categoría	Descripción								
1	Arcilla								
2	Arcilloso limoso								
3	Franco Arcilloso								

	Id_Prod	Id_Cuadr	Text.	Prep_suelo	Desinf_suelo	Fetil	Pest	Anal_suelo	Quema
1	C18_1	18	2	2	1	2	1	1	1
2	C18_2	18	2	3	1	3	1	1	1
3	C18_3	18	2	4	1	2	2	2	1
4	C18_4	18	2	5	1	4	3	1	1
5	C18_5	18	2	6	1	1	1	1	1
6	C18_6	18	2	2	1	2	1	1	1
7	C18_7	18	2	1	1	1	1	1	1
8	C18_8	18	2	3	1	6	1	1	1
9	C18_9	18	4	1	1	2	1	1	1
10	C18_10	18	2	1	1	2	1	1	1
11	C18_11	18	2	1	1	4	1	1	1
12	C18_12	18	2	1	1	2	1	1	1
13	C18_13	18	2	1	1	2	1	1	1
14	C18_14	18	3	1	1	2	1	1	1
15	C18_15	18	2	1	1	2	1	1	1
16	C18_16	18	2	1	1	2	1	1	1
17	C18_17	18	2	1	1	2	1	1	1
18	C18_18	18	2	1	1	2	1	1	1
19	C18_19	18	2	1	1	2	1	1	1
20	C18_20	18	2	1	1	2	1	1	1
21	C18_21	18	2	1	1	2	1	1	1
22	C18_22	18	2	1	1	2	1	1	1
23	C18_23	18	2	1	1	2	1	1	1
24	C18_24	18	2	1	1	2	1	1	1
25	C18_25	18	2	1	1	2	1	1	1
26	C18_26	18	2	2	1	2	1	1	1

Figura 6. Base de dato en hoja de cálculo Excel, fuente propia, 2017.

b. Procesamiento de la información en Access

Access es un programa de operación sencilla que permitió un agrupamiento lógico efectivo y útil en el modelo de datos en la interrelación entidad - relación, permitiendo describir las variables implicadas en el proceso en términos de objetos y de sus relaciones. (Figura 7).

Esta representación tabular sencilla, permitió un lenguaje de alto nivel para consultar los datos de la siguiente manera:

- ❖ Se les dio la forma a las bases de datos de una manera comprensible.
- ❖ Se logró personalizar absolutamente y sin necesidad de tener que contar con un desarrollador.
- ❖ Se logro interactúa de manera clara con los SIGt (Sistema de información Geográfico en territorio).

SOLO LECTURA La base de datos se ha abierto como de solo lectura. Solo puede cambiar datos de las tablas vinculadas. Para realizar cambios de

Id	Campo1	Campo2	Campo3	Campo4	Campo5
2	18	1	0.5		
3	18	4	1.25		
4	18	4	0.25		
5	18	4	0.25		
6	18	6	5		
7	18	2	0.0025		
8	18	2	1		
9	18	2	1		
10	18	1	0.5		
11	18	6	3.5		
12	18	0	0		
13	18	1	0.25		
14	18	5	0.25		
15	18	4	0.5		
16	18	4	0.5		
17	18	1	0.5		
18	18	1	0.0025		
19	18	1	0.5		

Figura 7. Base de dato en Access fuente propia, 2017.

c. La vinculación de dBASE

La vinculación de los datos fue similar a importar, pero en vez de colocar una copia de la información en el Access, se agrega un "link" a la base de datos externa, para que se actualizar la información en el programa externo, los cambios aparecen en Access también. La

vinculación fue una buena opción ya que permitió que se importaran los datos a SIG. Estos resultados fueron útiles porque se contó con los orígenes de datos configurados en el sistema.

La creación de esta base de datos implicó dos modos distintos o fases de funcionamiento:

1. La fase de diseño

Consistió en la creación de las capas temáticas y la identificación de las variables sociales (Los miembros de la familia, Edad, Nivel de escolaridad) y económicas (Riego, Agua, Suelo y cultivos), esto fue necesario para su aplicación a los SIG. La caracterización de cada capa temática se originó con especificación de elementos de los datos de la geodatabase estándar tales como clases de entidad, tablas, clases de relación, dataset de ráster, subtipos, topologías.

Al identificar las capas temáticas en el diseño, se logró caracterizar cada tema en los términos de sus representaciones visuales, usos previstos en el SIG, fuentes de datos probables y niveles de resolución.

Una vez que se identificaron las capas temáticas la clave del diseño, fueron:

- Escalas de mapa y amplitud que se necesitó para trabajar.
- La representación de las entidades geográficas (por ejemplo, como puntos, líneas, polígonos, rásteres, superficies o atributos tabulares)
- La organización de los datos en las clases de entidad, tablas y relaciones.
- Las reglas de integridad de la base de datos y espaciales para implementar el comportamiento del SIG.

2. La fase de administración de datos a través de los SIG

En este contexto la aplicación SIG permitió la representación cartográfica utilizando las técnicas de geoprocésamiento (procesamiento informatizado de datos referenciados geográficamente), la información sobre cada lugar georreferenciada, permitiendo representar cartográficamente la variación espacial y/o temporal de las variables consideradas, así como

la integración espacial de información georreferenciada proveniente de diversas fuentes como: datos recolectados en campo con coordenadas geográficas conocidas.

La representación espacial de datos de las variables sociales y económicas del área de producción contribuyó significativamente en la toma de decisiones y esfuerzos para manejar el recurso suelo y agua. En este sentido, la aplicación de técnicas de geoprocetamiento utilizadas en los sistemas de información geográfica se transformó en una alternativa esencial para la integración espacial de los datos multidisciplinarios a ser considerados en la investigación.

2.a. Organización de datos con Sistemas de Información Geográfica

Una de las principales ventajas de los SIG es poder integrar datos de diversas áreas de conocimiento con diferentes niveles de detalle, lo que permitió un enfoque holístico o multidisciplinario en el estudio del área geográfica de interés. La información fue organizada en capas o coberturas de información (*layers*), cada capa está representada por un conjunto de archivos o datos digitales diferentes, pero cubriendo todas las capas la misma área geográfica y considerando, preferencialmente, el mismo sistema de proyección cartográfica (Figura 8).

