



<https://revistaagrocienza.wordpress.com/>



Artículo de investigación

Zonificación agroclimática de los cultivos de fresa (*Fragaria chiloensis* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y repollo (*Brassica oleracea var. capitata* L.) en el departamento de Chalatenango, El Salvador

Agroclimatic zoning strawberry crops (*Fragaria chiloensis* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.) and cabbage (*Brassica oleracea var. capitata* L.) in the department Chalatenango, El Salvador.

Zavaleta-Vásquez, EJ¹; Tobar-Melgar, JR¹; Argueta-Platero, AA²

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Chalatenango, El Salvador, durante el período de octubre de 2017 a mayo de 2018, consistió en realizar un estudio de zonificación agroclimática para delimitar zonas aptas potenciales o favorables para los cultivos de fresa, lechuga y repollo. La metodología se desarrolló en tres fases: la primera consistió en recopilar información físico-química de los suelos, topográfica y climática del departamento y los requerimientos edafoclimáticos de los cultivos en estudio. La información recolectada fue escasa, por lo cual en la segunda fase se utilizaron menos variables, entre ellas: la precipitación, temperatura, brillo solar, pendiente, altitud y textura. Posteriormente, en la tercera fase, se usó el método de evaluación MultiCriterio (EMC), con tres criterios: no aceptable (1), aceptable (2) y favorable (3). Con la herramienta de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se utilizaron números, y como resultado se obtuvo un conjunto de tres códigos correspondiente a las variables, pendiente, altitud y temperatura. En la variable de temperatura se utilizaron siete estaciones meteorológicas, con promedio de treinta años (1985-2015) y esta se interpoló con el método de ponderación inverso a la distancia (IDW, por sus siglas en inglés). En los mapas de zonificación agroclimática por cultivo, se seleccionaron las áreas favorables para el establecimiento y desarrollo de los mismos para todo el departamento de Chalatenango, los resultados de las áreas favorables fueron: 607 hectáreas (Ha) (0.5%) de lechuga, 829 Ha (0.7%) de fresa y 1,319 Ha (1.5%) de repollo. San Ignacio y La Palma son los municipios con mayor producción de hortalizas en el departamento de Chalatenango. En el trabajo de campo, se realizaron encuestas a los productores de lechuga y repollo en los cantones de Las Pilas, municipio de San Ignacio y Los Planes, municipio de La Palma, con el objetivo de validar la información de las áreas productoras de los cultivos en estudio con los mapas de zonificación agroclimática. La metodología es válida para la zonificación agroclimática de los cultivos, pero puede mejorarse con mayor información edáfica de la zona.

Palabras clave: Zonificación agroclimática, geoprocesamiento, MultiCriterio, estaciones meteorológicas, fresa, lechuga y repollo.

1 Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente,, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

2 Escuela de Posgrado y Educación Continua, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

SUMMARY

The research was carried out in the department of Chalatenango, El Salvador, from October 2017 to May 2018. It consisted of carrying out an agroclimatic zoning study to delimit suitable or potential areas for strawberry, lettuce and cabbage. The methodology was developed in three phases: the first phase consisted of gathering physical-chemical information on the soils, topography and climate of the department and the edaphoclimatic requirements of the crops under study. The information collected was scarce, which is why less variables were used in the second phase, including: precipitation, temperature, solar brightness, slope, altitude and texture. Subsequently, in the third phase, the Multi-Criteria (EMC) evaluation method was used, with three criteria: not acceptable (1), acceptable (2) and favorable (3). With the Geographic Information Systems (GIS) tool, numbers were used, and as a result a set of three codes was obtained corresponding to the variables: slope, altitude and temperature. Seven meteorological stations were used in the temperature variable, with averages of thirty years (1985-2015) and this was interpolated with the inverse distance weighting method (IDW). In the agroclimatic zoning maps by crop, the favorable areas for the establishment and development of these crops were selected for the entire department of Chalatenango. The results of the favorable areas were: 607 hectares (Ha) (0.5%) of lettuce, 829 Ha (0.7%) of strawberry and 1,319 Ha (1.5%) of cabbage. San Ignacio and La Palma are the municipalities with the highest vegetable production in the department of Chalatenango. In the fieldwork, surveys were carried out with the producers of lettuce and cabbage in the cantons of Las Pilas, municipality of San Ignacio and Los Planes, municipality of La Palma, with the aim of validating the information of the areas producing the crops. under study with agroclimatic zoning maps. The methodology is valid for the agroclimatic zoning of crops, but can be improved with more soil information in the area.

Keywords: Agroclimatic zoning, geoprocessing, MultiCriteria, weather stations, strawberry, lettuce and cabbage.

INTRODUCCIÓN

Entre los factores que determinan la producción agrícola se encuentran el clima, suelo, las características de la planta, la tecnología y manejo. El estudio de estos factores permite la delimitación de las zonas más aptas para la agricultura, o zonificación de los cultivos, que es uno de los aspectos que más interesa a los planificadores agrícolas. Una adecuada evaluación y análisis de los recursos climáticos es fundamental para efectuar una zonificación (Roshell 1978). Según la clasificación climática de Köppen, El Salvador está situado dentro del cinturón de lluvia tropical, con predominio de la tierra caliente, debido a su latitud y topografía predominantemente bajas (Alcaraz Ariza 2013).

