

**DETERMINAR LA ZONA AGROECOLOGICA APTA PARA CULTIVO DE  
PAPA EN FUNZA –CUNDINAMARCA USANDO UN SISTEMA DE  
INFORMACION GEOGRAFICO (SIG).**

**TRABAJO DE GRADO**

**AUTOR**

**PEDRO GERMAN OSPINA SANGAMA**

**CODIGO: 3101386**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACION EN GEOMATICA  
BOGOTA DICIEMBRE 2017**

# **DETERMINAR LA ZONA AGROECOLOGICA APTA PARA CULTIVO DE PAPA EN FUNZA –CUNDINAMARCA USANDO UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO (SIG).**

## **DETERMINE THE AGRO-ECOLOGICAL ZONING FOR POTATO CROPS IN THE FUNZA –CUNDINAMARCA USING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)**

Pedro Germán Ospina Sangama  
Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales.  
Supervisor HSE,  
Estudiante de Posgrado Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá , Colombia  
germanospina6@gmail.com

### **RESUMEN**

El presente artículo consiste en determinar una zona específica donde se pueda realizar una zonificación agroecológica de un cultivo de papa en el municipio de Funza – Cundinamarca utilizando como base un Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando como insumos sus requerimientos biofísicos como la temperatura , precipitación, pendiente, tipo de suelo; esto con el fin de conocer la zonas más apta.

La información que utiliza este artículo viene de algunas instituciones del estado como por ejemplo la información climática que proviene del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); información agrícola del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MARD); con su dirección de Sistema Nacional de Información Geográfica para el sector; información base como curvas de nivel, drenajes del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); un DEM de la región y los requerimientos Agroecológicos del cultivo de papa de la Federación Nacional de papa (FEDEPAPA). El análisis y la combinación de estos datos permitieron establecer una zonificación agroecológica para este tipo de cultivo muy cercana a la situación real.

Como proceso GIS se elaboró un álgebra de mapas con el software de ARCGIS, donde se construyó cada una de las capas de pendiente, clima, precipitación y cobertura del suelo teniendo en cuenta los datos primarios de los factores climáticos y edafológicos que son necesarios en el cultivo.

Finalmente se elaboró una zona agroecológica apta para el cultivo de papa teniendo en cuenta el uso actual del suelo, donde se evidenció que se encuentra en el centro del municipio entre el límite del municipio vecinos de Mosquera donde se presente mayormente cobertura de suelo para área de cultivos agrícolas homogéneos.

**Palabras clave:** Zonificación, cultivo, SIG

## ABSTRACT

The present article consists of determining a specific zone where an agroecological zoning of a potato crop can be carried out in the municipality of Funza – Cundinamarca using a Geographic Information System (GIS), and takes into account biophysical requirements such as rain, temperature, slope and soil type. The goal is to find the most suitable areas for crop.

The information used in this work comes from different government institutions. For instance, climate information was obtained from the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM); agriculture information from the Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) and National Geographic Information System for the sector; basic information such as level curves, drains from the Geographical Institute Agustin Codazzi (IGAC); a DEM of the region and the Agroecological requirements of the potato crop of the National Potato Federation (FEDEPAPA). The analysis and combination of these data allowed establishing an agro-ecological zoning for this type of crop very close to the real situation.

As a GIS process, an algebra of maps was developed with the ARCGIS software, where each of the slope, climate, precipitation and soil cover layers was constructed taking into account the primary data of the climatic and soil factors that are necessary in the culture.

Finally, an agroecological area suitable for potato crop was developed, taking into account the current use of the soil, where it was evidenced that it is located in the center of the municipality between the border of the municipality of Mosquera where there is a majority of land cover for the crop.

**Keywords:** Zoning, Crop, GIS

## INTRODUCCION

El sector agropecuario para Colombia pasa en la actualidad por una etapa de complejidad haciendo que el Gobierno del país tome medidas urgentes para mejorar la confianza y tranquilidad en el gremio.

Los productos agrícolas presentan una gran dificultad ya que presentan una pérdida de calidad con el paso del tiempo. Esto genera problemas en la cosecha para manejarla, el transporte y las diferentes etapas desde la recolección y el consumidor final.