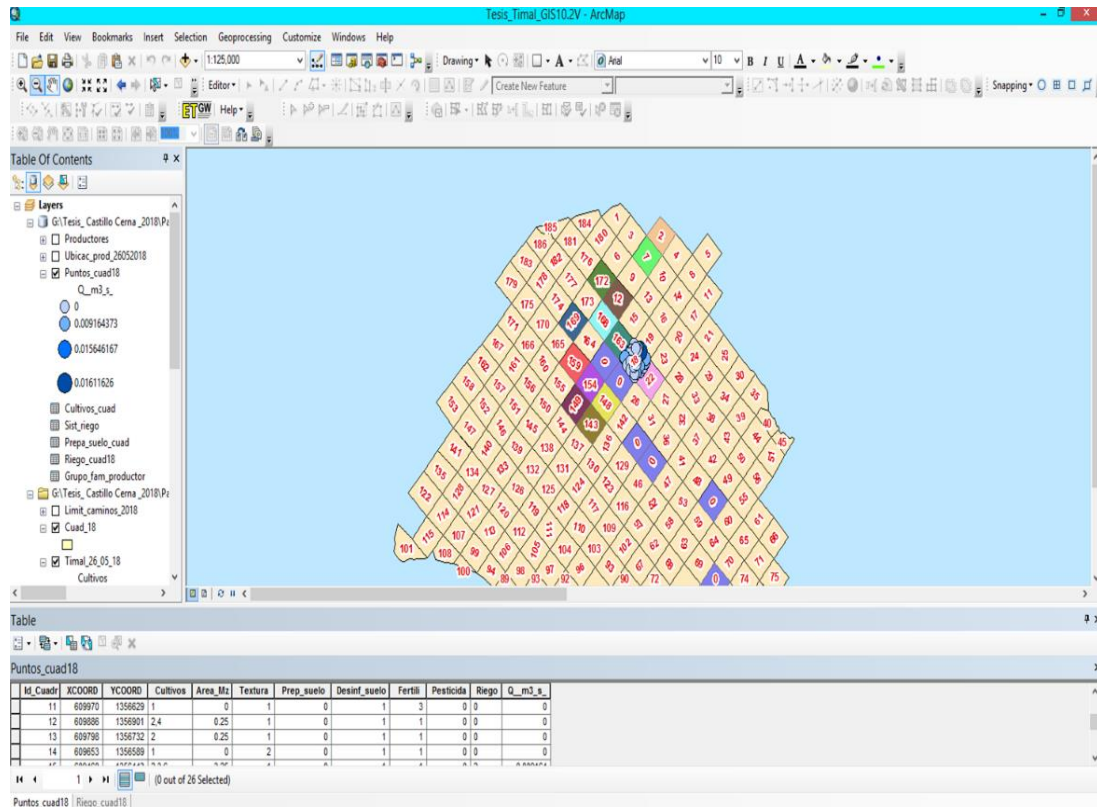


Figura 9. Diseño de base de dato en SIG, fuente propia, 2017.

2.b. Elaboración de los mapas aplicando los SIG

La elaboración de los planos en los SIG fue una de las principales herramientas que sirvió para representar claramente las áreas homogéneas en términos de productividad y variabilidad espacial en diferentes partes de la zona. Los aspectos básicos, podemos distinguir en los posibles análisis fueron:

En primer lugar, pudimos contemplar solamente los datos temáticos (bases de datos alfanuméricas).

En segundo lugar, lo componente espacial, características geométricas, sin tener en cuenta las variables temáticas con lo que consiguió los análisis puros en donde los servicios públicos se realizaron en base a grandes volúmenes de información que proporcionan los modelos de la realidad social o económica. Podríamos considerar, en sentido amplio que un SIGt para la elaboración de plano está constituido por:

Bases de datos espaciales en las que la realidad se codifica mediante unos modelos de datos específicos.

Bases de datos temáticas cuya vinculación con la base de datos cartográfica permitió asignar a cada punto, línea o área del territorio unos valores temáticos.

Conjunto de programas que permiten manejar estas bases de datos de forma útil para diversos propósitos de esta investigación.

Conjunto de ordenadores y periféricos de entrada y salida que constituyen el soporte físico del SIG. Estas incluyen tanto el programa de gestión de SIG cómo otros programas de apoyo. Debido a los requerimientos de velocidad, almacenamiento y memoria RAM de un SIG, generalmente es preferible destinar un ordenador en exclusiva a la implementación del SIG, bien sea actuando como servidores y/o ordenador personal.

Comunidad de usuarios que pueda demandar la información espacial.

Administradores del sistema es el área encargada de resolver los requerimientos de los usuarios bien utilizando herramientas alto nivel tecnológico el procesamiento de los planos de interés (Figura 10).

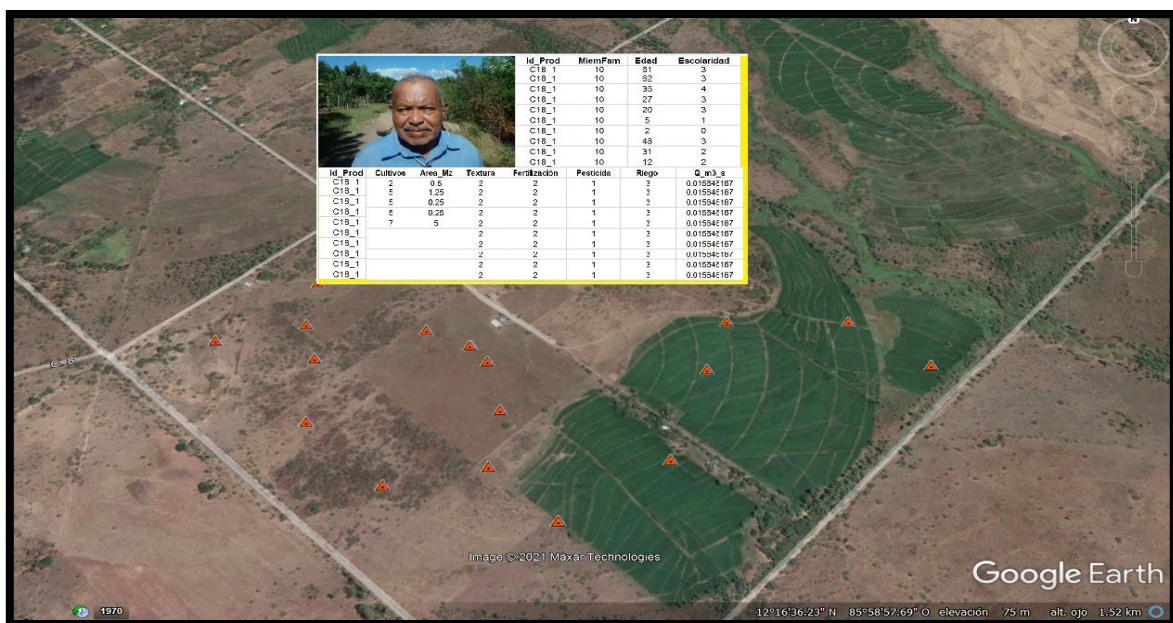


Figura 10. Base de datos geoespacial del cuadrante 18 Comunidad el Timal, Fuente propia, 2021

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- ❖ Se obtuvieron 187 cuadrantes con una representación de 497 productores en donde se realizó el siguiente análisis: gestión de la información, infraestructura y disponibilidad hídrica en la zona.
- ❖ La aplicación de los SIGt, los mapas digitales sociales, mapas de los sistemas de riego, y mapa de uso agrícola (cultivos) en los 187 cuadrantes en estudio en la zona del Timal
- ❖ La base de datos permitió a corto y mediano plazo el aumento de la información mediante futuras investigaciones que estará al alcance del público para la toma de decisiones en la zona agrícola.