Los productos agrícolas como la fresa, lechuga y repollo, necesitan ser importados de los países de Guatemala y Panamá, debido a la poca producción en El Salvador. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en El Salvador las importaciones para el año 2017 fueron 5,560,312 kg de fresa, 26,560,317 kg de lechuga y 63,842,571 kg de repollo; con un valor económico en fresa de USD\$ 853,592, lechuga USD\$ 2,210,053 y repollo USD\$ 3,094,076

(MAG 2018). A este hecho se une la agricultura empírica, con poca o escasa investigación en el área agroclimática.

La zonificación agroclimática es una técnica para determinar zonas o áreas potenciales para obtener rendimientos óptimos de los cultivos, tomando en cuenta los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos (IICA y PROMECAFE 1985). Una de las herramientas para llevar a cabo este proceso de zonificación son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que utilizan información básica y de campo para establecer mapas de zonificación, los cuales son de amplio uso a nivel mundial y por consiguiente a nivel nacional.

El presente trabajo consiste en determinar las áreas más favorables para el establecimiento y desarrollo de los cultivos de fresa, lechuga y repollo en el departamento de Chalatenango, El Salvador, para lo cual se recolectó información climática, edáfica y topográfica de la zona de estudio y los requerimientos edáficos y climáticos de los cultivos, para realizar una clasificación con la ayuda de un especialista en hortalizas. Luego se usó el método de la evaluación multicriterio, para construir una matriz con la

información completa recolectada que incluyó: temperatura media, pendiente y altitud de la zona de acuerdo a los criterios técnicos del especialista en clima y suelo. Para la zonificación, se utilizaron los SIG para desarrollar una serie de geoprocesamiento con los mapas de pendiente, altitud y temperatura media, con ello se elaboró un mapa de zonificación por cultivo, conteniendo una base de información en tablas con códigos, integrado por tres números, presentando cada una de las variables mencionadas anteriormente, para obtener áreas no aceptables, aceptables y favorables para el establecimiento y desarrollo de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se realizó en los meses de octubre

de 2017 a mayo de 2018, en el departamento de Chalatenango, El Salvador, conformado por 33 municipios; posee una extensión de 2,017 km² y una población de más de doscientos mil habitantes. Tiene zonas altamente productoras de hortalizas, como los municipios de San Ignacio y La Palma, entre otros, por su clima templado. Limita al norte con Honduras, al sur con el departamento de La Libertad, San Salvador y Cuscatlán, al sureste con Cabañas y al oeste con Santa Ana. Se encuentra en las coordenadas 14°10'23"N y -89°04'34"O.

Descripción del flujograma para la elaboración de la cartografía

El flujograma siguiente describe las actividades realizadas (Figura 1):

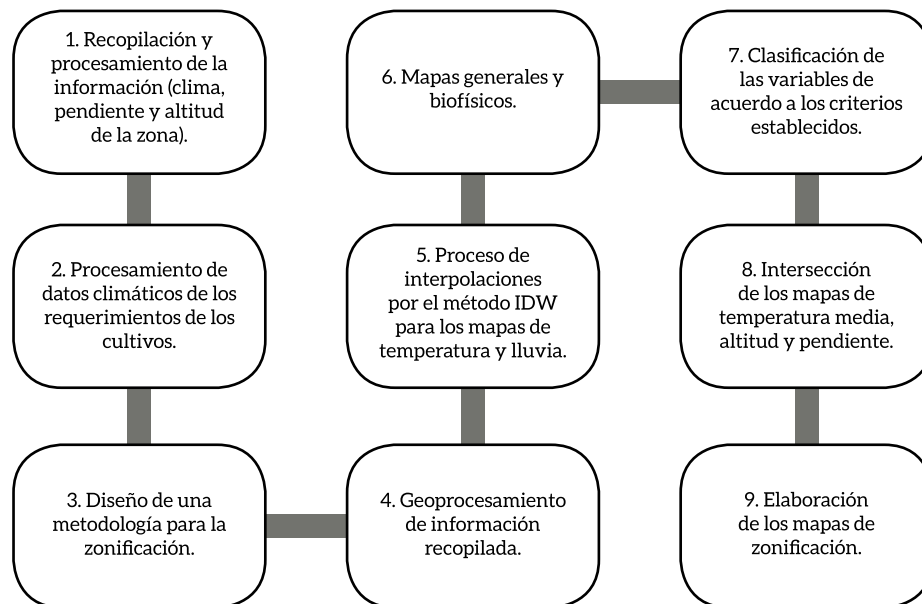


Figura 1. Flujograma de las actividades de trabajo para elaborar la cartografía.

Recopilación y procesamiento de los datos climatológicos, edafológicos y fisiográficos de los cultivos

El estudio consistió primero en la búsqueda y recolección de información de tipo climática de la zona para un período de 30 años (1985-2015), edafológica, fisiográfica y requerimientos edafoclimáticos de los

cultivos. La información fue procesada para analizar e identificar las zonas o áreas óptimas para el desarrollo de los cultivos de fresa, lechuga y repollo.

