



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO DE AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE  
PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL EJIDO LOS  
ALTOS MUNICIPIO DE AYAHUALULCO,  
VERACRUZ**

MARÍA SUSANA GARCÍA HERNÁNDEZ

T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2023



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

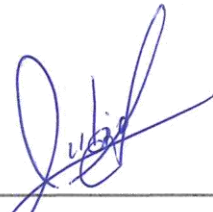
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN EL EJIDO LOS ALTOS, MUNICIPIO DE AYAHUALULCO, VERACRUZ**, realizada por la estudiante: **María Susana García Hernández**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

## CONSEJO PARTICULAR

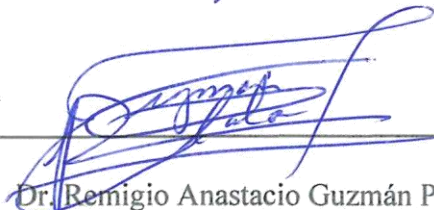
CONSEJERO



---

Dr. Julio Sánchez Escudero

ASESOR



---

Dr. Remigio Anastacio Guzmán Plazola

ASESOR



---

Dr. Gerardo Sergio Benedicto Valdés

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, Febrero de 2023

# ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN EL EJIDO LOS ALTOS, MUNICIPIO DE AYAHUALULCO, VERACRUZ.

María Susana García Hernández, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2023

## RESUMEN

*Solanum tuberosum* es uno de los cultivos más importante en el mundo; sin embargo, en ciertas comunidades de México, donde se aplica el manejo convencional, se tiene una disminución en rendimiento del cultivo y pérdida de los recursos biológicos debido al manejo. Una hipótesis para tratar de explicar esto son las formas y prácticas de producción de la papa en el ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco y los diversos factores sociodemográficos, agronómicos, de conocimientos y saberes tradicionales y comercialización que pueden ser una herramienta para elaborar una propuesta de producción alternativa. Los objetivos de este trabajo fueron: conocer la forma de producción de la localidad y las prácticas de los productores en el cultivo de la papa, identificar los factores que influyen en la rentabilidad del cultivo en la zona, analizar las características químicas y físicas de muestras de tierra negra y amarilla y aportar propuestas de manejo alternativo para la producción de papa, en el ejido. El trabajo de investigación se desarrolló mediante un recorrido de campo en la época de siembra, con prácticas de laboratorio y la realización de una entrevista a la familia del Sr. Humberto Chávez en producción orgánica en cultivo de papa. Se identificaron cuatro grupos de productores, en cada una de las cuatro dimensiones de análisis utilizadas, donde las variables que los caracterizaron fueron: la edad, escolaridad, experiencias en el cultivo, número de hectáreas que siembran, costos de una renta por hectárea, calidad de suelos, retención de humedad e infiltración, tipo de agroquímicos que usan, tipo de semilla, entre otras. Se identificaron los tipos de tierras más comunes como andosol ócrico (tierra amarilla) y húmico (tierra negra), por lo que, se manifestó para andosol ócrico un cierto grado de degradación, mientras que para húmico se mantiene en grado de estabilidad. En relación con la visita del Sr. Humberto Chávez en la producción orgánica en cultivo de papa de manera teórico-práctico este representa las formas de alternativas que contribuyan a la sustentabilidad de la papa y en este sentido se destaca la adopción de los principios de la agroecología por lo que a través de talleres participativos se podría brindar la experiencia a los productores interesados. La producción de papa es un factor y eje central para la comunidad; por lo tanto, se observan diversos factores que limitan la rentabilidad del cultivo y con ello las carencias que enfrentan los productores paperos, tales como la potencialidad de la erosión del suelo, el uso inadecuado de agroquímicos, falta de consistencia en la rentabilidad del cultivo así como fraudes por intermediarios en la comercialización de su producción; sin embargo, también están presentes prácticas y conocimientos tradicionales, a partir de las cuales se proponen alternativas agroecológicas para fortalecerlas hacia una mejora en sus sistemas de producción a corto y mediano plazo.

**Palabras claves:** análisis agroecológico, sistemas de producción, papa, sustentable, alternativas de producción.

**ANÁLISIS ANALYSIS OF THE PRODUCTION SYSTEM OF POTATO (*Solanum tuberosum* L) IN THE EJIDO LOS ALTOS, MUNICIPALITY OF AYAHUALULCO, VERACRUZ.**

María Susana García Hernández, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2023

**ABSTRACT**

*Solanum tuberosum* is one of the most important crops in the world; however, in certain communities in Mexico, where conventional management is applied, there is a decrease in crop yield and loss of biological resources due to management. A hypothesis to try to explain this is the forms and practices of potato production in the ejido Los Altos, Municipality of Ayahualulco and the various sociodemographic, agronomic, knowledge and traditional knowledge and marketing factors that can be a tool to develop a proposal. alternative production. The objectives of this work were: to know the form of production of the locality and the practices of the producers in the cultivation of potatoes, to identify the factors that influence the profitability of the crop in the area, to analyze the chemical, physical and biological characteristics. of samples of black and yellow soils and provide alternative management proposals for potato production in the ejido. The research work was carried out through a field trip at planting time, with laboratory practices and an interview with the family of Humberto Chávez in organic production in potato cultivation. Four groups of producers were identified, in each one of the four dimensions of analysis used, where the variables that characterized them were: age, schooling, experiences in cultivation, number of hectares they sow, cost of rent per hectare, quality soil, moisture retention and infiltration, type of agrochemicals used, type of seed, among others. The most common types of soils were identified as ochric andosol (yellow earth) and humic (black earth), therefore, a certain degree of degradation was manifested for ochric andosol, while for humic it remained stable. In relation to the visit to Humberto Chávez in the organic production in potato cultivation in a theoretical-practical way, this represents the forms of alternatives that contribute to the sustainability of the potato and in this sense the adoption of the principles of agroecology by which through participatory workshops could provide the experience to interested producers. Potato production is a central factor and axis for the community; however, there are various factors that limit the profitability of the crop and with it the deficiencies faced by potato producers, such as the potential for soil erosion, the inappropriate use of agrochemicals, lack of consistency in the profitability of the crop as well as fraud by intermediaries in the commercialization of their production; however, traditional practices and knowledge are also present, from which agroecological alternatives are proposed to strengthen them towards an improvement in their production systems in the short and medium term.

**Keywords:** agroecological analysis, production systems, potato, sustainable, production alternatives.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca completa para realizar mis estudios de maestría.

Al **Colegio de Postgraduados**, por la oportunidad que se me ofreció para continuar con mi formación profesional y realizar mis estudios de maestría.

Al **Campus Montecillo** y al **Posgrado de Agroecología y Sustentabilidad**, por brindarme todos los recursos y las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de investigación.

Al **Área de Génesis**, por brindarme su confianza y respeto al aceptarme como un estudiante más del área y por el espacio que me asignaron para seguir trabajando en la redacción de mi tesis y que esto contribuyera a mi formación académica.

Al **Dr. Julio Sánchez Escudero**, por ser mi consejero y ayudarme con la revisión del manuscrito.

Al **Dr. Remigio A Guzmán Plazola**, por ser parte de mi consejo. Por su apoyo en la revisión de la redacción de mi trabajo de investigación, además de resolver mis dudas, por su paciencia, guía en el trabajo estadístico.

Al **Dr. Sergio G. Benedicto Valdés**, por ser parte de mi consejo y por su apoyo en el trabajo.

Al **M.C. Patricio Sánchez Guzmán**, por ser mi sinodal. Por su apoyo en la revisión de la redacción de mi trabajo en el apartado de suelos y por guía en el análisis.

A mis **Familia**, por su apoyo incondicional en todo momento por darme la confianza de seguir preparándome profesionalmente mientras ellos cuidaban de mi hijo.

A mis amigas (os) **Montserrat, Gabriel, Erendia, Tania, Orlando, Ángel** y **Celia**, gracias por el apoyo durante mi estancia en colegio, estoy feliz de haber coincidido con ustedes en esta vida.

A mi hermana que me ayudaron a cuidar a mi hijo: **Silvia**

Al pueblo de México...

**¡Muchas gracias!**

## DEDICATORIA

A mi papa **Gerónimo García Morales** y a mi mama **Silvia Hernández Pedraza** por el amor y apoyo incondicional y por estar siempre atento de mí y mi hijo.

A mi pequeño hijo **Ian Yamir Vázquez García** por ser mi mayor motivación.

A todos mis **Hermanas** y **Hermanos** por apoyo incondicional.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	<b>4</b>
2.1 Objetivo General .....	4
2.1.2 Objetivos Específicos .....	4
2.2. Hipótesis General .....	4
2.2.1 Hipótesis Especifica .....	4
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
3.1 Cultivo de papa .....	5
3.2 Importancia de la producción de papa en México.....	5
3.3 Producción de papa en la región de Perote Veracruz.....	6
3.4 La agricultura convencional y sus consecuencias .....	7
3.5 La agroecología y sus agroecosistemas.....	8
3.5.1 Importancia y calidad del suelo en los agroecosistemas .....	10
3.6 Sustentabilidad en los sistemas de producción agrícolas.....	11
3.8 Andosol ócrico y húmico .....	13
3.8.1 Características físicas y químicas de un andosol.....	13
3.9 Alternativas de formas y prácticas de producción en cultivo de papa .....	15
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
4.1 Zona de estudio .....	17
4.2 Aplicación de cuestionario .....	18
4.2.1 Tamaño de muestra.....	18
4.2.2 Análisis de datos .....	19
4.3 Muestreo de suelos .....	19
4.3.1 Proceso de muestras en laboratorio .....	19

4.3.2	Análisis de datos.....	20
4.4	Experiencia de trabajo en el cultivo de papa agroecológica .....	20
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
5.1	Análisis sociodemográfico, agronómico, de conocimientos tradicionales y de comercialización. ....	21
5.1.1	Sociodemográfico.....	21
5.1.2	Agronómico.....	27
5.1.3	Conocimiento tradicional .....	35
5.1.4	Comercialización.....	40
5.2.	Descripción de propiedades físicas y químicas de suelos evaluados .....	44
5.2.1	Físicas.....	44
5.2.2	Químicas.....	46
<b>6.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
6.1	Encuestas.....	47
6.2	Análisis de andosol ócrico y húmico .....	51
6.3	Experiencia de trabajo en la producción de papa agroecológica .....	52
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA “FORMAS Y PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE PAPA” .....</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>74</b>



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Resumen descriptivo de las variables sociodemográficas ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	23
<b>Cuadro 2.</b> Pruebas de chi-cuadrada de variables ordinales a productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	25
<b>Cuadro 3.</b> Resumen descriptivo de las variables agronómicas ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	28
<b>Cuadro 4.</b> Prueba de chi-cuadrada en el análisis de correspondencia entre variables ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	32
<b>Cuadro 6.</b> Resumen descriptivo de variables categóricas saberes y conocimiento tradicional a productores de papa de ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	36
<b>Cuadro 6.</b> Resumen descriptivo de las variables comercialización ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	40
<b>Cuadro 7.</b> Prueba de chi-cuadrada en el análisis de correspondencia entre variables ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	41
<b>Cuadro 8.</b> Distribución de agregados en andosol ócrico y húmico a dos profundidades, bajo manejo convencional en el cultivo de papa en ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	44
<b>Cuadro 9.</b> Características físicas de andosol ócrico y húmico a dos profundidades 0 a 15 cm y 15 a 30 cm en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	46
<b>Cuadro 10.</b> Características químicas de andosol ócrico y húmico a dos profundidades 0 a 15 cm y 15 a 30 cm en ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización del área de estudio en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	18
<b>Figura 2.</b> Diferentes prácticas agroecológicas en el cultivo de papa en la comunidad de los Pescados.....	21
<b>Figura 3.</b> Diagrama de dispersión, histograma de frecuencias y correlación (Spearman) entre variables sociodemográficas ordinales correspondientes a productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	23
<b>Figura 4.</b> Histogramas de variables sociodemográficas, correspondiente a productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. ....	24
<b>Figura 5.</b> Análisis de correspondencia entre la edad de los productores de papa (azul) en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz y el número de hectáreas cultivadas (rojo). ....	25
<b>Figura 6.</b> Grupos sociodemográficos de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	27
<b>Figura 7.</b> Diagramas de dispersión, histograma de frecuencias y correlaciones (Spearman) entre variables agronómicas ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	28
<b>Figura 8.</b> Histogramas de las variables agronómicas categóricas de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	31
<b>Figura 9.</b> Análisis de correspondencia entre pérdida de suelo (azul) en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz y incorporación de materia orgánica (rojo).....	32
<b>Figura 10.</b> Grupos agronómicos de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	35
<b>Figura 11.</b> Grupos de comercialización y saberes tradicionales de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	37
<b>Figura 12.</b> Diferentes prácticas que se realizan en el cultivo de papa.....	37
<b>Figura 13.</b> Herramientas para la extracción de papa. a) talacho y b) rastrillo. ....	39