a. Aspectos sociales de las familias que habitan en la Comarca el Timal

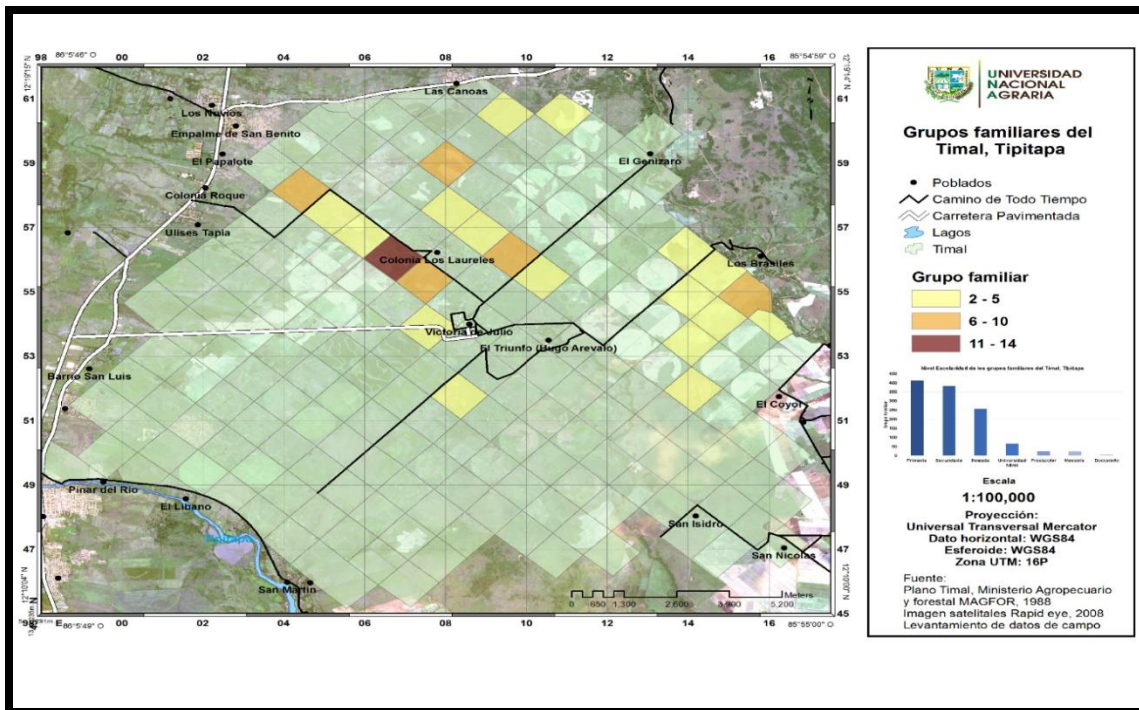


Figura 11. Mapa de los grupos familiares de la Comarca el Timal de los 185 cuadrantes, Fuente propia, 2020.

La representación de los datos originales de campo de las variables sociales: edad, nivel de escolaridad, de las 1444 personas son el producto de la información obtenida.

Como resultado se obtuvo estadísticamente tres clases en las variables:

- a. 2 a 15 años el nivel de escolaridad encontrado es que no tiene educación de ningún tipo representa a 822 (71.35%) personas
- b. En las edades de 25 a 65 años las personas tienen la primaria y secundaria aprobada que corresponde al 28.65%
- c. El bajo nivel de escolaridad impacta en manejo del sistema de riego y otras tecnologías repercutiendo en una baja en la producción, alto consumo del agua, escasa implementación en la innovación tecnológicas dentro de los 187 cuadrantes

b. Aspectos económicos de los sistemas de riego

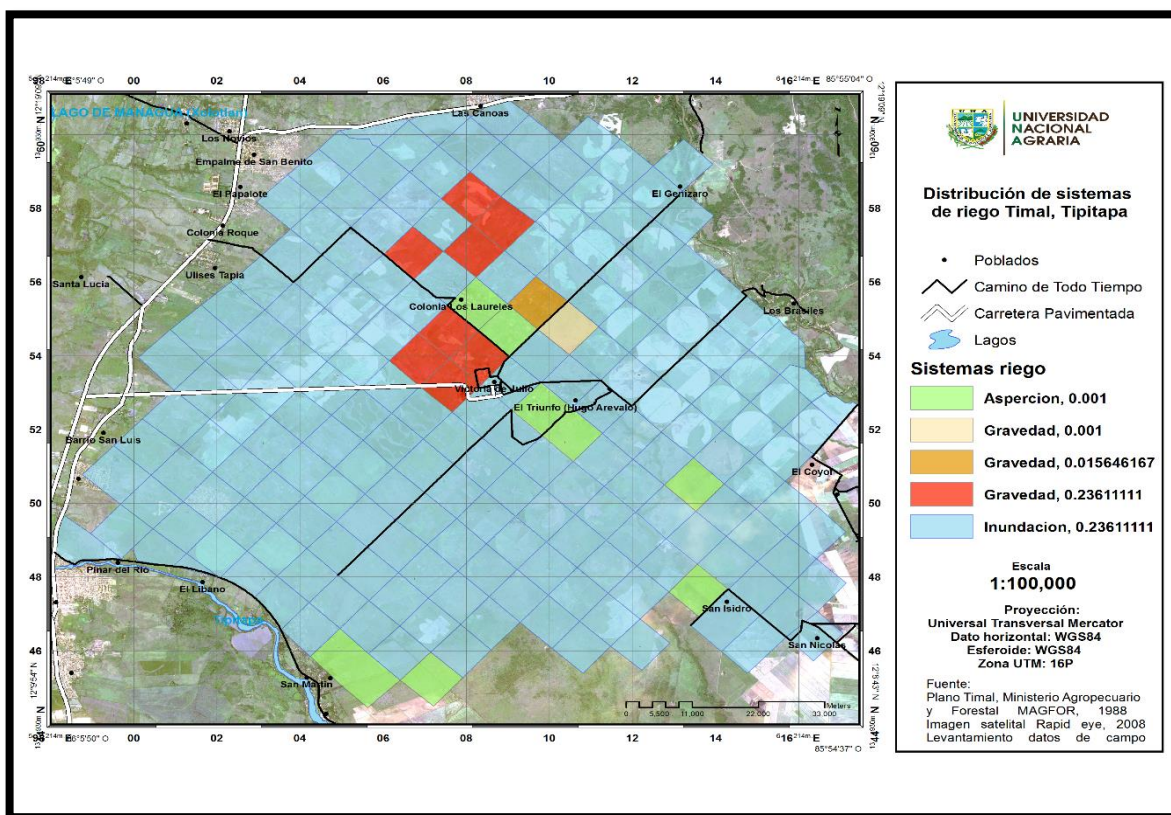


Figura 12. Mapa de la distribución de sistema de riego, Timal- Malacatoya, Tipitapa, fuente propia 2020.

Teniendo una representación de 1438 parcelas con sistemas de riego en los 187 cuadrantes.

Los resultados obtenidos determinan que 163 parcelas (11.33%) no implementa sistemas de riego, 2 parcelas (0.06%) siembra en la estación de invierno, 189 parcelas (13.14%) con sistema de riego por gravedad, 1055 parcelas (73.36%) implementa sistema de riego de inundación, 14 parcelas (0.97%) utilizan sistema por aspersión, 16 parcelas (1.11%)

implementa riego de forma manual (valdes) y 6 parcelas (0.56%) utilizan el sistema de riego localizado (goteo).