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM 2017), los años utilizados como un período de referencia para el estudio del clima fue con un promedio 30 años (1985 al 2015), usando datos de precipitación promedio anual (mm), temperatura

promedio anual (°C) y brillo solar promedio anual (horas/luz) de las estaciones meteorológicas.

La información edafológica se obtuvo del mapa del Levantamiento Pedológico de El Salvador (1:300,000) del año 1974, correspondiente a los Grandes Grupos de suelo para describir los suelos de la zona de estudio; las clases agrológicas o uso potencial, uso actual del suelo y fisiográficas a partir de curvas a nivel (año 1983) (escala 1: 25,000, a 10 metros de separación entre curvas con respecto a elevación) en formato

digital y mapas cartográficos en físicos.

Requerimientos edafoclimáticos y fisiográficos de los cultivos

A continuación, se presentan los requerimientos edafológicos, precipitación, brillo solar, temperatura y elevación de los cultivos (Cuadro 1, 2 y 3).

Cuadro 1. Requerimientos edafológicos de los cultivos

Cultivo	Textura	Drenaje	Materia orgánica	pH	Profundidad del suelo (cm)	Pendiente (%)
Fresa	Franco y Franco Arenoso	Bien drenado	Alto	5.7-6.5	> 25	0 - 40 %
Lechuga	Franco	Bien drenado	Alto	6.0-7.0	> 25	0 - 40 %
Repollo	Franco	Bien drenado	Alto	6.0-7.0	> 25	0 - 40 %

Fuente: IICA 2001, Quintero 1990, Fuentes y Pérez 2003.

Cuadro 2. Requerimientos de precipitación y brillo solar de los cultivos

Cultivos	Precipitación (mm/año)	Brillo solar (horas/luz)
Fresa	900-1500	12
Lechuga	1000-1200	12
Repollo	900-1200	12

Fuente: IICA 2001, Quintero 1990, Fuentes y Pérez 2003.

Cuadro 3. Clasificación de los requerimientos de temperatura y elevación de los cultivos

Cultivos	Temperaturas (°C)			Elevación (msnm)		
	Mínima	Optima	Máxima	Menor	Optima	Mayor
Fresa	10-12	14-18	24-28	1200-1300	1500-2000	2200-2500
Lechuga	10-14	16- 20	22-28	600-800	1000-1500	1600-2500
Repollo	10-12	15-20	25-30	100-500	1800-2500	2600-3000

Fuente: elaboración propia

Metodología para la zonificación de cultivos

Para la zonificación de cultivos se estableció un proceso metodológico que consistió en asignar criterios para la agrupación de las variables que se toman en cuenta para el establecimiento y desarrollo de los cultivos. Para la agrupación se utilizaron los criterios por número y el calificativo (Gómez Delgado y Barredo Cano 2005), los cuales fueron:

No Aceptables (1): este criterio fue para cada una de las zonas con características que no cumplen con los requerimientos de los cultivos seleccionados.

Aceptables (2): este criterio se asignó a cada una de las zonas con características que pueden, con limitaciones o restricciones ser adecuadas o apropiadas para el desarrollo de los cultivos seleccionados.

Favorables (3): este criterio es para cada una de las zonas con características que cumplen con las exigencias para el buen desarrollo de los cultivos seleccionados.

Con la información de los requerimientos de los cultivos, se elaboraron los Cuadros 4, 5 y 6

Cuadro 4. Clasificación de pendientes

Nº	Pendiente	Criterio	Sistema de siembra
1	0 - 3 %	Plano ligeramente inclinado	Cultivo intensivo
2	3 - 5 %	Ondulado suave	
3	5 - 12 %	Ondulado	Cultivo intensivo con restricciones
4	12 - 26 %	Alomado	Cultivo con restricciones
5	26 - 35 %	Quebrado	Cultivos con mayor restricciones
6	35 - 70 %	Accidentado	No apto para los cultivos
7	> 70 %	Muy accidentado	

Fuente: Elaborado con base en UES (s.f.)

Cuadro 5. Clasificación de la elevación

Cultivo	Altitud (msnm)					
	Criterio	Favorable	Criterio	Aceptable	Criterio	No aceptable
Fresa	3	1500-2000	2	1200-1400;2100-2500	1	<1200, >2500
Lechuga	3	1000-1500	2	600-900;1600-2500	1	<600,>2500
Repollo	3	1800-2500	2	100-1700;2600-3000	1	<100, >3000

Cuadro 6. Clasificación de la temperatura media

Cultivo	Temperatura (°C)					
	Criterio	Favorable	Criterio	Aceptable	Criterio	No Aceptable
Fresa	3	14 - 18	2	10-13;19-28	1	Menores de 10 y mayores de 28
Lechuga	3	16 - 20	2	10-15;21-28	1	Menores de 10 y mayores de 29
Repollo	3	15 - 20	2	10-14;21-30	1	Menores de 10 y mayores de 30

Elaboración de la cartografía, según la metodología de la Evaluación MultiCriterio (EMC)

Por medio de la Evaluación MultiCriterio, se llevó a cabo el procedimiento para la zonificación con varias modificaciones, según especialistas se consensaron las variables a utilizar y se les aplicó esta metodología, con el objetivo de realizar una agrupación de las variables de los requerimientos de cada cultivo y se crearon criterios en números y calificativos (Cuadros 4, 5 y 6). Las capas con las variables de temperatura, altitud y pendiente, fueron seleccionadas para realizar la unión por atributos, lo cual generó una tabla con datos de tres dígitos, que se consideraron como códigos que fueron extraídos de una tabla resumen con la lista de las combinaciones o códigos por zona.

