



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

**ANÁLISIS REGIONAL, TERRITORIAL Y TECNOLÓGICO
DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ CACAHUACINTLE (*Zea
Mays Sp.*) DE RIEGO EN EL CENTRO DE MÉXICO**

JUAN VELÁZQUEZ LÓPEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2021

La presente tesis titulada: **Análisis regional, territorial y tecnológico de la producción de maíz cacahuacintle (*Zea Mays Sp.*) de riego en el centro de México** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO
AGRÍCOLA REGIONAL
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. JOSÉ PEDRO JUÁREZ SÁNCHEZ

ASESOR:



DR. BENITO RAMÍREZ VALVERDE

ASESOR:



DR. JUAN MORALES JIMENEZ

ASESOR:



DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

ASESOR:



DR. GUSTAVO RAMÍREZ VALVERDE

Puebla, Puebla, México, 9 de julio 2021

ANÁLISIS REGIONAL, TERRITORIAL Y TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ CACAHUACINTLE (*ZEA MAYS SP.*) DE RIEGO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Juan Velázquez López. D.C.

Colegio de Postgraduados, 2021

El maíz cacahuacintle ha tenido reciente auge cultural, social y económico en las regiones rurales que lo cultivan, pero no hay estudios suficientes sobre su distribución actual y potencial, su tecnología, las interacciones entre los actores que lo producen y comercializan. El objetivo de la investigación fue evaluar el potencial para la producción de maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*), en México, analizar la tecnología utilizada, caracterizar las acciones de los actores que participan en su producción y comercialización. Se evaluaron áreas agrícolas con potencial mediante análisis estadístico y de conglomerados, en el uso de la tecnología, para determinar los actores que intervienen se aplicó un cuestionario a una muestra de 76 productores y a 6 comercializadores. Se encontró un área cercana a 4 millones de hectáreas en el centro del país tiene potencial para producir maíz cacahuacintle en régimen de temporal, predominan los Climas de tipo “C” con lluvias abundantes en verano y suelos fértiles. El proceso de producción inicia con el control químico de malezas en noviembre-diciembre, siembran en la última quincena de diciembre y todo el mes de enero, la dosis de fertilización (NPK) fue 144-392-00, la densidad de población ascendió a 125,820 plantas/ha. El control de plagas se realiza en abril y mayo. El primer riego se realizó en febrero y marzo. Existe una desvinculación entre los actores para producir el cacahuacintle, los mercados físicos y el consumidor final que agudiza desigualdades entre productores y comercializadores en términos de ingreso. Se concluye que Jalisco presenta los mejores atributos para su siembra y escape de las regiones tradicionales, los productores de mayores ingresos tienen mayores niveles de tecnología, sin embargo, su uso no es el más adecuado. Las desigualdades entre actores, pueden solventarse con fomento a la organización de productores y la vinculación directa al consumidor.

Palabras clave: Tecnología agrícola, Análisis Regional, Proceso de Producción, Actores, Territorio.

**REGIONAL, TERRITORIAL AND TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF THE
PRODUCTION OF CACAHUACINTLE CORN (ZEA MAYS SP.) FROM IRRIGATION
IN CENTRAL MEXICO**

Juan Velázquez López. D.C.

Colegio de Postgraduados, 2021

Cacahuacintle maize has had a recent cultural, social and economic boom in rural regions growing it, however, there are not enough studies about its current and potential distribution, its technology and interactions between actors that produce and market it. This research aim was to evaluate the potential for the production of cacahuacintle corn (*Zea Mays Sp.*) in Mexico, to analyze the technology used and characteristic actions of theactors involved in its production and commercialization. Agricultural areas with a potential were evaluated through statistical and cluster analysis, in the use of technology and to determine the actors involved, a questionnaire was applied to a sample of 76 producers and 6 marketers. An area close to 4 million hectares was found in the central part of the country that has the potential to produce cacahuacintle maize in a rainfed system. Type “C” climates predominate with abundant rains in summer and fertile soils. Production process begins with chemical control of weeds in November and December. Sowing in the last fortnight of December and the entire month of January, fertilization dose (NPK) was144-392-00, population density amounted to 125,820 plants / ha. Pest control was carried out in April and May. First irrigation was carried out in February and March. There is no link between actors that produce cacahuacintle, physical markets and final consumer that exacerbates inequalities between producers and marketers in terms of an income. It is concluded that Jalisco presents the best attributes for planting but it escapes from the traditional regions, producers with higher incomes had higher levels of technology, however, its use is not the most appropriate. Inequalities between actors can be solved by promoting the organization of producers and setting up ties with the consumer.

Keywords: Agricultural technology, Regional Analysis, Production Process, Actors, Territory

DEDICATORIA

A todos los maiceros y campesinos de México, que me enseñaron lo que saben sin pretensiones, para ellos, mi respeto y mi mayor gratitud. Ustedes son la verdadera semilla que alimenta nuestra vida, cultura e historia colectiva.

A todos los transportistas, vendedores, rodadores, detalladores y comercializadores por el apoyo durante la realización de este trabajo.

A mi hijo Luis Emilio Velázquez por unirse la mitad de este viaje llamado vida y hacerlo más ameno.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por la Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento: Estudios Regionales, para la realización de esta investigación.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo económico a través de la beca que me otorgo y oportunidad para realizar mis estudios de doctorado en ciencias.

Mi más sincero agradecimiento y respeto a mi consejero, Dr. José Pedro Juárez Sánchez y a mi asesor el Dr. Benito Ramírez Valverde. Asimismo, al Dr. Juan Morales Jiménez y el Dr. Ignacio Ocampo Fletes y por su apoyo durante estos dos años. De igual manera a todos los profesores del COLPOS Puebla por su apoyo y enseñanzas.

A los agricultores del municipio de Valle de Bravo y Temascaltepec en el estado de México y a las personas que me apoyaron en la realización de esta investigación.

A Juan Arturo Blanco Jaspeado por su apoyo con las figuras del ciclo productivo del maíz cacahuacintle. Asimismo, a María de Lourdes Rivas Romero, por el apoyo con las gestiones y los archivos de investigación necesarios para esta tesis, también a la dirección de educación por su apoyo en todos estos años. Agradezco a mi hermana Ma. Isabel Velázquez por su apoyo moral durante todo este proceso. Y a todos amigos y compañeros que estuvieron presentes en este apartado de mi carrera profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	xi
INTRODUCCIÓN GENERAL	2
CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	2
1.1 Problema general	5
1.2 Preguntas de investigación específicas	5
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
1.4 HIPÓTESIS	9
1.4.1 Hipótesis General	9
1.4.2 Hipótesis particulares	9
1.5 BIBLIOGRAFÍA	9
CAPÍTULO 2. EL MAÍZ CACAHUACINTLE. DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ZONAS DE CULTIVO EN MÉXICO	16
2.1 Resumen	17
2.2 Abstract	17
2.3 Introducción	18
2.4 Metodología	21
2.5 Modelo Matemático general	21
2.6 Resultados y Discusión	38
2.7 Región potencial (RP) de maíz cacahuacintle. Aspectos edáficos, climáticos y pluviométricos	40
2.8 Aspectos productivos y económicos de la Región Potencial	43
2.9 Conclusiones	47
2.10 Bibliografía	48

CAPÍTULO 3. CATETERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA DEL MAÍZ CACAHUACINTLE (<i>ZEA MAYS. SP</i>) DE RIEGO EN EL ESTADO DE MÉXICO	55
3.1 Resumen	56
3.2 Abstract	56
3.3 Introducción	57
3.5 Trascendencia de la tecnología agrícola	57
3.6 Metodología	63
3.7 Resultados	66
3.8 Conclusiones	76
3.9 Bibliografía	77
CAPÍTULO 4. EL MAÍZ CACAHUACINTLE (<i>ZEA MAYS SP</i>) EN EL ESTADO DE MÉXICO: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y SUS ACTORES	86
4.1 Resumen	87
4.2 Abstract	87
4.3 Introducción	88
4.4 El enfoque de los sistemas agroalimentarios y su evolución histórico teórica	90
4.5 Aspectos metodológicos de la investigación	95
4.6 Actores que intervienen en el proceso de producción	97
4.7 Estrategia de comercialización y tendencias de mercado	100
4.8 Conclusiones	107
4.9 Bibliografía	108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Distribución espacial del maíz cacahuacintle en México	39
Figura 2 Región Potencial de la producción de Cacahuacintle	42
Figura 3 Distribución de regiones de acuerdo a grupos de aptitud para expansión del cultivo de cacahuacintle bajo régimen temporal	46
Figura 4 Ubicación geográfica del territorio de estudio y aspectos generales	64
Figura 5 Fecha de Siembra por grupos de Ingreso	69
Figura 6 Primer Riego	73
Figura 7 Ciclo del cultivo del maíz cacahuacintle (Zea Mays Sp).	74
Figura 8 Ubicación geográfica del territorio de estudio y aspectos principales	95
Figura 9 Municipios donde se produce la semilla del cacahuacintle	97
Figura 10 Diagrama de flujo de la producción del maíz cacahuacintle	98
Figura 11 Principales mercados y zonas de producción de cacahuacintle	102
Figura 12 Diagrama de flujo de la comercialización de maíz cacahuacintle	103

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Características, económicas, productivas y geográficas de la RP de maíz cacahuacintle bajo régimen de temporal 2017.....	44
Cuadro 2 Actividades realizadas en el proceso de producción del cacahuacintle	75

INTRODUCCIÓN GENERAL

Desde la entrada en vigor del modelo neoliberal hace 40 años, las discrepancias entre las formas de producción regionales se han intensificado, generando desigualdades notables, por lo anterior los enfoques territoriales y locales han sido reinventados. En ese sentido, el SIAL (Sistemas Agroalimentarios Localizados) retomó su presencia en estudios a escala global superando la visión teórica y epistemológica restringida que se tuvo de las regiones (Rosales, 2010), donde únicamente la dotación de recursos y las características idóneas para cualquier actividad se tomaban en consideración (Moncayo, 2001). En la década de los 80's del siglo pasado se desarrolló el concepto de los SIAL's en el seno de las corrientes de la economía industrial, investigando las agrupaciones espaciales de compañías ligadas a un área y especialmente, los sistemas productivos (Reyes y Boucher, 2016). Así, los SIAL's han resurgido para retomar las tradiciones, estructuras ceremoniales, saberes, en sí la esencia de la sociedad y su cultura (Torres *et al.*, 2013).

De esta manera, la reconversión de la organización espacial de la economía ha sido transformada para dar lugar a nuevos procesos como la división mundial del trabajo, misma que reordena las relaciones entre centro y periferia, suscitando una violenta especialización de los territorios (Grass *et al.*, 2016). Los arcanos de este concepto fueron los Distritos Industriales en Italia (Giacomo, 1979 y Capecchi, 1987), que destacaban el crecimiento económico y dinámico de una región (Azaïs, 2001). Benko y Lipietz (1994) hacen referencia a que en Estados Unidos surgió un clúster, el cual tenía características territoriales con apalancamiento, trabajo en equipo y con gran competitividad semejantes a los de Italia.

En México, el maíz blanco es un cultivo coyuntural que se encuentra dentro de las perspectivas de los sistemas agroalimentarios, ya que se le confieren usos industriales, económicos, políticos, y sobre todo socioculturales, al constituirse en la base de la alimentación de la población del país (Jacome, 2016). A pesar de ello, según Appendini (2016) la producción en zonas rurales de temporal está en una situación de crisis causada por la implementación de políticas económicas de corte neoliberal. Cabe destacar que una de las fortalezas de los productores de maíz es la diversidad de sus variedades, un ejemplo claro de ello es el maíz cacahuacintle que se cultiva en los Valles Altos (Mijangos *et al.*, 2007) y que ha tenido un auge económico reciente (SIAP, 2017).

Es por lo que se considera que existen oportunidades de mercado para el cacahuacintle o pozolero, entre otros, ya que es apreciado por sus características culinarias, como el color, la textura, el sabor y porque se usan en la preparación de varios platillos típicos.

De acuerdo con Solís (1998) y Fernández *et al.* (2013), el maíz cacahuacintle (MC) es un tema de interés general debido a sus características gastronómicas, sociales, culturales (Carrillo, 2009), económicas (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP, 2019) y geográficas (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, 2018a); dando como resultado una estrategia económica rentable para los agricultores de los Valles Altos de México (Hernández *et al.*, 2014). Además, se ha conformado como una parte crucial en la vida de las comunidades campesinas y rurales del centro de México.

Cabe destacar que su auge se debe principalmente a la precaria situación económica actual que están pasando los productores de maíz grano (Barkin, 2002) acaecida por la política agrícola que se ha implementado (Ballesteros, 2012; y Otero, 2013). De acuerdo con Appendini (2013) uno de los objetivos de esa política fue degradar la rentabilidad de esta actividad agropecuaria, desprotegiendo al maíz en la segunda década del presente siglo y fomentar la apertura al mercado internacional. Como consecuencia el "MC" incrementó su superficie sembrada. Con datos recopilados del SIAP (2004) muestran que en el año 2004 se sembraron 4,995 ha⁻¹, en el 2015 llegó a 7,797.1 ha⁻¹, y en el 2019 disminuyó a 6,917.7 ha⁻¹ (SIAP, 2019).

El maíz cacahuacintle tiene sus sistemas productivos en los estados de México, Puebla y Tlaxcala (Bonifaz *et al.*, 2005), Morelos, Aguascalientes y Guerrero (SIAP, 2009); en altitudes desde 2,000 msnm. Se cultiva en climas templados Cw y Cwk semifríos, con abundantes lluvias (CONABIO, 2018). En la región del Valle de Toluca del estado de México, se siembran alrededor de 20,000 ha para la producción de elote y 10,500 ha para grano pozolero (Arellano *et al.*, 2010).

Es así como un territorio se ve identificado por lo que produce, y los actores que lo producen, de esta manera, los productos y agricultores tienen identidad territorial. Para poder interpretar la forma de distribución sobre un territorio dado, es necesario ubicar dónde se produce, para posteriormente dar paso al análisis de las interacciones que tienen los actores, las instituciones, los mercados, formando una compleja red de producción. Aquí adquiere trascendencia la identificación de los factores naturales propicios para la siembra de un cultivo, mediante la distribución espacial, la cual, es una herramienta para identificar áreas aptas con potencial agrícola mediante el análisis del clima, tipo de suelo, altura, etc. (Reyes, 2015).

Por lo que, para alcanzar objetividad en el reconocimiento de nichos, se tiene que tomar en cuenta las características que se requieren para producir un cultivo de manera óptima, y para ello se recurre al concepto de homeomorfismo (Casillas *et al.*, 2018). El cual establece que, si dos o más objetos comparten las mismas características o propiedades, todos los demás tendrán las mismas propiedades y no importa si las regiones no son continuas.

Es decir, que no importa que los espacios están ubicados en áreas diferentes, siempre y cuando tengan las mismas características, se les llamará “espacios homeomorfos” y al conjunto de ellos se les llama regiones homeomorfas, y para el caso de este estudio se denominará “Región Potencial” (RP). Para editarlas se debe diseñar un modelo que represente un conjunto real de atributos en la forma más completa posible y con cierto grado de precisión, sin pretender hacer una réplica de lo que existe en la realidad, para lo cual, existen modelos de simulación, y de acuerdo con Hernández *et al.* (2009) son la delimitación simplificada de un sistema, y un sistema es una parte bien delimitada del mundo real (Bindi, 2003). Por ejemplo, un cultivo.

En ese sentido, para producir este grano, es necesario un conjunto de elementos y conocimientos que se le conoce como tecnología agrícola. La cual, contribuye a mejorar la productividad de los cultivos a través del uso e intensificación del empleo de insumos de alto rendimientos como los fertilizantes, semillas mejoradas y técnicas de cultivo (González *et al.*, 2018), así como el control de plagas, malezas y enfermedades. Pichardo (2006) considera que el acceso a la investigación agrícola ha dado como resultado un incremento en los rendimientos del cultivo. Según, Troyo *et al.*, (2010) la tecnología de producción fue transferida principalmente a espacios de riego, específicamente en el empleo de semillas mejoradas, pesticidas, insumos industriales agrícolas y el uso eficiente de maquinaria (Pichardo, 2006).

En cambio, en la agricultura de corte minifundista se considera que la razón por la cual, no se adoptó la tecnología fue porque los paquetes tecnológicos no se podían aplicar a las tierras de temporal del país debido a las condiciones irregulares y a que no son homogéneas en clima, suelo y topografía (Grammont, 2016). Es por lo que se considera que este modelo de desarrollo agrícola, marginó a la agricultura de temporal del país. Con respecto a su comercialización, independientemente del grano a comercializar, siempre interceden actores que no necesariamente son productores. Así, la cadena de valor de maíz cacahuacintle depende de la producción local y de las inversiones en infraestructura que contribuyen a agregar valor. Los actores que intervienen en el mercado son los intermediarios (compradores, comerciantes, así como también en el mercado local, la “comalera” (elabora tortillas y antojitos) que comercializa de manera directa en la cadena de valor del maíz azul (Hellin *et al.*, 2013).

Según, Hellin *et al.*, (2013) el mercado contribuye a mejorar las estrategias de la vida local y la conservación in situ del grano. Para lograrlo se requiere del acompañamiento de políticas públicas enfocadas a la expansión de los mercados. Por ejemplo, la regulación de la comercialización y el apoyo a la producción que no es impulsada de manera directa por el gobierno; sin embargo, es considerado como un elemento de gran relevancia en la estrategia de vida de los campesinos de los territorios en donde es producido (Barrera-Bassols *et al.*, 2009). Además de que es el sustento de un conjunto de actores y organizaciones a nivel formal e informal que se considera que son

vulnerables. El estudio se realizó en el estado de México en una región irrigada donde se ha localizado que existe el cultivo del cacahuacintle.

La investigación se dividió en tres apartados, la primera se realizó una identificación basados en la literatura y los datos existentes para determinar zonas de producción actuales y potenciales para el cultivo de maíz cacahuacintle. Posteriormente se hizo un análisis de la tecnología agrícola caracterizándose en el proceso productivo, bajo régimen de riego. Finalmente se hizo un análisis territorial complementado con un enfoque económico para determinar los actores y su importancia en la cadena de valor.

1.1 Problema general

¿Existen regiones en México con potencial para la producción de maíz cacahuacintle en dónde, no se ha identificado si la tecnología utilizada en la producción es apropiada, tampoco si los actores que intervienen en la cadena productiva-comercial y en el territorio tienen relaciones que fomenten las desigualdades?

CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1.1 Problema de investigación

El cacahuacintle es una de las razas de maíz que por su trascendencia socio-cultural y económica tiene un sobrepeso en el mercado y puede constituirse en una alternativa de compensación en algunas regiones rurales del centro de la república (Román *et al.*, 2016). Es relevante mencionar que las condiciones físicas (clima, temperatura, suelo, entre otras variables) hacen que no se produzca de manera masiva. Además, no se tiene conocimiento de su distribución geográfica y de la superficie cultivada en el mundo, aunque hay evidencia de su presencia en Guatemala, Perú y Colombia (Perales, 2009). En México, los estudios sobre el cacahuacintle son escasos, poco específicos y desactualizados. Una investigación realizada por los pioneros Welhausen, Roberts y Hernández X. (1951) calificaron la distribución de las razas y determinaron que se producía fundamentalmente en las partes altas con climas semifríos y suelos de origen volcánico de los estados de Puebla, Tlaxcala y México.

Actualmente, se tiene evidencia de que se cultiva en los estados de Chihuahua, Michoacán, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Veracruz y Ciudad de México, (Comisión Nacional para Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, 2010). Así como en Jalisco (Parra *et al.*, 2006), Guerrero (Palemón *et al.*, 2011) y Chiapas (Estrada *et al.*, 2015). De acuerdo con Santiago y García (2001) no existen estudios relacionados al tipo de suelo y a las características agro-climáticas aptas para su cultivo. Se infiere que las investigaciones detalladas pueden contribuir a la identificación y elección de las áreas con potencial productivo y a la protección de esta raza nativa, al incrementar su producción (Sarmiento y Castañeda, 2011). Además, coadyuva a mejorar las condiciones de vida de los pueblos campesinos e indígenas (Quevedo *et al.*, 2017).

En este contexto, debido a las severas discrepancias causadas por la globalización económica en las regiones rurales, el análisis regional adquiere importancia (Delgadillo, 2006), específicamente, en los territorios productores de granos básicos. Tampoco hay estudios enfocados a razas específicas como el cacahuacintle, ni a estimar la distribución de áreas potenciales, pese a ser el centro de origen (Welhausen *et al.*, 1951). De acuerdo con Reyes (2015) los modelos adquieren relevancia, porque existen áreas apropiadas para producir el cultivo; sin embargo, al sacarlo de éstas, podrían presentarse algunos problemas como son el aumento de la incidencia de plagas y enfermedades, así como su impacto negativamente en su rendimiento y la calidad de la cosecha.

Este tipo de problemas surgen por el desconocimiento de las zonas de producción óptimas, así como de las posibles zonas potenciales. Por lo que se deben emprender estudios detallados que permitan determinar los espacios con potencial productivo para sembrar un determinado cultivo (Santiago y García, 2001). Por otra parte, el cacahuacintle reunía todas las características para ser omitido por las políticas de transferencia de tecnología agrícola, sin embargo, al aumentar su valor el agricultor también ha intensificado el uso de la tecnología. Es por ello que no hay un paquete tecnológico oficial para este maíz en regiones de temporal o de riego, por lo cual se podría estar aplicando insumos agrícolas de manera innecesaria e ineficiente y que se esté afectando la productividad agrícola.

Troyo *et al.*, (2010) considera que el modelo de transferencia de tecnología mexicano fue diseñado únicamente para terrenos de riego, en tierras con poca pendiente y buen potencial para la implementación del monocultivo, y específicamente en el modelo se caracterizó por el empleo de semillas mejoradas, pesticidas, insumos industriales agrícolas y el uso eficiente de maquinaria (Pichardo, 2006). Lo anterior marginó del uso de las semillas criollas a los pequeños productores. De acuerdo con Grammont (2016), debido a que las condiciones de clima, suelo y topografía no son homogéneas, la adopción de la tecnología generada no podía ser aplicada en todas las tierras de temporal del país. Es por lo que se considera que este modelo de desarrollo agrícola, marginó a la agricultura de temporal del país.

En este contexto, se trató de reorientar la política agrícola en 1967 a través del Plan Puebla (PP), cuyo objetivo era contribuir a disminuir los problemas de la escasez de alimentos, la desnutrición de la mayoría de la población rural e incrementar los bajos ingresos de los agricultores minifundistas (Ramírez y Juárez, 2015). De acuerdo con Cervantes *et al.*, (2016) en 1975 la producción de maíz se redujo drásticamente, por lo que se intentó solucionar el problema mediante apoyos a la agricultura temporal. De esta manera la investigación y transferencia tecnológica se reenfocó a la agricultura campesina, que no había adoptado la tecnología moderna ni se había beneficiado del crecimiento del sector. En la década de los 80's, bajo el modelo económico neoliberal se retiró paulatinamente el Estado de la economía y específicamente de la producción de granos básicos, repercutiendo en la disminución de la producción de maíz.

Otro de los factores limitantes de los estudios dirigidos a la tecnología agrícola es que solo se han enfocado a la efectividad de la tecnología agrícola moderna (Damián *et al.*, 2009 y Ortiz *et al.*, 2013; Bocco *et al.*, 2013; Damián *et al.*, 2007; Turiján *et al.*, 2012 y Turiján *et al.*, 2015) y por medir, caracterizar, rescatar y generar la tecnología (L. Cruz *et al.*, 2015; Cirillo *et al.*, 2008; Berrueta y Limón, 2008). A la fecha, en estas dos vertientes aún no hay estudios sobre el uso de la tecnología utilizada en la producción del maíz cacahuacintle y menos aún en condiciones de riego. El maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) es uno de los productos agrícolas que ha superado los términos de mercado del modelo neoliberal, sin intervención alguna, lo anterior debido a que tiene una gran

connotación cultural y además su producción no es posible sino en nichos específicos por lo cual, al ser una oferta limitada hace que su precio en el mercado sea elevado.

En este contexto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

1.2 Preguntas de investigación específicas

- ¿Cuáles son las regiones actuales que tienen las condiciones potenciales óptimas para la producción de maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) a escala nacional?
- ¿Cuál es la tecnología específica utilizada para la producción de maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) en condiciones de riego en el estado de México?
- ¿Cómo se caracterizan las interacciones en el territorio de actores en la producción y comercialización de maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) en el estado de México?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar las regiones según su potencial para la producción de maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) en función de las características agroclimáticas, así como analizar la tecnología utilizada para una región de riego y caracterizar las acciones de los actores que intervienen en la producción y comercialización de la producción de este grano de acuerdo a sus interacciones en el territorio.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar en función del potencial productivo tres regiones (alto, medio y bajo) potenciales para la expansión de la producción de este cultivo.
- Analizar la tecnología agrícola utilizada en el sistema de producción de maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) en una región con riego del estado de México.

- El objetivo de la investigación fue conocer la estrategia de producción y comercialización de maíz cacahuacintle, haciendo énfasis en los actores locales y su participación en dicho proceso en el estado de México

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

Existen espacios donde se puede expandir la producción de maíz cacahuacintle que no han sido identificados eficientemente, y no se está utilizando la tecnología apropiada para este cultivo, además, el desconocimiento de los actores y sus interacciones en el territorio hace que se generan desventajas entre productores y comercializadores.

1.4.2 Hipótesis particulares

- Las condiciones agroclimáticas apropiadas para la producción de este maíz se encuentran asociadas a regiones montañosas con abundantes lluvias y a suelos de origen volcánico o con potencial para la agricultura.
- La tecnología agrícola implementada se ha intensificado debido al auge económico del maíz cacahuacintle (*Zea Mayz Sp.*) pero no necesariamente se está realizando un manejo apropiado de esta.
- Existen actores que tienen una injerencia mayor sobre la producción y comercialización lo cual hace que se concentren las actividades en torno a sus acciones y esto genera discrepancias severas en el reparto del ingreso.