c. Aspectos económicos del uso del suelo

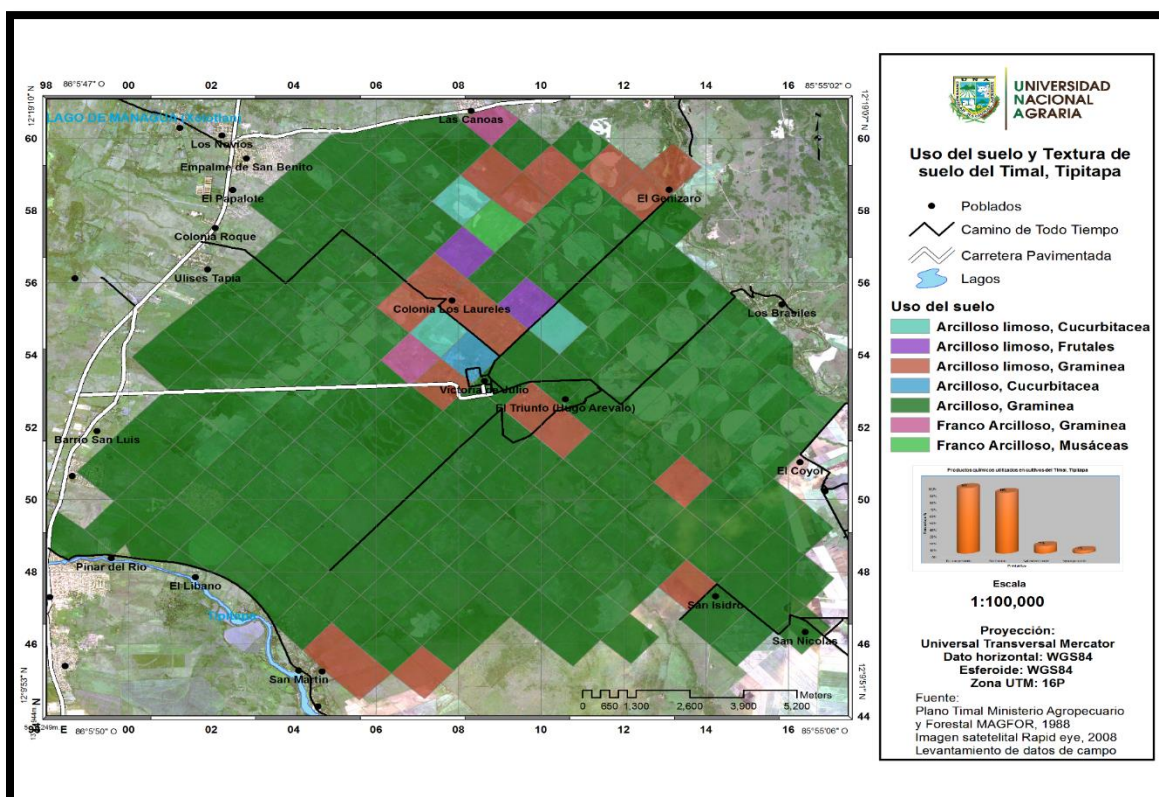


Figura 13. Mapa de uso del suelo y textura del suelo Timal- Malacatoya, Tipitapa

La distribución del manejo de suelo dentro de los cuadrantes se precisó de las siguientes formas: 134 productores (9.55%) barbechos, 98 parcelas (6.98%) frutales, 40 parcelas (2.85%) cultivos de gramínea (Sorgo), 1018 parcelas (72.55%) gramínea (Arroz), 7 parcelas (0.49%) Forestal, 52 parcelas (3.70%) Tubérculo, 14 parcelas (0.99%) Musácea, 31 parcelas (2.21%) Ganadería, 4 parcelas (0.28%) Pasto, 9 parcelas (0.35%) sin registro.

187 cuadrantes tienen clases texturales de arcilloso (89.47%) que representa 1229 parcelas, suelos con clase textural arcilloso limosos (8.03%) que representa 116 parcelas, y suelos con textura francos arcillosos (2.15%) que representa 31 parcelas.

VI. CONCLUSIONES

- ❑ El uso de los sistemas de información geográficos como una herramienta fue muy valiosa para hacer tanto la compilación de información, su gestión y su análisis de una manera muy eficiente, de una manera que nos permita evaluar, especialmente la información para poder apoyar la toma de decisiones a los productores de la zona, teniendo en cuenta que la aplicación del diagnóstico fue 100% de la población dentro del área de estudio lograron tener la información de los 187 cuadrantes con una representación de 497 productores jefe de familia.

- ❑ A partir de la información observada en el campo y la información procesada en los SIGt, fue posible la elaboración de los planos digitales, permitiendo obtener análisis del comportamiento de las variables logrando obtener el siguiente análisis de la distribución del manejo dentro de los 187 cuadrantes.

- ❑ De los 497 productores encuestados se identificaron las variables sociales y económicas que conforma el diagnóstico. Esta selección incluyó algunos sistemas de producción que presentan oportunidades limitadas de rápido crecimiento, ya sea en una o ambas variables, no obstante, la mayoría tiene el potencial para alcanzar el crecimiento y/o reducir los niveles de pobreza de la zona

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Desarrollar estudios a mayor detalle con la herramienta SIGt, sobre los sistemas de riego, tomando en cuenta el relieve, uso de la tierra, agua, tiempo y finca, para promover la generación de un sistema de recolección de información agrícola autogestionario y que sirva de base para la planificación de la actividad agrícola.
- ❖ La utilización de esta metodología participativa a todas las instituciones públicas y privadas interesadas en la elaboración de cartografía dirigida a parte agrícola, ya sea a nivel de fincas u otros niveles relacionados al manejo de los recursos suelo y agua del país.

VIII. LITERATURA CITADA

- ACPA, 2005. Alcaldía de Tipitapa, Censo poblacional del municipio de Tipitapa (promotería Social) 132pag.
- ALONSO, D.: Crear un mapa con un SIG, [en línea] Disponible en:<http://mappinggis.com/2015/06/como-crear-una-composición-de-mapa-con-qgis/> [Consulta].2018
- Altamirano C, M. E. (2007). *Estudio de la micro cuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.2002.* Maestría thesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- AMUNIC- Embajada de Finlandia (2010), Plan de Gestión Ambiental de Tipitapa. Nicaragua PGA Tipitapa, Nicaragua (67 pag).
- ARCGIS, O.: Crear el primer mapa, [en línea] Disponible en:<https://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/create-maps/make-your-first-map.htm> [Consulta].2018
- Brown, G., & Kytta, M. (2014). Key issues and research priorities for public participation GIS, a synthesis based on empirical research. *Applied Geography*, 46, 122–136.
- Caso O. E.E. **2010.** Proyecto “Desarrollo de Capacidades para la Zonificación Ecológica y Económica de la Región Junín” con R.E.R. N° 419-2009 - GRJ- JUNIN/PR. MANUAL DE ARCGIS 9.3 – Básico. 25p.
- CENAGRO, 2001. Censo nacional agropecuario. Nicaragua (168pag).
- David Artur; Michael Zeiler (2004). *Geodatabases.* USA. Pag. 411
- DAVILA, F.: Introducción a los Sistemas de Información Geográfica [en línea] Disponible en:http://www.sge.org/fileadmin/contenidos/archivos/ibercarto/actividades/primer_reunion_sevilla/sig2.pdf. [Consulta].2018
- EMILIANO, G. Y. F., F.: Agricultura de precisión, [en línea] Disponible en:<http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf> [Consulta].2017
- Elmasri, R.; Navathe, S. B (2002): *Fundamentos de Sistemas de bases de datos.* 3ª Edición. Editorial Addison-Wesley.
- Emmen, D. A. (2004). *La Agricultura de Precisión: una alternativa para optimizar los sistemas de producción.* Universidad de Panamá.
- FAO: " Principios y aplicación del riego": 2013
- GEORGE MARTIN, G.: "Regionalización de los requerimientos hidráulicos de la caña de azúcar": 2013
- GONZALES, P. Y. M. M. A.: "Programa de riego y drenaje ": 2013.

- HANSEN, I. Y.: Principios y aplicaciones del riego, Ed. Instituto Cubano del libro, Edición Revolucionaria, 1966
- INETER, 2005. Erosión hídrica, mapa de amenaza. Metodologías para el análisis y manejo de los riesgos naturales (MET-ALARN), ejecutado por INETER y COSUDE. Nicaragua (52 pag.)
- López NA. 2011. La investigación y la acción. La Presenta. Managua, NI dic. 14:6^a [Consulta].2017
- López David. 2016. Guía agropecuaria. Edición 17. Nicaragua. Pág. 19. [Consulta].2017
- MEND, A.: "Cursillo de Protección en Montaña": 2010.
- REGALADO, Y.: Elaboración de una base de datos mapificada y digitalizada de los suelos del municipio de Manicaragua empleando el software MapInfo 8.5, Tesis Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas., Tesis, 2014
- Rigaux, et al, (2002) *Spatial Databases: With Application to GIS*. Academic Press. ISBN 1-55860-588-6, p. 80
- RODRIGUEZ, S.: Implementación de un sistema de información geográfica para el manejo de información territorial de los municipios Cardenas y Varadero, Tesis Facultad de Geografía, UNIVERSIDAD DE LA HABANA, 1997
- SOLOCUM, T.: "Thematic Cartography and Geographic Visualization": 2005.
- VEGOA, R.: Drenaje Agrícola, Ed. Felix Varela, La Habana, Cuba, 2014.
- VILLALTA, V.: "Manual para la delimitación de cuencas hidrográficas": 2013, p.35.
- Wikipedia, 2013. Alcaldía de Tipitapa, <https://es.wikipedia.org/wiki/Tipitapa>. Consultado el 30 de septiembre de 2016
- Zeiler, M. (1999). *Modeling our World*. The ESRI Guide to Geodatabase Design. Environmental System Research Institute, Inc. Redlands, California.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta aplicada para evaluar la parte social