Con herramientas SIG, se elaboró la cartografía temática de tipo descriptiva, biofísica, edafológica referente a la zonificación para los cultivos de fresa, lechuga y repollo. Utilizando herramientas de geoprocésamiento y teniendo como base los mapas de pendiente, altitud y temperatura promedio en formato *raster*, se realizaron procedimientos para la elaboración de mapas de clases o rangos de cada una de las variables analizadas, con base a los requerimientos de cada cultivo mencionadas en los cuadros 4, 5 y 6, asignando una calificación correspondiente a “1” no aceptable, “2” aceptable y “3” favorable; el objetivo principal es asignar un valor cuantificable que sirven para evaluar el grado de idoneidad de las zonas respecto a los requerimientos específicos de cada cultivo (Gómez Delgado y Barredo Cano 2005), transformando los datos desde formato *raster* a formato de polígono, lo que simplificó la operación de integrar directamente al mapa para generar la calificación de cada variable.

Posteriormente, se utilizó el proceso de intersección de información para analizar las superposiciones de datos que generaron las unidades de mapeo o zonas, este procedimiento fue realizado para cada uno de los cultivos. Una vez generados los mapas resultantes, se analizó la tabla de atributos para identificar las

columnas con las calificaciones numéricas, como paso siguiente se procedió a unir las dentro de cada mapa resultante mediante concatenación de datos. El número resultante fue el correspondiente a cada zona, identificado con las diferentes características, ejemplo del código 333 (favorable para las tres variables: pendiente, altitud y temperatura).

Metodología de campo

Se realizaron encuestas con un tamaño de muestra del 5% de 638 productores salvadoreños de repollo y lechuga, dando como resultado encuestar a 32 productores de ambos cultivos. La muestra fue aleatoria. Una vez identificadas las zonas agroclimáticas, se realizaron las visitas a los productores, utilizando el tipo de formulario de la encuesta. La encuesta comprendió las generalidades de ubicación, preguntas acerca de la situación del uso del suelo, los rendimientos, superficie de siembra, variedades que se cultivan, sistema de siembra, número de cosechas por año y el manejo agronómico de los cultivos en estudio.

Se recopiló información por medio de las encuestas a los productores hortícolas en los municipios de San Ignacio y La Palma, para el caso del cultivo de fresa, las Figuras 2 y 3, fueron durante la participación del curso de manejo y procedimientos de hortalizas con enfoque orgánico en la cooperativa ACOPO de R.L. (Asociación de Productores Orgánicos) y CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”), Las Pilas, Chalatenango, El Salvador; además, de los cultivos de lechuga y repollo (Figura 3 y 4). Con el propósito de conocer el escenario respecto a la superficie, rendimientos y el manejo agronómico de los cultivos y cuáles son los problemas fitosanitarios y manejo agronómico para obtener las cosechas. Las variedades e híbridos de los cultivos más predominantes en El Salvador fueron:

- Fresa: Festival.
- Lechuga: Grand Rapid, FallGreer, Grandes Lagos, Green Towers, Alpha DMR, EM Aurora, Grandes

Lagos Juli y Súper 59.

- Repollo: Supertte, Copenhagen market, Izalco, Blue Vantage, Green Boy, Granadier, Fortuna, Nova, Tropicana-B, Bronco y Pacayas F-1.



Figura 2. Cultivo de fresa, La Palma, Chalatenango, El Salvador.



Figura 3. Cultivo de fresa, La Palma, Chalatenango, El Salvador.



Figura 4. Cultivo de repollo, La Palma, Chalatenango, El Salvador.



Figura 5. Cultivo de lechuga, La Palma, Chalatenango, El Salvador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Zonificación agroclimática del cultivo de fresa

En la Figura 6, el mapa de zonificación agroclimática del cultivo de fresa muestra que las zonas favorables para el cultivo se encuentran en la zona alta y norte, las cuales se ubican en los municipios de Citalá, San Ignacio, La Palma y San Fernando. Castellanos Hernández y Arias (2013), indican que esta planta puede ser cultivada en zonas altas del país, Apaneca, Los Naranjos, zona El Trifinio en Metapán y cantón Las Pilas (San Ignacio) en Chalatenango, ya que estos lugares presentan temperaturas y elevaciones adecuadas para el desarrollo de este cultivo.

Los códigos representan diferentes zonas, clasificándose con número: (1) No Aceptable, (2) Aceptable y (3) Favorable. El código 112, posee una pendiente mayor del 35%, la altitud (1), menor a 1,200 y mayor a 2,500 msnm (1) y una temperatura media de 19 a 28°C (2), siendo el código con dos características no aceptables y una aceptable, con área de 69,880 Ha, la cual no es recomendable para el establecimiento del cultivo, debido a que posee una pendiente accidentada, baja o alta altitud y temperatura alta, provocando bajo crecimiento y desarrollo del cultivo, por lo que se pueden obtener bajos rendimientos, mientras en el código 333 posee pendientes de 0 a 26%, una altitud de 1,500 a 2,000 msnm y una temperatura promedio entre 14 a 18°C, indicando tres características favorables, con un área de 829 Ha, por lo cual son áreas recomendables para el buen desarrollo del cultivo.