También existe otro factor que afecta la crisis del sector agropecuario en Colombia ya que la producción agrícola crece en zonas distintas a las destinadas para este fin y decrece en zonas aptas para los cultivos por falta de atención gubernamental al campesino, insuficiencia en la disponibilidad de los recursos naturales y poca rentabilidad al campesino baja productividad por falta de conocimientos de zonas aptas para cierto tipo de cultivo; falta de

generación y proporción de innovaciones tecnológicas apropiadas, productos, servicios y capacitación especializadas para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores agropecuario.

Para la (FAO) , Colombia está dentro de los países que tienen una capacidad amplia como almacenamiento agrícola en el mundo. Por otro lado, también es uno de los que más potencial tiene de desarrollo específicamente para la agricultura.

En el ámbito de la planificación agrícola, la zonificación agroecológica es una de las principales herramientas empleadas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura, la misma tiene como objetivo otorgar espacios a cultivos atendiendo a sus exigencias edafoclimáticas para garantizar en gran medida el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los mismos [1]

La zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. [2]

Para los factores climáticos dependen de las condiciones generales que interactúan entre ellos definiendo unas características especiales para una zona terrestre específica. [3]

La Edafología define el suelo como “parte externa de la corteza terrestre, que ha sufrido y sigue sufriendo acciones causadas por agentes atmosféricos y seres vivos, y sirve de soporte a la vegetación”

La fisiografía a través del tiempo se ha convertido en uno de los estudios de mayor importancia para los recursos naturales, dado la necesidad del hombre por mejorar los conocimientos de la superficie de la tierra y dar así un óptimo uso del suelo para su sustento y desarrollo sostenible. [4]

La importancia que el hombre le ha dado al uso del suelo y sus propiedades como estrategia del desarrollo sostenible le ha permitido a través de la fisiografía profundizar el conocimiento de los recursos naturales para mejorar su aprovechamiento[4]

El concepto de producción agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la economía para hacer referencia al tipo de productos y beneficios que una actividad como la agrícola puede generar.

Estudiando los componentes espaciales de un sector se puede realizar diferentes estudios que de manera separada , definen los comportamientos con unas características y condiciones [5].

El geo procesamiento proporciona un amplio conjunto de herramientas para realizar tareas SIG que van desde simples zonas de influencia y superposiciones de polígonos a complejos análisis de regresión y clasificación de imágenes [6]

En un SIG, cada ente o elemento del mundo real está definido por su posición geográfica y sus características o atributos no espaciales y es precisamente

esta particularidad lo que convierte al SIG en una poderosa herramienta para visualizar y analizar relaciones geoespaciales [7]

El área de estudio definido es en el Municipio de Funza – Cundinamarca

## 1. MATERIALES Y METODOS

### 1.1 Área de estudio

El municipio de Funza, esta ubicado en la provincia de sabana de Occidente a 15 Km. De la ciudad de Bogotá. Limita al norte con Madrid y Tenjo, al Oriente con Cota y Bogotá, al Sur con Mosquera y al Occidente con Madrid. Tiene una extensión urbana de 4 km<sup>2</sup> y una extensión rural de 66 km<sup>2</sup>, para un total de 70 km<sup>2</sup>, según el censo DANE 2005. Sus suelos, que corresponden a la serie Funza Fz, se caracterizan por su relieve plano con pendiente entre 0 -1% moderadamente profundo, bien drenados y con una fertilidad moderada. El suelo de Funza por su capacidad de uso a sido clasificado en la clase agrológica 11 hc -1 de uso y manejo, drenaje natural moderado e imperfecto, susceptibles a heladas e irregular distribución de la lluvia, con una temperatura de 14°C. La fuente principal de abastecimiento de agua superficial del municipio, son los ecosistemas de los humedales, dedicados a la agricultura y a la ganadería, permitiendo el desarrollo agropecuario en zonas de alto potencial para la producción.