<b>Figura 14.</b> Diagrama de dispersión, histogramas de frecuencias y correlaciones (Spearman) entre variables de comercialización ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz..	41
<b>Figura 15.</b> Histograma de las variedades comercialización categóricas de productores de papa del ejido Los Altos municipio de Ayahualulco, Veracruz..	42
<b>Figura 16.</b> Grupo de comercialización de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.....	43
<b>Figura 17.</b> Distribución de agregados a dos diferentes profundidades. P1= 0 a 15 y P2= 15 a 30 cm en tierras amarillas (ócrico) y negras (húmico).....	45

## 1. INTRODUCCIÓN

SADER (2019), Indica que el cultivo de la papa se origina, hace 8 mil años en la región de los Andes en América del Sur, entre Perú y Bolivia y de ahí se extiende a Sudamérica predominantemente hacia Colombia, Ecuador y Chile. Por su parte Rodríguez, (2010) y Soto *et al.*, (2013), destacan que la papa domesticada se originó de *Solanum stenotum* y que esta proviene de un complejo de especies silvestres que incluyen a *S bukasovii*, *S. canasense* y *S. multisectum*, *S. brevicaulle*. Por lo cual se desarrolló la diversidad y adaptabilidad genética de la papa de los Andes. Hawkes, (1993), indica que la papa se extendió a Europa y de ahí al mundo en el siglo XVI y se les conoce como *S. tuberosum*; asimismo destaca la gran diversidad que posee Perú pues tiene 4000 variedades de las 5000 que existen a nivel mundial. Araque *et al.*, (2018), consideran que el cultivo de papa, se volvió extensivo para el sector agrícola, así como para otras áreas geográficas de las cuales, se ha vuelto adaptables a la zona.

Los autores Ahmadu *et al.*, (2021) y Calliope y Sammán, (2018), destacan que es uno de los cultivos más producido y consumidos; asimismo ocupa el cuarto lugar después del maíz, trigo y arroz, debido a sus diversos beneficios tales como valor nutricional, diversidad de las formas de consumo y de variedades disponibles. Por tanto, los países decrecientes que liderean la producción a nivel mundial son: China, India, Ucrania y Rusia (FOASTA, 2017; ARGEPAPA, 2019), la producción de papa en México ocupa el lugar 31, cultivando un rango de 68,000 ha al año, alcanzando un total de 1.8 millones de toneladas (SIAP,2019; ARGEPAPA, 2019). Los estados como: Sonora, Sinaloa, Puebla, Veracruz, México y Nuevo León, son quienes concentran el 75% de la producción nacional en condiciones de temporal o riego entre los ciclos primavera-verano y otoño-invierno (INFOAGRO, 2017; Salvador *et al.*, 2020); se tiene un registro de población creciente de agricultores de 8,700 agricultores tanto medianos y pequeños, para las áreas rurales, por lo que, se ha visto un crecimiento de empleos directos de 17, 500 y un restante de indirectos de 51,600. De la misma manera para muchos productores es una forma de crecimiento empresarial, por lo que se tiene 78,000 mil familias que dependen del cultivo (CONPAPA, 2017).

A nivel nacional Veracruz es uno de los cinco principales productores de papa y su zona centro es conocida por sembrar una mayor superficie (Salinas *et al.*, 2021). De los cuales en el estado solo la cultivan en 17 ejidos pertenecientes a los municipios de Ayahualulco, Perote, Las

Vigas de Ramírez, Acajete y Xico, entre los siguientes ejidos destacan por ser pioneros: Los Altos, Los Pescados, Tenex-tepec, El Conejo y Rancho Nuevo. Los agricultores del ejido de Los Altos, municipio de Ayahualulco, se dedican a este cultivo, además de haba, maíz y frijol. Esta actividad es una de las más importantes en términos económicos, así como fuente de empleos de esta localidad y de comunidades aledañas, por tanto, para Biarnès, (1990) y Hoffmann, (1989), han destacado que, en los años de bonanza del precio de dicho cultivo, los productores lograron construir casas, comprar camionetas y tractores.

Espinosa *et al.*, (2016), indican que la producción mundial de la papa, enfrenta serios problemas, principalmente al deterioro social y ambiental, describen que la producción tiene una baja rentabilidad, debido a que enfrenta problemas tales como: suelos altamente infectados por el nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis* (Woll)), incidencia del “virus Potato Y”, presencia de bacterias y hongos fitopatógenos, el uso inadecuado de agroquímicos fitosanitarios y fertilizantes, ha llevado a la contaminación del suelo a través de los residuos sólidos y la del aire por fungicidas.

Al respecto, Durán *et al.*, (2013) y Ramírez *et al.*, (2014), en su análisis del cultivo de papa en Costa Rica, se confirmó que el uso de agroquímicos, en cuanto al ingrediente activo por unidad de área es de 19.33 kg i.a./ha/año; es decir presenta los mayores reportes de consumo en comparación con otros países como Estados Unidos con un 40% (i.a.), California 8.88 y 26.75 kg i.a./ha/ciclo, Ecuador con un 80%; de tal manera resaltan que la producción en monocultivo está altamente ligada a la dependencia de agroquímicos (Rocha *et al.*, 2012).

Otros autores como Vázquez *et al.*, (2016) y Wasilewska *et al.*, (2020), indican la reducción hasta la ausencia de la variabilidad genética del cultivo debido a la pérdida de semilla criolla, por el uso preponderante de la mejorada; asimismo, Marín *et al.*, (2017), destacan el agotamiento y deterioro paulatino del suelo inicial rico en fertilidad, por su riqueza en materia orgánica, que tiende a modificarse en sus propiedades físico-químicas y biológicas, debido a las diferentes prácticas agrícolas modernas que se llevan a cabo, por lo que, presentan tierras en situaciones como el encostramiento, compactación, disminución de fertilidad y aumento de sales, ocasionando que los procesos de carbono se oxide y que ocurra CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera (Vásconez y Hofstede, 2006); además Cadenas *et al.*, (2012), estiman que cerca del 80% del suelo con uso agrícola en el mundo presentan problemas de erosión moderada a severa y un 10%

de erosión ligera. Por lo tanto, la tasa máxima de degradación se puede observar en la realización de labranza a favor de la pendiente, en lluvias de alta intensidad en terrenos sin cobertura superficial (Alvarado y Castillo, 2011).

El ejido Los Altos, se ha caracterizado por ser una zona productora de papa y en su mayoría, los agricultores se dedican a su producción. Esta actividad es una de las más importantes en términos económicos, así como de fuente de empleos. Los autores Kurek *et al.*, (2016) y Fiers *et al.*, (2012), indican, que la producción de papa en la comunidad enfrenta problemáticas serias tales como la baja rentabilidad, suelos erosionados, falta de mercado y mala organización, el uso inadecuado de plaguicidas y fertilizantes.

Las formas de manejo que se llevan a cabo durante el periodo de siembra, desarrollo y cosecha en el cultivo, ha sobrevalorado los impactos negativos que ocasionan al suelo, agua y ambiente, así como en la salud de productor y consumidor. A través de la ejecución de la presente investigación se realizó un diagnóstico sobre las formas de producción y prácticas de manejo en el cultivo de papa, con el fin de plantear alternativas de producción agroecológicas, en el presente trabajo se establecieron los objetivos e hipótesis siguientes:

## **2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **2.1 Objetivo General**

Realizar un análisis de la forma de producción de la papa (*S. tuberosum*) y sus prácticas asociadas, por agricultores de Los Altos, Municipio de Ayahualulco.

#### **2.1.2 Objetivos Específicos**

Conocer la forma de producción de la localidad y las prácticas de los productores en el cultivo de la papa.

Identificar los factores que influyen en la rentabilidad del cultivo en la zona.

Describir las características químicas y físicas de muestras de tierras negras y amarillas, de la comunidad de estudio.

Aportar propuestas de manejo alternativo para la producción de papa, en la localidad.

### **2.2. Hipótesis General**

El análisis de las formas y prácticas de producción de la papa en Los Altos, Municipio de Ayahualulco y de los aspectos socioeconómicos, ambientales, agronómicos y de saberes tradicionales asociados a su producción, pueden ser una herramienta para elaborar una propuesta de producción alternativa.

#### **2.2.1 Hipótesis Especifica**

Los agricultores que producen papa, utilizan prácticas convencionales, pero aún realizan tradicionales.

Existen diversos factores sociodemográficos, agronómicos, de conocimientos y saberes tradicionales y comercialización que favorecen o limitan la producción de papa.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Cultivo de papa

Márquez *et al.*, (2020), indica que *S. tuberosum* es una planta dicotiledónea, herbácea, por lo que, cuenta con un sistema aéreo y subterráneo, este tipo de plantas presenta diferencias según la variedad, por ejemplo, en crecimiento erecto o semierecto, los tubérculos suelen ser tallos modificados ya sean por su tamaño, forma, color de piel y masa. Este es cultivado en un rango amplio de altitud, latitud y condiciones climáticas.

En México es una de las principales hortalizas producidas, por tanto, es uno de los productos alimenticios que más se consume después del trigo, arroz y maíz, el cual ha demostrado ser un alimento saludable, proporciona vitaminas, minerales, proteínas, antioxidantes, aminoácidos y carbohidratos (Calvo *et al.*, 2008; Fasi *et al.*, 2013).

Este cultivo es esencialmente de un clima fresco, por lo que su temperatura puede ser una limitante para su producción, se ha observado que, a una temperatura inferior a 10°C y superiores a 30°C, el crecimiento de los tubérculos se inhibe. Para la obtención de un mejor rendimiento se debe tener temperaturas de 16 a 19°C (Reddy *et al.*, 2018).

Es uno de los cultivos de corta duración y puede ser cultivado en suelos (aluviales, montañosos, negros, rojos y lateríticos), suelen tener pH de 5 entre 7.5, por lo que, en suelos franco arenosos tienen la capacidad de tener un buen desarrollo de raíces y tubérculo. Sin embargo, los suelos ideales para el cultivo de papa son los que presentan mayor contenido de materia orgánica, poseen alta estabilidad estructural y capacidad de retención de agua, baja densidad aparente y buena permeabilidad (Nasir y Toth, 2022; Pumisacho y Sherwood, 2002).

#### 3.2 Importancia de la producción de papa en México

Según Espinoza (2019), el consumo de papa para generar un mayor número de superficie en cuanto a tierras sembradas, teniendo un total de 0.3% a nivel nacional, estando en el lugar 17° en producción nacional y en séptimo con 3.3% en su valor de producción. De acuerdo con la FAO, para el año 2018 se presentó un incremento sustancial del 42%, posicionándose 15 puntos por encima de la tasa poblacional. En los últimos años la producción de papa logro tener una tendencia creciente a nivel nacional.



Lo que permite para las regiones productoras de papa, grandes ventajas, como tener valores socioeconómicos altos, la generación de empleo y su rentabilidad, por lo que, los beneficios que ha dejado a los productores hacen que se sigan dedicando más a esta actividad (Griselda *et al.*, 2012). Para el año 2016, las estadísticas revelaron que en México se concentró anualmente 53 107.24 ha de siembra, con una producción de 1, 590 075.89 millones de toneladas, destinando para el consumo en fresco el 56%, para la industria 29% y 15% se utiliza como semilla para la siembra (SIAP, 2019).

Es un cultivo interesante para la producción agroalimentaria, ya que se tiene un alto consumo por más de 100 países del mundo, provee energía y nutrientes como vitamina C, B6, compuestos fenólicos, fibra dietaria y minerales como el hierro además de ser un producto barato (Sigha y Maezawa, 2019; BRIO AGROPECUARIO, 2019).