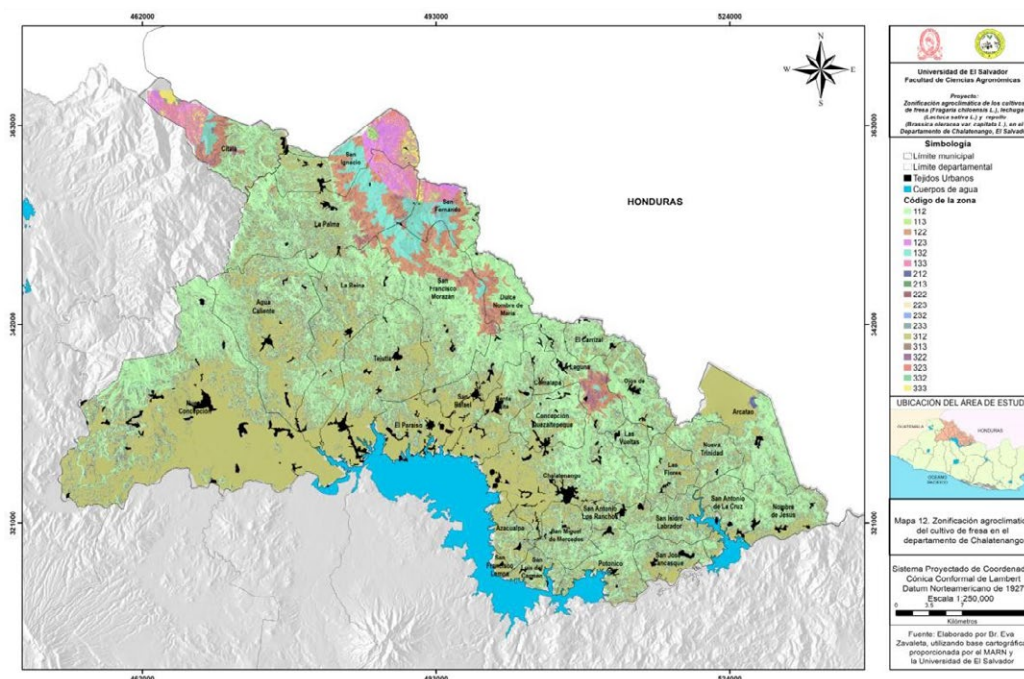


Figura 6. Mapa de zonificación agroclimática del cultivo de fresa

Zonificación agroclimática del cultivo de lechuga

En la Figura 7, el mapa de zonificación agroclimática para el cultivo de lechuga muestra que las zonas favorables para el cultivo se encuentran en la zona alta y norte, las cuales se ubican en los municipios de Citalá, San Ignacio, La Palma y San Fernando. El municipio de San Ignacio y La Palma cumplieron con el registro de los productores según del CENTA. Un ejemplo de esto según Campos *et al.* (2005), la lechuga se cultiva en la cooperativa ACOPO de R.L, la cual está ubicada en el cantón Los Planes, municipio de La Palma, departamento de Chalatenango, El Salvador, a una altura de 1800 msnm.

Los códigos representan diferentes zonas, clasificándose: (1) No Aceptable, (2) Aceptable y (3) Favorable. El código 112 posee un pendiente mayor del 35%, la altitud de menores a 600 y mayores a 2,500 msnm y una temperatura media de 21 a 28°C, siendo el código con dos características no aceptables y una aceptable, con un área de 32,528 Ha, la cual no es recomendable para el establecimiento del cultivo, debido a que posee una pendiente accidentada, baja o alta altitud y temperatura alta, provocando bajo

crecimiento y desarrollo del cultivo, por lo que se pueden obtener bajos rendimientos, mientras en el código 333, posee pendientes de 0 a 26 %, una altitud de 1,000 a 1,500 msnm y una temperatura promedio entre 16 a 20°C, estableciendo tres características favorables, con área de 607 Ha, por lo cual son áreas más recomendables para el buen desarrollo del cultivo.

Zonificación agroclimática del cultivo de repollo

En la Figura 8, la zonificación para el cultivo de repollo muestra que las zonas favorables para el cultivo se encuentran en la zona alta y norte, las cuales se ubican en los municipios de Citalá, San Ignacio, La Palma, San Fernando y San Francisco Morazán. El municipio de San Ignacio y La Palma cumplieron con el registro de los productores según del CENTA. Esto se corrobora con lo que dice Arévalo Landaverde y Mercedes (2004), quienes señalaron la rentabilidad económica de la producción de repollo y tomate en los municipios: La Palma y San Ignacio, representada por la zona alta de Chalatenango que se dedica al cultivo de hortalizas.