1.5 BIBLIOGRAFÍA

Appendini, K. (2013, November). El TLCAN y el maíz: una reflexión a 20 años. La Jornada Del Campo, 74. <https://www.jornada.com.mx/2013/11/16/cam-maiz.html>

- Arellano, J. L. V., Gámez V, J. A., y Ávila, M. A. (2010). Potencial agronómico de variedades criollas de maíz cacahuacintle en el Valle de Toluca. *Revista de Fitotecnia Mexicana*, 33(4): 37–41.
- Azaïs, C. (2001). Dinámica territorial, localización y sistemas productivos locales: Algunas indicaciones Teóricas. In C. Alba, B. Llán, & H. Rivière (Eds.), *Las regiones ante la globalización: competitividad territorial y recomposición sociopolítica* (pp. 561–590). México, El Colegio de México/Centro de estudios internacionales. Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/divers14-06/010015583.pdf
- Ballesteros, E. (2012). Neoliberalismo y seguridad alimentaria. *Tareas*, 140: 21–33.
- Barkin, D. (2002). El maíz: la persistencia de una cultura en México. *Cahiers Des Amériques I Atines, Online rev(40)*, 19–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.4000/cal.6810>
- Barrera-Bassols, N., Astier, M., Orozco, Q. y Boege, E. (2009). Saberes locales y defensa de la agrobiodiversidad: maíces nativos vs. Maíces transgénicos en México. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 107: 77–91. https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Analisis/novdic2009/sabereslocalesydefensadelaagrobiodiversidad_N.BARRERAETAL.pdf
- Benko, G. y Lipietz, A. (1994). *Las regiones que ganan: distritos y redes. Los nuevos paradigmas de la geografía económica* (Primera Ed). Ediciones Alfonso El Magnanim. https://books.google.com.mx/books/about/Las_regiones_que_ganan.html?id=yMDbPAAACAAJ&redir_esc=y
- Berrueta, S. V. M., y Limón, A. F. (2008). Participación campesina para la generación de tecnología alternativa. *Nueva Antropología*, 21(68): 113–129. <https://doi.org/0185-0636>
- Bindi, M. (2003). Instrumentos para el monitoreo del impacto ambiental sobre la producción agrícola. Modelos para cultivos. In *Agronomiche, Scienze Università, Agroforestale*. <http://svsconsultora.com.ar/ciomta/downloads/modelocultivo.pdf>

- Bocco, A., Garat, J. J., y Velarde, I. (2013). Sistemas agroalimentarios localizados y agriculturas familiares. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 112(112): 1–8.
- Bonifaz, F. J. L., y Ruy, L. C. (2013). *Optimización Dinámica y teoría económica* (1st ed.). Universidad del Pacífico Centro de Investigación. <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/976/AE33.pdf?sequence=6>
- Carrillo, M. G. V., y Ramos, D. S. (2013). Características fisicoquímicas y calidad del pozole del maíz cacahuacintle procesado mediante tres métodos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(SUPPL.3): 357–366.
- Casillas, J. M. G., Radillo, M. E., y Efremov, V. (2018). Construcciones de significados de los conceptos homeomorfismo y difeomorfismo. *Propuestas Para La Enseñanza de Matemáticas*, 31(1): 365–372.
- Cirilo, S. O., Sánchez, L. J., Chulím, N. E., Valverde, B. R., Olvera, B. V. P., y Sánchez, A. R. (2008). Escuelas de campo y adopción de ecotecnia agrícola. *Ecosistemas*, 17(2): 94–102. <https://doi.org/10.7818/re.2014.17-2.00>
- CONABIO. (2010). Cacahuacintle | Biodiversidad Mexicana. Cacahuacintle. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico/cacahuacintle>
- CONABIO. (2018). Maíz Cacahuacintle. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/maices/grupos/cacahuacintle.html>
- Cruz, A., Cervantes, J., Damián, M. Á. y Ramírez, B. (2015). Etnoagronomía, tecnología agrícola tradicional y desarrollo rural. *Revista de Geografía Agrícola*, 55(75): 75–89.
- Damián, M. Á., Ramírez, B., Parra, F., Gil, A., López, J. F. y Cruz, A. (2009). Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología entre los maiceros del estado de Tlaxcala. *Revista de Geografía Agrícola*, 43: 33–49.
- Damián, M. Á., Ramírez, B., Parra, F., Paredes, J. A., Gil, A., Olguín, J. F. y Cruz, A. (2007). Tecnología agrícola y territorio: el caso de los productores de maíz de Tlaxcala, México. *Investigaciones Geográficas*, 63(63), 36–55.
- Delgadillo, J. (2006). Dimensiones territoriales del desarrollo rural en América Latina. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 37(144): 97–120. <http://www.redalyc.org/pdf/118/11820097005.pdf>

- Estrada, B. C., Antonio, V., Martínez, V., Cruz, C., y Gómez, M. (2015). Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6: 1119–1127.
- Giacomo, B. (1979). Dal settore industriale al distretto industriale. Alcune considerazioni sull'unità di indagine dell'economia industriale. *Rivista Di Economia e Politica Industriale*, 5(1).
- Grammont, H. C. (2016). El campo mexicano a finales del siglo xx. *Revista Mexicana de Sociología*, 63(4), 81–108. <https://doi.org/doi.org/10.2307/3541469>
- Grass, J., Cervantes, F., y Palacios, M. (2016). Elementos metodológicos para el fortalecimiento del enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (SIAL). *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13(1). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3605/360545634005/html/index.html>
- Grass, J., Cervantes, F., y Palacios, M. I. (2016). Elementos metodológicos para el fortalecimiento del enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (SIAL). *Agricultura Sociedad y Desarrollo*: 13: 63–85.
- Hellin, J., Keleman, A., López, D., Donnet, L., y Flores, D. (2013). La Importancia de los nichos de mercado. Un estudio de caso del maíz azul y del maíz para pozole en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(SUPPL.3): 315–328.
- Hernández, Á., Moreno, Y. S., López, P. A. y Varela, A. S. (2014). Calidad pozolera en poblaciones de maíz Cacahuacintle de los Valles Altos de Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(4): 703–716.
- Hernández, N., Soto, F. y Caballero, A. (2009). Modelos de simulación de cultivos: características y usos. *Cultivos Tropicales*, 30(1): 73–82.
- Jácome, G. (2016). El maíz: planta portentosa. *Iberóforum*, 3(5): 1–17. <https://www.redalyc.org/pdf/2110/211015579003.pdf>
- Mijangos, J. O., Corona, T., Espinosa, D., Muñoz, A., Romero, J. y Santacruz, A. (2007). Differentiation among maize (*Zea mays L.*) landraces from the Tarasca Mountain Chain, Michoacan, Mexico and the Chalqueño complex. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(2): 309–325.

- Moncayo, E. (2001). Evolución de paradigmas y modelos interpretativos del desarrollo territorial. In Publicaciones CEPAL, Serie de Gestión Pública (Vol. 13). ONU. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/7262/S018637_es.pdf.
- Ortiz, E., López, P. A., Gil, A., Guerrero, J. D. D., López, H., Taboada, O. R., Hernández, J. A., y Valadez, M. (2013a). Rendimiento y calidad de elote en poblaciones nativas de maíz de Tehuacán, Puebla. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 19(2): 225–238. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.02.006>
- Ortiz, E., López, P. A., Gil, A., Guerrero, J. de D., López, H., Taboada, O. R., Hernández, J. A., y Valadez, M. (2013b). Rendimiento y calidad de elote en poblaciones nativas de maíz de Tehuacán, Puebla. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XIX(2): 225–238. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.02.006>
- Palemón, F. A., Gómez, N. O. M., Castillo, F. G., Ramírez, P. V., Molina, J. D. G. y Miranda, S. C. (2011). Cruzas intervarietales de maíz para la región semicálida de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5): 745–757. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263121118009>
- Perales, R., Hugo, R. (2009). Maíz, riqueza de México. *Ciencias*, 92(93): 46–55.
- Pichardo, B. G. (2006). La revolución verde en México. *Agrária (São Paulo. Online)*, 4, 40. <https://doi.org/10.11606/issn.1808-1150.v0i4p40-68>
- Quevedo, D. C., Cervantes, J., Noriero, L. y Zepeda, J. M. (2017). Maíz: sustento de vida en la cultura Teenek. Comunidad Tamaletom, Tancanhuitz, S.L.P. México. *Revista de Geografía Agrícola*, 58(5): 5–19.
- Ramírez, B. y Juárez, J. P. (2015). La experiencia del modelo de desarrollo regional plan pequeños, Puebla en la producción de alimentos con maíz, productores de maíz. En *Estudios y propuestas para el medio rural tomo VII* pp. 1–19. Universidad Autónoma Indígena de México. https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Ortega_Hernandez/publication/282331298_Reforma_del_Articulo_27_Constitucional_Analisis_de_los_argumentos/links/560ca6ad08aed543358d424e/Reforma-del-Articulo-27-Constitucional-Analisis-de-los-argumentos.pdf#pa
- Reyes, J. A., y Boucher, F. (2016). El enfoque SIAL como catalizador de la acción colectiva: casos territoriales en América. *Estudios Sociales*, 47: 13–37.

- Reyes, H. R. (2015). Zonificación de algunos cultivos hortícolas y básicos en el acuífero de Huichana-Tecozahutla Hidalgo, México. Colegio de Posgraduados Campus Puebla.
- Román, E, García, F., Guzmán, E., Ayala, I. (2016). El maíz ancho pozolero (*Zea mays* L.) como estrategia para la seguridad alimentaria. *Revista Etnobiología*, 14(3): 39–49. <https://www.revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/145/144>
- Ron, J. P., Sánchez, J. de J. G., Cordero, A. Andrés, Carrera, J. A., Martín, J. G., Morales, M., De la Cruz, L., Hurtado, A. S., Mena, S., y Rodríguez, G. (2006). Maíces nativos del Occidente de México I. *Colectas 2004. Scientia CUBCA*, 8(1), 139.
- Rosales, R. (2010). Aprendizaje colectivo, redes sociales e instituciones: Hacia una nueva Geografía Económica. En: *Giros de geografía humana: desafíos y horizontes*. Lindón, A. y Hiernaux, D. (pp. 123–142).
- SIAP (2019, August 27). Producción nacional de maíz grano. *Anuario Estadístico de La Producción Desde 1980-2019*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP (2017). Cierre de la Producción Agrícola de Cacahuacintle. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Solís, F. (1998). *La cultura del maíz* (Primera edición). Editorial Clio.
- Suárez, R. F., Chávez, L. A. M., y Mariscal, A. G. (2013). Importance of Mexican maize landraces in the national diet. An indispensable review. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(SUPPL.3): 275–283.
- Turiján, T., Damián, M. Á., Ramírez, B. y Juárez, J. P. (2012). Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6): 1085–1100.
- Turiján, T., Ramírez, B., Damián, M. Á., Juárez, J. P. y Chulím, E. N. (2015). Uso de remesas para la adquisición de tecnología agrícola en maíz en San José Chiapa, Puebla, México. *Nova Scientia*, 7(14): 674–693.
- Troyo, D. E., Cruz, A., Beltrán, L. F., Murillo, B., Beltrán, F. A., García, J. L. y Valdez, R. D. (2010). Agotamiento hidro-agrícola a partir de la Revolución Verde: extracción de agua y gestión de la tecnología de riego en Baja California Sur, México. *Estudios Sociales*, 18(36): 179–201.

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernández X., E., y Mangelsdorf, P. C. (1951). Razas de maíz en México su origen características y distribución. Programa de agricultura Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México.

FAO Food Agriculture Organization. (1996). *Producción de alimentos e impacto ambiental alimentos e impacto ambiental*. Cumbre Mundial Sobre La Alimentación. <http://www.fao.org/3/w2612s/w2612s11.htm>

CAPÍTULO 2. EL MAÍZ CACAHUACINTLE. DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ZONAS DE CULTIVO EN MÉXICO

**Juan Velázquez López¹, José Pedro Juárez Sánchez², Benito Ramírez-Valverde³,
Ignacio Ocampo Fletes⁴, Juan Jiménez Morales⁵, Gustavo Ramírez Valverde⁶**

¹Colegio de Posgraduados, Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, e-mail: jvelazquezl@colpos.mx

²Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan, CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. pjuarez@colpos.mx

³Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. bramirez@colpos.mx

⁴Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. agroecologiaiof@yahoo.com.mx

⁵Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, CP 72760, Santiago Momoxpan, Profesor Investigador Asociado, e-mail. morales@colpos.mx

⁶Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Carretera México Texcoco México 136 5, Montecillo, CP 56230 Montecillo, México, Profesor Investigador Asociado, e-mail. gramirez@colpos.mx

2.1 Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar y determinar mediante el empleo de modelos de simulación y análisis multi-criterio, áreas agrícolas con potencial para cultivar maíz cacahuacintle y las características de clima, tipo de suelo, precipitación de estas regiones. Mediante agrupación estadística y análisis de conglomerados por variables de producción y valor de la misma, se establecieron regiones con aptitud, alta, mediana y baja. El modelo estableció un área de 3'829,944.817 ha ubicada en el centro de México. Representan el 17% de la superficie agrícola nacional y 50.7 % de la superficie sembrada de maíz grano. El maíz cacahuacintle, representaría un valor de 7'630,376.496 USD. Los climas de tipo "C" con sus diferentes variaciones fueron más frecuentes. La precipitación más frecuente fue: 800-1500 mm anuales. Los suelos más abundantes fueron: Feozem Háplico "Fh", Regosol Eútrico "Re", Vertisol Pélico "Vp", Litosol "L" y Andosol Húmico "Ah", que corresponde al 57.7% de la superficie donde podría cultivarse. El potencial para este cultivo está en regiones temporales del centro del país. De esas regiones, la 1 (Jalisco) presenta los mejores atributos, pero, se recomienda implementar políticas para la producción de cacahuacintle en regiones con menor aptitud donde se registró el menor ingreso económico.

Palabras clave: Modelo de simulación, análisis multi-criterio, campesino, área potencial agrícola, regiones.

2.2 Abstract

The objective of this research was to evaluate and determine, through use of simulation models and multi-criteria analysis, agricultural areas with potential to grow cacahuacintle maize & so to obtain climate, soil type, and precipitation. From the municipalities of such a region, by means of statistical grouping and analysis of conglomerates, using production variables & their value, regions with high, medium and low aptitude were established. The model established an area of 3, 829, 944,817 ha located in central Mexico. It represents 17% of national agricultural area and 50.7% of the area sown with grain corn. Properly, with cacahuacintle corn, it would represent a value of 7, 630, 376,496

USD. Type "C" climates with their different variations were more frequent. The most frequent precipitation was: 800-1500 mm per year. The most frequent soils were: Feozem Haplico "Fh", Regosol Eútrico "Re", Vertisol Pélico "Vp", Litosol "L" and Andosol Húmico "Ah". They made up 57.71% of the potential surface. The potential for this crop is in rain regions of the center of the country. From those regions, No 1. (Jalisco) 9 has the best attributes, but it is recommended to carry out policies for cacahuacintle production in regions with less aptitude where the lowest income was registered.

Key Words: simulation model, multi-Criteria analysis, agricultural potential area, Regions

2.3 Introducción

En México, el maíz blanco es uno de los cultivos más importantes, ya que se le confieren usos industriales, económicos y sobre todo socioculturales al constituirse en la base de la alimentación de la población del país (Jacome, 2016). A pesar de ello, su producción en zonas rurales de temporal está en crisis, producto de la implementación de políticas económicas de corte neoliberal (Appendini, 2013).

Ante este contexto, el cacahuacintle es una de las razas de maíz que por su trascendencia socio-cultural y económica al tener un sobreprecio en el mercado, puede constituirse en una alternativa de compensación en algunas regiones rurales (Román *et al.*, 2016) del centro de la república. Es relevante mencionar que las condiciones físicas (clima, temperatura, suelo, entre otras variables) hacen que no se produzca de manera extensiva. Además, no se tiene conocimiento de su distribución geográfica y de la superficie cultivada en el mundo, aunque hay evidencia de su presencia en Guatemala, Perú y Colombia (Perales, 2009).

En México, los estudios sobre el cacahuacintle son escasos, poco específicos y desactualizados. Una investigación pionera fue realizada por Welhausen, Roberts y Hernández X. (1951) quienes clasificaron la distribución de las razas y determinaron que se producía fundamentalmente en las partes altas con climas semifríos y suelos de origen volcánico de los estados de Puebla, Tlaxcala y México. Actualmente, se tiene

evidencia de que se cultiva en los estados de Chihuahua, Michoacán, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Veracruz y Ciudad de México (Comisión Nacional para Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, 2010). Así como en Jalisco (Parra *et al.*, 2006), Guerrero (Palemón *et al.*, 2011) y Chiapas (Estrada *et al.*, 2015).

Se puede decir que el conocimiento sobre las áreas con potencial productivo es escaso e insuficiente, ya que no hay estudios enfocados a las características agro-climáticas y tipo de suelo apropiados para su cultivo. Se presupone que, al realizar investigaciones detalladas se contribuye a la explotación de manera adecuada de los espacios con potencial productivo (Santiago y García, 2001) y a la protección de esta raza nativa, al incrementar su producción (Sarmiento y Castañeda, 2011). Además, coadyuva a mejorar las condiciones de vida de los pueblos campesinos e indígenas Quevedo *et al.* (2017). En este contexto, el análisis regional adquiere relevancia en este tipo de estudios debido a las severas discrepancias causadas por la globalización económica, en las regiones rurales (Delgadillo, 2006), específicamente, en los territorios productores de granos básicos.

En este ambiente, adquiere trascendencia la identificación de los factores naturales propicios para la siembra de un cultivo, mediante la distribución espacial, la cual, es una herramienta para identificar áreas aptas con potencial agrícola mediante el análisis del clima, tipo de suelo, altura, etc. (Reyes, 2015). Por lo que, para alcanzar objetividad en el reconocimiento de nichos, se tiene que tomar en cuenta las características que se requieren para producir un cultivo de manera óptima, y para ello se recurre al concepto de *homeomorfismo* (Casillas *et al.*, 2018). El cual establece que, si dos o más objetos comparten las mismas características o propiedades, todos los demás tendrán las mismas propiedades y no importa si las regiones no son continuas.

Es decir, que no importa que los espacios estén ubicados en áreas diferentes, siempre y cuando tengan las mismas características, se les llamará “*espacios homeomorfos*” y al conjunto de ellos se les llama regiones homeomorfas, y para el caso de este estudio se denominará “*Región Potencial*” (RP). Para editarlas se debe diseñar un modelo que

represente un conjunto real de atributos en la forma más completa posible y con cierto grado de precisión, sin pretender hacer una réplica de lo que existe en la realidad, para lo cual, existen modelos de simulación, y de acuerdo con Hernández *et al.* (2009) son la delimitación simplificada de un sistema, y un sistema es una parte bien delimitada del mundo real (Bindi, 2003). Por ejemplo, un cultivo.

En la agricultura los modelos fenomenológicos¹, son propicios, por su importancia agronómica y por su capacidad de suministrar información en un enfoque sistemático de todo el sistema biológico o de una parte (Guevara, 1991). En México, se utilizaron para identificar el crecimiento, desarrollo y productividad del maíz (Flores *et al.*, 2013), el más cercano, es el modelo de “*Simulation of Corn Yield*” (SIMCOY) en este cultivo (Hernández *et al.*, 2009).

Pero, ninguno se ha enfocado a razas específicas como el cacahuacintle, ni a estimar la distribución de áreas potenciales, pese a ser el centro de origen (Welhausen *et al.*, 1951). Este tipo de modelos adquieren relevancia, ya que existen áreas en donde se puede producir un cultivo de manera idónea, y al sacarlo de ellas, tal vez aumente la incidencia de plagas y enfermedades, impactando en la reducción de su rendimiento y calidad de la cosecha (Reyes, 2015).

Este tipo de problemas surgen por el desconocimiento de las zonas de producción óptimas, así como de las posibles zonas potenciales. Por lo que se deben emprender estudios detallados que permitan determinar los espacios con potencial productivo para sembrar un determinado cultivo (Santiago y García, 2001). El objetivo de la investigación fue evaluar mediante modelos basados en variables agro-climáticas el potencial de las regiones agrícolas con aptitud para cultivar maíz cacahuacintle (*Zea mays Sp*) en México. Como hipótesis se planteó que existen regiones con potencial donde puede producirse maíz cacahuacintle en México.

¹ Un modelo fenomenológico, describe en modo cuantitativo, los procesos y mecanismos que determinan el comportamiento del cultivo (Bindi, 2003).

2.4 Metodología

Se planteó proyectar una región a través de la base de datos del Sistema de Información Agrícola y Pesquera-SIAP 2017, utilizando 2 variables correlacionadas (Producción “Y” y Valor de la Producción “VP”) en dólares (USD) de 2017 (Economista, 2017) USD/t¹ por tonelada. Los rangos son: 10.28-28.57 Unidad de Medida Agrícola-UMA para “Y” 1,414.85 – 6,568.97 USD/ha para “VP”. Posteriormente, se identificaron las características agroclimáticas de los municipios que cultivan maíz cacahuacintle y estos resultados se contrastaron con la revisión bibliográfica y regionalizaciones previas. Con ello, se obtuvo una primera aproximación para la búsqueda de espacios potenciales para este cultivo, creando un modelo matemático, así se pudo editar el siguiente modelo para extrapolarlo a escala nacional.

2.5 Modelo Matemático general

El modelo busca maximizar el área A_i ; dadas las variables de Temperatura (T_i), suelo (S_i), y precipitación (P_i), sujetas a las restricciones de (R_i, S_i, P_i), en donde, si la temperatura media anual es menor que 12°C, entonces, esa área se descarta; asimismo, si el tipo de suelo (S_i) no corresponde a suelo agrícola y finalmente si la precipitación (U_i) no entra en un rango de 400 a 2,000 mm anuales, entonces, no se considera en el modelo.

$$Max A_i = \sum_{i=1}^m A_i \left(\sum_{i=1}^n SARh (Ata + Atp + Atap + Atasp + Arap + Aras + Arap + Aha + Ahap + Ahas) T_i R_i + S_i O_i + P_i U_i \right) + E$$

Sujeto a:

- i) Si $R_i < 2^\circ, > 28^\circ, T_i = 0$
- ii) Si $S_i \neq 1$. Suelo Agrícola, $S_i \neq 1, S_i = 0$
- iii) $U_i \neq 1$.-400-2,000mm, Si $U_i \neq 1. P_i = 0$

Donde:

$SARh$ =Suelo Agrícola por régimen de Humedad

Ata =Agricultura de temporal anual

Atp =Agricultura de Temporal Permanente

Atap=Agricultura de Temporal Anual Permanente

Atasp=Agricultura de Temporal Anual Semipermanente

Arap= Agricultura de Temporal Anual Permanente

Aha=Agricultura de Humedad Anual

Ahap=Agricultura Humedad Anual Permanente

Ahasp=Agricultura de Humedad Anual Semipermanente

Ar=Agricultura de Riego

Ara=Agricultura de Riego anual

Arap=Agricultura de Riego Permanente

Arasp=Agricultura de Riego Anual Semipermanente

T_i = Área dada por la Temperatura

R_i =Rango de Temperatura

S_i = Área dada por el Tipo de Suelo

O_i = Suelos Recomendados

P_i = Área dada por la Precipitación

U_i = Rango de Precipitación

E= Error en el modelo

Para tener una imagen espacial de las regiones resultantes, se recurrió al Software libre de Información Geográfica (QGIS), con esto se logró, cuantificar, representar y editar la primera región potencial, utilizando la serie 3 de Frontera agrícola del instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias (INIFAP) 2019. Finalmente se obtuvo la región potencial bajo régimen temporal, nuevamente con los datos del SIAP 2017, utilizando el modelo de agrupación de conglomerados jerárquicos. Así se logró estratificar en 3 grupos de aptitud para expansión: “grupo 1 alta”, “grupo 2 mediana” y “grupo 3 baja”, para la producción de este cultivo a escala nacional, a los cuales se les realizó distintas pruebas estadísticas para compararlos y analizarlos.

2.6 Resultados y Discusión

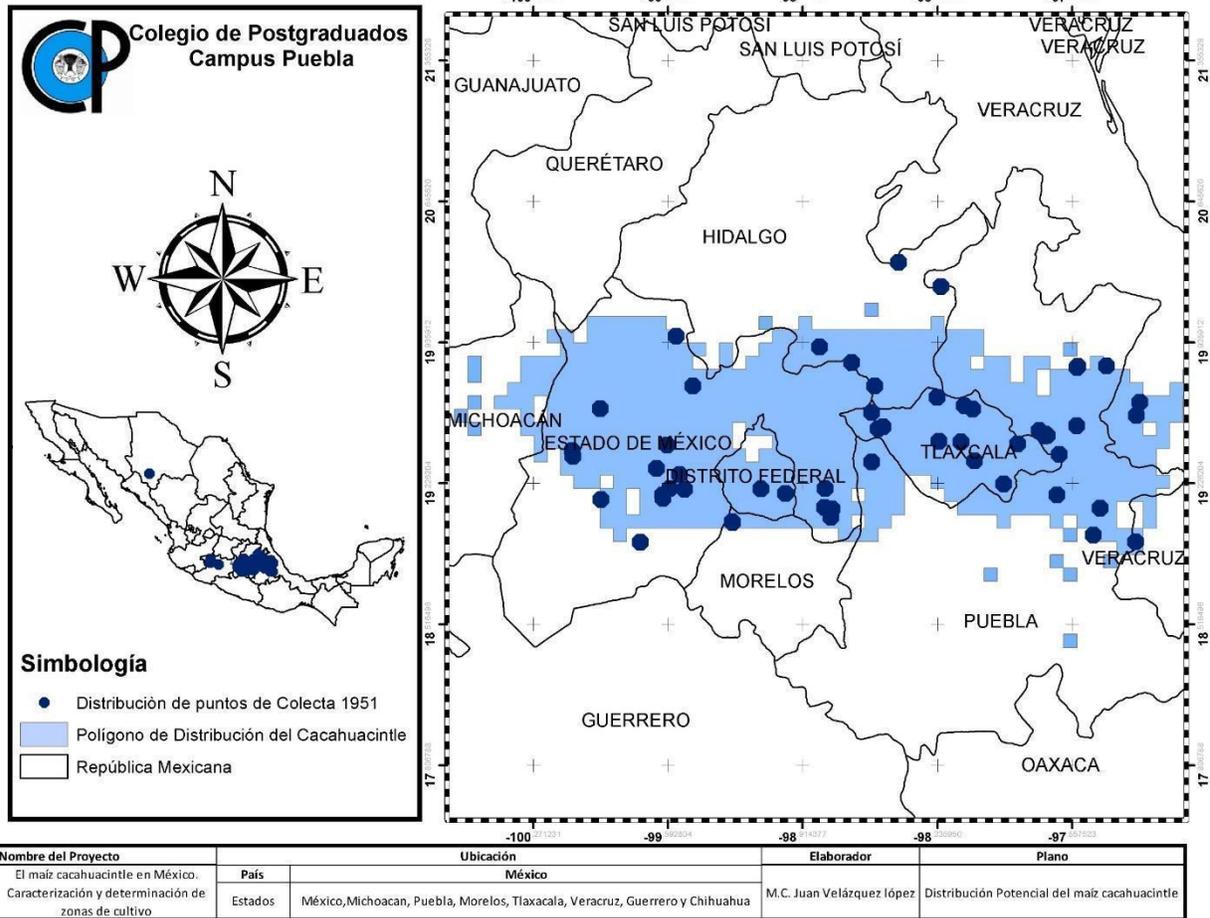
Se encontró que el maíz cacahuacintle fue sembrado en una superficie de 65,543.5 ha y su producción se realizó principalmente en los estados de Puebla (15,791.8 ha), Morelos (8,931.8 ha), Jalisco (8,193.7 ha), San Luis Potosí (6,477.5 ha) y el estado de México (3,545.9 ha), representando, el 76% de la superficie de maíz cosechada en el país. Se debe destacar que en el país se practica una agricultura dual, en donde, la de temporal representó, el 70.6% de la superficie, con una extensión de 3´285,185.6 ha y la de humedad anual equivalió al 8.1%, el resto fueron zonas de riego en distintas modalidades (CONABIO, 2020a). En ambos tipos de agricultura el cultivo más importante es el maíz grano y la superficie de maíz cacahuacintle representó el 0.8% de este a escala nacional.

A escala municipal, el maíz cacahuacintle se siembra en 236 municipios principalmente del centro del país, destacando los estados de Jalisco, Michoacán y Puebla. Pero los municipios con mayor superficie cosechada fueron: Tepatitlán de Morelos (32,070 ha⁻¹) y La Barca (29,146 ha) en el estado de Jalisco; Pénjamo, (27,313 ha) y Acámbaro en el estado de Guanajuato (23,064 ha); Villaflores, (23,144 ha), Las Margaritas (23,029 ha), La Trinitaria (21,715 ha), Venustiano Carranza (20,150 ha) en el estado de Chiapas; San Felipe del Progreso (22,620 ha), Almoloya de Juárez (22,180 ha), San José del Rincón (20,550 ha) en el estado de México y Acapulco de Juárez en Guerrero (19,680 ha). Al comparar estos resultados con los municipios reportados por CONABIO (2010) (Figura 1), con lo reportado por el SIAP (2017a), sólo coincidieron 10 entidades, posiblemente por los cambios a través del tiempo.

Respecto a la superficie cosechada, estuvo distribuida en 221 municipios con una superficie de 56,477.0 ha (SIAP, 2017b), significó una pérdida de 13.8% de la superficie sembrada, y puede asociarse a que fue cultivado en áreas inadecuadas o a factores climáticos. Al analizar los datos de los municipios con información del SIAP (2017) en donde se cultiva el maíz cacahuacintle, se encontró que no hay diferencia estadística significativa en el valor de la producción ($t=265.343$; $p<0.001$) y rendimiento ($t=14.257$; $p<0.001$). Significa que estadísticamente tienen rendimientos (15.4 udm/ha 37 udm/ha)

y precios homogéneos (1987.7USD/ha), (1,786.64 USD/ha), en donde se produce este cultivo.

Figura 1. Distribución espacial del maíz cacahuacintle en México



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO (2010a) basado en los datos de las colectas de 1951.

El valor total de la producción fue de 116´246,537.2 USD (SIAP, 2017b). El precio medio rural del cacahuacintle “PMR” fue de 1,518.9 USD/ha (SIAP, 2017b) y en grano para pozole fue de 1,012.6 USD/ton. El precio de producción por tonelada fue muy similar al del maíz grano de 191.5 USD. Su elevada demanda se debe a la aptitud cultural de este grano, en la gastronomía tradicional (Hellin y Keleman, 2013; Turiján *et al.*, 2012, Turiján *et al.*, 2012; Romero *et al.*, 2012 y González, 2015).

Al comparar el maíz grano blanco y el maíz cacahuacintle en el año 2017, se tiene que el valor de la producción “VP” de maíz blanco de temporal ascendió a 112,518.8 USD (SIAP, 2017a) que equivale a un valor de 489.2 USD promedio por hectárea, mientras, que el maíz cacahuacintle vendido como elote alcanzó un “VP” de 1,716.6 USD por hectárea. Significa que el maíz cacahuacintle en promedio logró un ingreso 285.1% mayor que el maíz blanco, en un periodo de 5 meses y dicho margen de ganancia aumenta considerablemente el ingreso, el bienestar de las familias de los espacios rurales y la velocidad de la economía y el flujo del efectivo y rotación de rápida de la tierra y cultivos haciendo más eficiente su uso. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (INEGI, 2016) el ingreso anual de un hogar por salario remunerado, era de 1,498.7 USD. Esto quiere decir, que al cultivar una hectárea de cacahuacintle, recibirán un ingreso 24.7% superior al que obtendrían por emplearse durante un año.