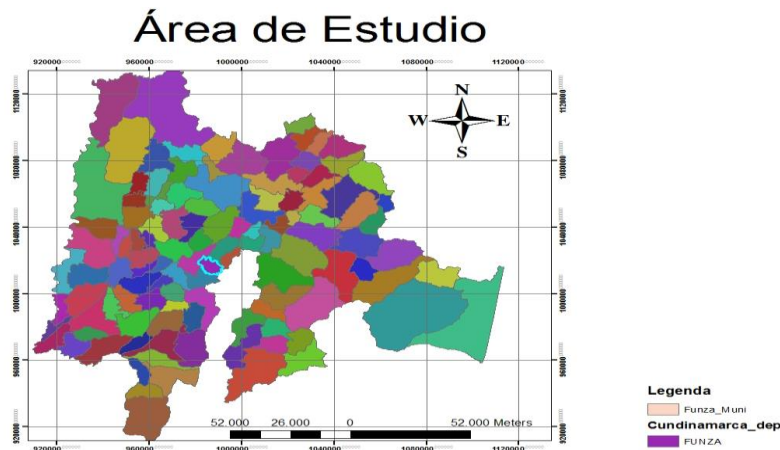


Fig. 1. Diagrama de flujo.  
Fuente: Elaboracion propia.

### 1.2. Recopilación de la información

La metodología utilizada para el tema de estudio, partió con la recopilación de la información bibliográfica y cartográfica y el posterior tratamiento, edición y análisis de la misma. Se obtuvo información para el estudio del IDEAM, Instituto Geografico Agustin Codazzi además de información recopilada de estudios y fuentes bibliograficas de universidades, bibliotecas y organismos gubernamentales.

También se utilizó información cartográfica temática proveniente del SIAC a escala 1:100.000 como mapas de zonificación ambiental, precipitación, cobertura del suelo. Los insumos se trabajaron en el software ARCGIS 10.1

### **1.1.3 Requerimientos agroecológicos**

La definición de los requerimientos agroecológicos de los cultivos, está basada en los datos generados básicamente por la Guía Ambiental para el cultivo de papa del MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL 2004.

También se usará el Manual de papa de la Cámara de Comercio de Bogotá 2015 de donde se tomarán algunas condiciones agroecológicas necesarias para un cultivo de papa.

Se consideraron algunos parámetros específicos del cultivo de la papa en la zona de Cundinamarca como soporte para determinar las diferentes ponderaciones de los datos, estos parámetros incluyeron humedad relativa, textura del suelo, pH del suelo, pedregosidad del suelo, drenaje del suelo.

### **1.1.4 Zonificación agroecológica**

Con la zonificación agroecológica, se realizará la comparación sistemática de las condiciones ecológica, edáficas (suelos) y climáticas de una zona determinada que cumpla con los requerimientos básicos del cultivo de papa.

Con lo anterior la FAO define la zonificación agro-ecológica como las zonas con diferentes combinaciones de suelo, clima, fisiografía. Las condiciones de cada zona las define los requerimientos edafológicos y climáticos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. De esta forma para cada zona se obtiene una combinación con similares limitaciones, potencialidades para el uso de suelo y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar establecer si una producción es posible y la posible degradación de los recursos.

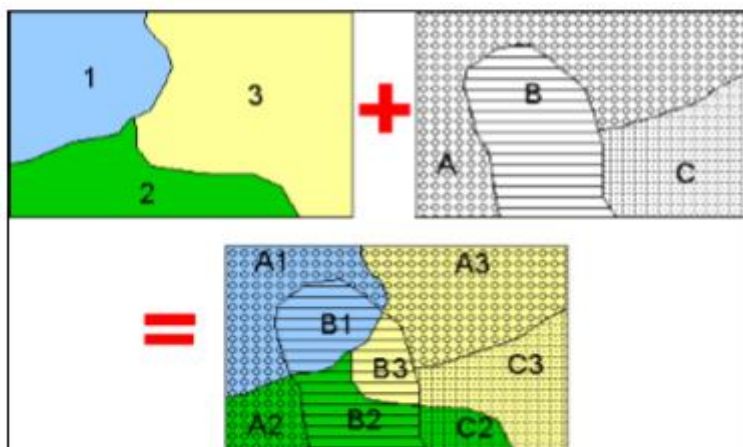
### **1.1.5 Definición del modelo**

Para el procedimiento propuesto se desarrolló teniendo en cuenta la información edafo-climática específica del cultivo de la papa.

Para la generación de los parámetros climáticos del cultivo se generó con los datos meteorológicos de temperatura, precipitación, relieve y se generaron nuevos atributos para utilizar como insumos para obtener un mapa agroecológico para el cultivo.

La técnica de superposición de mapas es un procedimiento sencillo donde dos o más coberturas temáticas (por ejemplo tipo de suelo, pendiente) son combinadas y el resultado es una nueva cobertura temática (o mapa) compuesta.[6].