### **3.3 Producción de papa en la región de Perote Veracruz**

En la región de Perote, Veracruz, el cultivo de papa tiene una gran importancia económica, debido a la generación de ingresos a la región, a las comunidades vecinas y el poder ofrece empleos. En este municipio se realizan actividades agrícolas que están relacionadas al cultivo, sin embargo, ha ido disminuyendo debido a los diversos problemas como la competencia generada por los mismos productores al contar con alta tecnología y en la gran cantidad en el número de hectáreas sembradas, el bajo rendimiento de producción, afectaciones por el cambio climático, y mala organización de los productores (Santiago, 2014; Espinosa *et al.*, 2016).

Santiago (2014), menciona que el cultivo requiere de un alto consumo de fertilizantes aplicados al suelo, para asegurar incremento en la producción usan en la región de Perote, Veracruz, dosis completas de fosforo, potasio y la mitad de nitrógeno en el momento de la siembra. El productor aplica sulfato de amonio (20.5-00-0), fosforo (18-46-00) y cloruro de potasio (00-00-60) para obtener una dosis de NPK 350:250:450. Sin, embargo Biarnès (1990), apunta que los productores de papa también cuentan con una diversidad de cultivos como el maíz y frijol, que lo ocupan para consumo humano, el haba para consumo y comercialización, así como también avena, cebada para forrajes y chícharo para comercializarlo.

### 3.4 La agricultura convencional y sus consecuencias

Ordoñez *et al.*, 2022 y Rahman, 2015, argumenta sobre la modificación que sufren los bosques al realizar el cambio a tierras agrícolas y con el paso del tiempo esto afecta drásticamente las propiedades, físicas, químicas y biológicas tales son: estructura, textura, porosidad, capacidad de campo, intercambio catiónico, pH, materia orgánica y densidad aparente; debido al manejo agronómico intensivo que reciben los cultivos.

Asimismo, la intensificación de uso de suelo por el sector agrícola, en los últimos años ha llegado a la degradación en los agroecosistemas y la afectación al sector socioeconómico de los productores tras los altos costos de producción y la baja rentabilidad. Por lo que, las propiedades degradadas de los suelos, no tienen la capacidad de amortiguar los efectos drásticos del uso de dichas prácticas agrícolas (Cuenta y Giraldo, 2013; Islam y Weil, 2000).

La degradación física ocurre por factores como; deforestación, cultivos intensivos en hileras y el uso del arado; las químicas suceden por cultivos intensivos con aporte nulo o bajo en nutrientes, eliminación de desechos industriales, humanos y animales y la mala utilización de riego en ciertas regiones (Lal *et al.*, 1989) y la biológica es causada por el manejo convencional del suelo y cultivos que presentan condiciones extremas de temperatura y humedad, por lo que, al tenerlas así en el suelo afecta la disminución de materia orgánica (Ghuman y Lal, 1987; Lal, 2015).

Por otra parte, Lal y Cummings (1979), ha observado que el uso de maquinaria pesada ocasiona el aumento de la densidad aparente y, por tanto, la disminución de porosidad, permeabilidad, humedad disponible, son pobres en desarrollo radicular y presentan bajos rendimientos en los cultivos. Así también, Karlen y Rice (2015), argumentan que el pastoreo excesivo ocasiona la compactación del suelo debido a la circulación de pezuñas; asimismo, tanto las rotaciones de cultivos inapropiados como la labranza, afectan la estructura del suelo, repercutiendo en la productividad de los cultivos.

García *et al.*, (2018), mencionan que la utilización del riego en zonas semiáridas, con un mal uso de él, puede dar lugar a la rápida mineralización del carbono, degradación en cuanto a la estructura del suelo y por lo mismo la contaminación del agua. Una de las principales causas de la degradación del suelo, es el abonado de tierras con fertilización química, por lo que, se

estiman 1,5 millones de km<sup>2</sup> en todo el mundo, por tanto, se vuelve en un problema socioeconómico que se correlaciona con el medio ambiente en una escala global, regional y local (Lasanta *et al.*, 2019).

Negash *et al* (2021), consideran que la erosión del suelo es la amenaza ambiental más grave a nivel mundial ya que alrededor de 25 a 40 mil millones de toneladas de suelo se pierden cada año por esa causa y ocurre debido al mal uso y manejo de las tierras. Se ha analizado que con la erosión de suelo se pierde el 20% de la producción agrícola y en producto interno bruto hasta un 3%, como consecuencia los productores, han reducido sus rendimientos, teniendo pérdida de ingresos, y disminución de actividades agrícola y ganaderas (Asfaw *et al.*, 2020).

### **3.5 La agroecología y sus agroecosistemas**

Wezel (2009), en su revisión concluye que la agroecología es una ciencia, una práctica y un movimiento social, la cual aplica conceptos y principios que permiten comprender y resolver problemas socioambientales ofreciendo algunas alternativas hacia un mejor desarrollo sustentable. Altieri (1999) y Altieri y Nicholls (2000), en sus trabajos proponen las bases para la conservación de la biodiversidad que promueven una variedad de procesos y servicios ecológicos para los agroecosistemas, con el fin de abordar problemas de manera integral con soluciones holísticas a largo plazo, por lo tanto, ofrecen bases científicas y metodológicas para la estrategia de transición hacia un nuevo paradigma enfocado al desarrollo rural (Nicholls y Altieri, 2011).

Por su parte, Sarandón (2014), indica que la visión, atomista, reduccionista y de enfoque productivista, de la sola validación del pensamiento científico y desvalorización del que tienen campesinos y agricultores, está siendo cambiada por un modelo de agricultura sistémico, sintético y humanístico que permita un modelo de agricultura más sustentable y humano, reemplazando el enfoque productivista y excluyente.

Gliessman (1998), destaca que los principios son un conjunto de direcciones generales, a través de los cuales se constituyen los pilares fundamentales de la agroecología, destaca diversas prácticas y sus requerimientos para su implementación incluyen:

1. La promoción y desarrollo de procesos naturales, que incluyen el movimiento de nutrientes y el manejo de reciclaje; tal como la fijación biológica del nitrógeno.

2. El uso de los recursos renovables en energía en lugar de fuentes no renovables.
3. Se deberá eliminar el uso de insumos de origen humano, tales como; los pesticidas, externos al sistema, ya que tienen el potencial de dañar al medio ambiente, la salud de los agricultores y trabajadores agrícolas.
4. Agregar materiales al sistema, usando aquello de origen natural en lugar.
5. Manejar las plagas, enfermedades y malezas en lugar de controlarlas.
6. Se restablecen las relaciones bióticas y estas a su vez pueden darse naturalmente en la unidad de producción.
7. En busca de los modelos en armonía con el potencial productivo y las limitaciones físicas del paisaje agrícola.
8. Usar una estrategia de adaptación del potencial biológico y genético de las especies animales y vegetales cultivables a las condiciones ecológicas de lugar de cultivo, más que modificar el sitio.
9. Los agroecosistemas valoran en su totalidad la salud de este, en comparación a el producto de un sistema de cultivo.
10. Enfatizar la conservación del suelo, agua, energía y los recursos biológicos.
11. Incorporar la idea de la sostenibilidad en el largo plazo, en el diseño y manejo general del sistema, pensando en la comunidad y sociedad.

Marasas *et al.*, (2015); Suarez *et al.*, (2019) y Gabella *et al.*, (2019), indican que la transición agroecológica es el proceso de cambio en las formas de manejo de un agroecosistema, teniendo como objetivo pasar de sistemas altamente dependientes del uso de agroquímicos a otros que se basen en principios, métodos y tecnologías de manera amigable, por lo que, implicarán cambios en diversos niveles, tales como en producción de alimentos, ámbitos socioeconómicos, culturales, políticos e institucionales que se construirán con el paso del tiempo.

Al respecto, Paleologos *et al.*, (2017), destaca que los agroecosistemas son sistemas naturales modificados por el ser humano para proveer alimentos; asimismo estos tienen

componentes biológicos en tiempo y espacio, interactuando de manera sociocultural, por lo que, se deberá estudiar como un todo ya que esto les permitirá predecir aspectos que han pasado desapercibidos.

Algunos de sus componentes dinámicos biológicos son las plantas cultivadas, los herbívoros que se asocian y los ganados, mientras que los espaciales son aquellos que se cultivan en diferentes alturas y diseño de siembra, cambian con el paso de los años en forma y estación (Stupino *et al.*, 2014), de manera que pueden ser caracterizadas a través de las dimensiones que propone Gliessman (2002), lo cual les permitirá estudiar de una forma composicional, estructural y funcional de los sistemas, estas dimensiones tienen la interacción con otras lo que hace que una optimización de los procesos ecológico sucedan en el mismo agroecosistema.

### **3.5.1 Importancia y calidad del suelo en los agroecosistemas**

El suelo es un recurso natural no renovable, que tiene la capacidad de proveer servicios ecosistémicos para generar un equilibrio terrestre. Por lo anterior, la calidad del suelo es importante para la seguridad alimentaria, productividad agropecuaria y para la sostenibilidad (Afanador *et al.*, 2014). Autores como Doran y Parkin (1994), han definido la calidad del suelo como aquella capacidad de funcionar dentro de los límites de un ecosistema en términos de poder sostener la productividad biológica, mantener una calidad ambiental y promover la salud de plantas y animales. La calidad del suelo se deriva de los parámetros físicos, químicos y biológicos y en gran medida es definida por la función y combinación de los mismos (Zalidis *et al.*, 2002).

El suelo a través de sus propiedades fisicoquímicas como la estructura, porosidad, la infiltración y la distribución de raíces, tiende a proporcionar diferentes microhábitats, en los cuales se puede encontrar abundancia y variabilidad de organismos, ejerciendo la función de albergar, apoyar y regular en los servicios ecosistémicos (Tovar *et al.*, 2020).

Permitiendo información sobre las funciones y servicios de un ecosistema y sobre la salud del suelo, a través de ello se puede observar el grado de explotación de los recursos disponibles y el elemento clave para la salud biológica (Ferris y Toumisto, 2015). Por lo tanto, existe una relación estrechamente entre la salud de suelo y la función de los ecosistemas y ambos requieren de la diversidad de especies.

Según autores como Orjuela (2010) y Vargas *et al.*, (2014), la función de un ecosistema se ve influenciada por actividades tanto sociales como económicas, de esta manera se destacan también las tareas que cumple el suelo, tanto: en la producción de alimentos y biomasa, como de soporte y suministro de nutrientes para las plantas; al respecto, cabe mencionar que más del 95% de la producción mundial de alimentos dependen de suelo.

Burbano (2016), Indica que los ciclos biogeoquímicos, son un mecanismo indispensable para la tierra, ya que a través de ellos es posible la vida en el planeta, e involucran elementos como el carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, y por estos ciclos es posible el proceso continuo de los elementos químicos.

Burbano-Orjuela (2018), destacan que el almacenamiento o fijación de carbono tiene una relación crucial frente al cambio climático, por tanto, al fijar el carbono en el suelo, impide que el CO<sub>2</sub> vaya a la atmosfera, debido a la interacción que tiene con las plantas y los organismos, por lo que este se trasforma en materia orgánica y es acumulado en el suelo.

Por su parte Morales *et al.*, (2021), indican que a través del suelo se capta, infiltra y almacena el agua, con lo cual se genera una buena calidad de ella, y también modula la temperatura y la humedad del suelo; además, en esta también se amortiguan o atrapan algunos contaminantes; ellos consideran que el suelo es una de las reservas fundamentales de la biodiversidad, de modo que tiene una compleja abundancia de comunidades, lo cual permite que se lleven a cabo las funciones de los servicios ecosistémicos.

Los autores antes mencionados destacan que el suelo y el cultivo, son los componentes base que hacen posible la integración de los agroecosistemas, por lo tanto, todo lo que ocurra en el suelo afectara al cultivo. En gran medida algunos de los procesos básicos de los agroecosistemas dependen de la gestión humana, para el seguimiento en funcionalidad y productividad. El agricultor puede incidir en actividades como el control de plagas y enfermedades, en biodiversidad funcional, dinámica del agua y mantenimiento en calidad de suelo.

### **3.6 Sustentabilidad en los sistemas de producción agrícolas**

El desarrollo sustentable en la agricultura se combina con el descubrimiento y revalorización de las prácticas de los saberes tradicionales y con la innovación de nuevas

prácticas agroecológicas, con el fin de minimizar la degradación de las tierras agrícolas maximizando su producción (Martínez, 2009).