2.7 Región potencial (RP) de maíz cacahuacintle. Aspectos edáficos, climáticos y pluviométricos

Se encontró que la Región Potencial de maíz cacahuacintle se ubica en el centro del país, sobre las cadenas montañosas (Figura 2), cubre un área de 3,829,944.8 ha y representó, el 50.7% de la superficie sembrada de maíz grano (SIAP, 2017a) y 29.1% de la de temporal en México. Se produce en el 1.6% del potencial encontrado y la superficie potencial representa, el 17.7% de la superficie agrícola de México (INEGI, 2018). La distribución coincidió con los modelos creados por el Instituto Nacional Electoral-INE, CONABIO, y SAGARPA (2008) para la distribución de la diversidad de maíz en México.

Por lo que concierne al tipo de suelo adecuado para el cacahuacintle, se encontraron 12 distintos registros de tipo de suelo, que abarcan una superficie de 3´180,747.9 ha y representan el 85% de la región potencial. Destacaron por orden de importancia el Feozem Haplico “Hh” con una extensión de 656,061.1 ha, que equivale al 17.1% de la RP y se encontró fundamentalmente en el estado de Jalisco con el 59.5% de la región potencial en este estado. Se caracterizan por ser suelos ricos en materia orgánica y nutrientes (INEGI, 2015) y es un suelo ideal para la agricultura. El Regosol Eútrico, “Re”,

significó, el 13.9 % de la RP, y el Vertisol Pelico “Vp” con 474,879.4 ha⁻¹, son suelos con características particulares entre las cuales destacan los bosques prismáticos (Hernández *et al.*, 2014), ubicados en regiones con alta precipitación pluvial y una buena aptitud para la agricultura (Ibáñez y Cosío, 2015). Características que son favorables y deseadas para el establecimiento y cultivo de cacahuacintle.

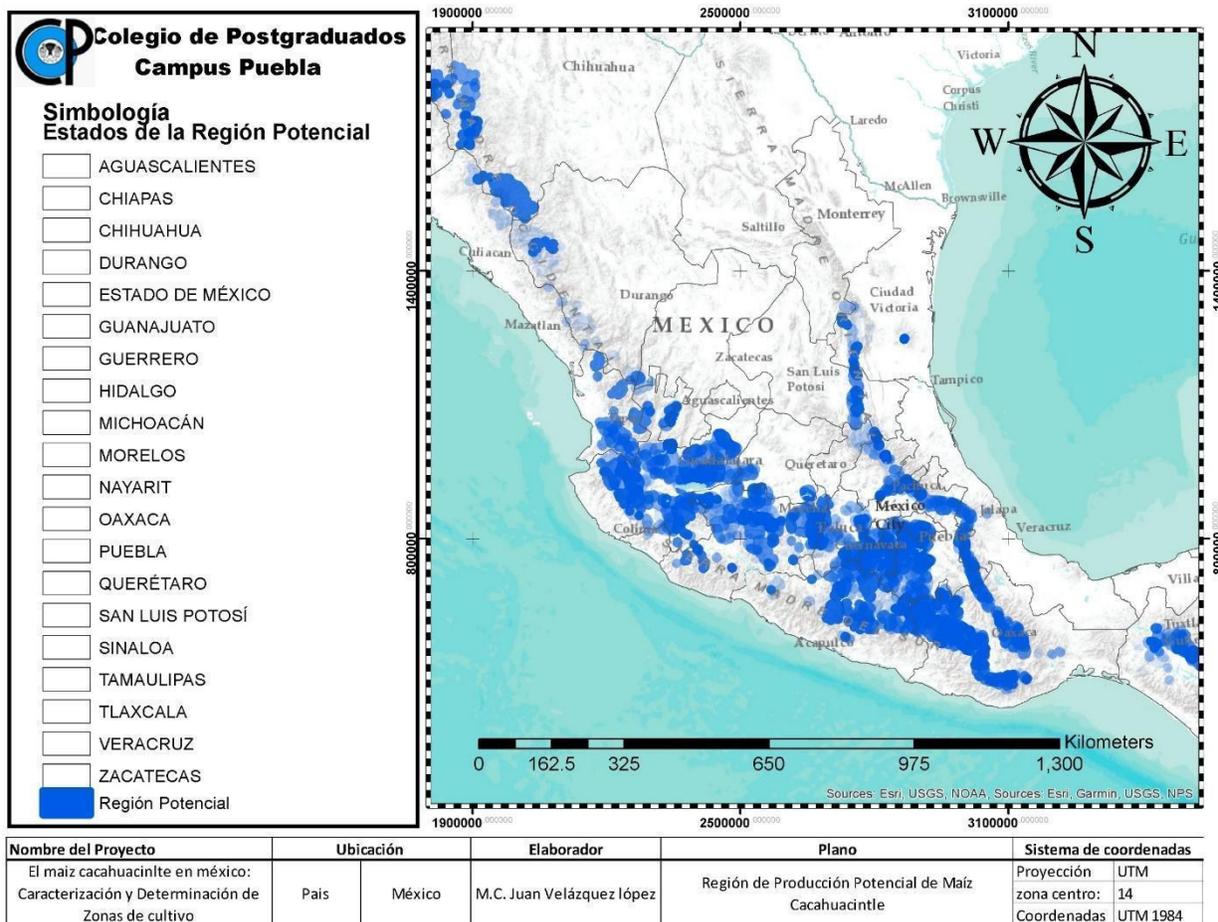
Asimismo, los Luvisoles representaron, el 11.2% de manera compuesta (Crómico y Férrico), la mayoría son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas (Ibáñez, 2001). En menor medida se encontraron los suelos Andosoles (6.6%), que son de origen volcánico y se ubican en climas húmedos y per-húmedos con mucha lluvia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO, 2008, 2008, CONABIO, 2018b y Welhausen *et al.*, 1951), y son pedregosos y ricos en arcilla (FAO y UNESCO, 2008). El resto son: Andosol Ócrico (4.3%) Rendzina (3.3%) Cambisol Eutrico (2.5%) Luvisol Vértico (1.9%) y Acrisol Húmico (1.9%). Estos últimos suelos son los que destacaba Welhausen *et al.* (1951) en su investigación sobre este maíz, por lo tanto, concuerda en gran medida con lo planteado.

El conjunto total de los suelos mencionados, representa, el 83% de los obtenidos en el modelo y fueron suelos con potencial agrícola bueno, de acuerdo con Ibáñez y Cosío (2015). Por su parte, los Cambisoles son aptos para tierras de uso agrícola y pueden cultivarse de manera intensiva y concuerdan con las investigaciones llevadas a cabo por de Rosa *et al.* (2012), y Orozco *et al.* (2017), en Pátzcuaro, Michoacán y Puebla para el maíz cacahuacintle.

Referente al clima, el 92.3% de la RP está constituida por 10 tipos de climas del grupo A, el Cálido subhúmedo que concuerda con la investigación de (González *et al.*, 2007) donde se analizó este maíz, y Semicálido subhúmedo (A) (C), abarcan, el 44.1% del total y predomina el (A) C (w1) con un 20.4%; mientras que sus variaciones (A) C (w0), A(w0), (A) C (w2), Aw1 suman 23.6% y se caracterizan por contar con abundantes lluvias en verano (CONABIO, 2018a). También se encontraron climas del grupo (C) los cuales

suman, el 48.2% de la región potencial; siendo el predominante el C(w1) x' templado subhúmedo con el 17.8%, mientras que sus variaciones (C (w0,1,2 x1) y C(m)(f) suman 30.4%, estos climas se caracterizan por contar con buena precipitación generalmente ubicados en zonas de temporal (INEGI, 2005) por lo que son apropiados para el cultivo del maíz cacahuacintle.

Figura 2. Región Potencial de la producción de cacahuacintle



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, 2015

El análisis de suelos y climas indica que existen amplios espacios para este cultivo, y sugiere que el cultivo del maíz cacahuacintle no debe estar condonado a un nicho ecológico específico y reducido. Al respecto, Parra *et al.* (2006) y Kato *et al.* (2009) mencionan que los agricultores a través de milenios de años lograron adaptar las

variedades a los distintos tipos de ambientes. Lo anterior sustenta que el cacahuacintle se encuentre diversificado ya en distintos ambientes.

Los rangos de precipitación de esta zona oscilan de los 800 a 1500 mm, tiene presencia en el 75% de la región potencial, sin embargo, el rango de lluvias con mayor presencia fue de 800 a 1,200 mm anuales, representando un área de 2´495,080.0 ha, este rango abarca poco más de dos terceras partes del área encontrada, y concuerda con el régimen de la literatura citada para dicho cultivo (Ariel *et al.*, 2013 y Arellano *et al.*, 2010. Tiene mayor presencia en los estados de Jalisco (820,281.2 ha), Michoacán (469,021.9 ha), Puebla (306.912,9 ha), Oaxaca (257,347.5 ha), Guerrero (163,104.4 ha), Morelos (12,7848.6 ha) y estado de México (88,536.9 ha). Estos estados concentran, el 90% de este régimen pluviométrico y el resto, está distribuido de manera aleatoria en el resto de la RP. El segundo régimen más frecuente oscila de los 1,200 a 1,500 mm anuales, y representa el 19.1% del territorio potencial, aquí la presencia más abundante de lluvias hace que el maíz cacahuacintle tenga un óptimo desarrollo. Debido a que la presencia abundante de lluvias y humedad en el suelo hace posible que la tecnología como es el fertilizante se aproveche de una manera más eficiente, como lo expresa (Barbieri *et al.*, 2010).

2.8 Aspectos productivos y económicos de la Región Potencial

El valor de la producción de la Región Potencial basándose en el valor de los ingresos promedio por hectárea del año 2017, ascendería a 7´630,376.5 USD. Los cuales, se lograrían con una estrategia adecuada y representaría una alternativa para contribuir a disminuir los problemas coyunturales del sector agrícola y rural, al incrementar el ingreso de las familias, así mismo, coadyuvará a mejorar su calidad de vida. Los estados con mayor potencial, se encuentran en el centro del país y destaca Jalisco con un 26.6% del área potencial. También se distingue como uno principales espacios productores de maíz, debido a la calidad de sus tierras y factores climatológicos idóneos para su producción, en el estado existen ya 14 variedades eloteras (Bobadilla, 2017), lo cual hace congruencia con los resultados de este estudio. El estado posee una extensión potencial de 797,401.3 ha que pertenecen al régimen temporal, ultimo que abarca 106 municipios

y colinda con cuatro municipios del estado de Michoacán, dos de Nayarit y seis de Zacatecas que presentan las mismas condiciones, de los anteriores solo 44 presentan ya este cultivo.

Cuadro 1. Características, económicas, productivas y geográficas de la RP de maíz cacahuacintle bajo régimen de temporal 2017

Estados	Total, de Hectáreas Sembradas (MC)	% 1*ha respecto al total edo.	Hectáreas Potenciales sin cultivar	Superficie total cultivable	Hectáreas de temporal sembradas y potenciales	Ingreso USD (ha)	% de ingreso 2*
Jalisco	8193.73	1.0	789207.6	1017925.6	797401.3	2233.4	304.9
Michoacán	1802.2	0.3	536374.8	683416.6	538177.0	681.3	167.2
Puebla	15791.8	4.5	333924.2	435925.7	349716.1	316.7	77.7
Oaxaca			328639.4	344993.4	328639.4	235.6	57.8
Guerrero	351.5	0.1	245656.8	257233.0	246008.3	589.5	144.7
Chiapas	790.5	0.4	187882.6	203976.1	188673.1	367.9	90.3
México	5136.4	3.6	133813.5	182159.0	138949.9	729.4	179.0
Morelos	9834.4	7.6	118574.0	179304.6	128408.4	709.3	174.1
Hidalgo	1860.6	2.4	73421.4	93776.0	75282.06	415.3	101.9
Nayarit	3497	4.9	66554.5	82842.3	70051.58	798.4	196.0
Otros	18285.3	4.3	405592.6	348392.0	4238	407.2	99.9
Total	65543.4	29.1	3219641.4	3829944.3	2865545.1	6492.6	1593.5

1*% de ha cultivadas de temporal, respecto al potencial Estatal.

2* % de ingreso respecto al ingreso promedio nacional de maíz blanco en dólares

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2019) y CONABIO (2020b).

En el área potencial de maíz cacahuacintle, encontrada en el estado de Jalisco en el año 2017 fue de 789,207.6 ha, la superficie cultivada fue de 8193.7 ha, que presentaron una productividad promedio de 6.6 t/ha (SIAP, 2019), alcanzando un valor medio de 1,345.6 USD/ha. Este grano, actualmente se cultiva ya en 44 municipios del estado y su valor promedio fue de 2,233.4 USD/ha (SIAP 2017a). Cabe destacar que en Jalisco sólo se cultiva el 1% de la superficie potencial de temporal de este cultivo y se considera que es

el valor más alto de ingreso contrastado con el promedio nacional (1517.45 USD/ha), el cual, equivale a 304% comparado con el cultivo de mayor superficie sembrada en Jalisco, que es el trigo (26 mil ha sembradas), el ingreso por ha es de 1,337.2 USD (SIAP, 2017b), el trigo no representa una ventaja en ingreso en esta entidad pero ya es un cultivo alternativo y podría utilizarse en una estrategia de política agrícola.

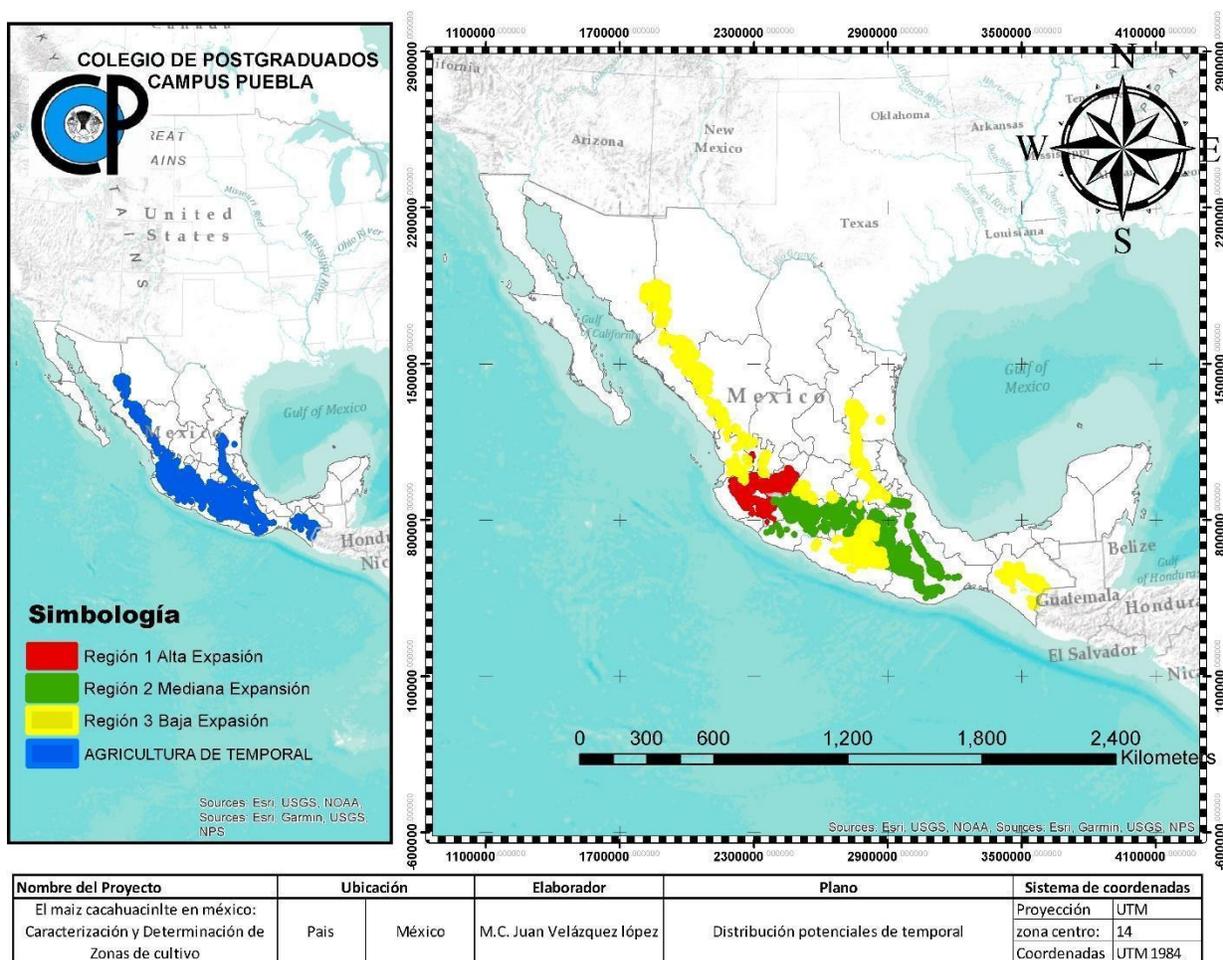
Por su parte, Michoacán logró los rendimientos más altos para elote (SIAP, 2017a), posee 536,374.8 ha potenciales para este cultivo en agricultura de temporal. No obstante, sólo se cultiva el 0.3% de la superficie potencial (ver tabla 1), únicamente se produce en 26 municipios y se identificó que existen las condiciones para producirlo en 124 municipios de la entidad. Otra entidad importante en la producción de este cultivo es Puebla, concentra la mayor extensión cultivada (15,791.8 ha⁻¹) ubicada en el Distrito de Desarrollo Rural de Libres (SIAP 2019), no obstante, la superficie potencial de temporal ocupada para este grano es de 4.5%; es decir, que aun siendo el mayor productor de cacahuacintle su capacidad total no está cubierta.

El ingreso promedio de maíz bajo régimen de temporal es de los más bajos, con sólo 283.7 USD/ha, es decir, 82.7 dólares por debajo del promedio nacional, y el ingreso por hectárea de elote es de 1,962.3 USD (SIAP, 2017b). Esto alimenta la hipótesis de que puede resultar un en una alternativa viable en regiones maiceras con bajos ingresos, tal como lo expresa (Téllez *et al.*, 2016), para una región productora de este cultivo en el municipio de Calimaya estado de México.

Cabe destacar que el caso de Oaxaca, no tiene datos para el año estudiado de cacahuacintle, sin embargo, es uno de los estados con mayor diversidad de maíces nativos (CONABIO, 2018) la superficie con aptitud representó, el 9% del área óptima encontrada y el ingreso de maíz de temporal fue el más bajo (211.1 USD/ha). Las entidades federativas anteriores representan 2´482,261.4 ha, que equivalen, al 64.8% del área potencial. El resto de superficie potencial lo conforman los estados de Morelos (4.6%), Hidalgo (2.4%), Nayarit (2.1%), Tlaxcala (1.8%), Veracruz (1.4%), Chihuahua (1.4%), Guanajuato (0.7%), Durango, (0.6%) Zacatecas, (0.5%), Querétaro (0.4%), San

Luis Potosí (0.4%), Ciudad de México (0.3%), Tamaulipas (0.3%), Colima, (0.2%) Sinaloa, (0.2%) Sonora (0.1%) y Nuevo León (0.01%), que son los estados con el menor potencial, para producir este grano y por ende, con la mayor demanda. Sin embargo, la producción actual es todavía insuficiente para satisfacer los mercados de los principales estados productores como lo establecieron los estudios realizados por Ramírez (2017) proyectado para los estados con mayor producción que son: Michoacán, Puebla y estado de México.

Figura 3. Distribución de regiones de acuerdo a grupos de aptitud para expansión del cultivo de cacahuacintle bajo régimen temporal.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO, 2015

Por último, utilizando la técnica estadística de agrupación por medias de una muestra, ingresando las variables de: IMRBRT (Ingreso del Maíz en la Región Bajo Régimen de Temporal) ($F=6.747$; $p=0.023$), % PIRPEMT (Porcentaje Promedio de Ingreso Respecto al Promedio Estatal de Maíz Temporal) ($F= 6,747$; $p= 0.023$), SOTE (Superficie Óptima de Temporal Estatal) ($F=28.633$; $p< 0.000$), AOTE, (Área Óptima Total Estatal) ($F=29.496$; $p<0.001$), ATTE (Área Total de Temporal Estatal) ($F= 30.452$; $p>0.001$). El estado de Jalisco representa un estrato único donde el potencial para producir maíz cacahuacintle es el mayor y de la misma manera los ingresos, posteriormente se agrupan Michoacán, México, Puebla y Oaxaca en la región 2 y Guerrero, Chiapas y Nayarit, Chiapas, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Veracruz, Chihuahua, Guanajuato, Durango, Zacatecas, Querétaro, San Luis Potosí, Ciudad de México, Tamaulipas, Colima, Sinaloa, Sonora y Nuevo León en la región 3 (ver figura 3). Asimismo, el análisis de varianza, demostró que hay evidencia estadística significativa ($F= 66.573$ y $p< 0.001$) para decir, que las regiones son diferentes entre sí.

2.9 Conclusiones

El modelo de simulación identificó las áreas con potencial para producir maíz cacahuacintle a escala nacional, ubicadas en 24 estados de la república mexicana. Sin embargo, en tan solo 10 estados del centro del país, se concentra el 90% de la superficie potencial. Pero sólo aprovecha una centésima parte.

Se logró demostrar que existen áreas en las cuales hay posibilidades de expandir el cultivo de maíz cacahuacintle, debido a la similitud de atributos que existen con las áreas donde ya se produce este cultivo, las cuales se localizan al centro del país.

Los elementos condicionantes para encontrar y proponer esta región fueron principalmente físicos y económicos. Es sumamente necesario identificar con mayor precisión, los nichos ecológicos específicos incluyendo también variables tecnológicas y de mercado, así como factores socio-culturales.

El cacahuacintle tiene potencial asociado a regiones de temporal y a climas semifríos y templados de tipo C, y sus diferentes variaciones con porcentajes altos de lluvias en verano. Los tipos de suelo más frecuentes fueron tanto de origen volcánico, así como los asociados a la agricultura de temporal (andosoles, regosoles y cambisoles, principalmente).

Se editaron 3 regiones a través de un método estadístico de agrupación, y se denominan según su aptitud para la expansión de cultivo en alta, mediana y baja aptitud, dichas regiones se expresaron, buscando que el impacto sea dirigido a regiones donde el ingreso por maíz es el más bajo.

Las regiones 1 y 2 muestran más potencial para adaptar este cultivo en un régimen de temporal, mientras que en la región 3 mostró los ingresos más bajos; sembrar en esta región el cultivo con una estrategia adecuada, supone aumentos significativos en el ingreso y el bienestar de las familias rurales, también sería un componente clave en el desarrollo rural territorial.

Este estudio puede replicarse en países donde ya existe el cultivo y para otros cultivos, las implicaciones del conocimiento de áreas óptimas reducirían costos y aumentarían la efectividad de las políticas, que también acarrearía incrementos en el ingreso, el bienestar y con ello el desarrollo agrícola y rural.

2.10 Bibliografía

- Appendini, K. (2013). El TLCAN y el maíz: una reflexión a 20 años. La Jornada Del Campo, No. 74. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2013/11/16/cam-maiz.html>. Consultado noviembre 2018.
- Arellano, J. L., Gámez, J. A., y Ávila, M. A. (2010). Potencial Agronómico de variedades criollas de Maíz Cacahuacintle en el Valle de Toluca. Revista Fitotecnia Mexicana, 33(4): 37–41.
- Ariel, J., Corral, R., Jesús, J. De, González, S., Manuel, J., Casillas, H., Willcox, M. C., Ojeda, R., Luis, J., Díaz, R., y González, R. (2013). Identificación de razas mexicanas de maíz

- adaptadas a condiciones deficientes de humedad mediante datos biogeográficos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(6):829–842.
- Barbieri, P. A., Echeverría, H. E., Saíenz Rozas, H. R. y Maringolo, M. (2010). Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: Pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno. *Ciencia Del Suelo*, 28(1): 57–66.
- Bindi, M. (2003). Instrumentos para el Monitoreo del Impacto Ambiental sobre la Producción Agrícola. Modelos para Cultivos. In *Agronomiche, Scienze Università, Agroforestale*. Disponible en: <http://svsconsultora.com.ar/ciomta/downloads/modelocultivo.pdf>. Consultado febrero 2018
- Bobadilla, G. J. (2017). Estudio preliminar para determinar variabilidad fenotípica y tamaño de muestra en terrenos de productores de maíz cacahuacintle para la producción de elote [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO Estudio preliminar para determinar variabilidad fenotípica y tamaño de muestra en terrenos de productores de maíz cacahuacintle para la producción de elote UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, Tesis de Ingeniería, Toluca estado de México <https://core.ac.uk/download/pdf/154795921.pdf>
- Casillas, J. M. G., Radillo, M. E. y Efremov, V. (2018). Construcciones de significados de los conceptos homeomorfismo y difeomorfismo. *Propuestas para la enseñanza de matemáticas*, 31(1): 365–372.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO. (2010). *Cacahuacintle. Biodiversidad Mexicana. Cacahuacintle*. Disponible en: <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico/cacahuacintle>. Consultado diciembre 2018.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO (2018a). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad*. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado Junio 2015.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO (2018b). *Maíz Cacahuacintle*. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/grupos/cacahuacintle.html>. Consultado mayo 2018

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO. (2020a). Geoportel del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad 2020. Cacahuacintle En México. Distribución Potencial de La Raza de Maíz (2015). Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Consultado julio 2018.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO. (2020b). Portal de Información Geográfica - CONABIO. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> Consultado julio 2018.
- Delgadillo, J. (2006). Dimensiones territoriales del desarrollo rural en América Latina. Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía, 37(144): 97–120.
- Economista, E. (2017). ¿Cuánto vale un dólar la última sesión del 2017? El Economista. Disponible en: <https://www.economista.com.mx/mercados/Cuanto-vale-un-dolar-la-ultima-sesion-del-2017-20171229-0011.html> Consultado junio 2018.
- Estrada, B. C., Antonio, V., Martínez, V., Cruz, C. y Gómez, M. (2015). Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6: 1119–1127.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos y Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (FAO-ISRIC y SICS) (2008). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, 3. 93 Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3794es/l3794es.pdf> Consultado marzo 2019.
- Flores, H, Ojeda, W., Flores, H., Sifuentes, E. y Mejía, E. (2013). Simulación del Rendimiento del Maíz (*Zea Mays L*) en el Norte de Sinaloa usando el modelo AQUACROP. Agrociencia, 47(4): 347–359.
- González, A., Vázquez, L. M., Sahagún, J., Rodríguez, J. E. y Pérez, D. de J. (2007). Rendimiento del maíz de temporal y su relación con la pudrición de mazorca. *Agricultura técnica en México*, 33(1), 33-42.
- González, I. F. (2015). Evaluación Agronómica de maíz elotero y preferencias de consumidores en los municipios de Villaflores, Tuxtla Gutiérrez y Ocozocuatla de Espinoza Chiapas. Tesis. Colegio de Postgraduados.

- Guevara, E. (2007). La simulación del desarrollo, crecimiento y rendimiento en maíz. INTA EEA Pergamino. Disponible en: <http://www.Fertilizando.Com/articulos/SimulaciónDesarrolloCrecimientoyRendimientoEnMaiz.pdf>.
- Hellin, J. y Keleman, A. (2013). Las variedades criollas del maíz, los mercados especializados y las estrategias de vida de los productores. *Leisa Revista de Agroecología*, 29(2): 7–9.
- Hernández, A., Llanes, V., López, D. y Rodríguez, J. (2014). Características de vertisoles en áreas periféricas de la habana. *Cultivos Tropicales*. *Cultivos Tropicales*, 35(4): 68–74.
- Hernández, N., Soto, F. y Caballero, A. (2009). Modelos de simulación de Cultivos: características y usos. *Cultivos Tropicales*, 30(1): 73–82.
- Herrera, E., Castillo, J., Sánchez, J., Hernández, M., Ortega, R. y Major, G. (2004). Diversidad del maíz chalqueño. *Agrociencia*, 38: 191–206.
- Horteano, R., Gil, A., Santacruz, V., López, H., Antonio, P., y Miranda, S. (2012). Diversidad fenotípica de maíces nativos del altiplano Centro-Oriente del estado de Puebla, México. *Revista Fitotecnia mexicana*, 35(2): 97–109.
- Ibáñez, J. J. y Cosío, F. J. (2015). Un Universo invisible bajo nuestros pies. Los suelos y la vida. *Los Suelos y La Vida*. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2012/03/23/141101>
- Ibáñez, J. J. (2001). *Lecture notes on the major soils of the world (FAO); 1st ed.*. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/Y1899E/Y1899E00.htm>. Consultado noviembre 2018
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática INEGI, CONABIO y SAGARPA. (2008). *Agrobiodiversidad en México: el caso del Maíz*. *Agrobiodiversidad En México: El Caso Del Maíz*, 64. Disponible en: [http://www.unionccs.net/images/library/file/Maiz-CONABIO-INE\(2\).pdf](http://www.unionccs.net/images/library/file/Maiz-CONABIO-INE(2).pdf) Consultado septiembre 2018.
- INEGI (2005). *Guía para la interpretación de cartografía*. México. ISBN 970-13-3654-2. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231743/702825231743_1.pdf. Consultado Julio 2018.
- INEGI (2016). *ENIGH Encuesta nacional de ingresos y gasto de los Hogares*. In ENIGH 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/E1886-05.2> Consultado mayo 2018.