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
MAESTRIA EN INNOVACION AGROPECUARIA**

Formato de Campo

Datos generables:

Nombre del productor _____ Fecha de registro: _____
Nombre de Ola finca _____ Municipio: _____
Cantidad de miembros que componen la familia: _____

N°	Nombre y Apellido	Sexo		Edad	Nivel escolar
		M	F		
1 Jefe					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Datos sobre los sistemas:

❖ Agua

- De donde toman el agua _____
- Uso: _____
- Cantidad de agua que usa: _____

❖ Suelo:

- Como prepara el suelo: _____
- Realiza desinfección del sustrato: _____
- Quema: _____
- Fertilizante que aplica: _____
- Pesticidas: _____
- Ha realizado alguna vez análisis del suelo: SI _____, No _____
- ¿Qué tipo de análisis ha realizado? _____
- Cuadrante: _____ Lugar reside: _____
- Tiempo de establecido: _____
- Cuantas personas de pende económicamente del jefe de familia: _____

Anexo 2. Encuesta aplicada para evaluar la parte de sistema de riego

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA		Tarjeta de Inventario y avalúo de sistemas de riego										Clasificación:											
Nombre de la finca:		Sistema de riego por:		Aspersión:		Gravedad:		Área de riego:		Hoja Nº:		Fecha:											
Nombre del productor:		Cultivos:		Diseño anteriores de riego:		Levantado Por:																	
Localización:																							
Coordenadas		Y		X																			
X																							
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA																							
CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA FUENTE										Tipo	Gravedad	Bombeo		CALIDAD DEL AGUA									
Subterráneas					Superficial							Directa	Indirecta	Observaciones de Campo									
Pozo perforado		Pozo excavado		Manantial		Otro		Río		Presa		Canal		Embalse		otro		Nivel toma	Sección				
Profundidad								Sección										Profundidad					
		Agujero		Plug		Dimensiones												Longitud					
Material Revest.		Revestimiento				Volumen		Caudal		Máximo		Mínimo		Altura		G.P.M		Estructura	Revestimiento				
		Original		G.P.M		PERIODO		Observaciones:															
		Actual				Aguas altas		Aguas bajas															
Nivel Estático de agua				Pies		De: A:		De: A:															
Nivel de Bombeo						Profundidad media												m					
Descenso		Original		Pies		Q		S		GPM/P		Pendiente		Taludes				m ²					
		Actual																					
Flujo		Continuo		Intermit.		Temporal		Longitud		Mat. Revest.													
Filtro		Si		No		Expulsa		Arena		Grava		FLUJO		CONCEPTO		VALOR ACTUAL							
												Permanente		Temporal				Fuente	Obras de toma				
		Material y long.																					
Base		Material				Acceso		Fácil		Difícil								Equipo bombeo (Bombo + Motor)					
		Dimensiones																Total elementos complementarios					
Uso de la fuente				Horas uso diario														Total detalles adicionales					
Construido Por:																		Sistema de distribución					
Dist. Fuente más cercana																		Estructura complemento y/o acces.					
																		Valor total del sistema					
COMPUTO DEL VALOR																							
ITEMS		FECHA				DEPRECIACION						AVALUO											
		Const.		Valuó		ANOS		Estado		Depre. Acum.		% Bueno		Costo unit.		Costo Reemp.		Valor actual					
Concepto						Edad		Vid. util		B		N		R				Histórico		Actual			

(Continuación)

EQUIPO DE BOMBEO Y ELEMENTO COMPLEMENTARIOS																				
Concepto	B O M B A	TURBINA CENTRIFUGA SUMERGIBLE	M O T O R	ELECTRICO		CABEZAL DESCARGA		COLUMNA COMPLETA				SUCCION Y DESCARGA			TABLERO DE CONTROL					
				Horiz	Vert.	Marca		Coor. Caract.	Tuberia		Ejes	Cable Prot.	Diámetro	Bomba	Plg.	Interruptor		Arrancador		
						Modelo		Column.	Fundas					Material	Tuberia	Plg.	Marca	Marca		
				Combustibles		Serie	Marca							Diámetro	Longitud	Plg.	Modelo	Modelo		
Características					Diésel	Gas	Diámetro	Entr.												
								Salida												
Velocidad																				
Caudal				ENGRANAJE ANGULAR				UNION CARDANICA		POLEAS Y BANDAS			MANDO DE POLEA		OTROS					
Carga				Marca				Marca		Diámetro	Poleas	Marca			Acople flexible					
Diam. Ext.				Modelo				Modelo		Motor	Bomba	Modelo								
Nº d etapas				Serie				Longitud	plg.	plg.	plg.	Serie			Acople flexible					
Potencia				Velocidad				Diámetro (pies)		BANDAS			Velocidad							
Voltaje (s)				Potencia				Barra	Fra nje	pernos	Materiales		Potencia		Eje a eje					
Amperios				Relación							Dist. Entre centros		Relación							
Fases				Sent. Rot.							Sección		Sent. Rot.		Toma fuerza					
Eficiencia				Enfriamiento	Agua		Aire				Nº de bandas		Banda							
Tipo											Velocidad (R.P.M)									
Cilindros											Motor		Bomba							
Cluché																				
TANQUE PRELUBRICACION				ESTRUC. DE FUND. EQUIPO				CASETA PROTECCION				ENERGIA ELECTRICA			OTROS DET ADIC (EXP)					
Material											Fundaciones			Nº de línea						
Volumen											Piso			Transformadores						
Instalación	Adec.		Inadec.					CALIDAD				Paredes		Nº unidad	Capac.	Capac. total				
OBSERVACION				INF.		PROMED		SUP.			Techo					KVA				
											Puertas					Voltaje		Voltios		
											Áreas (m²)				Fases		3			
											Calidad	INF		Prom		Sup		Long. tendido	KMS	
COMPUTO DEL VALOR DEL EQUIPAMIENTO																				
ITEMS		FECHA				DEPRECIACION				AVALUO										
CONCEPTO		Constrn.	Instala	Valúo	Años		ESTADO		Depr.	% Bueno	COSTO UNITARIO		COSTO REEMPLAZO NUEVO	VALOR ACTUAL						
BOMBA					EDAD	V. UTIL	B	N	R	Acuu		Histórico	Actual							
MOTOR																				
ELEM. COMPLEM.																				