A través de los sistemas de producción se llevan a cabo las interrelaciones de elementos que constituyen una entidad o unidad global con características diferentes, la primera es la interrelación de elementos económicos, sociales y ambientales: el segundo es la unidad global constituida por estos elementos en interacción (Casanova *et al.*, 2015). Por lo que, en muchos casos, los productores han generado alternativas de manejo de recursos naturales más sustentables en comparación con los modelos convencionales (Astier, 2006).

El movimiento agroecológico promueve agroecosistemas sustentables desde el punto de vista ambiental, sociocultural y económico, por tanto, se plantea como una disciplina que brinda los principios ecológicos básicos sobre el estudio, diseño y su manejo de manera que sean más productivos, conservadores, culturalmente sensibles y económicamente viables (Altieri, 2002).

Los sistemas de producción agrícolas han hecho que no se tenga en cuenta una diversidad de indicadores, sino únicamente los técnicos o económicos, es por eso que la agroecología considera las dimensiones ambientales, económicas, políticas y culturales en los sistemas productivos, además de proporcionar los principios. La agroecología propone aumentar la productividad sobre las tierras, la reducción de la pobreza, la mejora de la nutrición de las familias campesinas y el aumento de la resiliencia, entre otros (Machado *et al.*, 2015).

Según Lira (2015), la agroecología se ha convertido en una alternativa de esperanza, para la zona rural ya que las familias campesinas luchan por sobrevivir diariamente en tierras altamente degradadas. Se indica cómo hacerlo de manera razonable con la naturaleza y rescatando los conocimientos campesinos, entre otros elementos. Llevando a cabo de manera real las prácticas en sus dimensiones sociales, ecológicas y productivas.

Autores como Mangione y Salazar, 2020, consideran que la adopción de los principios agroecológicos por otras familias contribuye al escalonamiento del paradigma agroecológico, por lo que, se definen como el potencial de los “Faros Agroecológicos”, es decir que los establecimientos de estos centros demostrativos en las comunidades campesinas rescaten la idea central de este, siendo los productores y técnicos la guía hacia los sistemas más sustentables.

Esto coincide con lo reportado por Museau (2007) y Bórquez y Rodríguez (2015), quienes demuestran la estrategia de producción agroecológica como una alternativa apropiada para los campesinos y técnicos. Por lo que, la transformación en sus agroecosistemas, altamente degradados, ahora se muestran como agroecosistemas productivos y sus familias cuentan con un alto grado de sustentabilidad. Infante (2015), denomina los “Faros Agroecológicos”, como aquellos centros donde se posible compartir los conocimientos técnicos y procesos agroecológicos que tienen por finalidad guiar a los productores locales hacia los sistemas agrarios más sustentables.

### **3.8 Andosol ócrico y húmico**

El andosol ócrico: Es caracterizado por carecer de estratificación fina, es de color muy claro (café amarillento), delgado, tiene bajo contenido de materia orgánica menor a 1%, carbono orgánico 0.6%, es masivo, duro (Ortiz *et al.*, 2014), son suelos muy polvosos y untosos, con una profundidad de 15 a 40 cm de superficie (FAO, 2015).

El andosol húmico: Es caracterizado por el tipo de color oscuro, con un alto contenido de materia orgánica, no es masivo, en seco es duro, es igual o mayor a 0.6% en carbono orgánico, tienen reacción acida pH <5.5 lo que hace que tengan bajas bases saturadas menores a 50% (Soil Survey Staff, 2006); IUSS, 2015).

#### **3.8.1 Características físicas y químicas de un andosol**

Granulometría: La distribución de agregados permite la caracterización de estabilidad estructural que comprende los cambios dinámicos de la distribución del carbono y la masa en función de los tamaños de agregados (Barrales *et al.*, 2021). Estos son clasificados como microagregados (<250  $\mu\text{m}$ ) y macroagregados (>250  $\mu\text{m}$ ), (Tisdall, 1982). En los suelos ándicos la separación de partículas puede verse afectada por los procesos erosivos en especial cuando se da el uso y manejo, proporcionando una escala de vulnerabilidad (Morales *et al.*, 2003).

Densidad aparente: La DA es expresada por la masa de suelo seco en unidad de volumen edáfico (sólido + poros) (Alvarado y Forsythe, 2005). Es uno de los parámetros de influencia en la productividad de los cultivos en relación con otras propiedades del mismo, el aumento de densidad aparente disminuye los poros ocasionando una compactación lo que afecta la retención



de humedad (Blanco, 2009). La Dap de un andosol tiende a ser baja y está entre un rango de 0.9 kg m<sup>-3</sup> o menos (Muñoz *et al.*, 2011).

Densidad real: Corresponde al peso del material sólido que forma el suelo. Sus propiedades se caracterizan por el tipo de minerales y cantidad de materia orgánica. Su densidad real en promedio es de 2,65 g.cm<sup>-3</sup> (Rubio, 2010).

Porosidad total: Es el espacio poros que existe entre los microagregados o agregados el cual contienen flujos de agua. El tamaño de los poros separa las partículas de los agregados a un nivel altos, donde estas son las paredes de los espacios porosos. A su vez se clasifican por su tamaño en macroporos, mesoporos y microporos, resultando aquella partícula primaria como poros texturales y las grandes estructurales provenientes de la actividad biológica, del clima y por prácticas de manejo (Rabot *et al.*, 2018). Por lo tanto, en andosoles se tiene una porosidad total alta.

pH: Es una medida de actividades iónicas de hidrógeno encontrada en la solución del suelo, esta actividad surge por el material original, el tiempo de meteorización, la vegetación, el clima y topografía (Smith y Doran, 1997). A través de esto se determina la solubilidad y la disponibilidad de los nutrientes; así como la actividad microbiana (Azeez y Van, 2012). Alcalá, Hidalgo y Gutiérrez, (2009) indican para suelos andosoles pH ácidos de 4.8 a 6.0.

Conductividad eléctrica: es un indicador de medida de salinidad en el suelo y muchas veces los cultivos no pueden tolerar las altas concentraciones, ya que alteran la asimilación de nutrientes y la actividad microbiana del suelo. Sin duda suele tener un efecto sobre la calidad y la fertilidad. Por lo tanto, para un andosol a medida que está incrementa afecta en su crecimiento, productividad, condiciones de drenaje, capacidad de intercambio catiónico y el nivel de materia orgánica (Dudala *et al.*, 2020).

Nitrógeno: La transformación del nitrógeno sucede por la descomposición y mineralización que es llevada a cabo por los microorganismos del suelo. Por lo que esta se transforma a compuestos inorgánicos vía procesos de mineralización, volviéndolo disponible para las plantas (Celaya y Castellanos, 2011).

Carbono orgánico es un factor importante para el ciclo del C, por lo que ocupa 69.8% del

C. Su forma de actuar es como fuente reservoria de carbono, pero de ello depende mucho del uso y manejo del suelo. Martínez *et al.*, (2008), es estima la cantidad total de C orgánico en andosoles en un área de 2.552 obteniendo CO/Área de 0.031 (Pg10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>).

La relación carbono/nitrógeno (C/N) es un factor determinado a través del contenido de C orgánico y N total, debido a ello es considerado como un indicador de la mineralización de la MO. Por lo que es un índice que se puede medir fácil y esté varía en función a las características del suelo, proporcionado información sobre el grado de mineralización de la materia orgánica (Soto *et al.*, 2016).

Carbono fácilmente oxidable con permanganato (POXC): es un método rápido y económica el cual tiene por finalidad cuantificar el carbono lábil (Culman *et al.*, 2012), siendo este un indicador de la calidad del suelo (Tirol y Ladha, 2004).

Materia orgánica particulada: está compuesta de restos vegetales, animales y fúngicos. Está compuesta por fragmentos de 0.053 y 2 mm de tamaño, para su estimación primero deberán estimar la MO, debido a que es una fracción muy sensible. (Pisco *et al.*, 2021).

### **3.9 Alternativas de formas y prácticas de producción en cultivo de papa**

El uso de abonos orgánicos como bocashi, estiércol, compost, lombricomposta, gallinaza y sus efluentes, “biofertilizantes”, abonos verdes y cultivos de cobertura, han demostrado efectos positivos para el cultivo de papa, así como la mejora de un rendimiento y calidad de tubérculo, incremento de la disponibilidad de nutrientes, reducción de la erosión, restauración de las propiedades físicas, químicas y biológicas, por tanto, también es una manera de incorporar materia orgánica al suelo (Zamora *et al.*, 2008; Valverde *et al.*, 2011; Murillo *et al.*, 2016).

Kulakovskaya y Brysozovskii (1984), proponen combinaciones entre fertilizantes minerales y orgánicos, por su experiencia han encontrado que al implementar ambas combinaciones prestan una mejora en la calidad de la papa y la reducción del material biológico en los tubérculos, por lo anterior Lima *et al.*, (2000), menciona que al aplicar como cobertura vegetales y estiércoles habrá un mayor incremento en la actividad microbiana con un aumento en biomasa.

Para Villarreal *et al.*, (2006) y Molina *et al.*, (2011), los cultivos de cobertura y abonos

verdes han mostrado un impacto en la fertilidad del suelo y en la productividad de la tierra en un lapso de tiempo corto o mediano, ya que los cultivos de cobertura son los que almacenan la humedad, reducen la competencia de malezas, rompen los ciclos de plagas y enfermedades, y fijan el nitrógeno atmosférico. Aunado a lo anterior, Murcia (2005), implemento ambas estrategias como un componente en la recuperación de los suelos, utilizando como abonos verdes: nabo forrajero y avena negra, los cuales han mostrado resultados de mejoramiento de algunas propiedades físicas del suelo, tales como la estructura, la densidad aparente, porosidad, capacidad de infiltración y retención de agua.

Tayupanta y Córdava (1990), establecen rotaciones diferentes de cultivos en ciclos continuos para evitar la pérdida de suelo, tomando en cuenta condiciones ecológicas y socioeconómicas, que incluyeron rotaciones con cultivos densos tales como la avena, pastos o cultivos de escalera o hilera entre maíz, papa, frijol y haba.

Los investigadores Murcia (2001) y Narváez *et al.*, (2011), han demostrado el efecto de las prácticas de conservación de suelos bajo el sistema en cultivo de papa a corto plazo, a través de abonos verdes (avena) y como barreras de contorno a base de pasto, por lo que los beneficios han sido; la permanencia de protección al suelo, mayor control de la erosión, alta capacidad de almacenamiento de agua, mejoramiento en estructura e incremento de fertilidad. El autor Larios (2020), realizo obras de conservación de suelo en formas de terrazas de formación paulatina, con siembra de plantas de maguey o nopal.

#### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para dar a conocer a los productores de la comunidad la intención y alcances del proyecto, en mayo del 2021 se realizó un taller participativo, en el cual los productores manifestaron sus opiniones y experiencias de trabajo en el cultivo de la papa. Esto auxilio para aplicar una encuesta piloto como base para el desarrollo del cuestionario que se aplicaría posteriormente a los productores, el cual fue validado por expertos en el tema de investigación. De esta forma, se realizó un transecto, por la zona de producción, durante el cual los productores manifestaron e indicaron los tipos de tierras que tenían en sus parcelas, resultando que principalmente eran del tipo amarillas y negras y en menor porcentaje arenosas y barreales, por lo que se decidió, tomar muestras para realizar un análisis de las dos principales, con la finalidad

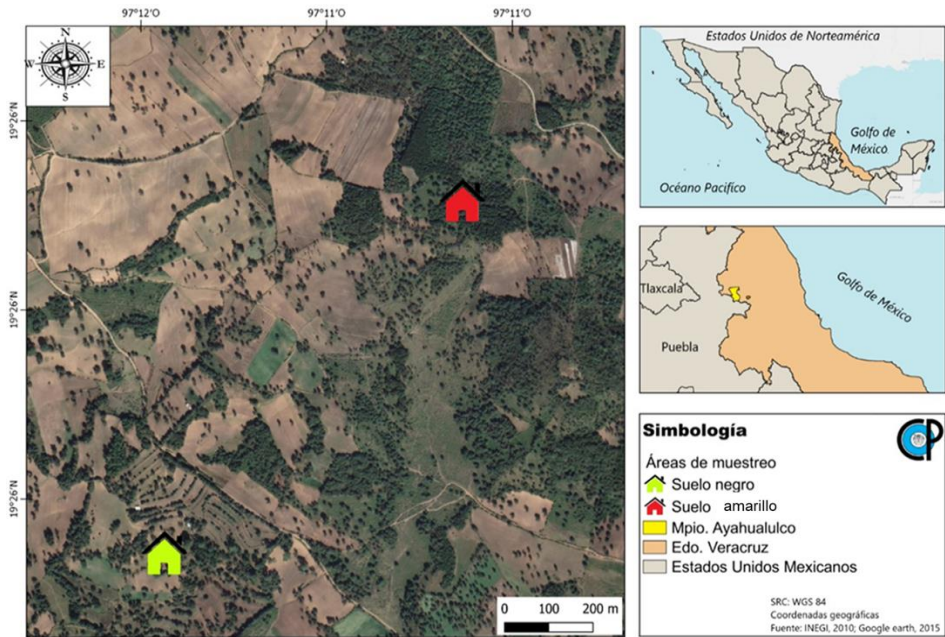
de tener una información orientativa de sus características químicas y físicas.