- INEGI (2018). Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2017. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2017/> Consultado enero 2018.
- INEGI (2015). Diccionario de Datos Edafológicos. In INEGI (Vol. 000). INEGI. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224578/702825224578_1.pdf. Consultado enero 2018.
- Jácome, G. (2016). El maíz: planta portentosa. *Iberóforum*, 3(5): 1–17. <https://www.redalyc.org/pdf/2110/211015579003.pdf>.
- Mera-Ovando L.M. y Mapes-Sánchez, C. (2009). El maíz. Aspectos biológicos. En: Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. Kato, T.A., Mapes, C., M Mera, L., Serratos, J.A., Bye, R.A. (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. D.F., México. pp:19-32. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/origen_div_maiz.pdf Consultado junio 2018. Consultado junio 2018.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2018). Centro internacional de referencia e información en suelos y sociedad internacional de las ciencias del suelo (FAO-ISRIC y SICS). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, 3, 93 Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3794es/I3794es.pdf> Consultado marzo 2019.
- Orozco, Q., Adenthal, J., y Marta, A. (2017). Diversidad de maíces en Pátzcuaro, Michoacán, México, y su relación con factores ambientales y sociales. *Agrociencia*, 51(8): 867- 884.
- Palemón, F., Gómez, N. O., Castillo, F., Ramírez, P., Molina, J. D. y Miranda, S. (2011). Cruzas intervarietales de maíz para la región más cálida de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5): 745–757.
- Perales R., Hugo, R. (2009). Maíz, riqueza de México. *Ciencias*, 92(93): 46–55.
- Parra, J., Sánchez, J. de J., Cordero, A. Andrés, Carrera, J. A., Martín, J. G., Morales, M., De la Cruz, L., Hurtado, A. S., Mena, S. y Rodríguez, G. (2006). Maíces nativos del Occidente de México I. Colectas 2004. *Scientia CUBCA*, 8(1): Disponible en [http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/page_scientia_cucba/Scientia-CUCBA%208\(1\).pdf](http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/page_scientia_cucba/Scientia-CUCBA%208(1).pdf) 139.

- Quevedo, D. C., Cervantes, J., Noriero, L. y Zepeda, J. M. (2017). Maíz: Sustento de vida en la cultura Teenek. Comunidad Tamaletom, Tancanhuitz, S.L.P. México. *Revista de Geografía Agrícola*, 58(5): 5–19.
- Ramírez, G. D. (2017). Viabilidad técnica, económica y financiera de una botana de maíz cacahuacintle en Calimaya, estado de México. Tesis de maestra en Agroindustria rural, desarrollo territorial y turismo agroalimentario. Universidad Autónoma del Estado de México.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67598/TTG_RAMÍREZGÓMEZDIANAPAOLA.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Reyes, H. R. (2015). Zonificación de algunos cultivos hortícolas y básicos en el acuífero de Huichana-Tecozahutla Hidalgo, México. Tesis. Colegio de Postgraduados Campus Puebla.
- Román, E., García, F., Guzmán, E. y Ayala, M. I. (2016). El maíz ancho pozolero (*Zea mays L.*) como estrategia para la seguridad alimentaria. *Revista Etnobiología*, 14(3): 39-49.
- Romero, A. T., Gonzales, H. A., De Oliveira, E. y Hernández, M. (2012). Patrimonio Gastronómico y Turismo como Estrategias de Desarrollo Local en la Cuenca Alta Del Rio Lerma, Toluca – México. *Rosa Dos Ventos*, 4(3): 19.
- Santiago, M. de J. y García, J. (2001). Economía de la Industrialización de la papa en México. *Revista Latinoamericana de La Papa*, vol. Especial (21–43): 173–186.
- Sarmiento, B, y Castañeda, Y. (2011). Políticas públicas dirigidas a la preservación de variedades nativas de maíz en México ante la biotecnología agrícola. El caso del maíz cacahuacintle. *El Cotidiano*, 166:101–110.
- Sistema de información Agrícola y Pesquera (SIAP). (2017a). Reporte Nacional. Cierre de la Producción Agrícola, Maíz Grano. Maíz Grano. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado agosto 2017.
- SIAP (2017b). Reporte Nacional. Cierre de la producción. Elote. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado enero 2018.
- SIAP (2019). Sistema de información Agrícola y Pesquera Reporte Nacional. Producción nacional de maíz grano. Anuario Estadístico de La Producción. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado diciembre 2018.

- Téllez, M., Herrera, F., Vizcarra, I. y Ramírez, J. J. (2016). El maíz cacahuacintle y su potencial para el desarrollo endógeno: el caso de Santa María Nativitas Cacahuacintle. Espacialidades. Revista de Temas Contemporáneos Sobre Lugares, Política y Cultura, 08(01): 168–190.
- Turiján, T., Damián, M. Á., Ramírez, B., y Juárez, J. P. (2012). Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(6): 1085–1100.
- Welhausen, E. J., Roberts M, L. y Hernández, E. (1951). Razas de maíz en México su origen, características y distribución. Programa de Agricultura Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México D. F. y Fundación Rockefeller.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA DEL MAÍZ CACAHUACINTLE (*ZEA MAYS. SP*) DE RIEGO EN EL ESTADO DE MÉXICO

Juan Velázquez López¹, José Pedro Juárez Sánchez², Benito Ramírez-Valverde³, Ignacio Ocampo Fletes⁴, Juan Jiménez Morales ⁵, Gustavo Ramírez Valverde⁶

¹Colegio de Posgraduados, Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, e-mail: jvelazquezl@colpos.mx

²Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan, CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. pjuarez@colpos.mx

³Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. bramirez@colpos.mx

⁴Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. agroecologiaiof@yahoo.com.mx

⁵Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, CP 72760, Santiago Momoxpan, Profesor Investigador Asociado, e-mail. morales@colpos.mx

⁶Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Carretera México Texcoco México 136 5, Montecillo, CP 56230 Montecillo, México, Profesor Investigador Asociado, e-mail. gramirez@colpos.mx

3.1 Resumen

La tecnología es muy importante para la producción agrícola. Sin embargo, existen cultivos como el maíz cacahuacintle, raza nativa de México que ha adquirido un gran valor comercial y no hay estudios suficientes sobre su manejo tecnológico. Por ello, el objetivo fue caracterizar, analizar y comparar la tecnología agrícola utilizada en el cultivo de maíz cacahuacintle bajo régimen de riego en el estado de México. Se aplicó un cuestionario a una muestra de 76 productores, obteniendo variables socioculturales, económicas, de proceso, ciclo de producción y tecnología. Posteriormente, se analizaron estadísticamente dos grupos por orden de ingresos. El proceso de producción lo inicia el grupo 1 en noviembre y el grupo 2 en diciembre con el control químico de malezas, la siembra se realiza en las últimas semanas de diciembre G1 y el mes de enero G2, la dosis de fertilización fue de 178-372-00, para el grupo 1 y 161-419-00 y para el grupo 2, respectivamente, tuvo una densidad de población de 132,850 plantas/ha⁻¹ G1 y para G2 115,745 plantas/ha⁻¹. Las principales plagas son el gusano cogollero y el frailecillo, su control se realiza en los meses de abril y mayo. El primer riego se realizó en febrero y marzo en el G1, en el G2 se concentró en marzo y el siguiente en abril y mayo para ambos grupos. El grupo de mayor ingreso tenía mayores niveles de tecnología, pero también existía una estrategia basada en anticipar y retrasar el trabajo y aprovechar el riego y el grupo de menores ingresos tuvo una presencia severa de siniestros meteorológicos.

Palabras clave: Agricultura, maíz cacahuacintle, proceso de producción, región, riego.

3.2 Abstract

Technology is very important for agricultural production. However, there are crops such as cacahuacintle corn, a native breed of Mexico that has acquired great commercial value and there are not sufficient studies regarding on its technological management. Therefore, the objective was to characterize, analyze and compare agricultural technology used in the cultivation of cacahuacintle corn under irrigation regime in the

state of Mexico. A questionnaire was applied to a sample of 76 producers, obtaining sociocultural, economic, process, production cycle and Production process is started by group 1 in November and group 2 in December with chemical weed control, sowing is carried out in the last weeks of December G1 and January G2, fertilization with fertilization doses of 178 -372-00, for group 1 and 161-419-00 and for group 2, and for phosphorus, 352 and 419 kg respectively, at a population density of 132,850 plants / ha-1 G1 and for G2 115,745 plants / ha-1. The main pests are the fall armyworm and the puffin, their control is carried out in the months of April and May. The first irrigation was carried out in February and March in G1, in G2 it was concentrated in March and the next one, in April and May for both groups. The higher income group had higher levels of technology, but there was also a strategy based on anticipating and delaying work and taking advantage of irrigation, and the lower income group had a severe presence of meteorological accidents.

Key words: Agriculture, cacahuacintle corn, production process, region, irrigation.

3.5 Trascendencia de la tecnología agrícola

A escala global a partir de los años 70, se señalaba que el problema del desarrollo era la acumulación del excedente sobre la base del trabajo agrícola, dando lugar a modelos de economía dual con interacciones limitadas, entre el sector tradicional y los modelos dinámicos de alta productividad. Así, el desarrollo económico de las sociedades supone el traslado del trabajo hacia la industria precedido por un aumento en la productividad agrícola (Corella, 2000). En donde la productividad de la agricultura tiene una alta dependencia con respecto a las innovaciones tecnológicas. Johnston y Mellor (1961: 582) propusieron un modelo de tres fases para su modernización; la primera, consiste en crear las precondiciones para la producción, posteriormente, se deberían establecer las condiciones para generar el cambio interno en la sociedad en general encaminada a la producción masificada, basándose en el trabajo; y la segunda se basa en la intensificación tecnológica, reduciendo considerablemente el trabajo a través de las innovaciones para aumentar la productividad.

Este modelo se sigue adaptando en países en vías de desarrollo, es el caso de África (Mellor, 2014) y es un referente para determinar el estatus de la agricultura en general. La agricultura mexicana se encuentra en la segunda fase de este modelo (González, 2016); es decir, que se encuentra en *fase intensiva y de industrialización*. Se considera que este proceso fue el precedente para la teoría de la innovación tecnológica, en ese sentido, Hayami y Rutan (1971) mencionan que el cambio tecnológico es un proceso endógeno al desarrollo, haciendo énfasis en la tecnología como eje coyuntural destacando la participación de las entidades públicas y las instancias de investigación.

Se puede decir que la adopción de la tecnología puede contribuir a la reducción de la pobreza de la pequeña agricultura (Mellor y Malik, 2017), y que las innovaciones tecnológicas en combinación adecuada con la infraestructura y las cadenas de valor están ligadas a la reducción del hambre (Ton *et al.*, 2013) y la seguridad alimentaria (Bizikova *et al.*, 2020). Es así, como toma relevancia la tecnología agrícola en el desarrollo de la agricultura a escala mundial (Williams, 2007), al contribuir a mejorar los rendimientos a través de su uso e intensificación, destacando el empleo de fertilizantes, semillas mejoradas y técnicas de cultivo (González *et al.*, 2018). También incluye el control de plagas, malezas y enfermedades. Sin embargo, la adopción tiene limitantes de tipo social (Cirilo *et al.*, 2008) económico y ecológico (Martínez *et al.*, 2013).

Existen diversos factores que inciden en la adopción de tecnología, y entre ellos destaca el número de integrantes de la familia, la edad y género, capital, la escolaridad, así como la rentabilidad esperada y el riesgo percibido respecto a la tecnología y la disponibilidad y costo de los insumos (Kosarek *et al.*, 2001), de las condiciones naturales, así como de qué tan necesaria o apropiada es, si existe demanda y mercados para los productos agrícolas. Sin embargo, la falta de evaluaciones apropiadas hace que la tecnología utilizada sea en muchas ocasiones inapropiada, costosa y ecológicamente insostenible, debido a las condiciones físicas (clima, suelo, temperatura, topografía, etc.) del lugar al no ser las más adecuadas.

Es por lo que en la adopción tecnológica se tiene que considerar, si practican una agricultura minifundista o intensiva, debido a sus diferencias, fundamentalmente de capital. En esta última se ha difundido la tecnología generada bajo los preceptos del método científico y a través de la creación de infraestructura agrícola, apoyos y subsidios gubernamentales (Cruz *et al.*, 2015). Se puede decir que se caracteriza por el uso externo de casi todos los recursos (Altieri, 2012 y Rosset, 2001) para la producción y carece de sentido de pertenencia, al ser una actividad comercial, en donde la tierra es considerada como un recurso.

No obstante, también hay una serie de excepciones, ya que, si un producto tiene una producción limitada o se basa en factores incontrolables, como el que su precio se base en su escasez, es decir, que ningún trabajo puede aumentar su oferta, y cuando las mercancías están sujetas a cierta temporalidad (Maya, 1990). De tal suerte que los productos bajo los supuestos anteriores son competitivos por defecto, pues, su oferta estará limitada, hasta que la tecnología no encuentre la manera de hacerlas más baratas para producirlas en masa. En el caso de la producción agrícola, Marshall (1948) argumenta que el valor de escasez surge al acrecentarse la apropiación de la tierra y la mano de obra con cierto grado de calificación y desaparece a medida que se difunde la educación y el progreso tecnológico (Marshall, 1948). En donde, la producción industrial bajo la libre competencia tiende a eliminar el valor de escasez, inclusive de los bienes de capital, llevando el precio al nivel equivalente a los costos de producción.

En ese sentido, el principio de escasez de Marshall (1948) establece que cuando la producción de cualquier artículo no puede ampliarse conforme a la demanda, se le considera escaso, es por lo que se le valora muy por encima del precio de mercado de un producto sustituto. Esto ejemplifica el caso del maíz cacahuacintle, al estar sujeto a temporalidad asociada al periodo de lluvia y a condiciones físicas que limitan su producción, esto explica su alto precio. Este es un aspecto que los neoclásicos no consideraron (Guillén *et al.*, 2002) y por lo cual este tipo de productos son sobresalientes en los modelos de libre mercado, no apelando a la lógica competitiva y productivista.

Al respecto, se considera que la intensificación de la tecnología de un cultivo con una producción limitada, se va a dar en torno al valor de retorno esperado; si se especula que el precio de este producto es mayor a la cantidad invertida para producirlo, se opta por aumentar e intensificar la tecnología, esperando aumentar su producción y así obtener una mayor rentabilidad económica. Tal y como ocurrió en la revolución verde, en donde se desarrollaron semillas con alta productividad, también se ofertaron insumos ilimitados para producirlos y con ello, aumentaron los beneficios económicos expandiendo dichos recursos a la agricultura campesina (Corella, 2000). A esto se le conoce como maximización de la ganancia dentro de la teoría de optimización dinámica (Bonifaz y Ruy 2013).

Esto permite elegir la mejor alternativa de un conjunto de posibilidades (Ramos *et al.*, 2010) de tal suerte que, de todos los componentes de una función de producción, dadas determinadas restricciones como la extensión, la calidad de la tierra, disponibilidad de riego, etc. Se buscará hacer una combinación eficiente de otras variables como fecha de siembra, dosis de fertilización, número de riegos, control de plagas, etc. Esto explica el por qué se utilizan insumos en la agricultura industrial. Por su parte, la tecnología moderna en países desarrollados, emplea todos los conocimientos científicos y tecnológicos pertinentes para la producción de alimentos, buscando el mínimo costo financiero por unidad de producto, dentro del marco jurídico del uso de los recursos naturales en la agricultura (Turrent y Cortés, 2005).

Se puede decir que los estudios de tecnología agrícola se han caracterizado por medir el grado de adopción de tecnología agrícola moderna (Damián *et al.*, 2007; Damián *et al.*, 2009; Ortiz *et al.*, 2013; Bocco *et al.*, 2013; Turiján *et al.*, 2012 y Turiján *et al.*, 2015) y por medir, caracterizar, rescatar y generar la tecnología (L. Cruz *et al.*, 2015; Cirillo *et al.*, 2008; Berrueta & Limón, 2008). A la fecha, en estas dos vertientes aún no hay estudios sobre el uso de la tecnología utilizada en la producción del maíz cacahuacintle en condiciones de riego.

3.3 Introducción

La tecnología agrícola es un tema de estudio muy amplio que se puede abordar desde dos vertientes: agroindustrial y campesina de acuerdo al modo de apropiación de la naturaleza según (Toledo,1996). La agricultura industrial tiene por características el uso intensivo de insumos externos, como la energía (combustibles), semillas, agroquímicos, la cual es aplicada en extensiones mayores a 10 ha⁻¹ y con tendencia al monocultivo buscando maximizar la ganancia. Su contraparte, la agricultura campesina, utiliza semillas criollas, en extensiones menores a 5 ha, con componente de biodiversidad y uso intensivo de la fuerza de trabajo y conocimientos, buscando la autosuficiencia alimentaria familiar.

Por otra parte, la tecnología agrícola moderna es uno de los temas fundamentales en el desarrollo de la agricultura a escala mundial (Williams, 2007), contribuye a mejorar la productividad de los cultivos a través del uso e intensificación del empleo de insumos de alto rendimiento como los fertilizantes, semillas mejoradas y técnicas de cultivo (González *et al.*, 2018), así como el control de plagas, malezas y enfermedades. Es por lo que se considera que la divulgación de la investigación agrícola ha coadyuvado a incrementar su productividad, reflejándose en el crecimiento de los rendimientos (Pichardo, 2006). En México, empezó a intensificarse después de la segunda guerra mundial, entre 1940-1980 logró crecer el Producto Interno Bruto (PIB) agrícola de 500 mil millones a 8,500 billones (Aguirre, 2016).

En este periodo, la fundación Rockefeller buscaba expandirse a los agronegocios, mediante la producción de maquinaria y de insumos químicos (Jiménez, 1990), también auspició en 1943 la instalación de la Oficina de Estudios Especiales (OEE) para transferir la tecnología agrícola. En 1945, se fundó el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), que posteriormente sería el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y finalmente en 1996 se funda el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT (Luna *et al.*, 2013), con el objetivo de adaptar la tecnología agrícola de EUA al contexto mexicano.

Pero la tecnología generada fue transferida fundamentalmente a espacios con riego (Trovo *et al.*, 2010), específicamente en el empleo de semillas mejoradas, pesticidas, insumos industriales agrícolas y el uso eficiente de maquinaria (Pichardo, 2006). Un obstáculo a la adopción de la tecnología fue que los paquetes tecnológicos generados no podían ser aplicados a las tierras de temporal del país de manera general, debido a que las condiciones de clima, suelo y topografía no son homogéneas (Grammont, 2016). Es por lo que se considera que este modelo de desarrollo agrícola, marginó a la agricultura de temporal del país.

En este contexto, se trató de reorientar la política agrícola en 1967 a través del impulso en el estado de Puebla del “Proyecto Puebla”, y en 1971 este se conoció como Plan Puebla (PP), cuyo objetivo era contribuir a disminuir los problemas de la escasez de alimentos, la desnutrición de la mayoría de la población rural e incrementar los bajos ingresos de los agricultores minifundistas (Ramírez y Juárez, 2015). Sin embargo, en 1975 se hizo presente la crisis de producción de maíz y se buscó resarcir el problema, apoyando a la agricultura de temporal (Cervantes *et al.*, 2016). De esta manera la investigación y transferencia tecnológica se reenfocó a la agricultura campesina, que no había adoptado la tecnología moderna ni se había beneficiado del crecimiento del sector. En la década de los 80's, bajo el modelo económico neoliberal se retiró paulatinamente el Estado de la economía y específicamente de la producción de granos básicos, repercutiendo en la disminución de la producción de maíz.

En este contexto, pocos cultivos pudieron sobrevivir por sus características económicas y nichos ecológicos específicos, es decir, que fueran competitivos por la ventaja de la oferta y demanda. Así, el maíz cacahuacintle representó una alternativa para que, en los espacios con suelo y clima propicios, se practique una agricultura con mayor rentabilidad económica. En su cultivo se emplea en gran medida tecnología tradicional o campesina con bajos rendimientos (3.5 a 4 t ha⁻¹) (Téllez *et al.*, 2016 y Palemón *et al.*, 2018), los cuales, son similares al promedio de maíz blanco a escala nacional (3.97 t ha⁻¹) (Sistema de información agroalimentaria y pesquera-SIAP, 2019). Es producido en comunidades

campesinas, que fueron rezagados durante más de 60 años, en cuestión de transferencia de tecnología, desarrollo científico e investigación (Cervantes *et al.*, 2016).

Cabe destacar que la mayor parte del maíz cacahuacintle (7,031 ha) se siembra en condiciones de secano (SIAP 2020); sin embargo, hay una porción de agricultores que lo siembran en condiciones con disponibilidad de agua para riego. En el estado de México se encontró una zona de riego donde las condiciones son propicias para este cultivo (Figura 1), donde su ventaja competitiva, es poder anticipar la siembra y aplicar tecnología agrícola como fertilizantes; además de que el riego brinda la oportunidad de sembrar durante el estiaje (diciembre, enero y febrero) (Figura 4).

Sin riego el cultivo se aplazaría a marzo y abril aprovechando la humedad remanente y esperando las lluvias hasta mayo para fertilizar. El adelantar la siembra tres meses también anticipa la cosecha (abril y mayo) mucho antes que la producción de temporal (junio, julio, agosto y septiembre) por lo cual el valor de este grano aumenta aún más en el mercado puesto que presenta una ventaja competitiva de temporalidad². El objetivo de la investigación fue analizar, caracterizar y comparar la tecnología agrícola utilizada en el cultivo de maíz cacahuacintle bajo régimen de riego en el estado de México. Se plantea que los productores han intensificado el uso de la tecnología agrícola para su producción buscando la eficiencia económica en el cultivo del maíz cacahuacintle.

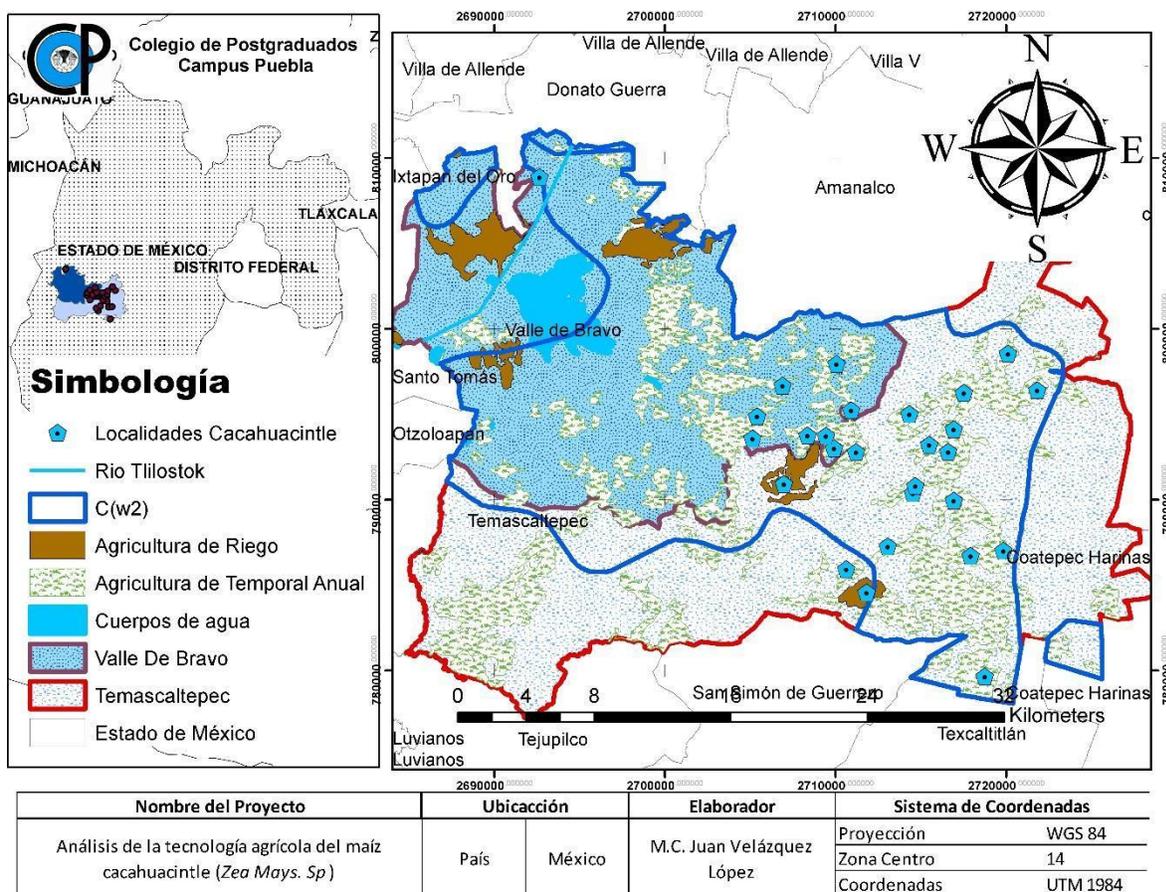
3.6 Metodología

La investigación se desarrolló en los municipios de Temascaltepec y Valle de Bravo, estado de México, ubicados en las coordenadas 100° 5' 2.538 "O, y 19° 6' 6.414" N (Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, 2020) (Figura 1). Se realizó una revisión bibliográfica sobre la adopción de tecnología agrícola, bajo condiciones de riego. No existe un paquete tecnológico específico para este grano, por lo que se comparó la tecnología encontrada con un paquete tecnológico para maíz en condiciones de riego en Sinaloa (Centro de Validación. y Transferencia de Tecnología

² (Kwan Chung & Cruz, 2014). Descrita como los factores que ayudan a aumentar la competitividad de las empresas durante un periodo definido.

de Sinaloa-CVVTTS *et al.*, 2018) debido a que reúne las condiciones físicas (clima, altitud y tipo de suelo), es decir, forman parte de una región agrícola homeomorfa, con los municipios de estudio (San Ignacio, La Concordia, Badiraguato, Rosario, Choix, Sahuaripa, Yécora, Rosario) en donde existe potencial para cultivar este maíz. Además, el paquete tecnológico generado posee más similitud, principalmente en cuanto a labores, fechas de siembra, densidad de población. Se utilizó el método inductivo, con enfoque cuantitativo, la técnica de investigación fue la entrevista a productores de maíz cacahuacintle y las herramientas: el cuestionario y reuniones plenarios, obteniendo información sobre la producción, costos y fechas del ciclo agrícola de este cultivo (2018-2019).

Figura 4 Ubicación del área de estudio y aspectos generales



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO (2016)

El tamaño de la muestra fue determinado mediante el Muestreo Simple Aleatorio, el marco de muestreo fue el padrón del programa Apoyo a la Adquisición de Insumos Agrícolas 2019 del Distrito de Desarrollo Rural-DDR. No 1. Valle de Bravo. Este posee un total de 4,365 beneficiados, y solo se consideró a los productores de maíz cacahuacintle de riego. La precisión se estimó con la variable rendimiento (220 kg), siendo, el 8.3% de la producción promedio (2.6 t ha⁻¹) registrada en los municipios seleccionados en el año 2017 (SIAP, 2017) y la confiabilidad fue del 95%.

$$n = \frac{N * s^2 * Z(a/2)^2}{N * d^2 + Z(a/2)^2}$$

Dónde: N=Total de productores registrados en el padrón, s^2 =*Varianza*, d^2 =*Precisión* 8.3% de rendimiento de maíz, confiabilidad 95% =1.96. El tamaño de la muestra fue de 76 productores. Para interpretar los datos se formaron dos grupos de productores tomando en cuenta su ingreso, en el grupo 1, lo conformaron los que tuvieron un ingreso mayor a \$ 50 mil, y los que ostentaron ganancias menores a dicha cifra, integrarían el grupo 2.

Las variaciones en los niveles de ingreso se expresan por una mayor intensificación de la tecnología en la producción de este grano, a lo anterior se le conoce como competitividad tecnológica (Salim y Carbajal, 2006). En el primer grupo se aplicaron 44 cuestionarios, y al otro grupo 32, de los cuales el 67.1% pertenece a Temascaltepec y el resto a Valle de Bravo. La información fue interpretada a través de estadística paramétrica y no paramétrica. Las actividades se clasificaron en industriales o campesinas de acuerdo con la clasificación de Toledo (1999).

El área de estudio tiene una superficie de 96,423.4 ha⁻¹, Temascaltepec, posee la mayor parte las localidades donde siembran maíz cacahuacintle (58.6%) y el 25.8% de su suelo se destina a la agricultura (CONABIO, 2016), predominando la de temporal (13,489.2 ha⁻¹) sobre la de riego (788 ha⁻¹). El ejido de la Mesa de Dolores primera y segunda sección poseen 644 ha⁻¹ y es el lugar en donde se produce maíz cacahuacintle bajo régimen de

riego. En Valle de Bravo, la superficie de riego asciende a 2,280.6 ha⁻¹, representan, el 22.1% de la superficie agrícola, el cacahuacintle se cultiva en las localidades en donde predominan los climas más fríos o templados que son idóneos para su cultivo (ver mapa 1). La población total en ambos municipios fue de 60,382 habitantes; la principal actividad económica en Temascaltepec es la agricultura y la ganadería, y en Valle de Bravo el turismo INEGI 2020.