Anexo 3. Catálogo de clasificación de variables sociales y económicas

Sistema de Riego		Preparación de suelo	
Categoría	Descripción Riego	Categoría	Descripción suelo
1	Noriega	1	no
2	Lluvia	2	Mecanizada
3	Gravedad	3	Animal
4	Inundación	4	Romplonea
5	Aspersión	5	Gradead
6	Valdés	6	Surquea
7	Goteo	7	Rustico

Textura de suelo	
Categoría	Descripción
1	Arcilla
2	Arcilloso limoso
3	Franco Arcilloso

Fuente de abastecimiento	
Categoría	Descripción aguas
1	No riega
2	El embalse la canoa
3	Pozo
4	Lluvia

Tipos de pesticidas usado por los productores	
Categoría	Descripción de Pesticidas
1	No
2	Glifosato
3	Gramoxona
4	Cipermetrina
5	Contex
6	Orgánico
7	Triasofoc
8	Gounter
9	Metamidafos
10	Midacopric
11	Imidacopric

Tipos de prácticas Agronómica	
Categoría	Descripción Anual suelo
1	No
2	SI
Categoría	Descripción Quema
1	No
2	SI

Continuación

Tipos de Fertilizantes usado por los productores	
Categoría	Descripción
1	No
2	Urea
3	Complete
4	Triple 15
5	18-46-0
6	Abono Orgánico
7	12 -30 - 10
8	15 15 15
9	Infinito la Moraya Antracol
10	Bayfolan, Engordador
11	10 30 10
12	Potasio
13	Sulfato

Área de cultivos	
Categoría	Cultivo Área Mz
1	NO
2	Frutales
3	Gramínea
4	Forestales
5	Cucurbitácea
6	Tubérculo
7	Musácea
8	Ganadería
9	Pasto

Categoría que se utilizó para demostrar el nivel de escolaridad por productor			
Cantidad de miembros	Capacidad familiar para la administración de sistemas de riego		
	Primaria	Secundaria	Superior o Postgrado
< 3	Limitado	Limitado	Moderado
3 - 6	Limitado	Moderado	Adecuado
> 6	Limitado	Moderado	Adecuado

Anexo 4. Base de datos en Excel

Anexo 4.1. Datos del Riego

Id Productor	Id Cuadrante	Tiempo riego Día	Tiempo riego semana	Tiempo riego mes	Duración ciclo	Tiempo riego ciclo	Fuente	Consumo galones	Q_m3s	Qt_mes	Qt_ciclo
C18_1	18	24	168	720	3	2160	2	360	0.015646167	40554.9	121664.595
C18_2	18	24	168	720	3	2160	2	360	0.015646167	40554.9	121664.595
C18_3	18	2	13.6	60	3	180	2	360	0.009164373	1979.5	5938.5137
C18_4	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_5	18	24	168	720	3	2160	2	360	0.009164373	23754.1	71262.1644
C18_6	18	16	112	480	3	1440	2	360	0.009164373	15836	47508.1096
C18_7	18	12	84	360	3	1080	2	360	0.009164373	11877	35631.0822
C18_8	18	4	28	120	3	360	2	360	0.009164373	3959.01	11877.0274
C18_9	18	2.5	17.5	75	3	225	2	360	0.01611626	4351.39	13054.1706
C18_10	18	2	14	60	3	180	3	360	0.009164373	1979.5	5938.5137
C18_11	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_12	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_13	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_14	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_15	18	24	168	720	3	2160	2	360	0.009164373	23754.1	71262.1644
C18_16	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_17	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_18	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_19	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_20	18	24	168	720	3	2160	2	360	0.009164373	23754.1	71262.1644
C18_21	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_22	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_23	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0

Continuación

C18_24	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_25	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C18_26	18	0	0	0	3	0	1	360	0	0	0
C163_1	163	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C163_2	163	5	35	150	3	450	2	360	0.001	540	1620
C163_3	163	2	14	60	3	180	2	360	0.001	216	648
C163_4	163	1.5	10.5	45	3	135	2	360	0.001	162	486
C163_5	163	3.2	22.4	96	3	288	2	360	0.001	345.6	1036.8
C163_6	163	3.2	22.4	96	3	288	2	360	0.001	345.6	1036.8
C163_7	163	16	112	480	3	1440	2,3	360	0.001	1728	5184
C172_1	172	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C172_2	172	2	14	60	3	180	2	360	0.001	216	648
C143_1	143	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C143_2	143	8	56	240	3	720	4	360	0.001	864	2592
C143_3	143	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C143_4	143	2	14	60	3	180	2	360	0.001	216	648
C143_5	143	8	56	240	3	720	3	360	0.001	864	2592
C143_6	143	8	56	240	3	720	3	360	0.001	864	2592
C143_7	143	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C143_8	143	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C143_9	143	8	56	240	3	720	3	360	0.001	864	2592
C143_10	143	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C143_11	143	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C154_1	154	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C154_2	154	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
C154_3	154	1.26	8.82	37.8	3	113.4	2	360	0.001	136.08	408.24
C154_4	154	2	14	60	3	180	2	360	0.001	216	648
C154_5	154	1	7	30	3	90	2	360	0.001	108	324
C154_6	154	4	28	120	3	360	2	360	0.001	432	1296
C154_7	154	1	7	30	3	90	2	360	0.001	108	324

Continuación

C154_8	154	1	7	30	3	90	2	360	0.001	108	324
C154_9	154	4	28	120	3	360	2	360	0.001	432	1296
C154_10	154	4	28	120	3	360	2	360	0.001	432	1296
C154_11	154	1.5	10.5	45	3	135	2	360	0.001	162	486
C154_12	154	1.5	10.5	45	3	135	2	360	0.001	162	486
C154_13	154	1.5	10.5	45	3	135	2	360	0.001	162	486
C154_14	154	0.5	3.5	15	3	45	2	360	0.001	54	162
C154_15	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_16	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_17	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_18	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_19	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_20	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_21	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_22	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_23	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_24	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_25	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_26	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_27	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_28	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_29	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_30	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_31	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_32	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_33	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_34	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_35	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_36	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92
C154_37	154	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2	360	0.001	143.64	430.92

Continuación

C149_1	149	4	28	120	3	360	2	360	0.001	432	1296
C149_2	149	2	14	60	3	180	2	360	0.001	216	648
C149_3	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C149_4	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C149_5	149	6	42	180	3	540	2	360	0.001	648	1944
C149_6	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C149_7	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C149_8	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C149_9	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C149_10	149	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C159_1	159	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
C159_2	159	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
C159_3	159	1.5	10.5	45	3	135	2	360	0.001	162	486
C159_4	159	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
C159_5	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
C159_6	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
C159_7	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
C159_8	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
C159_9	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
C159_10	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
C159_11	159	24	168	720	3	2160	1	360	0.001	2592	7776
1	1	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
12	12	3	21	90	3	270	1	360	0.001	324	972
2	2	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
C148_1	148	0.5	3.5	15	3	45	2,3	360	0.001	54	162
C148_2	148	0.76	5.32	22.8	3	68.4	3	360	0.001	82.08	246.24
999	999	1.5	10.5	45	3	135	2,3	360	0.001	162	486
144	144	4.5	31.5	135	3	405	2	360	0.001	486	1458
169	169	8	56	240	3	720	2	360	0.001	864	2592
3	3	6	42	180	3	540	2	360	0.001	648	1944

Continuación

4	4	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
5	5	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
6	6	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
7	7	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
8	8	6	42	180	3	540	2	360	0.001	648	1944
C168_1	168	1.33	9.31	39.9	3	119.7	2,3	360	0.001	143.64	430.92
C168_2	168	8.5	59.5	255	3	765	3	360	0.001	918	2754
C 22_1	22	0	0	0	3	0	1	360	0.001	0	0
C 22_2	22	1.67	11.69	50.1	3	150.3	2	360	0.001	180.36	541.08
C 22_3	22	0	0	0	3	0	4	360	0.001	0	0
C 22_4	22	5	35	150	3	450	2	360	0.001	540	1620
C 22_5	22	3	21	90	3	270	2	360	0.001	324	972
C 22_6	22	0	0	0	3	0	2	360	0.001	0	0
164	164	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776
999	999	24	168	720	3	2160	2	360	0.001	2592	7776