Considerando lo anterior, en la presentación de los resultados, derivados de lo que contestaron los productores en la aplicación de la encuesta, se utilizará el término que ellos usan para definir o catalogar sus tierras dado que así las denominan; sin embargo, cuando se realice la descripción de los análisis de laboratorio de las muestras tomadas se referirá a ellas como suelos de tipo andosoles ócricos (amarillos) y húmicos (negros).

Para conocer los sistemas de producción de papa, se entrevistaron a través del cuestionario, a productores del Ejido los Altos. Se visitó y aplico una entrevista no estructurada a una unidad familiar de agricultores de papa agroecológica de la comunidad de Los Pescados del municipio de Perote, una comunidad cercana al ejido de Los Altos.

#### **4.1 Zona de estudio**

La investigación se llevó a cabo en el ejido los Altos municipio Ayahualulco, ubicado en la parte central de Veracruz, México, a 19° 21' latitud norte y 97° 09' longitud oeste, a una altitud media de 2920 metros sobre el nivel del mar, con límites al norte de Perote (Figura 1). Los diferentes tipos de climas son subhúmedo, templado, semifrío y semicálido a una temperatura de 10°C con precipitación pluvial anual de 463 mm. Los suelos predominantes son andosol. El uso de la vegetación en cuanto agricultura es de (40%) y zonas urbanas (2%), en bosques (30%), pastizal (24%), matorral (3%). La mayoría de los habitantes se dedican a la agricultura a la siembra de (papa, haba, maíz, chicharro, frijol, avena) y ganadería (cría y venta de leche). Este ejido está conformado por 4,000 habitantes y abarca un área aproximada de 172.83 Km<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Localización del área de estudio en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

## 4.2 Aplicación de cuestionario

Se preparó un cuestionario, el cual antes de utilizarlo a la población objetivo, se validó aplicándolo a estudiantes y expertos en el tema de investigación del Colegio de Postgraduados, quienes evaluaron las diferentes preguntas, con la finalidad de ajustar algunos términos y considerar la validez del contenido.

### 4.2.1 Tamaño de muestra

La población total de productores de papa de la localidad de estudio se conforma de 150, de acuerdo al padrón de SIDER, (Sistema de información digital para la entrega y recepción); en 2020. El tamaño de muestra se obtuvo mediante la ecuación (Cortés *et al.*, 2014; Torres y Salazar, 2006):

$$n = \frac{N * Z^2 \alpha / 2 p * q}{Nd^2 + (Z^2 \alpha / 2 p * q)}$$

dónde: N=150,  $Z^2_{\alpha/2}$ =1.96 confiabilidad, p=0.5, q=0.5, d=0.1r.

Se aplicaron 35 encuestas, de las cuales 15 fueron con productores de parcelas con tierras

amarillas, 15 con negras y los cinco restantes para arenosas y barriales. La encuesta se estructuró con 64 preguntas de opción múltiple y abiertas, con el objetivo de conocer el manejo del cultivo de la papa en su producción, a través de cuatro secciones: sociodemográfico, agronómico, saberes y conocimientos tradicionales y la comercialización (Ver Anexo A1).

#### **4.2.2 Análisis de datos**

La información proporcionada por cada uno de los productores encuestados, se organizó en una base de datos en Excel. Se separó la información en variables agronómicas, sociodemográficas, conocimientos tradicionales y comercialización. Con ella, se realizó el cálculo de estadísticos descriptivos univariados utilizando el programa R versión 4.1.1 (Venables *et al.*, 1997), mediante los paquetes básico y PerformanceAnalytics. Las variables fueron separadas en ordinales y categóricas. En el primer caso se calcularon los valores mínimos, máximos, media, mediana, y cuartiles. Además, se exploraron las posibles correlaciones lineales entre variables, utilizando el método de Spearman (Gentleman *et al.*, 2011). Con las variables categóricas se realizaron histogramas de frecuencias y se exploraron algunas posibles relaciones entre variables utilizando análisis de correspondencia (Ankerst, 2017). Después de estandarizar todas las variables se aplicó la técnica multivariada de agrupación por análisis de conglomerados, utilizando el método de agregación de modelos homogéneos (Husson y Pagés, 2011). Lo cual permitió identificar grupos de productores para cada tipo de variables. En el caso de este análisis se utilizó el paquete cluster.

#### **4.3 Muestreo de suelos**

Durante los inicios de la siembra de papa, en mayo del 2021, se realizó el muestreo de las tierras en dos parcelas, una de tierra amarilla y otra de negra a dos diferentes profundidades (0-15 y 15-30 cm); tomando una muestra en cada punto y después se conjuntaron para hacer una muestra compuesta (Figura 1), posteriormente se trasladaron al laboratorio, con la finalidad de determinar sus propiedades físicas y químicas

##### **4.3.1 Proceso de muestras en laboratorio**

Las muestras se procesaron en el laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, donde se evaluaron las siguientes propiedades físicas:

densidad aparente: el cual se determinó a través del método de la parafina, densidad real con él picnómetro, porosidad total, se estimó con la relación de los dos parámetros anteriores, distribución de agregados se hizo por granulometría, capacidad de campo y punto de marchitez permanente, por medio de plato y membrana a presión (Guanuchi, 2010). Las químicas: como pH y conductividad eléctrica, se realizaron mediante relación (1:2) a través del conductímetro y potenciómetro, respectivamente (NOM-021 RECNAT 2000), el carbono orgánico, se calculó con los resultados de materia orgánica utilizando el factor 0.58 (Walker y Black, 1947); el nitrógeno por el método de micro Kjeldahl (NOM-021 RECNAT 2000) y el carbono orgánico fácilmente oxidable, con permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>). El carbono oxidable en permanganato (COXP) Weil *et al.*, (2003), la materia orgánica particulada (MOP) por ignición en mufla.

#### **4.3.2 Análisis de datos**

Se generó una base de datos en Excel con la información recopilada de cada una de las muestras de suelo amarillo y negro; asimismo se determinaron propiedades físicas y químicas; aplicando las fórmulas de acuerdo a la (NOM-021 RECNAT 2000).

#### **4.4 Experiencia de trabajo en el cultivo de papa agroecológica**

Durante el desarrollo del presente estudio, se entrevistó a la familia del Sr. Humberto Chávez Duran, en el año 2021, ubicados en la comunidad de Los Pescados perteneciente al municipio de Perote y cercana al ejido de Los Altos del municipio de Ayahualulco. Ellos muestran la teoría y la práctica de la sustentabilidad agroecológica en sus sistemas de producción, desarrollando la producción y transformación de la papa agroecológica.

La unidad familiar lleva cinco años de experiencia transitando hacia la producción agroecológica en el cultivo de papa, ejecutando las diversas estrategias que tiene por objetivo la conservación y mejoramiento de los suelos y de las semillas, por lo que han considerado:

1. Los trazos de curvas a nivel para la preparación del terreno
2. El uso de diferentes enmiendas orgánicas tales el bocashi, ácidos húmicos y fulvicos.
3. Elaboración de los bioinsumos como supermargo y microorganismos eficientes de montaña, entre otros.

#### 4. Conservación y uso de semilla criolla.

La implementación de su biofábrica, le ha dado resultados favorables, por lo que, han logrado producir a una inversión menor en comparación a la producción convencional. De esta forma, han desarrollado la preparación y su marca propia de “papa fritas agroecológicas” (Figura 2).



**Figura 2.** Diferentes prácticas agroecológicas en el cultivo de papa en la comunidad de los Pescados. a) uso del calendario lunar para actividades agrícolas, b) utilización y conservación de semilla criolla, c) elaboración de fertilizantes orgánicos, d) trazo de curvas en contra de la pendiente y ganado para suministro de estiércol, e) biofabrica para insumos, f) rotación de cultivos, g) utilización de práctica de conservación de suelo, h) almacén de semilla en bodega y i) muestra de semilla criolla.

### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Análisis sociodemográfico, agronómico, de conocimientos tradicionales y de comercialización.

##### 5.1.1 Sociodemográfico

De acuerdo con las encuestas aplicadas, la edad promedio de los productores de papa es de 46 años, con un mínimo de 28, un máximo de 70 y una mediana de 48 años, que indica que 50% de los productores está en el rango de edad de 28 a 48 años, mientras que el otro 50% se



ubica entre 48 y 70 años (Cuadro 1, P1). Los valores de edad entre el primer y tercer cuartil van de 35 a 57 años.

El número promedio de dependientes económicos por productor es de 5.4, con un mínimo de dos y un máximo de diez. Sin embargo, de acuerdo con el valor del tercer cuartil, en el 75 % de los casos el número de dependientes es de seis o menor. Estos valores tienen una estrecha correlación con el número de miembros de cada familia (Figura 3). Sin embargo, el número de integrantes de la familia que trabaja en el cultivo de papa es de dos a uno en el 75% de los casos, con una predominancia de un trabajador por parcela (Cuadro 1, P4 a P6).

El número de hectáreas de papa sembradas por productor varía entre uno y 40 ha. Veinticinco por ciento de los productores siembran entre uno y dos ha; otro 25% siembra entre dos y cinco ha; un tercer cuartil siembra entre cinco y 10 ha y el grupo restante siembra entre 10 y 40 ha (Cuadro 1, P8).

En promedio, los productores del ejido tienen 13 años de experiencia sembrando el cultivo de papa, con una mediana de 10 años. Un primer 25% de la población tiene de uno a cinco años de experiencia y un segundo cuartil tiene de cinco a 10 años. Sin embargo, otro 25% tiene entre 10 y 18 años sembrando papa, mientras que el cuartil más alto tiene un rango de 18 a 38 años (Cuadro 1, P9).

En el 50% de los casos el costo de producción del cultivo, reportado por los agricultores, está en rango de \$10,000 a \$13,000. En el cuartil inmediato superior el rango de costos va entre 12,000 a 13,000 y 16,000 a 17,000 pesos. Sólo un 25% de los encuestados (cuartil más alto) reporta costos entre 16,000 a 17,000 y 18,000 a 20,000 pesos (Cuadro 1, P12).