3.7 Resultados

Se encontró que los entrevistados tienen una edad promedio de 51.6 años, la cual es menor (54.6) a la que tienen los productores rurales del país (FAO & SAGARPA, 2014). Por grupos, no se encontró diferencia estadística ($t=-0.920$; $p=0.360$) en la edad del grupo de ingresos-G1 (50.9 años) y el grupo de ingresos-G2 (53.2 años). Se puede decir que los agricultores de México son personas maduras.

Su escolaridad promedio fue de 8.7 años, no se encontró diferencia estadística significativa ($t=0.690$; $p < 0.492$) en los años de estudio que tienen los agricultores del grupo 1 (8.4 años) y el grupo dos (7.6 años) y es estadísticamente ($t=-1.905$; $p<0.061$) similar a la escolaridad (9.1 años) estatal (INEGI, 2015), y fue estadísticamente ($t=-3.746$; $p < 0.001$) inferior a la escolaridad (10.1 años) nacional (INEGI, 2010). Asimismo, se encontró una correlación negativa entre la edad y la escolaridad ($r=-0.443$, $p=0.000$) que indica que a mayor edad menor escolaridad. Este resultado es parecido a las investigaciones realizadas en maíz grano, en Tlachichuca y Chalchicomula de Sesma, en el estado de Puebla (Velázquez *et al.*, 2019).

En promedio poseen 4.4 ha⁻¹ de riego, en el grupo 1 tiene 4.2 ha⁻¹ y el grupo 2, 4.5 ha⁻¹. Las mujeres (3.9 ha⁻¹) y los hombres (4.5 ha⁻¹) estadísticamente ($t=0.490$; $p = 0.626$) tienen la misma cantidad de tierras. Por otra parte, no se encontró diferencia estadística ($\chi^2= 3.972$; $p = 0.265$) entre grupos con respecto al tipo de propiedad. En el primero predomina la propiedad privada (63.6%) y la ejidal (25.0%) y el segundo grupo, la propiedad privada (68.8%) y la ejidal (31.3%), fundamentalmente. De acuerdo a la

cantidad y calidad de tierra a la que tienen acceso, su mayor capitalización, productividad e ingresos, se considera que son agricultores en transición (Robles y Héctor, 2016).

Estos agricultores se diferencian de los de minifundio, porque las unidades de producción tienen una extensión menor a 5.0 ha⁻¹ bajo condiciones de temporal (Cervantes *et al.*, 2016). Es de destacar que las unidades de riego por gravedad representan, el 17.5% de las unidades de producción en el país (INEGI, 2021). Los entrevistados tienen pocos años (10.9) cultivando maíz cacahuacintle, y estadísticamente ($t=1.001$; $p = 0.320$) poseen los mismos años, tanto en el grupo 1 (11.9 años) como en el grupo 2 (10.3 años) sembrando este cultivo. Su incursión a este cultivo responde a su costo de oportunidad; es decir, que si sembraran otro cultivo el monto de ganancia sería menor al del cacahuacintle.

Con respecto al proceso productivo de este cultivo, los agricultores inician con una actividad previa a la preparación del terreno, que es el control de las malezas, -especialmente el pasto grama (*Cynodon dactylon*)- debido a que en la mayoría de los terrenos proliferan por la abundante lluvia dificultando la realización de las demás labores. Es por lo que inician el ciclo productivo del cacahuacintle controlando malezas. La mayoría realizó esta actividad en el mes de noviembre (66.7%) y diciembre (20%), el resto lo realiza en enero y febrero. El 84.2% utilizó agroquímicos con un costo de \$ 415 que incluye principalmente, el producto y los jornales. Los productos químicos más utilizados fueron el glifosato (Coloso y Faena) y paraquat (Gramoxone y Dragoxone).

En la preparación del terreno la mayoría realizó dos pasos de rastra, lo cual, coincide con lo recomendado por CVVTTS *et al.* (2018). Los que dieron un paso (6.6%) se debe a que recién habían cultivado papa, y para cosecharla se remueven el suelo. El objetivo de esta práctica fue disminuir la pérdida de humedad, evitar la erosión en el suelo y facilitar la siembra inmediata del cultivo del cacahuacintle. En el método empleado, no hubo diferencia estadística ($\chi^2= 3.226$; $p = 0.358$) entre grupos, predominando el tractor alquilado (57.9%) y propio (32.9%), y en su mayoría (75%) la realizó en diciembre y noviembre, y en menor medida en enero (15.8%), el porcentaje restante lo realizó en

octubre, febrero y marzo. El costo de la rastra estadísticamente ($t=1.001$; $p = 0.320$) fue similar para el grupo 1 (\$ 813.6) y el grupo dos (\$ 871.8). En el grupo 1 pagaron más (\$ 1000) que los que usaron el tractor del ejido, comparado con los que lo alquilaron (\$ 930) o con los que utilizaron el tractor propio (\$ 729) y fue mucho menor los que emplearon yunta propia (\$ 488).

Posterior se aplica un paso de arado, en promedio dieron 1, y lo realizaron fundamentalmente en el mes de diciembre (63.8%). Sin embargo, por grupos de ingreso, esta labor comenzó a realizarse desde noviembre (12.1% del grupo1) y 4% del grupo 2) y en enero (24.1%), el resto realizó su paso de arado en febrero (3% del grupo 1 y 4% del grupo 2) y por grupos se tuvo el mismo comportamiento (Figura 4). Se considera que la mayoría de los entrevistados realizó esta labor en diciembre-enero, ello obedece a que se busca maximizar el rendimiento y su ganancia. Al respecto, Juárez *et al.* (2009) argumentan que, el retraso en la fecha de la siembra de la soja repercute en la reducción del rendimiento, al relacionarse con las características climáticas y a los ambientes donde se produce. En el cacahuacintle bajo condiciones de riego, el adelantar la preparación de los terrenos para su siembra, significa beneficios en el mercado al producirlo cuando no tiene competencia y esto repercute en el incremento de su rendimiento económico.

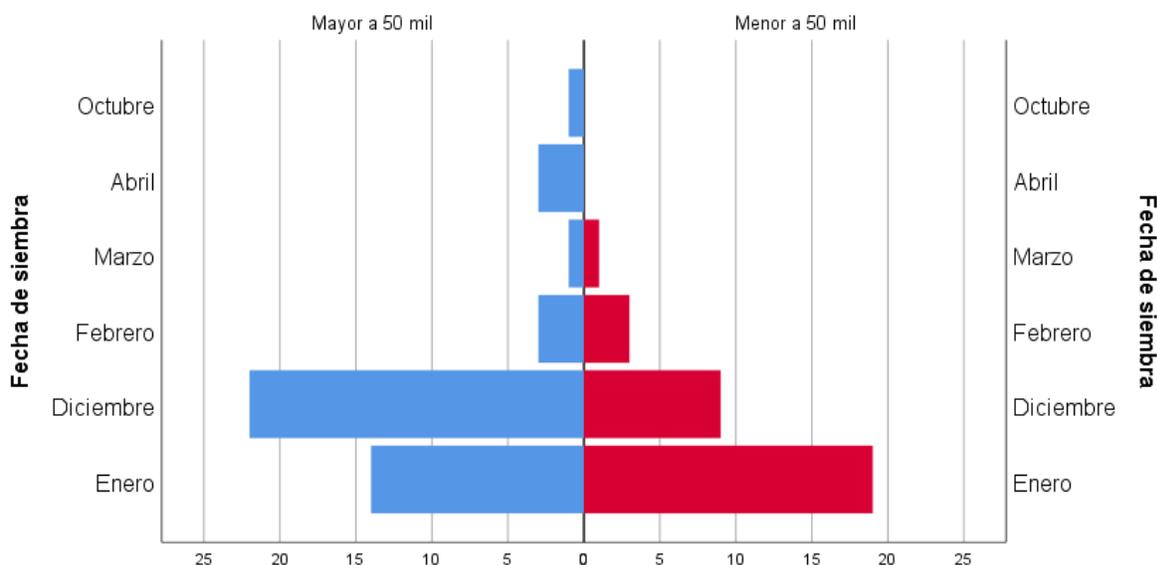
El método más común para realizarlo fue el tractor alquilado (57.9%) y propio (32.9%). En cuanto a su costo, estadísticamente ($t=-1.186$; $p = 0.240$) en el grupo 1 (\$ 1051.7) y grupo 2 (\$ 1108.5) devengan lo mismo por esta actividad, pero estadísticamente ($F=8.962$; $p=0.001$) pagan en promedio más los que utilizaron el tractor del ejido (\$ 1250), en comparación con los que usaron tractor alquilado (\$ 1058.6) y tractor propio (\$ 936.1). El costo fue mayor cuando se alquila el tractor y es menor si este es propio.

En lo referente a la siembra, primero se surca (efectuándose con tractor principalmente), posteriormente se siembra, abona y se realiza un trabajo denominado tapa o tapado³.

³ Consiste en eliminar el surco dejando el terreno a nivel, con la finalidad de que la humedad suba para que la semilla lo aproveche para germinar. Esta labor se hace generalmente usando rastra de ramas tiradas por yunta.

Estadísticamente ($\chi^2= 8.527$; $p=0.129$) sembraron en la misma fecha. En el grupo 1, efectuaron la siembra en octubre, 2.27% diciembre (50%) y en enero (31.8%); febrero 6.8%, marzo 2.3% y abril 6.81%. En el grupo dos sembraron en diciembre (28.12%) y enero (59.4%), en febrero 9.4%y en marzo 3.1% (Figura 2). Estos resultados en parte, coinciden con la recomendación de sembrar en diciembre para el maíz de riego (CVVTTS *et al.* (2018). Un factor que incide en la fecha de siembra es la disponibilidad de semilla, debido a que la cosecha del cacahuacintle inicia en octubre-noviembre y la semilla no está totalmente seca y no puede desgranarse, es hasta la primera quincena de diciembre cuando empieza a haber disponibilidad de semilla. Los agricultores argumentan que si no es semilla nueva no germina. La siembra o el tapado en su generalidad (94.74%) es realizada de manera manual, y el resto la efectúa de manera mecánica, y tuvo un costo de \$ 672 para los del grupo 1 y de \$ 503 para los del grupo 2.

Figura 5 Fecha de Siembra por grupos de Ingreso



Fuente: Elaboración propia con datos encuesta 2019

En la siembra en promedio utilizaron 39 kg de semilla, estadísticamente ($t=-0.610$; $p=.544$) tuvieron el mismo precio, tanto en el grupo1 (\$1133.2), como en el otro grupo (\$ 1172.1). En cuanto a la densidad de población por hectárea superó las 127,475

plantas/ha, a una distancia media de 31.4 cm y entre surcos de 100 cm, con 2 o 3 plantas por golpe. Para el grupo 1 se encontró una densidad promedio de 116,191 plantas/ha, y para el grupo 2 de 142,992 plantas/ha, estos resultados son muy superiores a los recomendados (63,500 plantas/ha) para maíz grano (Arellano *et al.*, 2010); y a las 65,000 plantas/ha recomendadas por CVVTTTS *et al.* (2018) a una distancia de 80 cm entre surcos y 9 semillas por metro lineal. Lo anterior indica que se siembra el cacahuacintle a una cantidad mayor a la recomendada.

Se registró una correlación negativa entre la cantidad de plantas, y la dosis de nitrógeno ($r = -0.288$, $p = 0.018$). En el grupo 1, se encontró una densidad de población de 132,850 plantas/ha⁻¹, con una dosis de nitrógeno de 178 kg. En el grupo 2, fue de 115,745 plantas/ha⁻¹, con una dosis de nitrógeno 161 kg, lo cual, indica que la densidad de población es muy alta para la cantidad de nitrógeno aplicado, esto afecta el rendimiento generando pérdidas. Es recomendable hacer estudios para determinar los requerimientos específicos de este elemento para el maíz cacahuacintle.

Una vez sembrado, se trabaja en eliminar el surco tapando la semilla (tapado), para dejar que la humedad suba y se tengan las mejores condiciones para que germine la semilla. Esta labor se hace utilizando la yunta y una rastra de ramas o de clavos. El costo total de siembra lo integran las labores de preparación del terreno, semilla, jornales y fertilizantes, y fue de \$ 17,171 para los de grupo 1, y de \$ 16,593 para los del grupo 2. El mayor gasto de la siembra lo representó la fertilización, la cual se considera excesiva, y estadísticamente ($t = 0.769$; $p = 0.431$) invirtieron la misma cantidad de dinero tanto en el grupo 1 (\$ 7708.3) como en el grupo 2 (\$ 8571.4). Fueron pocos (13.16%) los que realizaron otra fertilización. La fertilizaron promedio (NPK) fue de 144.7-392.2-00, la dosis en el grupo 1 fue de 145-372-00 y en el grupo 2 fue de 144.2-419.7-00. Al comparar la dosis de fertilización de nitrógeno "N" con la dosis recomendada por (Barbieri *et al.*, 2010) (120 kg ha⁻¹ para el cultivo de maíz en régimen de riego se encontró que los entrevistados aplican una mayor cantidad de este insumo.

En cuanto a la dosis de fertilización de fósforo, estadísticamente ($t=-1.568$; $p= 0.123$) aplicaron la misma cantidad por hectárea, tanto en el grupo 1 (372.8 kg) como en el grupo dos (419.7 kg). La dosis que aplicaron es mayor comparada con la recomendada para maíz grano de temporal (54 kg) (Cabrales *et al.*, 2016), y con la sugerida (210-83-83) por el INIFAP (CVVTTS *et al.*, 2018) para maíz de riego. Se encontró que muy pocos (13.1%) entrevistados complementaron la dosis de fertilización.

La totalidad controló las malezas y se encontró que estadística ($\chi^2= 6.862$; $p = 0.143$), realizan esta actividad en la misma fecha, en el grupo 1, las controlaron en la segunda quincena de enero (13.6%) y segunda quincena de enero 43.2% y en la primera quincena de febrero 22.7%, y 6.8% en la segunda quincena de febrero y finalmente marzo y abril sembraron el 13.6% de los entrevistados del grupo 1. El grupo 2 por su parte, controló en la primera 15 quincena de enero 9.4% y el 21.9% en la segunda quincena de enero, la mayor concentración del control de malezas fue en la segunda quincena de febrero con 34% y en la segunda quincena del mismo mes fue 21.9% y finalmente en marzo y abril 12.8% de los entrevistados del grupo 2, las controlaron en la segunda quincena de enero (54.5%) y en la primera de febrero (34.1%) en marzo (11.4%) y en el grupo dos, destacó la segunda quincena de enero (34.38%), en febrero (53.1%) y en marzo (12.5) y la primera quincena de febrero (34.4%) muy pocos entrevistados las controlaron después de la segunda quincena de febrero.

Las principales malezas controladas son las de hoja ancha, como el quelite, "*Amarantus Sp*". Lengua de vaca (*Rumex crispus L.*), rabanillo (*Raphanus raphanistrum*) y coquillo (*Cyperus rotundus*). El principal producto que emplearon para su control pre-emergentes fue Hierbamina y Gessaprim en una dosis combinada de 0.5 y 0.4 litros, respectivamente. El 73.7% las controló ocho días antes de la primera labor (rayada), y el porcentaje restante 10 días después.

La actividad cultural conocida como "raya" y "corriente"; (Tabla 1) tienen como finalidad controlar las malezas y preparar la tierra para el riego, consisten en remover la tierra levemente y conformar el surco dejando al maíz al centro y haciendo un acanalado a los

costados. La labor de raya o “corriente” se realizó de manera general en la primera quincena de febrero y abril, estadísticamente ($\chi^2= 9.801$; $p = 0.044$) en el grupo 1 la realizaron antes (63.6% en febrero) y el grupo dos en el mes de abril (59.4%).

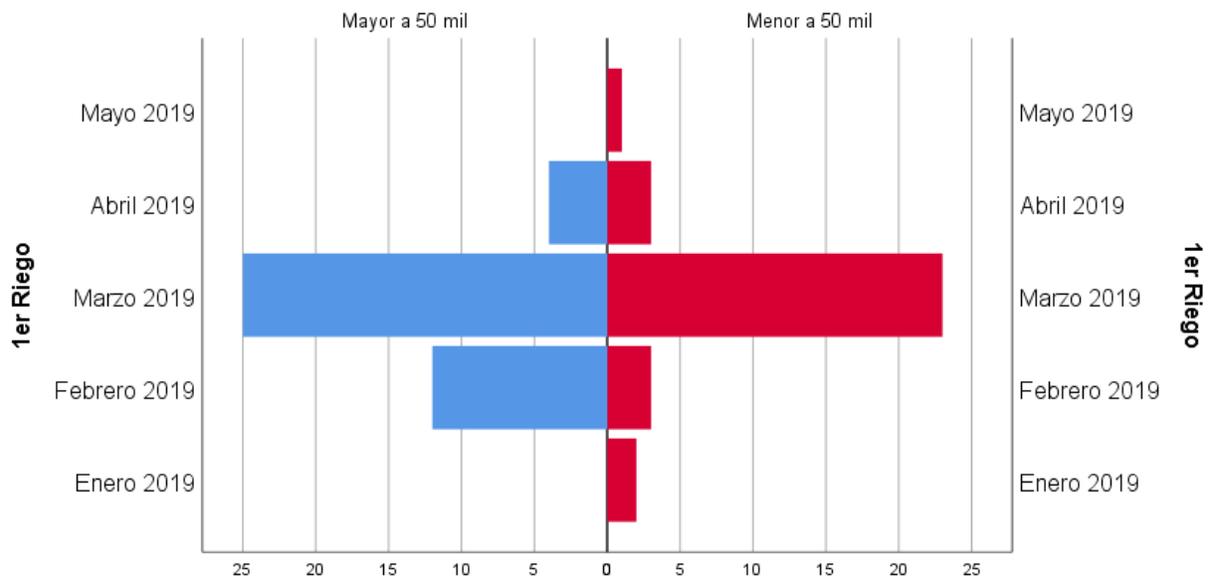
Se considera que esta labor es de las más pesadas, y se realiza para aflojar la tierra y eliminar malezas, también contribuye a controlar las plagas, tapándolas y exponiéndolas al descubierto de las aves, entre ellas está la gallina ciega (*Phyllophaga spp*) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) esta se realiza dos veces, ya que debido a la anchura de los surcos (90 y 100 cm) no es posible cubrir todas las malezas con una sola pasada. Por lo regular el trabajo se realiza con yunta y muy pocos la realizaron de manera mecánica.

Se ocuparon en promedio 3 jornales (2 jornales de yunta y un yuntero o gañán), es importante precisar que la renta de un animal se cobra igual que un jornal, en total se devengaron \$ 450 por día por yunta (3 jornales). Dicha actividad es acompaña antes o después por un control químico de maleza pre-emergente. Posterior al rayado, se realiza la labor denominada como corriente, y tiene la finalidad controlar las malezas restantes y la formación del surco para que en medio quede la planta de maíz y en la parte baja facilite el paso del agua de riego. Esta labor en general se realizó 14 días promedio después de haber realizado la primera labor de raya; es decir, dos semanas. Es imprescindible realizar la labor denominada rayado y corriente que, en conjunto con el mantenimiento de los canales de riego, deben hacerse para poder proporcionar el primer riego. Se realiza una actividad llamada faena, para limpiar los canales principales y a la vez la de sus terrenos, se realizó generalmente en el mes de febrero (70%), marzo (10%) y el resto en enero y abril. Muy pocos no realizaron esta labor.

En el periodo de estiaje, los agricultores dieron su primer riego hasta marzo fundamentalmente (ver figura 3 y 4). Los que regaron primero se caracterizaron por adelantar la siembra (ver figura 2) y riegan debido a que se incrementa la demanda del agua de riego en los meses más secos (marzo y abril). Se reitera que en el mes de febrero el agua no tiene demanda y vuelven a regar en marzo o abril, es así como ajustan

dos o hasta tres riegos por ciclo. Cabe destacar que la presencia de lluvias atípicas en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo ayudaron al desarrollo del cultivo del maíz cacahuacintle. No obstante, durante el periodo de sequía la mitad de entrevistados comentaron que se puede llegar a perder el 25% de la producción, si no se riega a tiempo. La mayoría de los entrevistados consideraron que el cultivo es resistente (27%) y muy resistente (47%) a la sequía. El resto (26%) opina que es poco resistente.

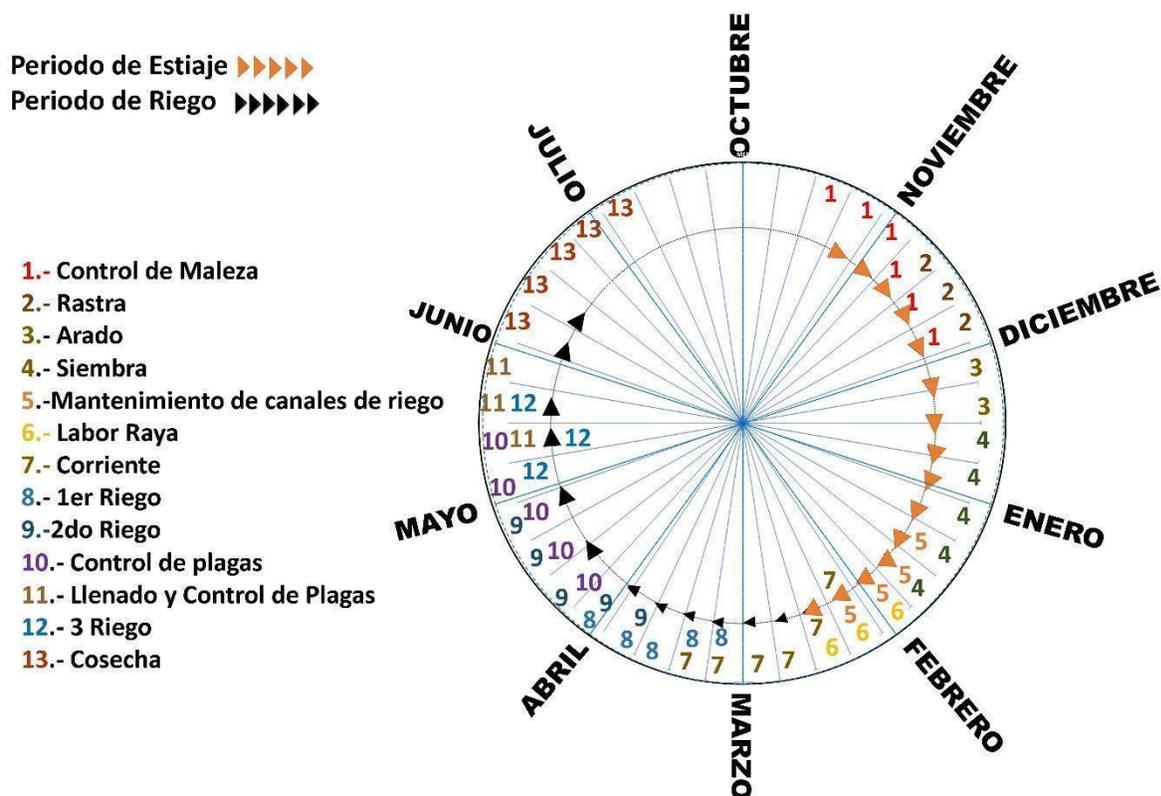
Figura 6. Primer Riego



Fuente: Elaboración propia datos: encuesta 2019

De manera general, el primer riego se realizó en enero (2.81%), febrero (22.5%), marzo (63.4%) y abril (11.2%). Uno de sus principales problemas fue la falta de agua, ya que no alcanza para regar sus tierras en los meses más secos, según el 16% de los entrevistados y el 10% respondió que el cultivo del aguacate empieza a acaparar este vital líquido.

Figura 7. Ciclo del cultivo del maíz cacahuacintle (*Zea Mays Sp*).



Fuente: Elaboración propia datos encuesta 2019

Las principales plagas del cacahuacintle que se pueden controlar de manera química son el Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y Langosta o Frailesillo (*acrodactylus murinus*), la totalidad de los entrevistados las controlaron mediante aspersiones foliares con distintos productos en las diversas etapas del ciclo productivo del cacahuacintle. Para el caso del gusano cogollero su control se concentra en abril, que es cuando el cacahuacintle desarrolla su follaje y se puede percibir el daño en la planta. El frailecillo por su parte se controla en el mayo, cuando brota la espiga y está muy cerca de la cosecha. El principal producto utilizado es Lorsban, este control se centró en el mes de abril, donde el 59.9%, en promedio aplicaron 7.6 L ha⁻¹ de agroquímicos por ciclo para controlar estas plagas.

Con respecto al control de plagas en el grupo 1, se encontró que aplicaron una dosis mayor (700 mililitros por hectárea) que en el grupo 2. Se puede decir que en el grupo 1 controló sus plagas aplicando una mayor dosis por hectárea. El grupo 1 realizó sus aplicaciones cuando aún no hay elotes, pero se puede ver la incidencia del cogollero en la planta, debido a que depreda las hojas, así es fácil controlarlo utilizando químicos y de esta manera no afecta los elotes.

Hay una combinación de agricultura industrial y agricultura campesina en la producción de maíz cacahuacintle (Tabla 1), pero se observó una mayor presencia de prácticas campesinas. La agricultura industrial se dio en el uso externo de las semillas y los insumos (agroquímicos para el control de plagas y malezas) y maquinaria. Esto significa que estamos ante la presencia de una agricultura industrial con un componente campesino elevado.

Cuadro 2 Actividades realizadas en el proceso de producción del cacahuacintle

Actividad, Insumo	Labor	Industrial		Campesino		
		Químico	Mecánico	Manual	Otro	Especifique
Control de Maleza		X				
Rastra			X			
Arado			X			
Siembra			X	X		
Tapado					X	Tapado con yunta
Fertilizante Granulado		X				
Lama					X	Fertilizante Orgánico
Cal					X	Orgánico
Raya				X	X	Yunta
Corriente					X	Yunta
Riego 1					X	Gravedad
Riego 2					X	Gravedad
Control de Maleza		X				
Control de Plagas		X				

Fuente: Elaboración propia, datos: Encuesta 2019

Es importante destacar que, en la primera semana de mayo del 2019 se registró un siniestro asociado a los vientos, afectando el cultivo del 15% de los entrevistados, sin embargo, la comunidad más afectada (Jesús del Monte) se registraron pérdidas de hasta un 50%. También les afectaron las heladas en el mes de mayo de 2019 y vientos que produjeron acame igualmente en el mismo mes.

El proceso finaliza con la cosecha, esta se realiza de manera manual, con 6-8 cortadores/ha. Algunos llevan a vender su producto a los mercados o realizan su venta en campo, en el grupo 1 representó, el 28.9% y en grupo dos fue el 35.5%. Es decir, que poco menos de la mitad lleva su producto a algún mercado. Para que lo anterior sea posible se requiere hacer una inversión en gastos son fijos por costal de elote como el corte (\$35), hilo (\$7), flete (\$45) y rodada (\$7). También existen costos variables como: a) comidas para los cortadores y b) la comisión, que es del 10% del precio de venta y el precio se determina a razón de oferta y demanda, por ello es variable. De los conceptos anteriores los agricultores del grupo 1 que llevaron su producto a vender se les descontó la cantidad de \$ 6,417 y a los del grupo dos \$ 4,167.

Finalmente, el grupo 1 tuvo una ganancia promedio de \$35,754 con una relación c/b de 1.40, lo anterior indica que por cada peso invertido se ganaron 40 centavos. Por otra parte, el grupo 2, tuvo una ganancia promedio de 14,250.59, y una relación c/b de 0.62, es decir que por cada peso invertido perdieron 48 centavos los entrevistados. Las variaciones entre estos grupos son el resultado de la eficiencia en el control de plagas, maleza, y el riego, por otra parte, los siniestros meteorológicos también afectaron, específicamente el aire que hizo acame y redujo la producción hasta en un 60 %/ha.

3.8 Conclusiones

Se logró documentar y caracterizar la tecnología agrícola utilizada para la producción de maíz cacahuacintle en sistema de riego. Concuerda parcialmente con las recomendaciones para maíz de riego en Sinaloa. Se pudo notar una similitud en: la densidad de población, el uso de abonos orgánicos, las labores y las fechas de siembra.

No obstante, hubo discrepancias consistentes en la fertilización y el control de plagas, manejo agroecológico, etc., ya que son maíces diferentes y regiones distintas por lo que se recomienda ampliamente hacer estudios específicos para emitir un paquete tecnológico adecuado para el cacahuacintle en modalidad de riego en la zona centro del estado de México.

Existe una integración de ambos tipos de agricultura en la producción de maíz cacahuacintle; la Industrial y campesina para producir este cultivo. Se ha intensificado el uso de fertilizantes y agroquímicos para control de malezas y plagas. En este estudio las dosis registradas son superiores a las establecidas por el paquete de maíz grano y se asemejan a otros cultivos cuyas dosis son aún mayores como la papa o el plátano, en cuanto a fosforo "P".