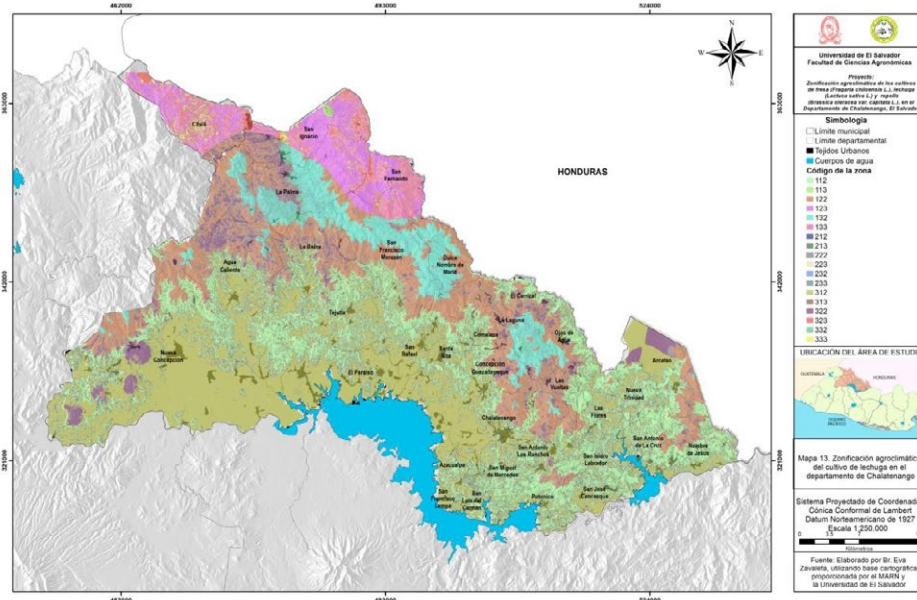


Figura 7. Mapa de zonificación agroclimática del cultivo de lechuga

Los códigos representan diferentes zonas, clasificándose con número: (1) No Aceptable, (2) Aceptable y (3) Favorable. El código 122 posee una pendiente mayor del 35%, la altitud de 100 a 1,700 o 2,600 a 3,000 msnm y una temperatura media de 21 a 30°C, siendo el código con una característica no aceptables y dos aceptables, con un área de 36,232 Ha, la cual no es recomendable para el establecimiento del cultivo, debido a que posee una pendiente

accidentada, baja o alta altitud y temperatura alta, provocando bajo crecimiento y desarrollo del cultivo de repollo, por lo que se pueden obtener bajos rendimientos, mientras en el código 333 posee pendientes de 0 a 26 %, una altitud de 1,800 a 2,500 msnm y una temperatura promedio entre 15 a 20°C, marcando tres características favorables, con un área de 1,319 Ha, por lo cual son áreas más recomendables para el buen desarrollo del cultivo.

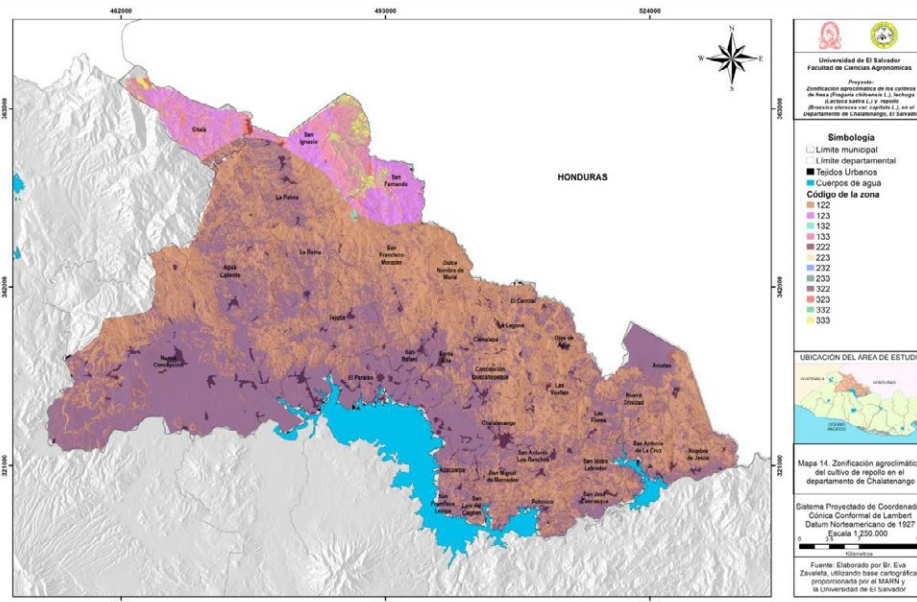


Figura 8. Mapa de zonificación agroclimática del cultivo de repollo.

Productores de repollo y lechuga

La Figura 9, muestra las zonas de producción de repollo y lechuga que fueron encuestadas y poseen el

apoyo de CENTA en el municipio de San Ignacio y La Palma, los cuales fueron 11 productores de lechuga y 21 productores de repollo.