Figura 1 Esquema algebra de mapas



Fuente: Esri

### 1.6 Uso de la metodología SIG para la zonificación climática.

Para la elaboración del presente trabajo se utilizaron los siguientes componentes:

- Hardware : Ordenador Lenovo, 2,8 GHz, 2G memoria RAM. Disco duro de 120 Gb. Tarjeta gráfica GEFORCE GTX de memoria.
- Software: ESRI ArcGIS 10.1 sobre Windows 10
- Personal: El presente trabajo ha sido realizado completamente por el autor.
- Procedimientos: Los procesos que se han empleado para obtener la metodología propuesta para manejo de programas SIG para la zonificación climática, así como la obtención de todos los mapas temáticos utilizado las herramientas del ArcToolbox (Spatial Analyst Tools– Map Algebra – Raster Calculator).
- Datos: Archivos Shapefile (precipitación, temperatura, coberturas), superficie ráster.

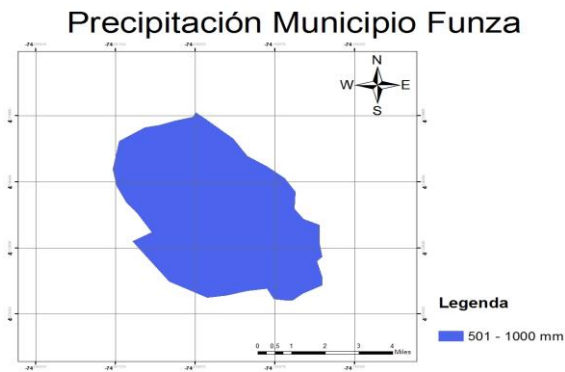
## 2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Luego de realizar las diferentes operaciones y consultas con los insumos geográficos del área de estudio se tiene los siguientes resultados:

### 2.1 Características de la precipitación

En el municipio de Funza la precipitación se caracteriza en las zonas productoras con precipitación promedio anual está entre 500 y 1.000 mm al año, con dos períodos típicos de lluvias durante los meses de Febrero a Mayo y de Septiembre a Noviembre.

Figura 2 Precipitación



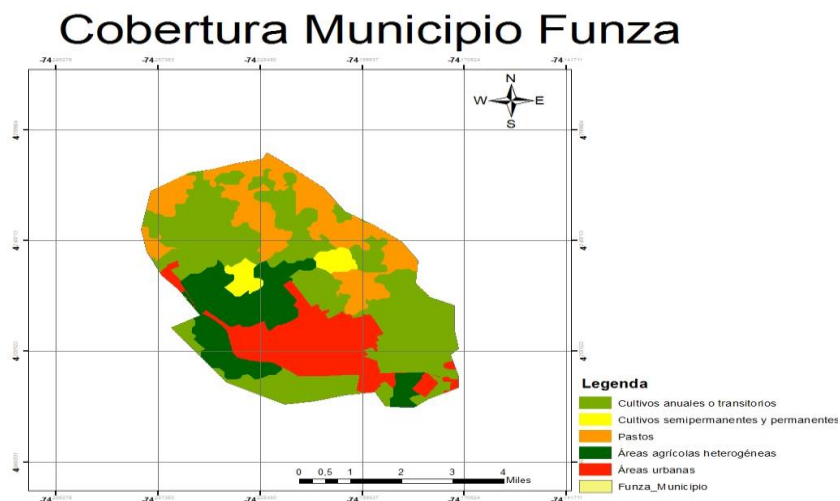
Fuente: Autor

## 2.2 Características de la cobertura del suelo

En el municipio de Funza el uso del suelo corresponden en su gran mayoría en áreas agrícolas homogéneas y en cultivos anuales o permanentes cuyo ciclo vegetativo dura un año o menos se caracterizan fundamentalmente porque después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo.

También se encuentran tejidos urbano y suburbano, centros poblados, redes de comunicación, zonas industriales o comerciales, redes viales, ferroviarias y terrenos asociados, obras hidráulicas, zonas en construcción, zonas verdes transformadas. En una extensión no tan amplia la vegetación dominada por hierbas y gramíneas herbáceas pueden presentar árboles y arbustos.