Dado lo anterior podría deducirse que el cacahuacintle es un cultivo inapropiado e insostenible ecológicamente, para la zona. Por la cantidad excesiva de agroquímicos, sin embargo, el valor elevado de este hace que se siga cultivando. El análisis de los grupos denostó el grupo 1 que obtiene mayores ingresos. Presentó cierta diferencia en cuanto a las labores dadas las fechas de éstas, donde destaca por ejemplo anticiparse y la siguiente espera a que coincida con escasez del mercado para obtener mayor rendimiento económico. Contrario al grupo 2 (las pérdidas registradas en el grupo 1 fueron en su mayor parte por siniestros meteorológicos). Se recomienda ampliamente dirigir los estudios para poder emitir un paquete tecnológico adecuado para las condiciones de la zona y para este cultivo.

3.9 Bibliografía

- Aguirre, M. B. (2016). PIB, producto interno bruto de México de 1896 a 2019, Series históricas en base 1993, 2003, 2008 y 2013. 16 Años México Mágico. <http://www.mexicomaxico.org/Voto/PIBMex.htm>. Consultado 11 nov 2019.
- Altieri, M. Á. (2012). La agricultura moderna: Impactos Ecológicos y la posibilidad de una verdadera Agricultura. In Department of Environmental Science, Policy and

- Management. University of California, Berkeley. <http://213.0.56.171/fileadmin/areas/medioambiente/ae/IOAgriculturaModerna.pdf>.
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587–612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>.
- Appendini, K. (2013, November). El TLCAN y el maíz: una reflexión a 20 años. *La Jornada Del Campo*, 74. <https://www.jornada.com.mx/2013/11/16/cam-maiz.html> Consultado julio 2018.
- Arellano, J. L. V., Gámez Vázquez, J. A., & Ávila Perches, M. A. (2010). Potencial Agronómico de variedades criollas de Maíz Cacahuacintle en el Valle de Toluca. *Revista de Fitotecnia Mexicana*, 33(4), 37–41.
- Barbieri, P. A., Echeverría, H. E., Saíenz Rozas, H. R., & Maringolo, M. (2010). Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: Pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno. *Ciencia Del Suelo*, 28(1), 57–66.
- Berrueta, S. V. M., & Limón, A. F. (2008). Participación campesina para la generación de tecnología alternativa. *Nueva Antropol*, 21(68), 113–129. <https://doi.org/0185-0636>
- Bizikova, L., Jungcurt, S., McDougal, K., & Tyler, S. (2020). How can agricultural interventions enhance contribution to food security and SDG 2.1? *Global Food Security*, 26(October), 100450. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100450>
- Bocco, A., Garat, J. J., y Velarde, I. (2013). Sistemas agroalimentarios localizados y agriculturas familiares. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 112(112), 1–8.
- Cabrales H, E. M., Toro, M., & López, D. (2016). Efecto de micorrizas nativas y fósforo en los rendimientos del maíz en Guárico, Venezuela. *Temas Agrarios*, 21(2), 21–31. <https://doi.org/10.21897/rta.v21i2.898>
- CVVTTS, Centro de Validación. y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, CSU, & SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2018). Paquete Tecnológico de Producción agroecológico de maíz de riego en Sinaloa. <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/33-sustentabilidad?download=219:paquete-tecnologico-de-produccion-agroecologica-para-maiz-bajo-las-condiciones-de-riego-en-sinaloa>

- Cervantes-Herrera, J., Cruz-León, A., Salas-González, J. M., Pérez-Fernández, Y., & Torres-Carral, G. (2016). Saberes y tecnologías tradicionales en la pequeña agricultura familiar campesina de México Revista. *Revista de Geografía Agrícola*, Julio-Dic. (57), 7–20. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2016.57.011>
- Cirilo, S. O., Sánchez, L. J., Chulím, N. E., Ramírez, V.B. ., Olvera, B. V. P., & Sánchez, A. R. (2008). Escuelas de campo y adopción de ecotecnia agrícola. *Ecosistemas*, 17(2), 94–102. <https://doi.org/10.7818/re.2014.17-2.00>
- CONABIO. (2016). Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2020). Portal de Información Geográfica - CONABIO. Biodiversidad. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Corella, H. A. (2000). La actividad agropecuaria y el desarrollo agrícola. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 17(2), 219–225. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6191491>
- Cruz, L. A. (2011). La tecnología del cultivo en la construcción de la visión xolocotziana de la tecnología agrícola tradicional. *Revista de Geografía Agrícola*, 46–47, 67–72.
- Cruz, A., Cervantes, J., Ramírez, A. G., Sánchez, P., Damián, M. Á., Ramírez, B. (2015). Etnoagronomía, tecnología agrícola tradicional y desarrollo rural. *Revista de Geografía Agrícola*, 55(75), 75–89.
- Damián, M. Á., Ramírez, B., Parra, F., Paredes, J. A., Gil, A., López, J. F. y Cruz, A. (2007). Tecnología agrícola y territorio: el caso de los productores de maíz de Tlaxcala, México. *Investigaciones Geográficas*, 63(63), 36–55.
- Damián, M. Á., Ramírez B., Parra, I., F., Gil, A., López, J. F., Cruz, A. (2009). Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología entre los maiceros del estado de Tlaxcala. *Revista de Geografía Agrícola*, 43, 33–49.
- Estrada, B. C., Antonio, V., Martínez, V., Cruz, C., y Gómez, M. (2015). Características eloterias y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas * Green ear and

- grain characteristics of native corn varieties from Chiapas Resumen Introducción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(Junio-Agosto), 1119–1127.
- Etxezarreta, M. (1977). La evolución de la agricultura campesina (1977). *Agricultura y Sociedad*, 5, 51–144.
- Fair, H. (2008). El sistema global neoliberal. *Polis Revista Latinoamericana*, 21, 2–30. <http://journals.openedition.org/polis/2935>
- FAO, O. de las N. U. para la A., & SAGARPA, S. de A. G. y P. (2014). Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México (A. G. Cambera & S. C. Ina (eds.); 1st ed.). <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-2-estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-rural-en-mexico.pdf>
- González, T. P. A., Rendón, M. R., Sangerman-Jarquín, D. M., Cruz, C. J. G., & Díaz, J. J. (2018). Extensionismo agrícola en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en Chiapas y Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 175. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i1.748>
- González-Estrada, A. (2016). Industrialización y Transnacionalización de la Agricultura Mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(3), 693–707.
- Grammont, H. C. D. E. (2016). El campo mexicano a finales del siglo xx. *Revista Mexicana de Sociología*, 63(4), 81–108. <https://doi.org/doi.org/10.2307/3541469>
- Guillén, P. A., Quintanar, L., Concepción, S., Mercado, Domenech, S., & Navarro, Garza, H. (2002). Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia*, 36(3), 377–387.
- Hayami, Y., & Rutan, V. W. (1971). Induced Innovation in Agricultural Development (Issue 3). <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/54243/1/1971-03.pdf>
- Idalia Sarmiento, B. (2011). La Jornada del Campo. *La Jornada Del Campo*. <https://www.jornada.com.mx/2011/04/16/maiz.html>
- INEGI 2020: (n.d.). La educación en México según datos del INEGI Retrieved November 3, 2020, from <https://blog.up.edu.mx/prepaup/educacion-en-mexico-datos-inegi>
- INEGI. (2015). Escolaridad. Cuéntame de México. Escolaridad. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>

- INEGI 2021. Instituto nacional de estadística geografía e informática, Censo Agropecuario 2021. Tabulados predefinidos, Porcentaje de unidades de producción con superficie de riego por sistema de irrigación utilizado. <https://sinegi.page.link/TLYb>
- Jiménez, M. A. V. (1990). La Fundación Rockefeller y la investigación agrícola en América Latina. *Comercio Exterior*, 40(10), 968–975. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/167/7/RCE7.pdf>
- Johnston, B. F., & Mellor, J. W. (1961). The role of agriculture in economic Development. *The American Economic Review*, 51(4), 566–593. <http://www.jstor.org/stable/1812786><http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>
- Juárez, M., Murgio, M., Fuentes, F., Lenzi, L., Soldini, D., & Salines, L. (2009). Reducción del rendimiento en función del retraso de la fecha de siembra. In INTA Estación Experimental Agropecuaria. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_soja_rendimiento_fs14.pdf
- Kicillof, A. (2011). Precio Y Ganancia General *. *Desarrollo Económico*, 48(192), 471–513. <https://www.jstor.org/stable/20627851>
- Kwan Chung, C. K., & Cruz, R. G. (2014). Factores críticos de éxitos en busca de la ventaja
- Lima, R., Rocío, M., Santos, T., Espinosa, G., & Cerrato, F. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 34(3), 261 a 269. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234302>
- Luna, M. E. M., Luna-Morales, E., & Sánchez, U. M. (2013). Patrones de producción e impacto científico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): 1966-2010. *Investigación Bibliotecológica*, 27(60), 97–124. [https://doi.org/10.1016/S0187-358X\(13\)72545-0](https://doi.org/10.1016/S0187-358X(13)72545-0)
- Marshall, A. (1948). Principios de Economía Introducción al estudio de esta ciencia. In Biblioteca de Cultura Económica (1st ed.). Fondo de Cultura Económica. M. Aguilar. pp. 667
- Martínez, M. del P. (2020, January 27). México, lejos de ser autosuficiente en maíz. | El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-lejos-de-ser-autosuficiente-en-maiz-20200126-0111.html>

- Martínez-García, C. G., Dorward, P., & Rehman, T. (2013). Factors influencing adoption of improved grassland management by small-scale dairy farmers in central Mexico and the implications for future research on smallholder adoption in developing countries. *Livestock Science*, 152(2–3), 228–238. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.10.007>
- Maya, M. G. (1990). La relación entre la escasez y los precios en la teoría neoclásica (una crítica). *Ensayos de Economía*, 1(1), 101–114. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/22685>
- Mellor, J. W. (2014). High rural population density Africa - What are the growth requirements and who participates? *Food Policy*, 48, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.03.002>
- Mellor, J. W., & Malik, S. J. (2017). The Impact of Growth in Small Commercial Farm Productivity on Rural Poverty Reduction. *World Development*, 91, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.09.004>
- Ortiz-Jiménez, B., Jiménez-Sánchez, L., Morales-Guerra, M., Quispe-Limaylla, A., Turrent-Fernández, A., Rendon-Sánchez, G., & Rendon-Méndez, R. (2013). Nivel de adopción de tecnologías para la producción de jitomate en productores de pequeña escala en el estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(3), 447–460.
- Palemón Alberto, F., Gómez Montiel, N. O., Castillo González, F., Ramírez Vallejo, P., Molina Galán, J. D., & Miranda Colín, S. (2018). Cruzas Intervarietales De Maíz Para La Región semicálida de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5), 745–757. <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i5.1622>
- Pichardo, B. G. (2006). La revolución verde en México. *Agrária (São Paulo. Online)*, 4, 40. <https://doi.org/10.11606/issn.1808-1150.v0i4p40-68>
- Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. In *Harvard Business Review*.
- Ramírez-Valverde, B., & Juárez, S. J. P. (2015). La experiencia del modelo de desarrollo regional plan pequeños, Puebla en la producción de alimentos con maíz, productores de maíz. In *Estudios y propuestas para el medio rural tomo VII (1st ed., Issue October, pp. 1–19)*. Universidad Autónoma Indígena de México.

- https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Ortega_Hernandez/publication/282331298_Reforma_del_Articulo_27_Constitucional_Analisis_de_los_argumentos/links/560ca6ad08aed543358d424e/Reforma-del-Articulo-27-Constitucional-Analisis-de-los-argumentos.pdf#pa
- Ramos, A., Sánchez, P., Ramos, A., Ferrer, J., Barquín, J., & Linares, P. (2010). Modelos matemáticos de optimización. Universidad Pontificia Comillas, 55. <https://n9.cl/jyeig>
- Rodríguez Wallenius, C. (2009). Riqueza, marginación y luchas campesinas en Mezcala, Guerrero. *Veredas*, 10(19), 105-126. <https://biblat.unam.mx/es/revista/veredas/articulo/riqueza-marginacion-y-luchas-campesinas-en-mezcala-guerrero>
- Rosset, P. (2001). La Crisis De La Agricultura Convencional, La sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. *agroecología y desarrollo*, *Revista de CLADES*, 11/12 noviembre, 2–11. <http://www.clades.org/r11-art1.htm%0AEste>
- Salim, L. y Carbajal, L. (2006). Competitividad: marco conceptual y análisis sectorial para la provincia de Buenos Aires. *Cuadernos de Economía*, (74), 91. <https://docplayer.es/3240112-Competitividad-marco-conceptual-y-analisis-sectorial-para-la-provincia-de-buenos-aires.html>
- Sánchez, A., & Colmenares, C. (1997). Respuesta del banano cv. Giant Cavendish (*Musa sp* (L.) AAA) a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un suelo Typic Ustropepts, del sureste del Lago de Maracaibo. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 14(2), 183–191.
- SIAP. (2017). Cierre de la Producción Agrícola, Maíz Grano. *Maíz Grano*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2019, August 27). Producción nacional de maíz grano. *Anuario Estadístico de La Producción Desde 1980-2019*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Silvetti, F., & Cáceres, D. (2015). La expansión de monocultivos de exportación en Argentina y Costa Rica. *Conflictos socioambientales y lucha campesina por la justicia ambiental*. *Mundo Agrario: Revista de Estudios Rurales*, 16(32), 8.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2017). Cierre de la Producción Agrícola de Cacahuacintle. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

- SNIM. (2015). Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). Índice de desarrollo humano. <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Téllez-Silva, J. M., Herrera-Tapia, F., Vizcarra-Bordi, I., Hernández- Ramírez, J. J. (2016). El maíz cacahuacintle y su potencial para el desarrollo endógeno: el caso de Santa María Nativitas. En *Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura* (Vol. 6, Issue 1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=419548242007>
- Temascaltepec, A. de. (2018). Plan de desarrollo municipal 2016-2018 Ayuntamiento de Temascaltepec. *Gaceta Municipal de Temascaltepec*. <https://doi.org/10.1590/s1809-98232013000400007>.
- Toledo, V. M. (1996). Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural¹. *Geografía Agrícola*, 7–13.
- Ton, G., de Grip, K., Klerkx, L. W. A., Rau, M. L., Douma, M., Friis-Hansen, E., Triomphe, B., Waters-Bayer, A., & Wongtschowski, M. (2013). Effectiveness of innovation grants to smallholder agricultural producers: an explorative systematic review. EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
- Troyo, D. E., Cruz-falcón, A., Beltrán-morales, L. F., Murillo-amador, B., Beltrán-morales, F. A., García-Hernández, J. L., & Valdez-cepeda, R. D. (2010). Agotamiento hidro-agrícola a partir de la Revolución Verde: extracción de agua y gestión de la tecnología de riego en Baja California Sur, México. *Estudios Sociales*, 18(36), 179–201. <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v18n36/v18n36a8.pdf>
- Turiján, T., Damián, M. Á., Ramírez, B. y Juárez, J. P. (2012). Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1085–1100.
- Turiján. T., Ramírez, B., Damián, M. Á., Juárez, J. P., & Chulím, E. N. (2015). Uso de remesas para la adquisición de tecnología agrícola en maíz en San José Chiapa, Puebla, México. *Nova Scientia*, 7(14), 674–693.
- Turrent, F. A., Cortés, F. J. I. (2005). Ciencia y Tecnología en la agricultura mexicana. *Terra*, 23(2), 265–272.
- Velázquez, L. J., Juárez, S. J. P., Ramírez-Valverde, B., Jiménez, M. J., Taboada, G. O. R., & del Valle, Sánchez, M. (2019). Adopción de tecnología agrícola y su

influencia en la productividad y competitividad del maíz en el centro-oriente del estado de Puebla, México. *Revista de Geografía Agrícola*, 63, 101–119. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.63.02>

Williams, G. W. (2007). El Cambio Técnico Y La Agricultura: La Experiencia De Los Estados Unidos E Implicaciones Para México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 10(20), 209–220.

Wolff, L. F. (2014). Sistemas agroforestales apícolas: instrumento para la sustentabilidad de la agricultura familiar, asentados de la reforma agraria, afrodescendientes quilombolas e indígenas guaraníes [Universidad de Córdoba].

CAPÍTULO 4. EL MAÍZ CACAHUACINTLE (*ZEA MAYS SP*) EN EL ESTADO DE MÉXICO: ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y SUS ACTORES

Juan Velázquez López¹, José Pedro Juárez Sánchez², Benito Ramírez-Valverde³, Ignacio Ocampo Fletes⁴, Juan Jiménez Morales ⁵, Gustavo Ramírez Valverde⁶

¹Colegio de Posgraduados, Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, e-mail: jvelazquezl@colpos.mx

²Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan, CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. pjuarez@colpos.mx

³Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. bramirez@colpos.mx

⁴Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, Santiago Momoxpan CP 72760, Profesor Investigador Titular, e-mail. agroecologiaiof@yahoo.com.mx

⁵Colegio de Posgraduados Campus Puebla, Boulevard Forjadores de Puebla núm. 205, CP 72760, Santiago Momoxpan, Profesor Investigador Asociado, e-mail. morales@colpos.mx

⁶Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Carretera México Texcoco México 136 5, Montecillo, CP 56230 Montecillo, México, Profesor Investigador Asociado, e-mail. gramirez@colpos.mx

4.1 Resumen

El maíz cacahuacintle ha tenido un incremento en su valor debido a distintas circunstancias sociales, culturales, temporales y comerciales. Se utilizaron dos perspectivas complementarias, para el análisis de su producción, una territorial; el enfoque de los sistemas agroalimentarios localizados SIAL's, que hace un referente a la producción y las relaciones que existen entre los distintos actores con el territorio y un enfoque economicista que atribuye el peso del actor en la cadena de producción o comercialización focalizándose en los costos (producción, comercialización y transporte). La investigación se llevó a cabo en los municipios de Temascaltepec y Valle de Bravo en el estado de México, donde se produce este cultivo bajo régimen de riego. El objetivo de la investigación fue conocer la estrategia de producción y comercialización de maíz cacahuacintle, haciendo énfasis en los actores y su participación en el territorio y sus estrategias. Se lograron identificar los actores tanto el proceso de producción como en el de comercialización y se encontró que existe una desvinculación entre los actores esenciales para producir el cacahuacintle, lo cual da paso a una brecha de apropiación de la producción por actores que dominan los principales mercados físicos de este producto, esto produce discrepancias severas entre productores y comercializadores en términos de ganancia. Lo anterior podría resolverse con fomento a la organización de productores y la vinculación directa al consumidor.

Palabras clave: Maíz cacahuacintle, Estrategia de producción, Actores, Consumidor final.

4.2 Abstract

Cacahuacintle corn has increased in its value due to different social, cultural, temporal and commercial circumstances. Two complementary perspectives were used, for the analysis of the cacahuacintle production, a territorial one specifically focused in localized agri-food systems SIAL's, which makes a reference to the production and the relationships that exist between different actors and the territory and another with an

economic approach that attributes the weight of actors in production or marketing chain. The research was carried out in the municipalities of Temascaltepec and Valle de Bravo in Mexico, state, where this crop is produced in a specialized way under irrigation. The objective of this research was to know the production and marketing strategy of cacahuacintle corn, emphasizing local actors and their participation in the territory. It was possible to identify the actors in both the production and commercialization processes, and it was found that there is a disconnection between the actors that are essential to produce cacahuacintle, which gives way to a gap in the appropriation of production by actors who dominate the main physical markets for this product, severe discrepancies between producers and traders in terms of profit. The foregoing could be resolved by promoting the organization of producers and direct linkage to the consumer.

KEY WORDS: Cacahuacintle corn, Production strategy, Actors, Final consumer

4.3 Introducción

Se debe de destacar que, dentro de la gran diversidad de maíces uno de los grupos de mayor interés es el denominado “Tipo de México Central” (Kuleshov, 1981), también conocido como “Complejo Piramidal Mexicano”, que incluye a las razas Palomero Toluqueño, Arroncillo Amarillo, Cónico, Elotes Cónicos, Cacahuacintle y Chalqueño, todas cultivadas en Valles Altos (Mijangos *et al.*, 2007). Es por lo que existen oportunidades de mercado para los maíces criollos, entre ellos, se incluyen los de colores (azul, negro, rojo, morado), y el cacahuacintle o pozolero, entre otros. Los consumidores los aprecian por sus características culinarias, como el color, la textura, el sabor y porque se usan en la preparación de varios platillos típicos.

Ortega (2003) menciona que existe una correlación entre la raza y el tipo de preparación culinaria. Ejemplo de ello, se tiene la raza Bolita, que es la idónea para elaborar “tlayudas” y el “téjate”, con la raza Cacahuacintle se prepara “pozole”, la raza harinosos de ocho se prefiere para la elaboración de “coricos”, entre otros usos especiales. Es por lo que se puede decir que la base de los platillos son los maíces nativos y no los mejorados, debido a que no reúnen las propiedades y calidad necesaria para la elaboración de platillos

gastronómicos. Esto lleva a identificar que ciertos maíces criollos respondan a mercados específicos y especializados, los cuales escapan de los grandes circuitos comerciales. Aquí, su análisis socioeconómico es importante al generar conocimientos acerca de las características agronómicas que los productores requieren y la calidad que los mercados exigen (Hellin y Keleman, 2013).

De manera específica, el maíz cacahuacintle (MC), ha adquirido un carácter coyuntural en la vida de las comunidades campesinas y rurales del centro de México, debido a sus características gastronómicas (Solís, 1998 y Fernández *et al.*, 2013) sociales, culturales (Carrillo, 2009) económicas (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP, 2019) y geográficas (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, 2018a); que lo hacen objeto de interés general. No obstante, el MC toma relevancia por su valor culinario en la gastronomía mexicana y lo ubica como una opción rentable para los agricultores de los Valles Altos de México (Hernández *et al.*, 2014). Su auge, también deriva por la crisis de la producción del maíz grano (Barkin, 2002) acaecida por la política agrícola dentro del modelo neoliberal (Ballesteros, 2012 y Otero, 2013) y tal vez a que, en la segunda década del presente siglo, el maíz se le desgravó en su totalidad el arancel internacional a la exportación de maíz grano (Appendini, 2013).

Esto ha llevado a que el “MC” haya incrementado su superficie sembrada, en el año 2004 se sembraban 4,995.0 ha⁻¹ (SIAP, 2004) en el 2015 llegó a 7,797.1 ha⁻¹, y en el 2019 disminuyó a 6,917.68 ha⁻¹ (SIAP, 2019). Actualmente, el cacahuacintle se cultiva principalmente en el estado de México, Puebla y Tlaxcala (Bonifacio *et al.*, 2005), Morelos, Aguascalientes y Guerrero (SIAP, 2009); en altitudes superiores a 2,000 msnm. En la región del Valle de Toluca del estado de México, se siembran alrededor de 20,000 ha para la producción de elote y 10,500 ha para grano de pozolero (Arellano *et al.*, 2010).

Se comercializa principalmente en dos presentaciones: maíz entero y “despuntado”, que representan entre el 20 y 65% del volumen total de la producción, respectivamente, el resto es vendido en elote. El primero es absorbido por las agroindustrias que producen el grano precocido, y el otro es consumido por las familias que gustan del pozole de

manera tradicional (Keleman y Hellin, 2009), en forma de botanas destacando los esquites y elotes hervidos. Al menos, 80% de su producción se vende en la Central de Abastos de la Ciudad de México, como elote y grano para pozole, a un precio hasta 300% mayor con respecto al valor del maíz blanco (Arellano *et al.*, 2010). Ello se debe a que es un tipo de maíz con un nicho ecológico específico, y los productores que se dedican a su cultivo son únicos en su género, lo que les permite tener ante sí un amplio mercado a escala nacional.

Con respecto a su comercialización, independientemente del grano a comercializar, siempre interceden actores que no necesariamente son productores. Así, la cadena de valor de maíz cacahuacintle depende de la producción local y de las inversiones en infraestructura que contribuyen a agregar valor. Por ejemplo, en la cadena de valor del maíz azul, intervienen los intermediarios como: compradores, comerciantes y en el mercado local, la “comalera” (elabora tortillas y antojitos) que comercializa de manera directa (Hellin *et al.*, 2013).

Sin duda, el mercado contribuye a mejorar las estrategias de la vida local y la conservación *in situ* del grano, pero que requiere del acompañamiento de políticas públicas enfocadas a la expansión de los mercados (Hellin *et al.*, 2013). Ya que, en la regulación de la comercialización y el apoyo a la producción no es impulsada de manera directa por el gobierno, pese a que se considera como un elemento de gran relevancia en la estrategia de vida de los campesinos de los territorios en donde es producido (Barrera-Bassols *et al.*, 2009). Además de que es el sustento de un conjunto de actores y organizaciones a nivel formal e informal que se considera que son vulnerables. El objetivo de la investigación fue conocer la estrategia de producción y comercialización de maíz cacahuacintle, haciendo énfasis en los actores locales y su participación en dicho proceso en el estado de México. Como hipótesis, se plantea que hay interrelación entre actores y los territorios para la producción y consumo de este grano (Productores y áreas de producción, comercializadores y mercados con consumidores finales).

4.4 El enfoque de los sistemas agroalimentarios y su evolución histórico teórica

En las últimas 4 décadas, el enfoque del SIAL intensificó su presencia en estudios a escala global a causa de las agudas diferencias y desventajas en las formas de producción entre regiones y países. Ya que anteriormente se tenía una visión teórica y epistemológica restringida de las regiones (Rosales, 2010), sólo se tomaba en cuenta la dotación de recursos y las características idóneas para cualquier actividad (Moncayo, 2001), pero, en los años 80 del siglo pasado se desarrolló este concepto en el seno de las corrientes de la economía industrial que estudiaba las concentraciones geográficas de empresas ligadas a un territorio y particularmente, los sistemas productivos (Reyes y Boucher, 2016). De esta manera han resurgido como una alternativa para preservar los recursos, cultura y la sociedad. Además, es una respuesta a las formas de organización, ceremonias, tradiciones, conocimientos, etc. (Torres *et al.*, 2013).

Se puede decir que la organización espacial de la economía ha sido modificada para dar lugar a nuevos procesos como la división internacional del trabajo, misma que reconfigura las relaciones entre centro y periferia, y promueven una acelerada especialización de los territorios (Grass, *et al.*, 2016). Los primeros trabajos hacen referencia a los *distritos industriales* en Italia (Giacomo, 1979 y Capecchi, 1987), en donde se resalta que el dinamismo de una región se debía a su crecimiento económico (Azaïs, 2001). En cambio, en los Estados Unidos se habló de *clúster*, que se refieren a una serie de rompecabezas de distritos con dinámicas de cooperación y competencia similares a los de Italia (Benko y Lipietz, 1994).

Los *Clúster* tuvieron su clímax en los años 80 (Torres, 2013), ya que algunas naciones apoyaban la apertura comercial y se ofertaba la idea de que las regiones se volverían competitivas, a través de la presión ejercida por otras regiones con mayor competitividad (Porter, 1990). Para los noventas, Porter retomó con más vigor el término destacando que en la industria italiana la localización geográfica era un factor primordial, añadiendo una característica fundamental; la “competitividad”. Así, el término perdió su epistemología original, ahora se agregan características históricas y dinamismo colectivo, transformándose en un concepto que va en dirección opuesta de lo que se refería al principio Camacho *et al.* (2017).

Después de adoptar este tipo de medidas por algunos gobiernos, se notó que repercutieron en las regiones rurales al agravar sus contrastes económicos, sociales y geográficos (Gorenstein, 2006). En respuesta a su fracaso teórico, político y económico, surge en Francia el concepto de Sistemas Productivos Localizados (SPL), propuesta dirigida por Bernard Pequeur (1996), y que finalizó Claude (2004), en donde destaca *la territorialidad*, estableciéndose como un recurso coyuntural para las actividades económicas. Se puede afirmar, que la propuesta conceptual más completa fue la de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL's) que reaparece en 1996, cuando el sistema agroalimentario estaba en crisis (Muchnik, 2009), retomando gran parte de su génesis original y sobretodo la territorialidad, pero fue enriquecida con todos los conceptos anteriores.

Así, el Sistema Agroalimentario Local, se concibió como una forma de producción con base en la identidad local, en el que existen alimentos específicos que están ligados a un territorio y a su vez a dinámicas específicas de agricultura, consumo y redes de trabajo (Sáenz, 2016), y una sociedad comprometida con su producción, reproducción y comercialización. De igual manera, Munchnik y Sautier (1998) agregaron al debate de este concepto la siguiente definición: *“El sistema agroalimentario localizado es una organización de producción y servicios asociados por sus características y funcionamiento a un territorio específico. Asimismo, se refiere a la especialización de ciertos productos, calidad, adopción de técnicas de reproducción, propagación y conocimiento”*.