Anexo 4.2. Datos del manejo agronomico

Id Productor	Id Cuadrante	Textura.	Preparación _suelo	Desinfección _suelo	Fertilizante	Pesticidas	Anual_ suelo	Quema
C18_1	18	2	2	1	2	1	1	1
C18_2	18	2	3	1	3	1	1	1
C18_3	18	2	4	1	2	2	2	1
C18_4	18	2	5	1	4	3	1	1
C18_5	18	2	6	1	1	1	1	1
C18_6	18	2	2	1	2	1	1	1
C18_7	18	2	1	1	1	1	1	1
C18_8	18	2	3	1	6	1	1	1
C18_9	18	4	1	1	2	1	1	1
C18_10	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_11	18	2	1	1	4	1	1	1
C18_12	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_13	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_14	18	3	1	1	2	1	1	1
C18_15	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_16	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_17	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_18	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_19	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_20	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_21	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_22	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_23	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_24	18	2	1	1	2	1	1	1
C18_25	18	2	1	1	2	1	1	1

Continuación

C18_26	18	2	2	1	2	1	1	1
172_1	172	2	2	1	2	1	1	1
172_2	172	2	2	1	2	1	1	1
C143_1	143	2	2	1	2,3	4,5	1	1
C143_2	143	2	2	1	2,6	6	1	1
C143_3	143	2	2	1	2,3,6	1	1	1
C143_4	143	2	2	1	2,3,6	4,5	1	1
C143_5	143	2	2	1	2,3,6	3	1	1
C143_6	143	2	2	1	2,3,6	6	1	1
C143_7	143	2	2	1	2,3,6	4,5	1	1
C143_8	143	2	3	1	2,6	4,5	1	1
C143_9	143	2	4	1	8	4,5	1	1
C143_10	143	2	4	1	8	4	1	1
C143_11	143	2	2	1	3,4	4	1	1
C154_1	154	2	2,3	1	2,4,6	1	1	1
C154_2	154	2	2,3	1	2,6	4	1	1
C154_3	154	2	2,3	1	4,6,	4	1	1
C154_4	154	2	2,3	1	2,4,6	4	1	1
C154_5	154	2	2,3	1	2,4,6	4	1	1
C154_6	154	2	2,3	1	2,4,6	4	1	1
C154_7	154	2	2,3	1	2,4,6	1	1	1
C154_8	154	2	2,3	1	2,4,6	4	1	1
C154_9	154	2	2	1	2,4,6	4	1	1
C154_10	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_11	154	2	2,3	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_12	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_13	154	2	2,3	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_14	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1

Continuación

C154_15	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_16	154	2	2	1	2,4,6	4	1	1
C154_17	154	2	2	1	2,4,6	4	1	1
C154_18	154	2	2	1	2,4,6	4	1	1
C154_19	154	2	2	1	2,4,6	4	1	1
C154_20	154	2	2	1	4,6	4,7	1	1
C154_21	154	2	2	1	4,6	4,7	1	1
C154_22	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_23	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_24	154	2	2	1	2,4,6	4,7	1	1
C154_25	154	2	2	1	4	1	1	1
C154_26	154	2	2	1	3	4,7	1	1
C154_27	154	2	3	1	3	4,7	1	1
C154_28	154	2	2	1	3	4,7	1	1
C154_29	154	2	2	1	3	4,7	1	1
C154_30	154	2	2	1	3	4,7	1	1
C154_31	154	2	2	1	1	4,7	1	1
C154_32	154	2	2	1	4	4,7	1	1
C154_33	154	2	2	1	4,7	4,7	1	1
C154_34	154	2	2	1	4	4,7	1	1
C154_35	154	2	2,3	1	1	4	1	1
C154_36	154	3	2,3	1	1	4	1	1
C154_37	154	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_1	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_2	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_3	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_4	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_5	149	4	2,3	1	1	4	1	1

Continuación

C149_6	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_7	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_8	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_9	149	4	2,3	1	1	4	1	1
C149_10	149	2	2	1	2	8	1	1
C159_1	159	2	2,3	1	2,3	4	1	1
C159_2	159	2	2,3	1	2,6	2	1	1
C159_3	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_4	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_5	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_6	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_7	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_8	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_9	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_10	159	2	2	1	2	8	1	1
C159_11	159	2	2	1	2	8	1	1
1	1	4	2,3	1	1	4	1	1
12	12	4	2,3	1	1	4	1	1
5_1	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_2	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_3	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_4	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_5	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_6	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_7	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_8	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_9	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_10	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1

Continuación

5_11	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_12	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_13	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_14	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_15	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_16	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_17	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_18	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_19	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_20	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_21	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_22	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_23	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_24	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_25	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_26	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_27	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_28	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_29	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_30	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_31	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_32	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_33	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_34	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_35	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_36	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_37	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_38	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1

Continuación

5_39	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_40	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_41	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_42	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_43	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_44	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_45	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_46	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_47	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_48	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_49	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_50	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_51	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_52	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_53	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_54	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_55	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_56	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_57	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_58	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_59	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_60	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_61	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_62	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_63	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_64	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_65	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_66	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1

Continuación

5_67	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_68	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_69	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_70	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_71	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_72	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_73	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_74	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_75	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_76	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
5_77	5	2	2	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
4_1	4	2	2,3	1	2,4,12,13	4,9,10	1	1
4_2	4	2	2,3	1	2	1	1	1
4_3	4	2	2	1	2,9,13	3,7,11	1	1
4_4	4	2	2	1	2,9,13	3,7,11	1	1
4_5	4	2	2	1	2,9,13	1	1	1
4_6	4	2	2	1	8	1	1	1
4_7	4	2	2	1	2,7,8	1	1	1
4_8	4	2	2	1	2,8,13	4,11	1	1
4_9	4	2	3	1	2,8,13	1	1	1
4_10	4	2	3	1	2,8,13	1	1	1
4_11	4	2	2	1	2,8,13	1	1	1
4_12	4	2	2	1	2,8,13	1	1	1
6	6	2	2	1	2,8,13	1	1	1
7	7	2	2	1	2,8,13	1	1	1
8	8	2	2	1	2,8,13	1	1	1
168	168	2	2	1	2	1	1	1
22_1	22	2	1	1	9	1	1	1

Continuación

22_2	22	2	3	1	2,3	4	1	1
22_3	22	2	3	1	2	4	1	1
22_4	22	2	2	1	2,4,6	2,3	1	1
22_5	22	2	3	1	2,4,6	2,3	1	1
22_6	22	2	2	1	2,4,6	2,3	1	1
164	164	2	2	1	2,4,6	2,3	1	1
9_1	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_2	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_3	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_4	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_5	9	2	2	1	2	1	1	1
9_6	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_7	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_8	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_9	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
9_10	9	2	2	1	2,4,6	1	1	1
999	999	2	2	1	2	1	1	1

Anexo 4.3. Datos de cultivos

Id Parcela	Id Cuadrante	Cultivo	Área _Mz
C18_1	18	2	0.5
C18_1	18	5	1.25
C18_1	18	5	0.25
C18_1	18	5	0.25
C18_1	18	7	5
C18_2	18	3	0.0025
C18_2	18	3	1
C18_2	18	3	1
C18_3	18	2	0.5
C18_3	18	7	3.5
C18_4	18	1	0
C18_5	18	2	0.25
C18_5	18	6	0.25
C18_5	18	5	0.5
C18_5	18	5	0.5
C18_6	18	2	0.5
C18_6	18	2	0.0025
C18_7	18	2	0.5
C18_8	18	7	2
C18_8	18	3	0.5
C18_8	18	3	0.5
C18_8	18	5	0.0025
C18_8	18	5	0.25
C18_8	18	5	0.0025
C18_9	18	5	0
C18_10	18	7	0.5
C18_10	18	2	0
C18_10	18	4	0.25
C18_11	18	1	0
C18_12	18	2	0
C18_12	18	4	0
C18_12	18	4	0.25
C18_13	18	2	0
C18_14	18	1	0
C18_15	18	2	0.5
C18_15	18	2	2
C18_15	18	3	0.25
C18_15	18	3	0.25
C18_15	18	6	0.25