Figura 3 Clasificación suelos



Fuente: Autor

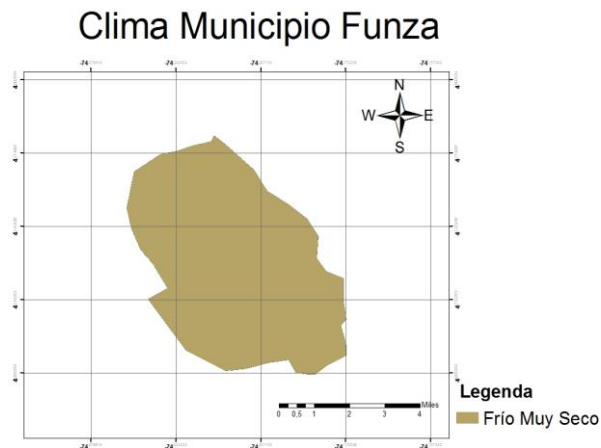
## 2.3 Característica del clima

Para el municipio de Funza con piso térmico entre 1600 a 2800 m.s.n.m corresponde a un clima frío entre 12°C y 18°C con categoría de subclima frío



muy seco y la humedad relativa entre 70% y 90% y posibilidades de heladas en los meses de Diciembre a Febrero.

Figura 4 Clasificación suelos

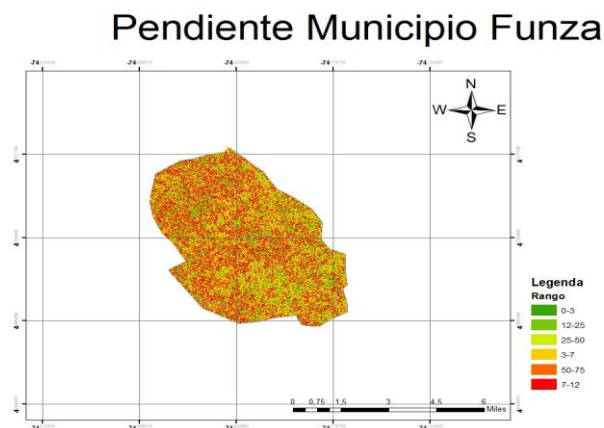


Fuente:Autor

## 2.4 Caracterización del relieve

En el municipio de Funza la pendiente que predomina en la gran mayoría es entre 0 y 12 % entendiéndose que es la inclinación del terreno o la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia horizontal que se debe recorrer y se puede calcular por el ángulo o el porcentaje de inclinación del terreno.

Figura 5 Pendiente terreno

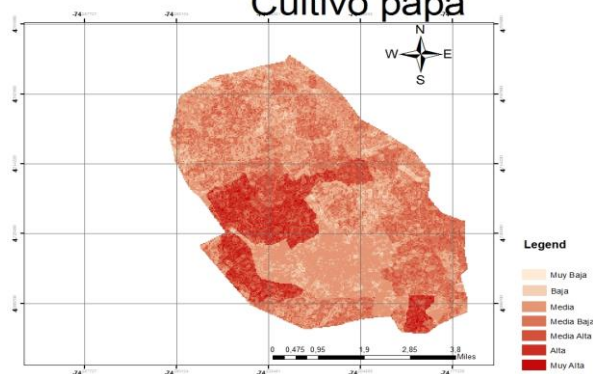


Fuente:Autor

## 2.4 Zona apta para cultivo

La zona agroecológicamente más aptas para el cultivo de la papa dentro del municipio de Funza se encuentran en la parte central del mismo, principalmente en las áreas cercanas y que limitan en los corredores del municipio de Madrid – Mosquera en Cundinamarca que en mapa se puede observar en el color rojo mas intenso.

Figura 6 Zona apta para cultivo  
Zona Agrologica apta para  
Cultivo papa



Fuente:Autor

Para determinar específicamente la zona más apta para el cultivo de papa en el municipio de Funza se estableció una ponderación de los parámetros de precipitación, pendiente, clima y clasificación del suelo con un determinado porcentaje según la siguiente tabla y también con una escala de clasificación para ordenar y hallar la zona de mayor influencia dentro del municipio.