En este contexto, se fueron añadiendo los conceptos de ambiente, los productos, la sociedad y sus instituciones, *conocimiento*, modos de alimentación y las relaciones con las formas de interacción en el territorio para producir, un tipo de organización productiva y agrícola, practicada a una escala espacial (FAO, 1996) , y que se considera que fueron elementos importantes en dicha definición. Aquí, el territorio es una construcción social; es decir, un espacio con identidad y un proyecto de desarrollo concertado socialmente

(Instituto Interamericano para la Cooperación y la Agricultura-IIICA y el Instituto nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural-INCA Rural, 2011).

Por lo anterior, el objetivo del SIAL es generar relaciones territorialidades dinámicas, basadas en la acción colectiva, valorando la identidad local de los alimentos, como la adición de valor a los recursos locales, como son la agricultura, el paisaje, el ecosistema, el conocimiento local, las redes sociales, tradiciones culinarias, la cultura, las variedades vegetales nativas (Sáenz, 2016), y la organización social desde su anclaje al territorio (Torres y Cornejo, 2018). A la fecha, es considerado un concepto evolutivo que, en buena parte analiza los fenómenos de la producción asociados a la concentración geográfica, además de los efectos inherentes o externos a ella (Tolentino, 2013) y su empleo depende en gran medida de los intereses del investigador (Grass *et al.*, 2016).

Así, el análisis del territorio permite entender la configuración de regiones diferenciadas con actividades localizadas. En este sentido, se desarrolla la idea de que el crecimiento económico se debe esencialmente a sus “condiciones y dinámicas internas”, lo cual, indica una nueva fase de teorización del desarrollo territorial (Moncayo, 2001). De tal suerte que se entiende que el territorio es un elemento central del desarrollo, y es un espacio en donde se construye históricamente, social y culturalmente (Reyes y Boucher, 2016). Además de que posee características para un cultivo, al estar constituido por organizaciones de producción y servicio; lo integran actividades agroalimentarias e incluye factores naturales y su aprovechamiento; así como construcción técnica y social a largo plazo (Boucher y Reyes, 2011).

Es así como un territorio se ve identificado por lo que produce, y quien lo produce, es decir, que los productos y los productores tienen identidad territorial, y para poder interpretar la forma de distribución sobre un territorio dado, es necesario ubicar primeramente el espacio donde se produce, sin dejar de lado las interacciones que tienen los actores, las instituciones, los mercados, formando una compleja red de producción. Actualmente, en las investigaciones de los SIAL, existen dos vertientes una hace referencia a los estudios teóricos que constituyen la mayor parte de la literatura (Torres,

2013; Sanz, 2016; Bocco *et al.*, 2013; López *et al.*, 2016; Muchnik, 2009; y Grass *et al.*, 2016) y las investigaciones que aluden a los sistemas agroalimentario específico, como el arroz en Morelos (Tolentino, 2013, el café en Veracruz (Fourmier y Muchnik, 2012) y el queso tenate en Tlaxco, Guerrero (Grass *et al.*, 2013).

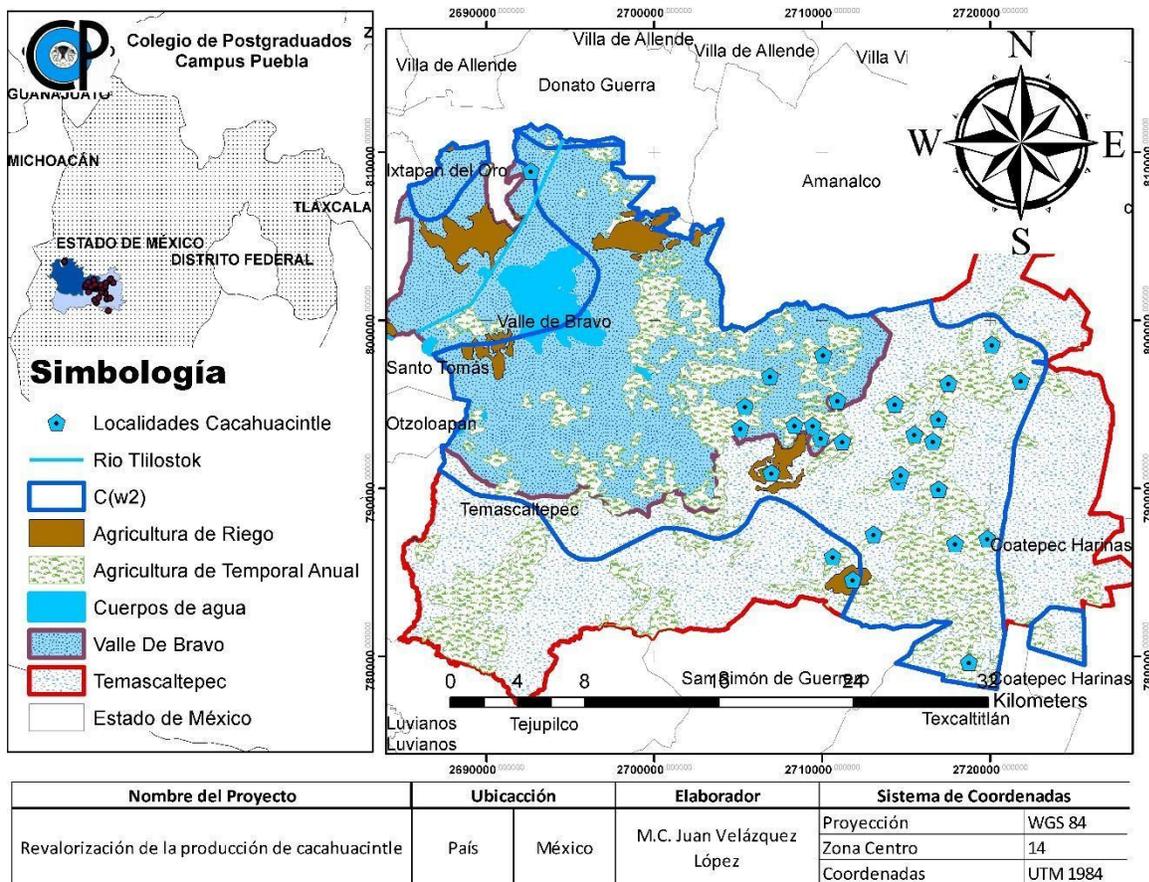
Sus análisis hacen referencia a la situación de ciertos productos que están desapareciendo y así mismo a su protección mediante la identificación geográfica y otros mecanismos como son las Normas Oficiales Mexicanas. Una limitante de los análisis anteriores, es que se focaliza en el producto como objeto de estudio y no se toman en cuenta a los actores, como sujetos de estudio y tampoco su rol dentro del proceso de producción y de comercialización de los productos. Es por lo que, Brenner (2010) manifiesta su importancia, ya que sus acciones impactan directamente en aspectos ecológicos, políticos y sociales. Por su parte, Bryat (1997) destaca su importancia respecto a la distribución del poder político y económico relacionándolo directamente sobre los daños causados al ambiente. En otras palabras, los actores con mayor poder en un territorio son los que también tienen mayor impacto en este.

Al enfoque de los actores, redes y estrategias de los SIAL, Porter (1990) los simplificó al análisis económico, determinando el ajusté en los precios desde un actor inicial “productor” hasta el consumidor final, y a este enfoque lo denominó cadena de valor. dicho concepto se volvió un instrumento poderoso de análisis en la planificación estratégica. Su objetivo último es maximizar la creación de valor mientras se minimizan los costos. Este tipo de enfoque establece ventaja para los empresarios-comercializadores y desventaja para los productores. Por lo anterior, se pueden detallar las relaciones y las interacciones en el territorio y las formas actuales de la producción brindando una imagen única del proceso, la estrategia, los actores; sus interacciones entre sí y con el territorio. Esta información podrá ayudar a identificar donde se concentra la mayor tensión para los actores y el territorio y será de vital ayuda para encabezar programas posteriores de apoyo a la producción, y protección a la comercialización.

4.5 Aspectos metodológicos de la investigación

El espacio de estudio fueron los municipios de Valle de Bravo y Temascaltepec en el estado de México, los cuales, se ubican en las coordenadas 100° 5' 2.538 "O, y 19° 6' 6.414" N (Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad-CONABIO, 2020) (ver mapa 1). Se realizó una revisión bibliográfica, donde se conjugaron tanto el enfoque territorial como el economicista.

Figura 8 Ubicación geográfica del territorio de estudio y aspectos principales



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO 2019.

En ambos municipios se tiene una superficie agrícola de 9,448.3 ha (SIAP, 2019). La superficie de riego en Temascaltepec asciende a 3,324.9 ha (SIAP, 2017) y, Valle de Bravo posee una superficie agrícola de 4,764.1 ha. de temporal, pero, las localidades de

lo Saucos, Atesquelites, Avándaro, San Ramón cuentan con tierras con riego, pero no se tiene el cálculo exacto. La principal actividad económica en Temascaltepec es la agricultura, en la cual, la floricultura tiene gran relevancia (SIAP, 2017), mientras que en Valle de Bravo el turismo. El índice de rezago social de Temascaltepec es de 0.21 (medio) y el de Valle de Bravo de -0.57 (bajo) de acuerdo al Consejo Nacional de la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020). El primero tiene un Índice de Desarrollo Humano de 0.596 y para segundo de 0.731 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD, 2015).

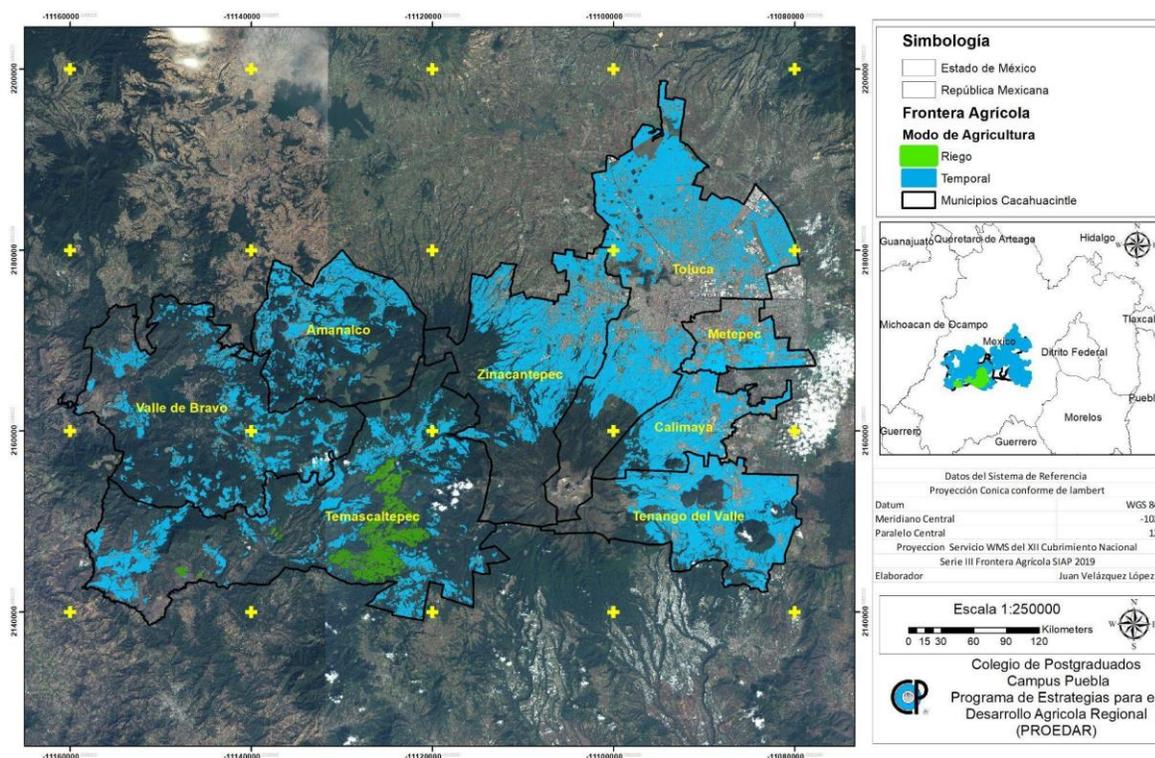
El trabajo inició con una revisión bibliográfica y recorridos de campo. Para abordar las estrategias de producción territorial y a los actores que intervienen en ella, se utilizó el método cualitativo constructivista de carácter etnogeográfico, se aplicaron entrevistas semi-estructuradas a informantes clave (distribuidores de semilla, agricultores, intermediarios, acaparadores o corredores y comisionistas), abarcando el sistema de producción, distribución, mercados, y su organización. Además, se recurrió a la observación participante que posibilitó la extracción y comprensión de la información en cuanto a los procesos y las estrategias de producción del cacahuacintle y las diversas relaciones que tienen los actores principales en torno al territorio y el cultivo. Para la parte productiva se hicieron distintas entrevistas a los actores involucrados, empleando el cuestionario como herramienta de trabajo.

Es de destacar que las entrevistas aplicadas a los principales comisionistas se realizaron en la central de abastos de Iztapalapa, a vendedores en Toluca y otros actores que interfirieron en la comercialización de este grano. También se acudió consistentemente a las subastas del 2019 en la central de abastos haciendo observación *in situ* del proceso de comercialización. En este estudio se hizo también el análisis de la cadena de valor, expresando el costo en el que incurren los actores, durante todo el proceso de producción y comercialización del maíz cacahuacintle. Los datos se analizaron de manera descriptiva, al concentrarse la cadena en pocos actores y se describió de manera general.

4.6 Actores que intervienen en el proceso de producción

En su proceso de producción, se identificaron 3 actores: 1) productores de semilla, 2) productores de elote y 3) comercializadores, además, de jornaleros, transportistas locales, proveedores de insumos e intermediarios de los mismos. Por lo que respecta a la semilla, los entrevistados mencionan que es indispensable, ya que brinda características como el alto potencial de rendimiento y la resistencia a sequías, plagas y enfermedades (MacRobert *et al.*, 2015). También buscan que el elote tenga un buen porte y buena apariencia (Magdaleno-Hernández *et al.*, 2016).

Figura 9 Municipios donde se produce la semilla del cacahuacintle.



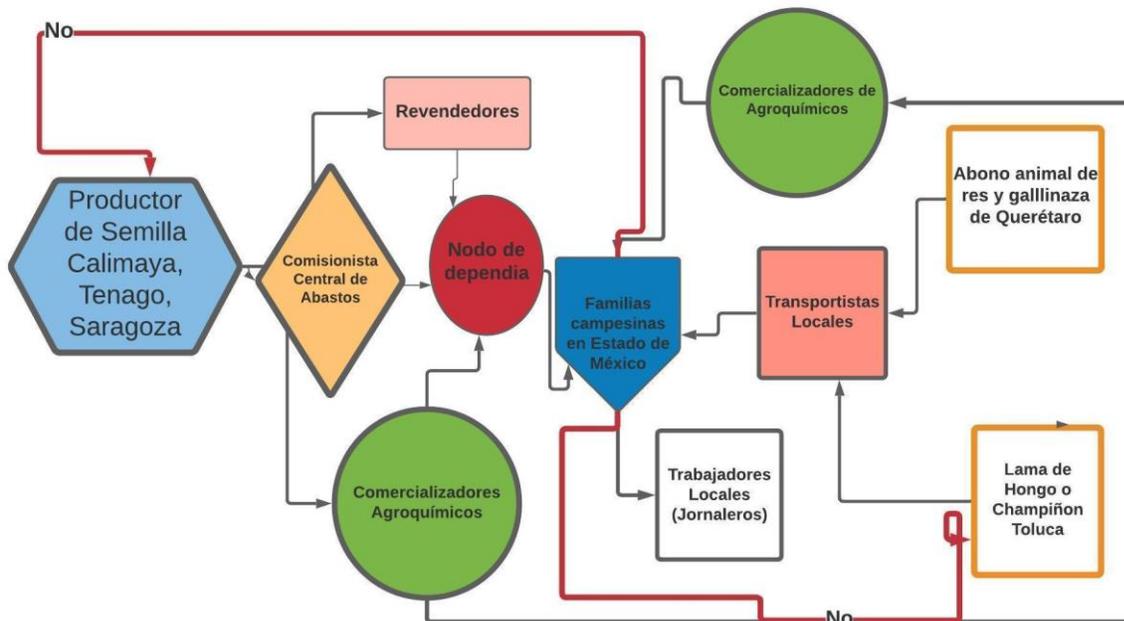
Fuente: Elaboración Propia. Datos CONABIO 2019.

Para ello, los granos deben ser anchos (Bobadilla, 2017). También toman en cuenta de manera general que la semilla no sea del ciclo anterior, ya que se cree que no nace, y una manera de identificar de qué ciclo proviene es mediante el tamo o polvo, ello se debe a que la semilla más antigua se fragmenta y deja residuos harinosos. También, se busca

una semilla limpia de manchas rosas o grises causadas por “fungosis”, y se asocia a un ciclo con muchas lluvias.

También toman en cuenta su procedencia, debido a que una semilla de las partes altas donde hace más frío tiene una respuesta más favorable a un ambiente más cálido, ya que se acorta su ciclo de producción y el producto es mejor. Así que, el agricultor busca semillas de las partes más altas del Valle de Toluca, de Calimaya, Tenango del Valle y Metepec. Lo cual concuerda con las investigaciones de Sarmiento y Calderón (2010) que mencionan que las semillas del cacahuacintle se producen en la localidad del municipio de Calimaya y en otra investigación sobre el origen de las semillas empleadas en Puebla hacen referencia a Calimaya, Toluca y Metepec (Vázquez *et al.*, 2010). Mismas, que coinciden con la región alta de las faldas del Nevado de Toluca (ver figura 2) ya presentan las condiciones idóneas para este grano.

Figura 10. Diagrama de flujo de la producción del maíz cacahuacintle



Fuente: Elaboración propia con datos de las entrevistas 2019.

Sin embargo, el productor de semilla y el productor de elote no tienen un contacto directo, entre ambos, hay una serie de actores como el comisionista, que generalmente posee

convenios con el productor de semilla y la distribuye a otros pequeños productores en regiones en donde no se produce. Así, se fragua una relación social de producción recíproca⁴ (Moreno, 2019). Aquí, el campesino recibe un insumo y una vez obtenida la cosecha, el comisionista, apoyará en el corte, transporte y venta, cobrando una parte en cada una de estas etapas. Estos términos de reciprocidad son descritos por Alberti y Mayer (2015), en el caso peruano para las relaciones sociales denominadas “*waje-waje*”, donde el beneficio es mutualista.

Los productores también acceden a la semilla a través de revendedores, sin vínculo en la región, gestionan la oferta al comprar la semilla y trasladándose al espacio de producción. No obstante, su procedencia es difícil de identificar y su calidad es dudosa, observándose en el porcentaje de germinación. Brenner (2010) menciona que son actores que no tienen injerencia en la región y hacen que el flujo económico se concentre fuera de ella. Sin embargo, conforman el espacio de “producción social” (Garrido, 2013). Otro proveedor de semillas son las tiendas de agroquímicos, del espacio productivo y proveen semilla de calidad debido a que si la semilla tiene baja nacencia el vendedor tendrá mala reputación y su negocio se fragua en torno a ello.

Otros actores son los proveedores de insumos agrícolas en la región, ya que el agricultor, desarrolla una interacción constante con ellos, y principalmente con los vendedores de agroquímicos. Además, algunos de los proveedores brindan a crédito en la compra de los insumos y son pagados en el momento que llega y termina la cosecha por el agricultor. Esta operación es otro tipo de relación de producción recíproca, sin embargo, el tiempo y la especulación juega un valor importante, ya que se espera que el agricultor sortee todas las externalidades negativas⁵ y así, el vendedor de insumos reciba su beneficio. En ese sentido, el agricultor es un actor coyuntural para la producción, al tener

⁴ Se trata de relaciones sociales que se anclan en las personas concretas, se construyen con base en el tiempo compartido en los espacios locales (previo o en el sitio de trabajo) y que mantienen una tradición (un modo de hacer las cosas “como siempre se han hecho”). La confianza se sustenta en la persona concreta, en los “compromisos personales”, y esto implica que no se recurra a mecanismos de supervisión del trabajo ni se pueda delegar el “hacer” cotidiano

⁵ Todos aquellos aspectos incontrolables que causan mermas en la producción, ej. Fenómenos climáticos atípicos, etc.

poco acceso y control sobre los insumos como la semilla, fertilizante y agua de riego, además, posee escasa o nula organización para la producción y comercialización, por lo que es un “*actor coyuntural relativo*”, y sin él, la producción es imposible, pero a él se le adjudica únicamente esta parte del proceso.

Finalmente, en el proceso de producción se contratan jornaleros locales que realizan, actividades agrícolas diversas durante el proceso de producción del maíz cacahuacintle, este tipo de relación es más constante; en términos monetarios ya que el agricultor paga inmediatamente después de realizada cada actividad encomendada. Su participación en el proceso de producción es muy poca y son altamente prescindibles, ya que la demanda de trabajo es alta y la producción de este cultivo requiere poca de esta mano de obra.

4.7 Estrategia de comercialización y tendencias de mercado

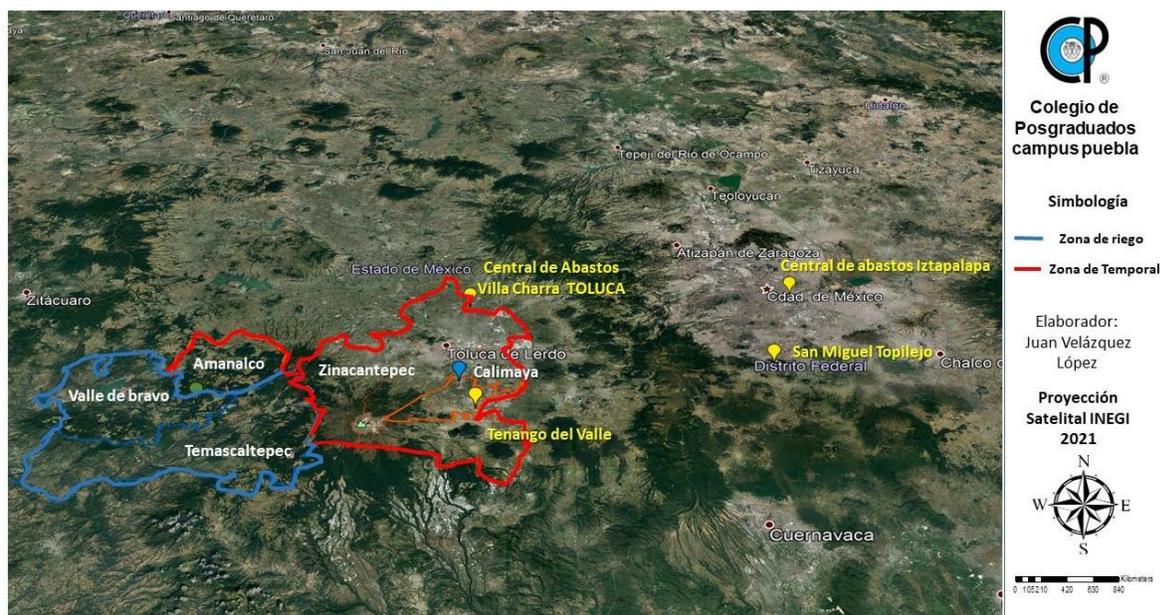
El mercado para comercializar este producto en elote, esta en Iztapalapa en la Ciudad de México por ser el más dinámico y amplio, se localiza a 144 km aproximadamente y cuando se transporta la carga se recorren 6 horas desde la región de producción de riego, hasta dicho punto. Se configura como el mercado central por excelencia, su papel se extiende hacia el crecimiento económico, la generación de empleo, la estabilidad de precios, la seguridad de abastecimiento, la innovación creadora y la calidad de vida, es el hexágono benigno de los mercados mayoristas (Martín y Casares, 2012). Su funcionamiento es particular para este grano, se oferta el producto por subasta y el precio se determina a razón de la oferta y demanda de manera física, el comisionista fija un precio y los clientes negocian también, obedeciendo las reglas de mercado, en este caso a la oferta/demanda. También depende de la calidad del grano (contenido de agua, sabor, dureza⁶, y que esté limpio de plagas, principalmente del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)).

⁶ Si todavía tiene mucha agua y está blando se puede hervir para esquites y elotes con crema que es la principal forma de comercializarlo.

Finalmente, el consumo de este grano se asocia en gran medida a la lluvia, si llueve se consume más, sin embargo, para el caso del elote del espacio de estudio, se cosecha un poco antes de la temporada de lluvias, no obstante, como la oferta es limitada su precio en este periodo es mayor, aquí, el 28.6% de la entrevistados comenzaron a venderlo en mayo, y ello responde a hay menor competencia. Cabe mencionar que las subastas comienzan a las 10 pm y terminan a las 2 de la madrugada del otro día, si la venta no es rápida y no hubo contratiempos. Dicha central de abastos provee a otros mercados menores como el de Topilejo, ubicado a solo 20 minutos de Iztapalapa, es un mercado importante ya que tiene una gran tradición cultural en torno al cacahuacintle, incluso tienen una feria dedicada a este y otros productos. Buena parte de los comerciantes venden este grano en este punto de manera estratégica aprovechando su cercanía a la autopista a Cuernavaca, además, de que surten a otros consumidores de Morelos y a la población local.

Un poco más cerca de las zonas de producción está los mercados de la central de abastos de Toluca y Tenango del Valle (Figura 5), ambos comercializan cantidades menores. Pero están más cerca de la zona de producción temporal, pero su precio es menor que en los dos mercados anteriores, debido a que la producción se realiza bajo condiciones de temporal y por consiguiente su oferta es abundante. En Tenango, algunos de los comercializadores cuentan con cámaras frigoríficas lo que les permite comprar elote a bajo precio y almacenarlo, permitiéndole venderlo cuando se escasea (octubre-noviembre) a un precio elevado.

Figura 11 principales mercados y zonas de producción de cacahuacintle



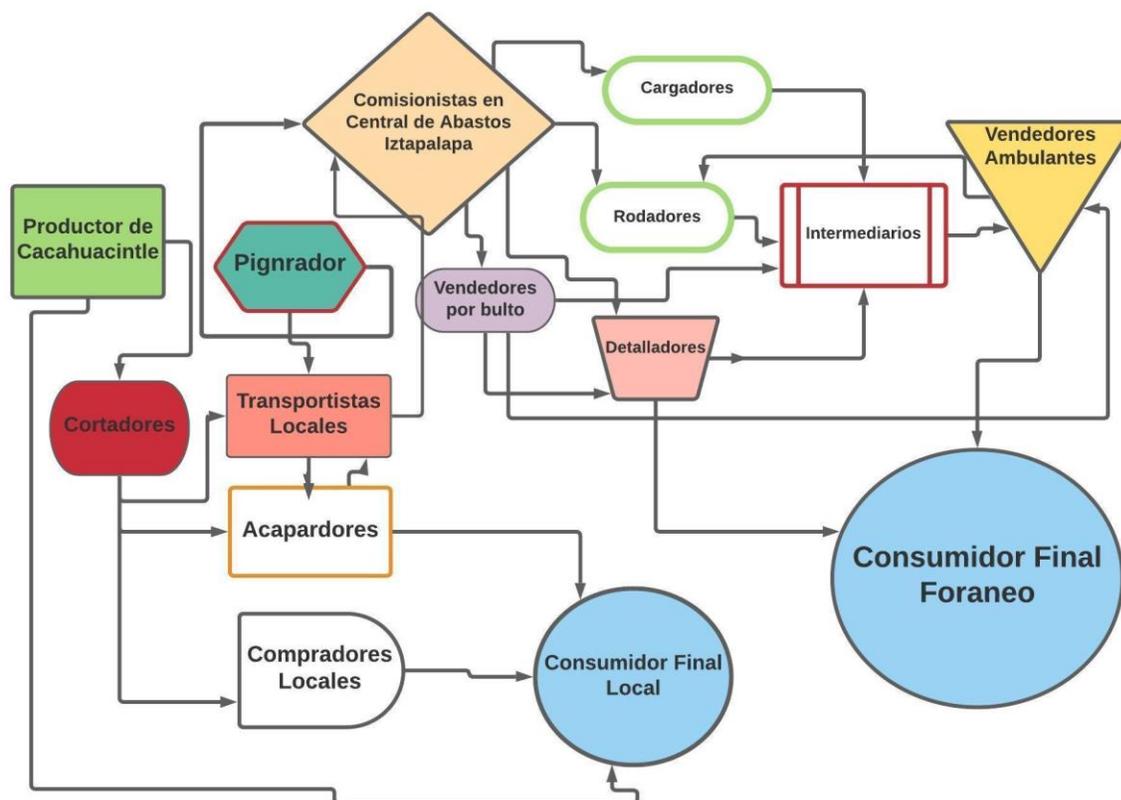
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2021.