Continuación

C18_16	18	6	0
C18_17	18	1	0
C18_18	18	1	0
C18_19	18	2	0.5
C18_20	18	5	1
C18_21	18	1	0
C18_22	18	1	0
C18_23	18	1	0
C18_24	18	1	0
C18_25	18	1	0
C18_26	18	6	0.5
C18_26	18	3	0.5
C163_1	163	3,5	0.25
C163_1	163	2	0.0025
C163_1	163	3	0.0025
C163_1	163	7	0.5
C163_1	163	2	0.0025
C163_2	163	2	0.0025
C163_2	163	7	0.25
C163_2	163	2	0.0025
C163_2	163	2	0.0025
C163_2	163	5	0.25
C163_3	163	5	0.5
C163_3	163	5	0.25
C163_3	163	3	0.5
C163_3	163	3	0.25
C163_3	163	7	0.25
C163_3	163	2	0.5
C163_3	163	6	0.25
C163_4	163	5	0.0025
C163_4	163	7	0.5
C163_4	163	5	0.0025
C163_4	163	5	0.0025
C163_5	163	2	0.5
C163_6	163	7	1
C163_6	163	6	1.25
C163_7	163	3	0.0075
C163_7	163	3	0.005
C163_7	163	2	
C168_1	168	2	0.25
C168_1	168	7	2

Continuación

C168_2	168	5	0.25
C168_2	168	5	0.25
C168_2	168	3	1.5
C168_2	168	5	0.25
C172_1	172	5	3
C172_1	172	5	0
C172_2	172	7	0.5
C172_3	172	3	0.0025
C143_1	143	3	1.5
C143_2	143	3	2
C143_3	143	2	0.25
C143_4	143	5	0.0025
C143_5	143	3	2
C143_5	143	7	0.5
C143_5	143	5	0.5
C143_5	143	2	0.5
C143_5	143	2	0.5
C143_6	143	2	0.5
C143_6	143	7	0.5
C143_7	143	1	0.5
C143_8	143	2	0.25
C143_9	143	7	0.25
C143_10	143	2	0.25
C143_10	143	4	0.25
C143_11	143	1	0.25
C154_1	154	3	0.5
C154_1	154	3,5	2.5
C154_2	154	7	0.25
C154_2	154	3	2
C154_2	154	5	0.5
C154_2	154	5	0.5
C154_2	154	5	0.5
C154_3	154	7	1
C154_3	154	3	1.5
C154_4	154	3	1
C154_4	154	5	0.25
C154_4	154	5	0.25
C154_5	154	5	0.25
C154_5	154	6	2
C154_5	154	7	1
C154_5	154	2	0.25

Continuación

C154_6	154	6	5
C154_7	154	6	1
C154_7	154	2	1
C154_7	154	7	2
C154_8	154	7	2.0025
C154_9	154	3	5
C154_10	154	3	5
C154_11	154	3	5
C154_12	154	3	5
C154_13	154	3	5
C154_14	154	3	1
C154_14	154	6	0.0025
C154_14	154	5	0.25
C154_14	154	3	3
C154_15	154	3	5
C154_16	154	1	0
C154_17	154	1	0
C154_18	154	1	0
C154_19	154	1	0
C154_20	154	1	0
C154_21	154	1	0
C154_22	154	1	0
C154_23	154	1	0
C154_24	154	1	0
C154_25	154	1	0
C154_26	154	1	0
C154_27	154	1	0
C154_28	154	1	0
C154_29	154	1	0
C154_30	154	1	0
C154_31	154	1	0
C154_32	154	1	0
C154_33	154	1	0
C154_34	154	1	0
C154_35	154	1	0
C154_36	154	1	0
C154_37	154	1	0
C149_1	149	3	4.5
C149_2	149	3,4	1
C149_2	149	3	4
C149_3	149	3	4

Continuación

C149_3	149	5	1
C149_4	149	3	4
C149_4	149	2,4	1
C149_5	149	3	50
C149_6	149	3	4
C149_6	149	7	0.25
C149_6	149	2	0.25
C149_7	149	3	4.5
C149_8	149	3	4
C149_8	149	3	1
C149_9	149	3	4
C149_9	149	5	1
C149_10	149	3	4
C149_10	149	5	4
C159_1	159	3	4
C159_1	159	8	4
C159_2	159	3	4
C159_2	159	3	4
C159_2	159	5	4
C159_3	159	3	4
C159_4	159	3	4
C159_4	159	9	4
C159_4	159	8	4
C159_4	159	3	4
C159_5	159	1	4
C159_6	159	1	4
C159_7	159	1	4
C159_8	159	1	4
C159_9	159	1	4
C159_10	159	1	4
C159_11	159	1	4
1	1	3	4
C12_1	12	7	4
C12_2	12	2	4
C12_3	12	3	4
3	3	3	4
C 148_1	148	5	4
C148_1	148	5	4
C148 - 1	148	9	4
C148 - 2	148	3	4
C148 - 2	148	2	4

Continuación

999	999	3	4
999	999	3,9	4
144	144	3	4
C169 _1	169	3	4
C169 _1	169	3	4
C169 _1	169	9	4
C169 _1	169	8	4
2_1	2	3	4
2_2	2	4	4
4	4	3	4
5	5	3	4
6	6	3	4
7_1	7	3	4
7_2	7	8	4
8	8	3	4
C 22 _1	22	5	4
C 22 _1	22	3	4
C 22 _2	22	5,6	4
C 22 _2	22	9	4
C 22 _2	22	5	4
C 22 _2	22	5	4
C 22 _3	22	5	4
C 22 _3	22	3	4
C 22 _3	22	7	4
C 22 _3	22	2	4
C 22 _4	22	3	4
C 22 _5	22	5	4
C 22 _6	22	5	4
C 164_-1	164	3	4
999	9	3	4

Anexo 4.4. Datos de ubicación de los cuadrantes

Id_Cuadr.	X	Y
18	609364	1357062
18	609029	1356863
18	609132	1356765
18	608877	1356828
18	609042	1356974
18	608916	1357146
18	609370	1357394
18	608991	1357430
18	608581	1357119
18	608750	1356948
18	608745	1357080
18	608949	1357432
18	608995	1357483
18	608726	1357256
18	608721	1357156
18	609602	1357169
18	609115	1357293
18	609112	1357342
18	609018	1357077
18	608988	1357112
18	609404	1357170
18	609237	1357412
18	609329	1351401
18	609328	1357401
18	608991	1357111
18	609717	1357070
163	608470	1357827
163	608417	1357876
163	608264	1357696
163	608339	1357656
163	608346	1357927
163	608310	1357977
163	608206	1358092
172	607921	1359416
172	606694	1355048
143	606543	1354031
143	607373	1355117
143	606695	1354898
143	608994	1357213

Continuación

154		Negaron el ingreso
154		Negaron el ingreso
154		Negaron el ingreso
149	606355	1355036
149	606355	1355037
149	606101	1355181
149	606227	1355433
149	606295	1356041
149	606446	1355151
149	606385	1355079
149	606386	1354874
149	606540	1355257
159	606508	1357196
159	606323	1356458
159	605515	1358478
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159		Negaron el ingreso
159	602022	1358635
159	606005	1357851
159		Negaron el ingreso
159	607019	1355757
159	607897	1355809
1	602022	1358635
12		Negaron el ingreso
2		Negaron el ingreso
148		Negaron el ingreso
148		Negaron el ingreso
999	607194	1356926
144	605615	1354781
4	614335	1354367
5	615178	1355258
6	613097	1354048
7	613052	1356928
8	614258	1355795

Continuación

22	610016	1356131
22	697734	1356729
22	609601	1356496
22	610191	1355987
22	610342	1356137
22	610014	1356129
164	604549	1358055
9	613275	1358131
C168	607585	1358675
C168	608230	1358471
999	Negaron el ingreso	