Tabla 1. Ponderación variables

TABLA PONDERACION					
VARIABLE	RANGOS	VALOR	PONDERACION	CARACTERISTICAS	ESCALA
Precipitación	>1000	10	10	Agente Activador de procesos morfológicos	9
	250 -500	5			5
	0-250	0			0
Pendiente	0-3	40	40	Estabilidad del soporte superficial	9
	3--7	30			7
	7--12	20			5
	12--25	10			2
	25--50	5			1
	50--75	3			1
Clima	Muy seco	10	10	Asociación a los procesos del cultivo	9
Cobertura	Áreas Agrícolas	40	40	Soporte superficial del cultivo	9
	Cultivos semipermanentes o permanentes	30			7
	Cultivos Anuales o transitorios	20			5
	Pastos	10			2
	Áreas Urbanas	0			1

Fuente:Autor

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

El municipio de Funza está ubicado en el interior del departamento de Cundinamarca el mayor porcentaje de su área está dedicada a la actividad agrícola. El clima del municipio es muy estable que puede tener precipitaciones que van entre los 500 y 1000 mm y temperatura de 12 a 18 °C presenta aumento paulatino de uso del suelo urbano afectando las áreas dedicadas para cultivar papa.

Dentro del municipio se diferencian en mayor tamaño tres zonas con características semejantes de cobertura vegetal y relieve; la primera es la zona media del municipio ((cultivo agrícolas homogéneos) y las otras en la parte superior del municipio (cultivos anuales o transitorios y zona urbana) donde la pendiente en general es suave entre 0- 12 %.

Es necesario tener la informacion de precipitacion, pendiente, temperatura y tipo de suelo para la zonificacion agroecologica ya que son base de los requerimientos del cultivo.

La zona que se determinó apta para el cultivo de papa, actualmente se encuentra bien utilizado acorde a la zonificación agroecológica en general de la superficie del municipio. Sin embargo hay áreas que se encuentran ocupadas de pasto, y que no son zonas aptas para este tipo de cultivo.

Una de las causas principales de la pérdida de terreno apto para el cultivo de la papa es sin duda el avance de la frontera urbana por el incremento de parques industriales y actividades industriales dentro del municipio que están aportando al desarrollo de la zona pero está minimizando la disponibilidad de terreno para cultivar papa.

### **RECOMENDACIONES**

Frenar la expansión de la frontera urbana, a pesar que este crecimiento permite el desarrollo de la zona y la generación de empleo de tipo diferentes al agrícola, se está perdiendo las zonas aptas para cultivar papa y otros tipos cosechas que se pueden desarrollar , que a largo plazo puede afectar la disponibilidad de alimentos básicos para la región

Sería interesante que a futuro se tenga una estación meteorológica más cercana al municipio, esto para tener datos de precipitación, temperatura, humedad y más datos climáticos que se ajusten más a la realidad de la zona.

Para otros tipos de cultivos como por ejemplo los pastos o de ciclo corto debe prohibirse en pendientes superiores a 50%, esto con el fin de evitar la erosión del suelo, además se recomienda continuar con los cultivos de papa dentro del municipio.

Contemplar sistemas de trabajo agrícola avanzada (mecanización, sistemas de riego, sistemas de drenaje y especies mejoradas), en las extensas áreas y principalmente aptas para el cultivo de papa, con el fin de alcanzar rendimientos óptimos en las cosechas.

Para conocer mejor los requerimientos del cultivo en diferentes zonas del municipio sería importante establecer ensayos de campo o puntos de control con laboratorios móviles que faciliten la obtención de datos con mayor exactitud.

Capacitar a los agricultores de la zona en la importancia que tiene el municipio para este tipo de cultivo ya que el suelo tiene los nutrientes y con las condiciones ambientales como temperatura, precipitación y humedad favorecen el buen desarrollo de una cosecha.

## REFERENCIAS

- [1] ESPINOSA, J. y A. ROQUERA: "Zonificación agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las provincias de: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua", Revista Rumipamba, Vol. 21(1): 54-56, 2007.
- [2] <http://www.fao.org/docrep/W2962S/w2962s04.htm>
- [3] <http://ciencia.glosario.net/agricultura/factores-climaticos-11204.html>
- [4] [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/estudios/cuenca\\_panelas/DIAGNOSTICO/2.5FISIOGRAFIA\\_Y\\_SUELOS.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.5FISIOGRAFIA_Y_SUELOS.pdf)
- [5] <http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf>
- [6] <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/main/analyze/what-is-geoprocessing.htm>
- [7] [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/GeoProcesamiento\\_nov\\_2012.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/GeoProcesamiento_nov_2012.pdf)