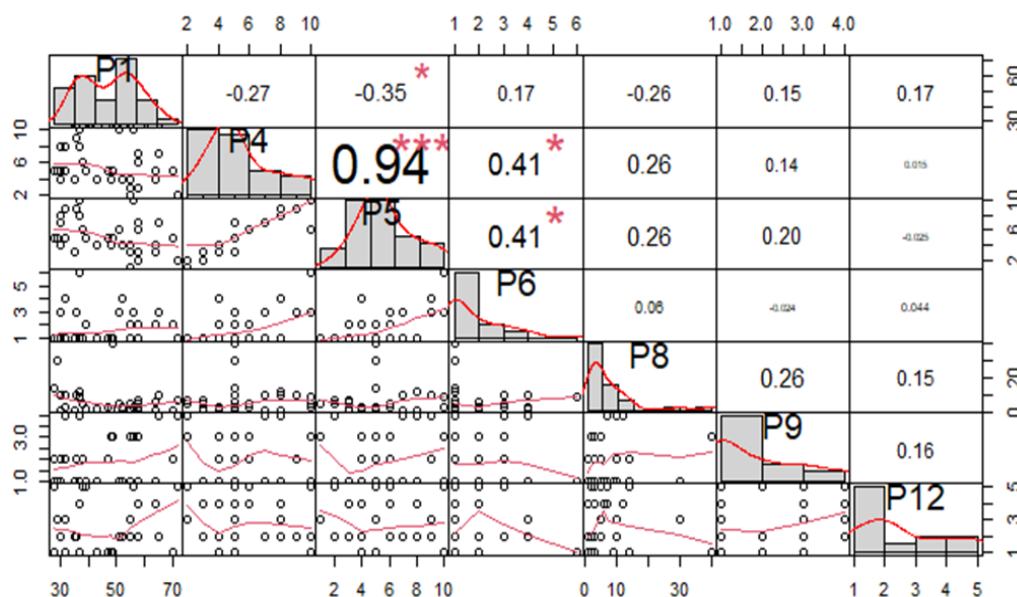
Se detectó un caso particular de un productor patriarcal, quien se reporta por separado a los datos anteriores. Este productor tiene 62 años, es casado, analfabeta, su unidad familiar está integrada por 30 miembros de familia, en correspondencia al número de dependientes económicos, dentro del cual cinco miembros se dedican a las actividades del campo, cuenta con 23 ha para cultivo de papa, tiene 50 años de experiencia trabajando con dicho cultivo, con una inversión entre un 18,000 a 20,000 pesos por hectárea.

**Cuadro 1.** Resumen descriptivo de las variables sociodemográficas ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	P1	P4	P5	P6	P8	P9	P12
Mínimo	28.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Primer cuartil	35.5	4.0	4.0	1.0	2.0	5.0	2.0
Mediana	48.0	5.0	5.0	1.0	5.0	10.0	2.0
Media	46.2	5.4	5.6	1.9	7.2	13.2	2.6
Tercer cuartil	57.0	6.0	6.0	2.0	10.0	18.0	4.0
Máximo	70.0	10.0	10.0	6.0	40.0	38.0	5.0

P1 = Edad, P4 = Número de integrantes de la familia, P5 = Número de dependientes económicos, P6 = Número de integrantes de la familia que trabajan el cultivo P8= Número de hectáreas que siembran, P9 = Número de años cultivando la parcela, P12 = Costo por hectárea para el cultivo de papa. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Axeno 1).

En la (Figura 3), se muestran los diagramas de dispersión y las correlaciones entre las variables antes mencionadas. Sólo las marcadas con uno o más asteriscos tuvieron un nivel de significancia menor o igual a 0.05. Resalta la correlación entre P4 y P5, explicada anteriormente. Estas correlaciones muestran relaciones entre la composición de las familias, dependencia económica y miembros dedicados al cultivo.

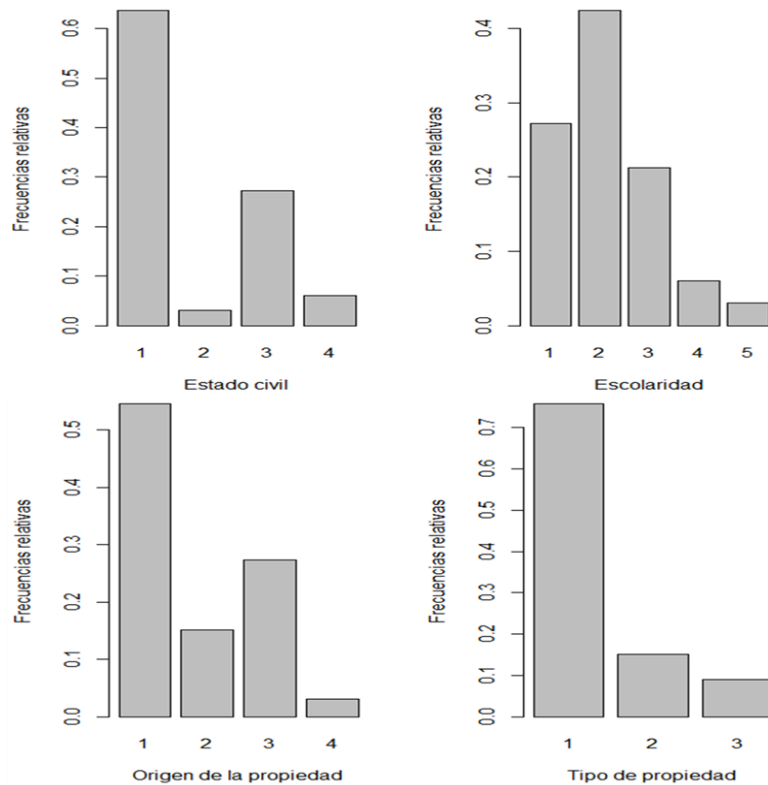


**Figura 3.** Diagrama de dispersión, histograma de frecuencias y correlación (Spearman) entre variables sociodemográficas ordinales correspondientes a productores de papa del

ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. P1= Edad, P4= Número de integrantes de la familia, P5= Número de dependientes económicos, P6= Número de integrantes en campo, P8= Número de hectáreas que siembran, P9= Número de años cultivando la parcela, P12= Costo por hectárea para el cultivo de papa. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

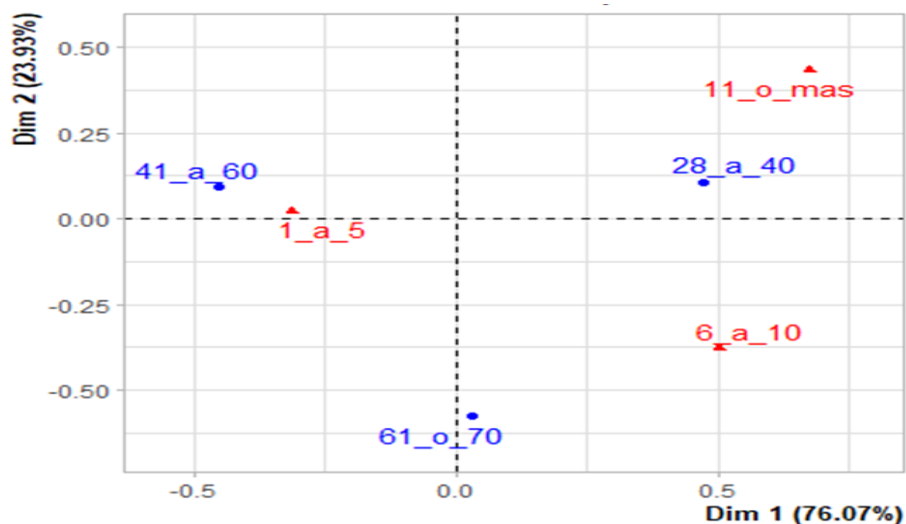
Los datos de la encuesta para las variables categóricas también indican que en 65% de los casos los productores de papa son casados (Figura 4), mientras que 30% vive en unión libre. El 28% de los productores es analfabeta, mientras que 45% tiene estudios de primaria y 20% tiene secundaria; sólo un porcentaje muy pequeño tiene preparatoria (5%) o carrera profesional (2%).

En 60 % de los casos, los productores de papa heredaron sus tierras de sus ancestros; 15% la compró y otro 27 % la rentó. En 75% de los casos la propiedad de la tierra es de tipo ejidal; 17% usa tierras comunales y sólo un 8% es propietario de sus terrenos (Figura 4).



**Figura 4.** Histogramas de variables sociodemográficas, correspondiente a productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. P2= Estado civil, P3= Escolaridad, P10= Origen de la propiedad, P11= Tipo de propiedad. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

Al analizar el grado de correspondencia entre variables categóricas, no se detectó significancia para los tres casos analizados (Cuadro 3). Solamente se detectó significancia al 0.086% de probabilidad de error, entre la edad de los productores y el número de hectáreas cultivadas con papa (Figura 5). En este caso parece haber una asociación relativamente importante entre el rango de edad de 41 a 60 años y la producción de uno a cinco ha de papa. En menor medida parece haber cierto grado de correspondencia entre el rango de edades de 28 a 40 años y el cultivo de 11 ha o más de papa. Sin embargo, sería necesario un mayor número de encuestados para corroborar estas tendencias.



**Figura 5.** Análisis de correspondencia entre la edad de los productores de papa (azul) en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz y el número de hectáreas cultivadas (rojo).

**Cuadro 2.** Pruebas de chi-cuadrada de variables ordinales a productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	Chi-cuadrada	Df	P-valor
Edad vs Dependientes económicos	3.113	4	0.5391
Edad vs Integrantes de familia	1.276	2	0.5283
Edad vs Número de hectáreas	8.1533	4	0.08612

P1= Edad, P4= Número de integrantes de familia, P5= Número de dependientes económicos, P8= Número de hectáreas.

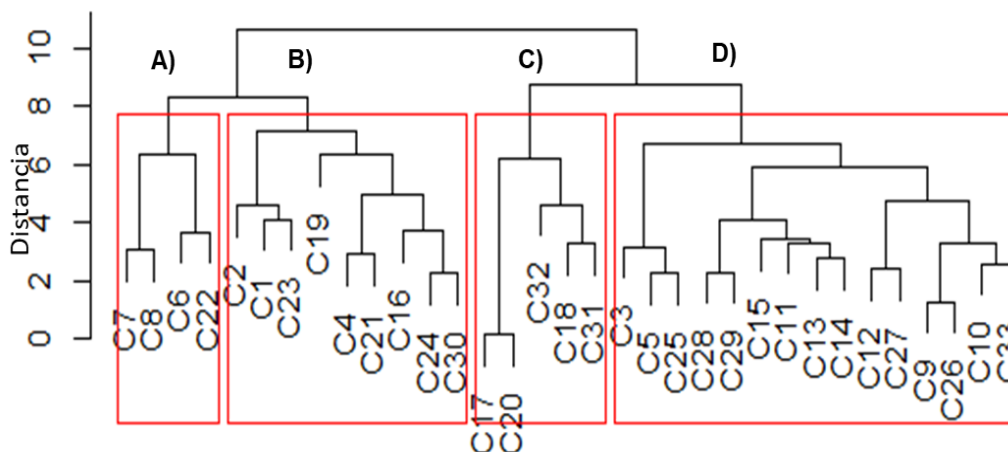
El análisis de conglomerados nos permitió identificar cuatro grupos sociodemográficos de productores de papa (Figura 6). Un primer grupo (Figura 6, A), se caracteriza por tener edad promedio entre 32 a 37 años; casados, con estudios entre preparatoria y universidad. El número de integrantes de familia es de ocho o más; este valor está ligado con el número de dependientes

económicos; en promedio tienen de uno a cinco años sembrando el cultivo de papa, con un rango de superficie de 9 a 12 ha, donde trabajan seis integrantes o menos; sus tierras son ejidales, heredadas por sus ancestros y otras compradas por ellos mismos. Su costo de producción por hectárea fluctúa entre 10,000 y 14, 000 pesos.

El siguiente grupo (Figura 6, B), difiere del anterior en el rango de edad (28 a 58 años); coexistiendo el estado civil entre unión libre y casados, su nivel de escolaridad es de primaria y secundaria; el número de dependientes económicos es mayor a 4; la unidad familiar está integrada con 4 a 6 miembros, cuando menos cuatro de ellos trabajan el campo; heredaron sus tierras, de tipo ejidal, de sus ancestros. Tienen de cinco a 10 años sembrando papa y sus costos por hectáreas están entre \$14,000 y \$20,000.

En el tercer grupo, la edad varía entre 52 a 56 años; los productores de papa en alguno de los casos están en unión libre y otros son divorciados; son analfabetas, con 4 a 10 miembros de familia; tienen de cuatro o menos miembros en las actividades de campo, siembran de 2 a 10 ha de papa, con un costo medio/ha de \$12,000, tienen de 10 a 18 años dedicados al cultivo. Las tierras que ocupan para trabajar han sido compradas y otras son rentadas de tipo ejidal o comunal (Figura 6, C).

Para el cuarto grupo (Figura 6, D), que es similar al grupo C, se caracteriza por tener un rango de edades de 30 a 70 años, los productores son casados, tienen un alto grado de analfabetismo, con tan solo uno cuantos de nivel primaria; integran su unidad familiar con dos a 10 miembros. En promedio tres de sus integrantes trabajan el cultivo de papa, de la cual siembran entre uno y 7 ha. Su experiencia en el cultivo va de 18 a 38 años y sus costos de producción son de 10,000 a 14, 000 pesos. Los productores han obtenido sus tierras por herencia y algunas son compradas, con un tipo de tenencia ejidal y comunal.