El elote cacahuacintle que es producido en temporal, se comercializa tanto en los mercados de Tenango como central de abastos de Toluca e Iztapalapa. En cambio, el elote producido en riego, en su mayoría es comercializado en la central de abastos de Iztapalapa, pero es comprado en el lugar donde se produce por los comisionistas. Es importante destacar que debido a la ventaja competitiva (época de cosecha), es decir, que cuando este elote se cosecha a finales de abril y principios de mayo, en las regiones productoras de temporal las milpas de este grano se están desarrollando, tienen un atraso de dos, tres o hasta cuatro meses por la falta de disponibilidad de agua. Es por lo que el elote bajo condiciones de riego no tiene competencia y por ello, su precio es superior y obtienen una buena ganancia sus productores.

Cabe destacar que el mercado de San Miguel Topilejo está más aislado y consume elote principalmente de la central de abastos de Iztapalapa y no tiene mucho contacto con las zonas productoras de riego del estado de México, debido a la distancia que hay que recorrer, ya que es más fácil llegar en 20 minutos a esta central de abasto que recorrer 4 horas hasta las áreas de riego. El acto de comprar este producto con intermediarios y no con productores, hace que se eleve mucho su precio, por lo que un elote en Topilejo

es más caro y puede duplicar el precio de la central de abastos. En el proceso de comercialización, se identificaron los siguientes actores: 1) “comisionista”, 2) “acaparador o corredor” 3) “pignorador”, 4) “distribuidor mayorista”, 5) “distribuidor minorista”, 6) “detallador, vendedor ambulante”.

Figura 12 Diagrama de flujo de la comercialización de maíz cacahuacintle



Fuente: Elaboración propia con datos de las entrevistas 2019.

El comisionista es el actor que tiene un título de propiedad otorgado por la Asociación de Comercializadores de la central de abastos en Iztapalapa, es quien le da derechos para comercializar en el área de granos y legumbres, y en el pasillo de elote de la central de abastos. Aquí, se venden distintas variedades de maíz como cacahuacintle, o el “Morelos” que es un elote híbrido y elote azul. Se le denomina comisionista, porque, al vender el elote, se adjudica el 10% del costo de venta, y regularmente se vincula directamente con los productores, cortadores, acapardores, y transportistas, en el lugar

de venta o mercado. También se asocia con vendedores, revendedores, detalladores y distribuidores, es decir, que controla la mayor parte de la cadena de producción y comercialización.

Los comisionistas tienen sus puntos de venta en la central de abastos Iztapalapa y en Toluca, lo cual concuerda con lo establecido por Arellano *et al.* (2010). Sin embargo, empieza a haber vendedores en Toluca, Cuernavaca, Querétaro y Puebla, son distintos a los comisionistas y se encargan de comprar el producto en la parcela o al comisionista. Además, se encargan de todos los arreglos hasta la reventa. Cabe destacar que, en la central de abastos sólo existen cinco comisionistas dedicados a la venta de elote cacahuacintle, los cuales, en una noche de ventas pueden mover hasta 1000 bultos de este producto. El comisionista contrata eventualmente vendedores, les paga por noche en promedio \$600. Los vendedores por bulto reciben una pequeña comisión por parte de los clientes directos para avisarles la calidad de la mercancía, los precios y hacer la venta antes de que llegue el cliente, su actividad es necesaria en la estrategia de ventas.

Pese a ser pocos los comisionistas, mantienen entre ellos una estrecha organización de carácter informal con los comerciantes, acaparadores y revendedores, ejerciendo un control importante sobre el mercado y el flujo de la mercancía y del valor monetario del producto. En ese sentido, Benecia y Quintana (2015) señalan la necesidad de readecuar los enfoques de la segmentación a las realidades de los territorios y de las producciones agrarias. Debido a que las disparidades son muy abundantes entre empleadores y empleados, tratando de reducir la brecha entre estas discrepancias.

El acaparador es quien compra el elote a los agricultores, generalmente este actor hace el trato pagando un anticipo al agricultor, para que cuando llegue el momento de la cosecha se le paga la cantidad restante. Está asociado con el comisionista y maneja a la gente encargada de la cosecha y gana un porcentaje por las ventas que asciende al 5% del total de la compra. Existen acaparadores que pueden llegar a tener en trato hasta 200 hectáreas, y cada comisionista tiene al menos algún acuerdo con algún acaparador y en cada comunidad donde se produce existe alguno. Esto es parte fundamental de la

estrategia ya que infunde confianza al agricultor, al poder reclamar su dinero en caso que no se le pague.

Por su parte, el pignorador, es un actor que se encuentra en el mercado de Tenango del Valle, este cuenta con infraestructura de cámaras de frío para guardar el elote cuando está barato y lo saca cuando escasea y su valor aumenta. Este tiene una ventaja competitiva sobre los otros debido a su infraestructura. Los distribuidores mayoristas son aquellos que compran cantidades grandes de este producto cuando está cosechado y lo revenden a minoristas en otros mercados, además, satisfacen la demanda de otros mercados como el de Topilejo. El distribuidor minorista compra poco y vende en unidades menores, como docena, mano (5 piezas) y pieza. Este actor no le da proceso y sólo revende el grano y se puede encontrar a un lado de la subasta y generalmente su actividad es en las mañanas del otro día.

En cuanto al detallador, es quien compra el elote en la subasta y lo limpia, lo pela o lo corta en granos y lo pone en bolsas y lo vende, por ello su nombre, ya que le agrega valor al producto. Está ubicado en la central de abastos y su actividad comienza al otro día, este atiende a clientes que quieren una cantidad pequeña para consumo inmediato. El vendedor ambulante, le agrega valor al elote al prepararlo para comer en forma de esquite o como elote hervido y es el actor que tiene contacto directo con el consumidor final.

Se puede decir que la demanda de este producto está en auge, y que, en dicho mercado, existen actores que tienen una interacción amplia en torno al cacahuacintle. En el proceso existe una alianza con los cortadores que son trabajadores temporales principalmente del municipio de Ajalpan, Puebla, aquí el comisionista va con ellos, a donde está el producto y el gasto que eroguen se le descuenta junto con la venta a comisión y el flete al agricultor. El cortador realiza una labor importante, sin embargo, Moreno (2015) menciona que por lo regular esta labor está desvalorizada, y son trabajos eventuales y precarios. En general, se requieren ocho cortadores para cosechar una hectárea, el costo de corte por bulto va de 30 a 40 pesos, esto responde a que el

comisionista los emplea varios meses. Los agricultores que tienen una hectárea el comisionista les cobran más caro. Además, el agricultor debe brindar la comida que asciende a \$600 por día.

La cosecha es transportada por transportistas locales que están asociados al comisionista, se paga 5 pesos por bulto adicional al flete, y su costo también depende de la capacidad de carga del vehículo de transporte, una camioneta de tres toneladas cobra entre 2500 a 3500 pesos y transporta 50 bultos. En cambio, un camión “rabón” devenga 4500 a 5000 pesos, y acarrea de 100 a 130 bultos, finalmente un “Torton”, cobra \$ 6000 puede transportar un máximo de 250 bultos. Los transportistas, aparte de tener convenios con los acaparadores, tienen una asociación directa con la Confederación Nacional de Transportistas, así las cuotas son aplicadas de manera general en la región. No obstante, hay transportistas que son foráneos que tienen costos más bajos para este tipo de trabajos.

Las personas que descargan los bultos de elote del camión al suelo, se les conoce como “rodadores”, estos actores son empleados eventuales y se les paga siete pesos por unidad descargada. Las ventas, las efectúa tanto el comisionista como sus familiares y otros empleados a los cuales se les paga por noche, en el mismo mercado hay “cargantes” y “diablos”, son personas que acarrear el bulto de elote hasta donde se encuentre el vehículo del comprador. La diferencia es el modo de carga, los diablos como lo indica su nombre lo hacen con diablo, y los cargantes en la espalda, el pago para estos actores es de 10 pesos/bulto.

El costo promedio de llevar un camión con 100 bultos a la central de abastos es de 6,400 pesos, en donde se incluyen los siguientes conceptos: corte (\$35); flete (\$45), rodada (\$7), hilo (\$7). El precio de venta promedio es de \$800, el rendimiento promedio de una hectárea es de 110 bultos, de los cuales alrededor de 10 son bultos de elote pequeño cuyo costo en general es de 500 pesos. Y finalmente a estos conceptos se le agrega la comisión que es del 10% de la venta total, cabe destacar que todos los conceptos son absorbidos por el productor y generalmente el pago al productor con el descuento de los

conceptos es un día después de la venta. Es necesario mencionar que, en el terreno se paga de 40 a 60 mil pesos la hectárea dependiendo del precio del mercado. Por lo que muchos agricultores prefieren llevar su producto a la subasta, no obstante, algunos prefieren el dinero seguro, sin más, trabajo.

En un escenario beneficioso y sin contratiempos meteorológicos una agricultora puede obtener una ganancia de hasta 80 mil pesos por ha. Si alcanza sortear todos los riesgos que conlleva la agricultura, en esta investigación la ganancia promedio para un agricultor bajo este régimen fue de 47 mil pesos. Por otra parte, la mayor concentración del capital de este grano pertenece a los comisionistas que son los que mueven la mayor parte de la mercancía de esta región de riego y le siguen los transportistas y subsecuentemente los acaparadores.

4.8 Conclusiones

Se logró documentar, de manera amplia las relaciones entre los productores y comercializadores y los territorios, asimismo la estrategia para producir y comercializar este grano, con información de campo tanto de la parte productiva como de la parte de comercialización. La producción no está localizada simplemente en torno a la producción, ya que los mercados para este producto se encuentran lejos de donde es producido. Las distintas relaciones e interacciones de los actores con el territorio en torno a este grano son de carácter colectivo y dinámico, producto de la diversidad de actores y un bagaje cultural muy amplio en torno al maíz.

La falta de organización y vinculación hace que actores como son los vendedores acaparadores y comisionistas tienen gran injerencia en el proceso de comercialización lo cual resulta en ganancias menores para los campesinos. Por lo cual, se recomienda que se incentive de manera urgente la organización lo cual ayudará no solo a aumentar las ganancias, sino también a la protección de esta especie de maíz y su mejor aprovechamiento y producción.

Se está frente a la gran oportunidad de aprovechar las capacidades productivas y organizativas de los productores, así como, de un producto único en su especie con un fuerte componente patrimonial que ha caracterizado como un elemento importante en la forma de vida de los territorios donde se produce y comercializa.

La disminución de las desigualdades entre comercializadores y productores se puede dar incentivando la organización entre los productores y la distribución de este grano no sólo a los mercados principales sino a otros sitios de consumo en las ciudades centrales de México.

4.9 Bibliografía

- Alberti, G., y Mayer, E. (2015). Reciprocidad e intercambio en los andes peruanos. In Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis (Vol. 53, Issue). <http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12>
- Appendini, K. (2013). El TLCAN y el maíz: una reflexión a 20 años. *La Jornada Del Campo*, 74. <https://www.jornada.com.mx/2013/11/16/cam-maiz.html>.
- Arellano, V.J.L., Gámez, V.AJ. y Ávila, P.A. (2010). Agronomic potential of Cacahuacintle maize landraces at Toluca Valley. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(4): 37-41.
- Azaïs, C. (2001). Dinámica territorial, localización y sistemas productivos locales: Algunas indicaciones Teóricas. In C. Alba, B. Llán, & H. Rivière (Eds.), *Las regiones ante la globalización: competitividad territorial y recomposición sociopolítica* (pp. 561–590). México, El Colegio de México/Centro de estudios internacionales. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers14-06/010015583.pdd
- Ballesteros, E. (2012). Neoliberalismo y seguridad alimentaria. *Tareas*, 140, 21–33.
- Barkin, D. (2002). El maíz: la persistencia de una cultura en México. *Cahiers Des Amériques Latines*, Online rev(40), 19–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.4000/cal.6810>
- Barrera-Bassols, N., Astier, M., Orozco, Q., y Boege Schmidt, E. (2009). Saberes locales y defensa de la agrobiodiversidad: maíces nativos vs. Maíces transgénicos en México. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 107, 77–91. [https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Analisis/nov-dic 2009/saberes locales](https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Analisis/nov-dic%202009/saberes%20locales)

y defensa de la agrobiodiversidad.

- Benko, G., y Lipietz, Alain. (1994). Las regiones que ganan: distritos y redes. los nuevos paradigmas de la geografía económica (Primera Ed). Ediciones Alfons El Magnanim.
https://books.google.com.mx/books/about/Las_regiones_que_ganan.html?id=yMDbPAAACAAJ&redir_esc=y
- Bernard, P., & B., P. (1996). Processus cognitifs et construction des territoires économiques (pp. 209–226).
- Bobadilla, G. J. (2017). Estudio preliminar para determinar variabilidad fenotípica y tamaño de muestra en terrenos de productores de maíz cacahuazintle para la producción de elote [Universidad Autónoma Del Estado De México].
<https://doi.org/https://core.ac.uk/download/pdf/154795921.pdf>
- Bocco, A., Garat, J. J., y Velarde, I. (2013). Sistemas agroalimentarios localizados y agriculturas familiares. Revista de La Facultad de Agronomía, 112(112), 1–8.
- Bonifacio, V. E. I., Salinas, M.Y., Ramos, R.A. y Carrillo, O.A. (2005). Quality for pozole preparation in accessions of the cacahuacintle maize. Revista Fitotecnia Mexicana, 28(3): 253-260.
- Boucher, F., & González Reyes, J. A. (2011). Guía Metodológica para la activación de sistemas agroalimentarios Localizados (SIAL) (1st ed.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Brenner, L. (2010). Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. Doctor, 2(55), 283–310.
- Bryant, R. L. (1997). Beyond the impasse: The power of political ecology in Third World environmental research. Area, 29(1), 5–19. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.1997.tb00003.x>
- Buckler, E. S. y Stevens, N. M. (2005). Maize origins, domestication, and selection. En: Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops. Motley, T. J. Zerega, H. y Cross, N. (Eds.). Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops. Columbia University Press. New York. pp. 67-90.
- Camacho, J. H., Escoto, F., Rangel, M. I., & Vargas, A. (2017). Clúster y SIAL, enfoques divergentes en estudios del desarrollo territorial. Interciencia, 42(1), 51–57.
- Capecchi, V. (1987). Formation professionnelle et petite entrepriseartí: le développement industriel à spécialisation flexible en Emilie-Romagne. Revue Formation et Emploi, 19, 3–18.

- Carrillo, C. (2009). El origen del maíz. *Naturaleza y cultura en Mesoamérica*. Ciencias, 92–93(092), 4–13.
- CEPAL (2020). Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe: Impactos y oportunidades en la producción de alimentos frescos. Boletín N.11. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45897/1/cb0501_es.pdf
- Claude, C. (2001). Les Systèmes Productifs Localisés: de la définition au modèle, in DATTAR. Réseaux d'entreprises et Territoires. Regards sur les Systèmes Productifs Locaux (pp. 17–62).
- Claude, C. (2004). Les Systèmes Productifs Localisés. Un bilan sur la littérature. *Economie Rurale*, 279, 284, 27–40.
- CONABIO. (2018). Maíz Cacahuacintle. <https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/grupos/cacahuacintle.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (CONABIO) (2011). Base de datos del proyecto global: “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la biodiversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”. México, D. F. <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html>
- Consejo nacional de la evaluación de la política de desarrollo social “CONEVAL 2020”, Medición de la pobreza, Índice de rezago social, Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_20_20_anexos.aspx.
- Echeverría, M. E., Arroyo, L.E. (2000) Recetario del Maíz. *Cocina Indígena y Popular*. Consejo Nacional para las Culturas y las Artes (CONACULTA). D.F., México. p. 441.
- FAOSTAT. (2020). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Estadísticas. Importaciones y Exportaciones de Maíz En México de 1980-2018. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP>
- Fernández, R., Morales, L., y Gálvez, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(3-A), 275–283.
- Fernández, S.R., Morales, C.L.A. y Gálvez, M.A. (2013). Importance of Mexican maize landraces in the national diet. An essential review. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(3-A): 275-283.
- Fourmier, S., y Muchnik, J. (2012). Indicaciones Geográficas y el Caso del Café en

- Veracruz. *Agroalimentaria*, 18(34), 105–121.
- Garrido Alarcón, E. (2013). Pensar el espacio, habitar el espacio. *Ángulo Recto. Revista de Estudios Sobre La Ciudad Como Espacio Plural*, 5(2), 163–165. <https://doi.org/10.5209/ANRE.43809>
- Giacomo, B. (1979). Dal settore industriale al distretto industriale. Alcune considerazioni sull'unità di indagine dell'economia industriale. *Rivista Di Economia e Poltica Industriale*, 5(1).
- González, A. (2009). Desgranando una mazorca. Orígenes y etnografía de los maíces nativos. In “El maíz como producto cultural desde los tiempos antiguos” (Vol. 52, p. 216 p.).
- González, H. A., Sahagún, J., de J Pérez, C.D., L, Domínguez, L. A., Serrato, C.R., Landeros, F.V., Dorantes, C.E. (2006) Diversidad fenotípica de maíz Cacahuacintle en el Valle de Toluca. México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29: 255-261.
- Gorenstein, S. (2006). Transformaciones territoriales contemporáneas. *EURE*, 26(2), 5–26. http://www.me.gov.ar/curriform/publica/gurevich_territorios.pdf
- Grass Ramírez, J. F., Cervantes Escoto, Fernando Altamirano Cárdenas, J. R. (2013). Estrategias para el rescate y valorización del queso tenate de Tlaxco. Un análisis desde el enfoque de los sistemas agroalimentarios Localizados. *Culturales*, 1(2), 9–54.
- Grass, J., Cervantes, F., Palacios, M. I. (2016). Elementos metodológicos para el fortalecimiento del enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (SIAL). *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13 (Enero-Marzo), 63–85.
- Grass-Ramírez, J., Cervantes-Escoto, F., Palacios-Rangel, M. (2016). Elementos metodológicos para el fortalecimiento del enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (SIAL). *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13(1).
- Hellin, J., & Keleman, A. (2013). Las Variedades Criollas del Maíz, los mercados especializados y las estrategias de vida de los productores. *Leisa Revista de Agroecología*, 29(2), 7–9.
- Hellin, J., Keleman, A., López, D., Donnet, L. y Flores, D. (2013). The importance of niche markets. A case study of blue and pozole-making maize in Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(6): 315-328.
- Hernández, G. C.A., Salinas, M.Y., López, P.A., Santacruz, V.A., Castillo, G.F. y Corona, T.T. (2014). Quality for pozole in Cacahuacintle maize populations from High Valleys of Puebla, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(4); 703-

716.

- IICA e INCA Rural. (2011). Unidad Técnica Especializada de Desarrollo Territorial IICA. Manual Metodológico (UTE-EDT (ed.); 1 era).
- Jácome, G. (2016). El maíz: planta portentosa. *Iberóforum*, 3(5), 1–17. https://www.researchgate.net/publication/290169029_El_maiz_planta_portentosa
- Keleman, A., y Hellin, J. (2009). Specialty Maize Varieties in Mexico: A Case Study in Market-Driven Agro-Biodiversity Conservation. *Journal of Latin American Geography*, 8(2), 147-174. Retrieved February 8, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/25765266>
- Kuleshov, N. N. (1981). Maíces de México, Guatemala, Cuba, Panamá y Colombia. En: *Las Plantas Cultivadas de México, Guatemala y Colombia*. S. M. Bukasov (ed). Trad. al español por J. León, de la trad. inglesa de M. H. Byleveld. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp:40-53.
- López, J., Castañeda, T., y González, J. G. (2016). Nueva Ruralidad y Dinámicas de Proximidad en el Desarrollo Territorial de Sistemas Agroalimentarios Localizados *New Rurality and Dynamics of Proximity in the Territorial Development of Localized Agri-food Systems*. *Estudios Rurales*, 5(10), 1–25.
- MacRobert, J., Setimela, P., Gethi, J., Regasa, M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 547. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Magdaleno-Hernández, E., Mejía-Contreras, A., Martínez-Saldaña, T., Jiménez-Velázquez, M. A., Sánchez-Escudero, J., y García-Cué, J. L. (2016). Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13(3), 437. <https://doi.org/10.22231/asyd.v13i3.405>
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, J. M. M., Sánchez, G., Buckler, E. y Doebley, J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 99(9):6080-6084.
- Martín, V., & Casares, J. (2012). La mano visible en los mercados mayoristas. Enlaces y objetivos de Política Económica. *ICE Revista de Economía*, 868, 133–152. http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_868_133-5__35EBEBF861B29DC4E097A471D22D7983.pdf
- Mera-Ovando L.M. y Mapes-Sánchez, C. (2009). El maíz. Aspectos biológicos. En:

- Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. Kato, T.A., Mapes, C., M Mera, L., Serratos, J.A., Bye, R.A. (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. D.F., México. pp:19-32.
- Mijangos-Cortés J. O., T. Corona-Torres, T., Espinosa-Victoria, D., Muñoz-Orozco, A., Romero-Peñaloza, J. y Santacruz-Varela, A. (2007). Differentiation among maize (*Zea mays* L.) landraces from the Tarasca Mountain Chain, Mexico and the Chalqueño complex. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54:309-325.
- Miranda, C. S. (2000). Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura Técnica en México*. 26(1):3-15.
- Moncayo, E. (2001). Evolución de paradigmas y modelos interpretativos del desarrollo territorial. En Publicaciones CEPAL, Serie de Gestión Pública (Vol. 13).
- Moreno, M. S. (2015). “Gente humilde, gente trabajadora”. Identificaciones étnico-nacionales de los bolivianos en el mercado laboral agrícola de Mendoza. In *Bolivianos y bolivianas en la vida cotidiana cordobesa. Trabajo, derechos e identidad en contextos migratorios*. Córdoba, (Issue April). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2242.8568>.
- Moreno, M. (2019). Agronegocios y tensiones en el territorio pampeano argentino: un análisis desde las relaciones sociales en la producción agropecuaria. *Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 16, 11–29. <https://doi.org/10.17141/eutopia.16.2019.4098>
- Muchnik, J. (2009). Localised Agrifood Systems : concept development and diversity of situations. In *Annual Meetings of the Agriculture, Food, and Human Values Society and the Association for the Study of Food and Society* (Issue iv, p. 31).
- Muñoz, O. A. (2003). Centli maíz. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Estado de México. p. 211.
- National Research Council (NRC). (1988). Quality-Protein Maize: Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation Board on Science and Technology for International Development National Research Council, in Cooperation With the Board on Agriculture National Research Co. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18563>.
- Nuss, E. T., y Tanumihardjo, S. A. (2010). Maize: A Paramount Staple Crop in the Context of Global Nutrition. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(4), 417-436. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00117.x
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). (2020).

- Datos de producción de maíz en el mundo. FAOSTAT.
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). (2014).
Datos de producción de maíz en el mundo. Argumentos.
- Ortega-Paczka, R. (2003). La diversidad del maíz en México. En: Sin Maíz No Hay País.
Esteva, G. y Marielle, C. (eds). Culturas Populares de México. D.F., México. pp.
123-154.
- Otero. (2013). El régimen alimentario neoliberal y su crisis: Estado, agroempresas
multinacionales y biotecnología Antípoda. Antípoda Revista de Antropología y
Arqueología, (17), 49–78.
- Programa de las naciones unidas para el desarrollo, PNUD 2015. Informe de Desarrollo
Humano Municipal 2010-2015. Transformando México desde lo local. Disponible
en: [https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/informe-de-
desarrollo-humano-municipal-2010-2015--transformando-.html](https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/informe-de-desarrollo-humano-municipal-2010-2015--transformando-.html).
- Pohl, M. E. D.; Piperno, D. R.; Pope K. O. y Jones, J. G. (2007). Microfossil evidence for
pre-Columbian maize dispersals in the neotropics from San Andrés, Tabasco,
Mexico. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of
America, 104(16):6870-6875.
- Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. In Harvard Business
Review.
- Prescott-Allen, R. y Prescott-Allen, C. (1990) How many plants feed the world?
Conservation Biology, 4(4):365–374. doi:10.1111/j.1523-1739.1990.tb00310.x
- Quintar, A., & Gatto, F. (1992). Distritos Industriales Italianos: Experiencias y aportes
para el desarrollo de políticas industriales locales. (1era ed., Vol. 29). CEPAL.
<https://doi.org/900002350>
- Reyes González, J. A., & Boucher, F. (2016). El enfoque SIAL como catalizador de la
acción colectiva : casos territoriales en América. Estudios Sociales, 47, 13–37.
- Rodríguez Chaurnet, D. (1980). EL SISTEMA ALIMENTARIO MEXICANO. Problemas
Del Desarrollo, 11(41), 161–172. <http://www.jstor.org/stable/43906628>
- Rosales Ortega, R. (2010). Aprendizaje colectivo, redes sociales e instituciones: Hacia
una nueva Geografía Económica. In Aprendizaje colectivo. redes sociales e
institucionales: hacia una nueva geografía económica (pp. 123–142).
- Sánz, J. (2016). Local Agro-Food Systems in America and Europe . Territorial anchorage
and local governance of identity-based foods. Culture & History Digital Journal,

5(June), 1–3.

Sanz-Cañada, J. (2010). La Jornada del Campo. Los Sistemas Agroalimentarios Locales: Calidad, Territorio y Acción Colectiva, 29. <https://www.jornada.com.mx/2010/02/13/sistemas.html>

Sanz-Cañada, J. (2016). Local agro-food systems in America and Europe. Territorial anchorage and local governance of identity-based foods. *Culture and History Digital Journal*, 5(1), 1–3.

Sarmiento, S., & Calderón, A. E. (2010). “El maíz cacahuacintle y el régimen de protección especial del maíz. Estudio de caso: Santa María Nativitas, municipio de Calimaya, Estado de México. *Universidad Autónoma Metropolitana* p. 204.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2020). Balanza comercial total de mercancías de México. Consultado el 06 de febrero de 2021. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/documentos/balanza-comercial-total-de-mercancias-de-mexico-256137?idiom=es>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2009). Anuario agropecuario, 1980-2008. SAGARPA. México, D. F. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=287&Itemid=430.

SIAP (2004). Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Primera Publicación de Datos de Maíz Cacahuacintle. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SIAP (2019). Producción nacional de maíz grano. Anuario Estadístico de La Producción Desde 1980-2019. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2017). Cierre de la Producción Agrícola de Cacahuacintle . <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Solís Olguín, F. (1998). *La cultura del maíz (Primera)*. Editorial Clio.

Tolentino Martínez, J. M. (2013). La producción de arroz del estado de Morelos : una aproximación desde el enfoque SIAL The rice production of the state of Morelos. *Estudios Sociales Revista De Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 44, 39–44.

Torres Salcido, J., & Cornejo Oviedo, F. (2018). Estudios Sociales. *Estudios Sociales Revista De Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 28(51), 1–24.

Torres, G. (2013). Sistemas agroalimentarios localizados. Innovación y debates desde América Latina. *Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis*, 10(2), 68–94. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/31645>

- Torres-Salcido, G. E. A. (2015). Agricultura y Sistema Agroalimentario Localizado. Políticas Locales para la Producción de Cuitlacoche. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12, 199–218.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360540278005%5Cn>
- Turrent-Fernández, A., T, A, Wise,, Garvey, E. (2012) Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. *Mexican Rural Development*, 24:1-36.
- USDA. Foreign Agricultural Service. (2020). International Agricultural Trade Report. Prospects for U.S. Corn in Latin America. United States Department of Agriculture. Disponible en <https://www.fas.usda.gov/sites/default/files/2020-10/iatr-us-corn-to-latin-america-oct2020-final.pdf>
- Vázquez, J. L. A., Vázquez, A. J. G., Perches, M. A. Á. (2010). Potencial agronómico de variedades criollas de maíz Cacahuacintle en el Valle de Toluca. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(4), 37–41.
https://doi.org/http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802010000500009&script=sci_abstract&tlng=en
- Vidal, I. (2011). El Principio de Valor Compartido. *Foment Del Treball Nacional*, 2134(3),30-33.
http://brd.unid.edu.mx/recursos/Maestria/Admin_Neg/Titulacion/El_principio_de_valor_compartido.pdf.
- Welhausen, E. J., Roberts, M. L. & Hernández, E. (1951). *Razas de maíz en México Su origen, características y distribución*. Programa de Agricultura Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México DF y Fundación Rockefeller.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. Existe potencial para poder expandir el cultivo del maíz cacahuacintle en regiones de temporal, que se encuentra al centro del país principalmente, sobre las sierras.
2. Las mejores condiciones fueron encontradas en Jalisco.
3. El potencial del cacahuacintle está asociado a regiones con climas abundantes y con suelos agrícolas fértiles.
4. La tecnología es inapropiada ya que no hay un referente con bases científicas para este cultivo en este sistema.
5. Las distintas relaciones e interacciones de los actores con el territorio en torno a este grano son de carácter colectivo y dinámico, producto de la diversidad de actores y un bagaje cultural muy amplio en torno al maíz, sin embargo; el control del mercado está concentrado.
6. Estudios específicos para dar recomendaciones adecuadas para la tecnología a utilizar para este tipo de grano.
7. La tecnología es inapropiada ya que no hay un referente con bases científicas para este cultivo en este sistema.
8. Enfocar la producción en áreas donde el ingreso por maíz es menor.