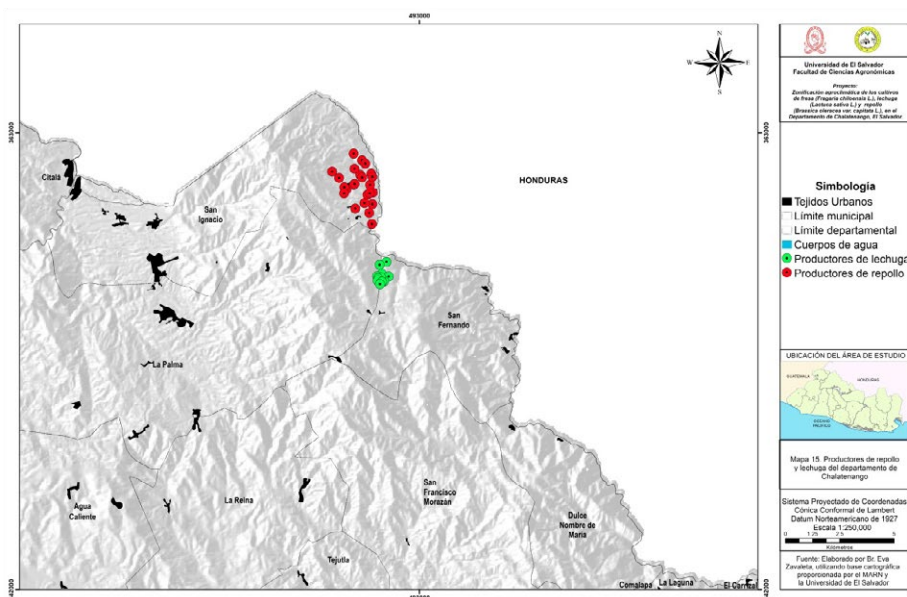


Figura 9. Mapa de los productores de repollo y lechuga

De acuerdo a los resultados de las encuestas, para el cultivo de repollo se obtuvieron 25 productores que poseen una superficie promedio de una manzana con un rendimiento de 8 camionadas (12,000 cabezas/mz) (una mz es igual a 0.7Ha) en el caso del híbrido Nova, con respecto al autor (Fuente y Pérez 2003) es de (11,900 cabezas/mz), por lo que los rendimientos consultados por la literatura cumplen con los productores encuestados.

En el caso del cultivo de lechuga de hoja, el rendimiento es de 9 lechugas/m² (62,892 lechugas/mz), con respecto al autor (Quintero 1900) es de 8

lechugas/m² (56,000 lechugas/mz), por lo tanto, los rendimientos de los productores encuestados son mayores de los que la literatura menciona, pero depende de la variedad y el sistema de siembra.

En las Figuras 10, 11, 12 y 13, se representan los resultados de los rendimientos y superficie de los productores encuestados de repollo y lechuga, con excepción del cultivo de fresa que se ha dejado de producir en el departamento de Chalatenango debido a crecimiento de plagas y enfermedades, entre otros aspectos.

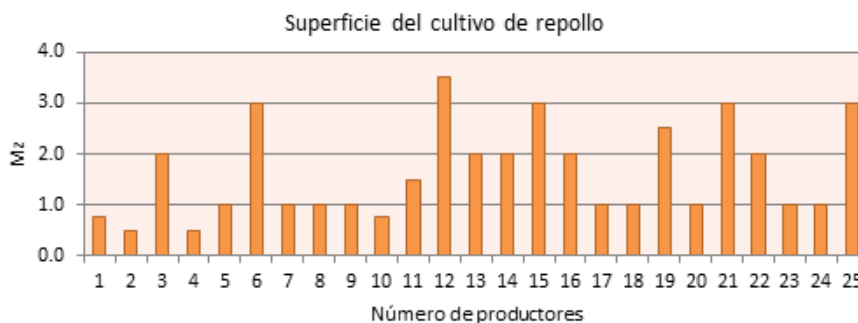


Figura 10. Superficie del cultivo de repollo en los municipios de San Ignacio y La Palma.

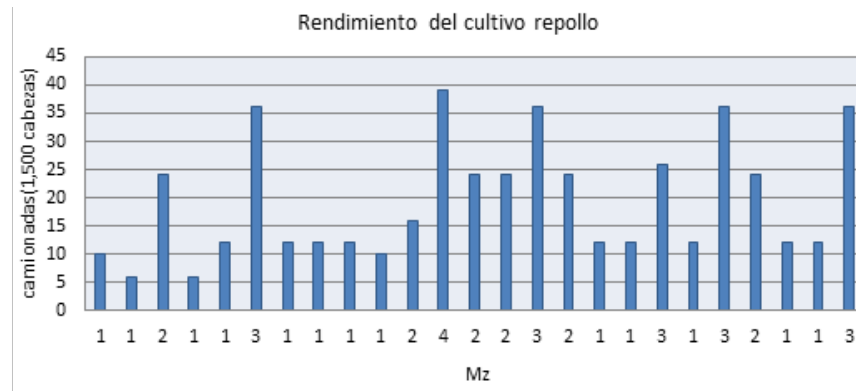


Figura 11. Rendimiento del cultivo de repollo en los municipios de San Ignacio y La Palma.