**Figura 6.** Grupos sociodemográficos de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

### 5.1.2 Agronómico

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 25% de los productores usa semilla pequeña de papa, mientras que 50% llega a incluir un tamaño mediano (Cuadro 3, P14). El 25% de los productores considera que la pérdida de suelo en sus parcelas es poca o nula, mientras que el resto estima que sí hay pérdidas considerables. El 50% de los productores considera que sus tierras conservan poca humedad, pero la otra mitad estima que sus terrenos sí conservan humedad suficiente para el cultivo de la papa (Cuadro 3, P23 y P24). El 75% de los productores estima que la capacidad de infiltración de agua en sus suelos es baja; sólo un 25% considera que la infiltración es buena (Cuadro 3, P25).

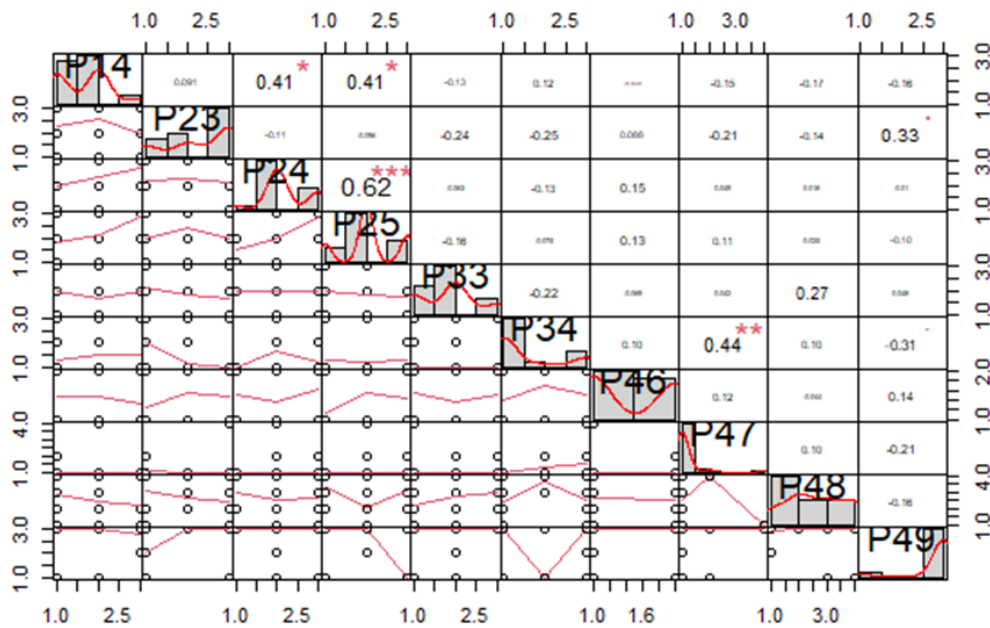
El 25% de los productores no usa abono orgánico, mientras que 50% aplica dos a cuatro viajes de estiércol de borrego en remolque de tractor; solo un 25% aplica hasta cinco a siete viajes de estiércol (Cuadro 3, P33). La aplicación de fertilizante químico se aplica uno a dos veces por ciclo en 50% de los casos, mientras que 25% hace cinco a siete aplicaciones (25%); el resto llega a hacer de ocho a 10 aplicaciones por ciclo (Cuadro 3, P34). El control de malezas mediante herbicidas se realiza con una aplicación por ciclo en 75% de los casos, pero existe un grupo no mayor al 25% que realiza hasta más de seis aspersiones por ciclo. Los costos por aplicación de herbicidas fluctúan entre \$600 a \$800 pesos en 25% de los casos, con un mínimo de \$100 a \$500 pesos y una mediana de 10,000 a 15,000 pesos, pero el resto llega a tener costos que exceden los \$20,000 pesos. La mayor parte de los productores deja los residuos de la cosecha en el campo; sólo un mínimo de ellos no los deja (Cuadro 3, P49).

**Cuadro 3.** Resumen descriptivo de las variables agronómicas ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	P14	P23	P24	P25	P33	P34	P46	P47	P48	P49
Mínimo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Primer cuartil	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0
Mediana	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0
Media	1.0	2.0	2.0	2.0	1.2	1.0	1.4	1.0	2.6	2.0
Tercer cuartil	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.5	3.0
Máximo	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	3.0

P14 = Tamaño ideal de la semilla, P23 = Riesgo de erosión en sus parcelas, P24 = Retención de humedad, P25 = Capacidad de infiltración, P33= Cantidad (t/ha) de abono orgánico, P34 = Aplicación de fertilizante químico y/o orgánico, P46 = Número de deshierbes P47=Número de aplicaciones de herbicida, P48=Costo por aplicación de herbicida, P=49 Deja residuos en sus parcelas. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

En la (Figura 6), se reportan los diagramas de dispersión y la correlación entre las variables descritas anteriormente. Las marcadas con asterisco tienen un nivel de significancia menor o igual a 0.05. Se muestran relaciones esperadas en la retención de humedad (P24) con la capacidad de infiltración (P25) y de igual forma la aplicación de fertilizantes químico y/o orgánico (P34) con el número de aplicaciones de herbicida (P47).



**Figura 7.** Diagramas de dispersión, histograma de frecuencias y correlaciones (Spearman) entre variables agronómicas ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. P14= Tamaño ideal de la semilla, P23= Pérdida de suelo en sus parcelas, P24= Retención de humedad, P25= Capacidad de infiltración, P33= Cantidad de (t/ha) de abono orgánico, P34= Aplicación de fertilizante químico y/o orgánico, P46= Número de deshierbe, P47=

Número de aplicaciones de herbicida, P48= Costo por aplicación de herbicida, P49= Deja residuos en sus parcelas. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

El análisis de los datos categóricos indica que el 100% de los productores trabaja con semilla introducida (Figura 8). En 85% de los casos los productores manejan la variedad Fianna y el otro 15% la variedad Mundial. El tipo de almacenamiento que más utilizan es en cajas de madera (75%); 9% la conserva en pilas, 5% en sacos de arpilla y un 11% a la intemperie. La semilla que usan para sembrar está en etapa de brotación múltiple en 27% de los casos; 7% la siembra con brotación apical y solo 1% recomienda ambos estados. El 25% considera que la estrategia para el control de plagas y enfermedades es la desinfección, el 4% no desinfecta, otro 4% usa estándares de calidad y el 3% no almacena (intemperie).

El 13% de los productores, consideraron que las parcelas que presentan buena calidad de suelos. son aquellas que se caracterizan por realizar prácticas de rotación de cultivos, maíz seguido de haba. Al respecto, el 27% realiza la siembra de haba, de esos, el 16% siembran de una a dos hectáreas, un 9% siembra entre tres a cuatro ha y el 2% más de cuatro ha; asimismo, el 7% no siembra dicho cultivo. El porcentaje de productores que siembra maíz fue de 31% y de estos un 21% en siembra de una a dos ha, 6% de tres a cuatro ha, con 4% más de 4 ha y un registro de 3% no siembra maíz, y el otro 50% está destinado al cultivo de papa.

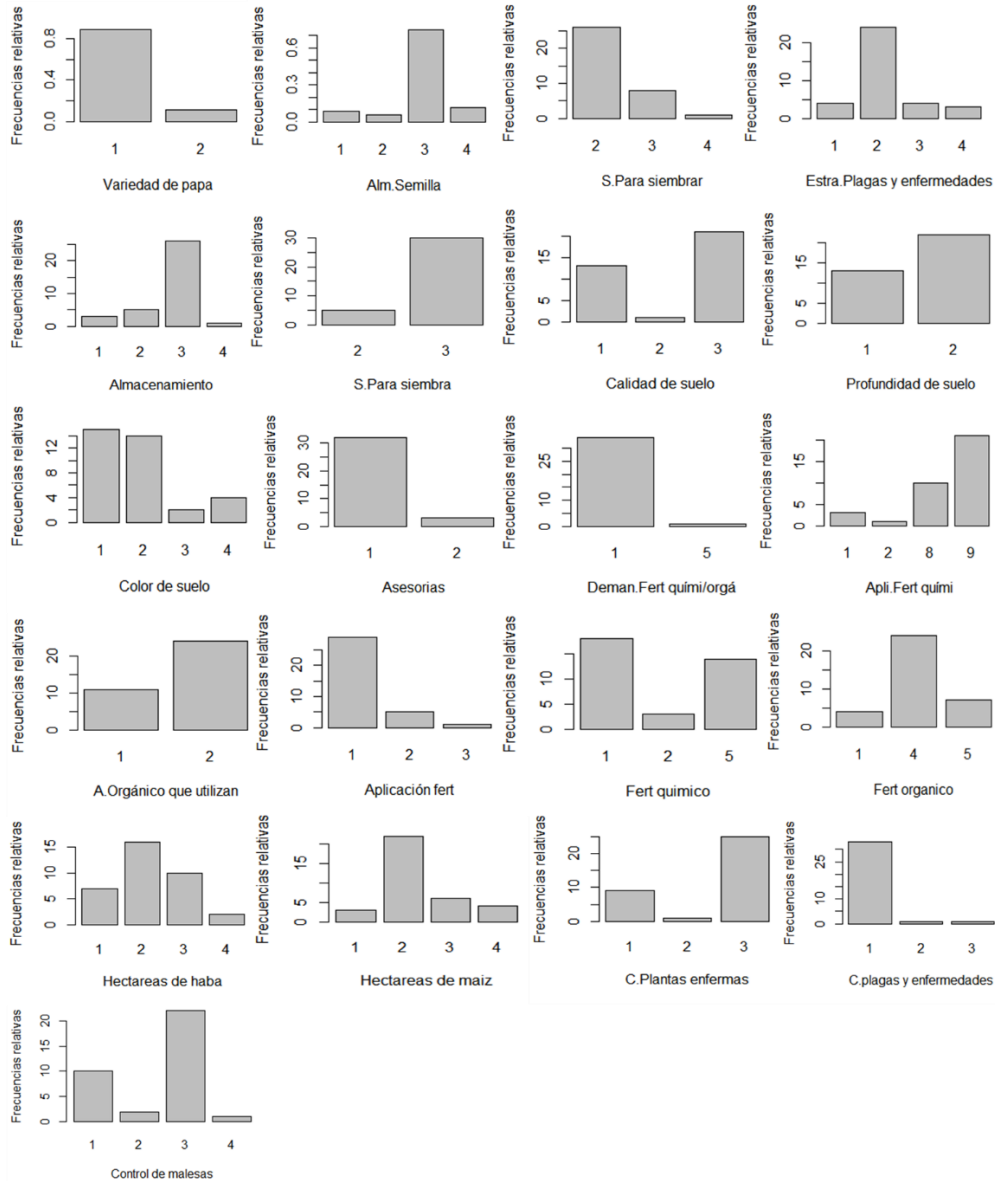
Por otra parte, ninguno de los productores acostumbra realizar análisis de sus tierras. En 30% de los casos, indicaron que sus suelos son poco profundos, mientras que en 13% los considera profundos y el 57% no respondió a esta pregunta (superficiales).

El 15% de los productores de papa identifican el color de sus parcelas como suelo amarillo; 14% como negro, 2% como barriales y 3% como grisáceo. En 32% de los casos no reciben asesorías referentes al cultivo de papa y sólo un 3% son asesorados (Figura 8). Los fertilizantes químicos más usados varían de fórmulas en 23% de los casos; un 10% usa Fosfato di amónico (DAP), 1% Triple 17 y el 3% Sulfato de amonio. El tipo de abono orgánico que más aplican es el estiércol de borrego en 25% de los casos, pero 11% usa lombricomposta. La aplicación de fertilizante químico es realizada en todo terreno en 30% en los casos, 5% lo hace por planta (mateado) y 1% en fertirriego. El 30% de los productos químicos que consume cada productor son comprados, 5% regalados y el 14% a crédito. El 4% de los fertilizantes orgánicos



son comprados al contado, 30% son elaborados por los productores y 7% los compra a crédito. Además, siembran haba y maíz. Los resultados arrojan que se tiene un porcentaje del 27% para la siembra de haba distribuido por el 16% siembran de (1 a 2 ha) de haba, un 9% siembra entre (3 a 4 ha), 2% (más de 4 ha), pero también el (7% no siembra este cultivo), mientras que el porcentaje para cultivo de maíz es de 31% destinado un 21% en siembra de 1 a 2 ha de maíz, 6% 3 a 4 ha, con 4% más de 4 ha y un registro del (3% no siembra maíz), y el otro 50% está destinado al cultivo de papa.