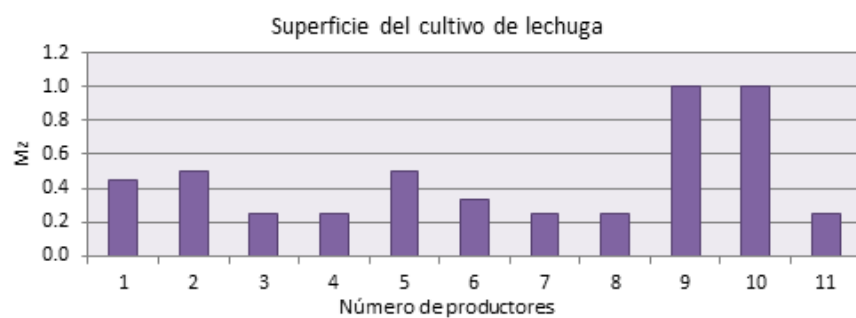


Figura 12. Superficie del cultivo de lechuga en los municipios de San Ignacio y La Palma.

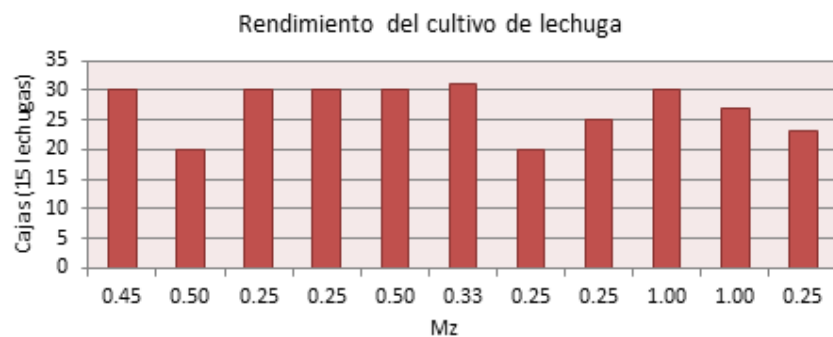


Figura 13. Rendimiento del cultivo de lechuga en los municipios de San Ignacio y La Palma.

CONCLUSIONES

El mapa de zonificación agroclimática del cultivo de fresa, lechuga y repollo muestra que las zonas favorables para el cultivo se encuentran en la zona alta y norte, las cuales se ubican en los municipios de Citalá, San Ignacio, La Palma, San Fernando y San Francisco Morazán de la República de El Salvador.

Los porcentajes de las áreas favorables para los

cultivos fueron: 0.5% (607 Ha) lechuga, 0.7% (829 Ha) fresa y 1.5% (1,319 Ha) repollo del área en el departamento de Chalatenango, El Salvador.

El estudio mostró áreas con pendientes muy inclinadas, no adecuadas para ser cultivables con estas hortalizas, las cuales representan un 57% en fresa, 26% en lechuga y 42% en repollo del departamento de Chalatenango, El Salvador.

La ubicación de los productores de repollo y lechuga encuestados, coincidió con las áreas favorables de la zonificación de los cultivos.

La metodología propuesta de la evaluación multicriterio con las variables fisiográficas y temperatura, permitió elaborar los mapas de zonificación de las condiciones favorables, aceptables y no aceptables para el desarrollo de los cultivos y validado en campo a través de los productores encuestados.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz Ariza, FJ. 2013. Bioclimatología. Universidad de Murcia. España. 16 p.
- Arévalo Landaverde, Mercedes M. 2004. Estudio de la rentabilidad económica del repollo (*Brassica oleracea, var capitata*) y tomate (*Lycopersicon sculentum, Mill*) para los agricultores de la zona alta de San Ignacio y La Palma, Chalatenango. Tesis Ph.D. San Salvador, Universidad de El Salvador. 106 p.
- Campos JR; Rodríguez Flores HE; Salinas Guerrero RE. 2005. Caracterización y Evaluación de la Sostenibilidad de la Producción Orgánica de ACOPO de R.L. En Los Planes, Chalatenango. Tesis Ing. San Salvador. Universidad de El Salvador. 207 p.
- Castellanos Hernández PA y Arias, LL. 2013. Solución tecnológica para la producción de plantines de fresa (*Fragaria x annassa*). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), La Libertad, El Salvador. 8 p.
- Fuentes, FE; Pérez J. 2003. Guía técnica del cultivo del repollo. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova"), La Libertad, El Salvador. 36 p.
- Gómez Delgado M. y Barredo Cano JI. 2005. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio. 2 ed. México D.F. México. Alfaomega Ra-Ma. 247 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica) y PROMECAFE (Programas Cooperativo Regional para la Protección y Modernización de la Caficultura, El Salvador). 1985. Memoria del curso internacional sobre agroclimatología. San Salvador. El Salvador. 137 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica) 2001. El cultivo de fresa (*Fragaria spp*). San José, Costa Rica. 11 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2018. Anuario de estadística agropecuario 2017-2018. Dirección de Estadísticas Agropecuaria (DEA). San Salvador, El Salvador. 76 p.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2017. Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre la generación de un conjunto definido de productos nacionales de vigilancia del clima. N° 1204. Suiza. 13 p.
- Quintero, J. 1990. El Cultivo de la Lechuga. Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador. 20 p.
- Roshell F. 1978. El uso de la agrometeorología en la zonificación de los cultivos. Bogotá, Colombia. 14 p.
- UES (Universidad de El Salvador). s.f. Clasificación por capacidad de uso en El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, San Salvador, El Salvador.