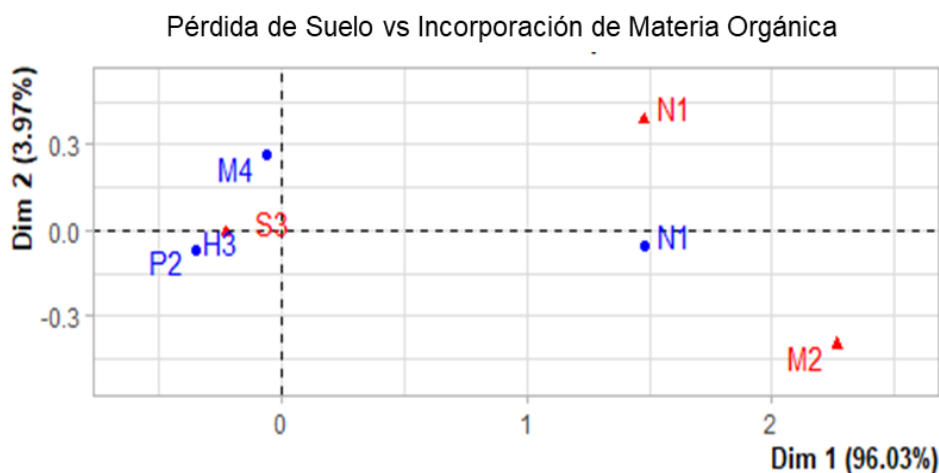
El control de plagas y enfermedades es el problema más difícil que enfrentan los agricultores en el cultivo de papa. Para el control de plantas enfermas 25% implementa opciones como la desinfección, 9% aplica eliminación total de la planta en mal estado, 35% corta las partes afectada y 35% usa agroquímicos. En el control de maleza 20% de los productores utiliza químicos, el 10% aplica deshierbe manual y el 3% control mecánico.



**Figura 8.** Histogramas de las variables agronómicas categóricas de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. P15= Variedad de papa, P16= Tipo de almacenamiento, P17= Tipo de semilla, P18= Método de control de plagas y enfermedades, P19=Porcentaje de germinación, P20= Semilla lista para siembra, P21= Calidad de suelo, P26= Profundidad del suelo, P27= Color del suelo, P28= Asesoría técnica, P29= Demanda de fertilizante más usado, P30= Aplicación de fertilizante químico y orgánico, P32= Abono orgánico que usan, P35= Cómo aplican el fertilizante, P36= Obtención de fertilizante químico, P37= Fertilizante orgánico. P40= Hectáreas de haba, P41= Hectáreas de maíz, P43= Control de plantas enfermas, P44= Control de plagas y enfermedades, P45= Control de maleza. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

El análisis de correspondencia entre algunas variables categóricas se muestra en el

(Cuadro 4 y la Figura 9). No se detectaron relaciones significativas. En primer par los productores indican no tener problemas de pérdida de suelo (N1) y no consideran la incorporación de materia orgánica (N1), el segundo par los agricultores no tiene pérdida de suelo (N1), sin embargo, ellos consideran muy poco la incorporación de materia orgánica, en un tercer par si hay pérdida de suelo (H3) por tanto realizan con mayor frecuencia la incorporación de materia orgánica (S3) y el cuarto los productores si tienen mucha pérdida de suelo (M4) por eso mismo si incorporan materia orgánica (S3) (Figura 9).



**Figura 9.** Análisis de correspondencia entre pérdida de suelo (azul) en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz y incorporación de materia orgánica (rojo). Pérdida de suelo: N1= no, hay pérdida, P2= poca pérdida, H3= hay pérdida, M4= mucha pérdida. Incorporación M.O: N1= no incorporo, M2= incorpora muy poco, S3= sí incorpora.

**Cuadro 4.** Prueba de chi-cuadrada en el análisis de correspondencia entre variables ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	Chi-cuadrada	Df	P-valor
Residuos vs Perdida de suelo	19.645	6	0.003202

P23 = Pérdida de suelo en sus parcelas, P49= Deja residuos en sus parcelas.

Los productores manifestaron, de manera general, la presencia de diversas plagas y enfermedades en el cultivo de papa, por lo que, para su control utilizan productos químicos; sin embargo, no hay una particularidad de uso en los diferentes grupos encontrados. Las enfermedades, que prevalecen para dicho cultivo son todas aquellas que atacan a la raíz tales: *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Phytophthora infestans* Mont, *Streptomyces scabies* spp, así como

también está presente el gusano nematodo dorado (*Globodera rostochiensis* Wollenweber), el cual se presentan en distintas etapas del desarrollo del cultivo, para las cuales los productores utilizan, en las dosis indicadas, los siguientes funguicidas: Emesto<sup>®</sup> 2L/ha, Shogun<sup>®</sup> 3L/ha, Furadan<sup>®</sup> 3L/ha, y bactericidas como Kasumin<sup>®</sup> 2L/ha; asimismo, el nematicida Terbufos<sup>®</sup> se aplica de manera granular de 3 a 4 bultos/h, a partir del inicio de la siembra y después de esta.

Por otra parte, también se tiene la incidencia de insectos los cuales se incluyen como la presencia de gallina ciega (*Phyllophaga* spp), picudo de la papa (*Epicaerus cognatus* Sharp) gusano gris o rosquilla (*Agrotis segetum* Denis & Schiffermüller), por lo que, aplican insecticidas como; Counter<sup>®</sup>, Teflutrina<sup>®</sup> y Thimet<sup>®</sup> 15G de manera granular de 3 a 4 bultos/h, depositado al momento de la siembra.

El análisis de conglomerados indica la existencia de cuatro grupos agronómicos de productores. El primer grupo (Figura 10, A) y se caracteriza por usar semilla de tamaño grande, de variedad Mundial, cuentan con almacenamiento para guardar semilla en bodegas, la cual usan en la etapa de brotación apical; asimismo, realizan control de plagas y enfermedades en almacenamiento mediante desinfección. Su semilla la guardan en costales de arpilla y se esperan a que llegue la etapa de brotación múltiple. La calidad de los suelos en sus parcelas es regular, pero tienen una gran pérdida de suelo; son de poca profundidad, conservan suficiente humedad y poseen buena infiltración. Los productores identifican el color de su suelo como negro. No son informados o asesorados para cultivar papa; usan fertilizante químicos y orgánicos con dos a cuatro aplicaciones (químicos) y dos a cuatro viajes de orgánicos, los cuales son aplicados en todo terreno. Estos productos son comprados. Además, siembran tres ha de haba y maíz. El control de plantas enfermas lo realizan a través de la desinfección o cortando la planta dañada. El deshierbe lo realizan mediante químicos aplicándolos no más de dos veces, con un costo por aplicación de \$20,000. Los productores consideran que sí es importante dejar residuos del cultivo en sus parcelas. Utilizan semilla mejorada.

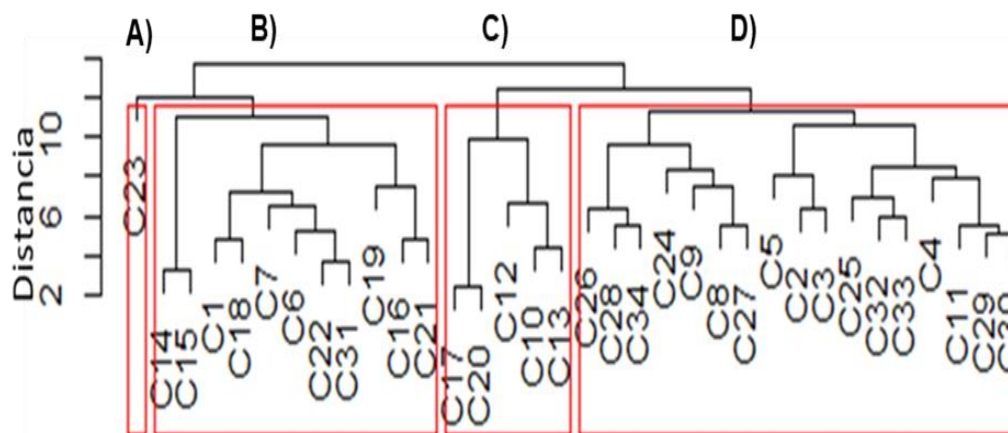
El segundo grupo de productores (Figura 10, B), se caracterizan por utilizar semilla de tamaño pequeño a mediano, de las variedades Fianna y Mundial. Cuentan con almacenamiento en cajas de madera a la intemperie; usan semilla en etapa de brotación múltiple. La calidad del suelo de sus parcelas varía dependiendo del color: amarillo (calidad regular), negro (calidad

buena). Sus parcelas en las tierras amarillas tienen grandes pérdidas de suelo, poca retención de humedad y baja infiltración de agua, lo contrario ocurre en las parcelas negras y grises. Los productores no cuentan con asesoría técnica en el cultivo de papa, sin embargo, consumen fertilizantes químicos como fórmulas y el DAP, con cinco a siete aplicaciones; también usan lombricomposta, aplicándola a todo el terreno o por mata. Estos productos los compran en efectivo o a crédito. Siembran dos a cuatro ha de haba y maíz. Aplican control químico de plagas o enfermedades, con tres a cuatro aspersiones cuyo costo varía entre 10,000 y 15,000 pesos.

El grupo C se reconoce por trabajar exclusivamente con semilla pequeña de la variedad Fianna; almacenamiento en bodegas; siembran semillas en etapa de brotación múltiple y apical; la mejor estrategia para este grupo de productores es el almacenamiento en cajas de madera, sin desinfectar (Figura 10, C). La calidad de sus tierras es regular (amarillo), se pierde mucho suelo, se conserva poca humedad, la infiltración es poca; son suelos poco profundos, lo contrario de los grises. No cuentan con asesoría técnica en el manejo de la papa, pero realizan un alto consumo de fertilizante químico (DAP y Sulfato de amonio) y orgánico (estiércol de borrego), aplicándolos dos a cuatro veces en todo terreno. La adquisición de ambos fertilizantes es a través de la compra en (químicos) y elaboración propia (orgánicos). Siembran de uno a dos ha de haba y menos de dos ha en maíz. El control de plantas enfermas, plagas, enfermedades y maleza es mediante químicos, con una o dos aplicaciones y un costo por aplicación de \$100 a \$800 pesos. Dejan los residuos de cosecha en sus parcelas.

El cuarto grupo se identifica por trabajar con semilla de tamaño mediano de la variedad Fianna. Cuentan con almacenamiento en cajas de madera; utilizan la semilla en brotación múltiple. Los agricultores generalmente almacenan la semilla aplicando estándares de calidad semilla con (brotes múltiples, sin deformidades, separación de variedad, libre de plagas y enfermedades). Tienen suelos amarillos y negros, con problemas de erosión y poca conservación de humedad y baja infiltración; son suelos poco profundos. El 5% de los productores cuenta con asesoría técnica durante el cultivo de la papa. La fertilización que aplica este grupo es química y orgánica (DAP, fórmulas y estiércol de borrego) con dos a cuatro aplicaciones. La obtención de sus fertilizantes es a través de la compra, crédito y elaboración propia (orgánicos). Los productores de este grupo siembran uno a tres ha de haba y menos de dos ha de maíz. El control de plantas enfermas es realizado a través de agroquímicos (con un costo por aplicación de \$600 a

\$800 pesos) y el control de maleza es manual. Este grupo de productores no considera importante dejar los residuos del cultivo en sus parcelas (Figura 10, D).



**Figura 10.** Grupos agronómicos de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

### 5.1.3 Conocimiento tradicional

Los agricultores consideran que los conocimientos tradicionales son la base fundamental para la siembra y cosecha del cultivo; asimismo, coinciden que la papa es la fuente de empleo para su comunidad y aledañas. Los saberes y conocimientos tradicionales se manifiestan en prácticas que se ejecutan en el cultivo, el uso del calendario lunar, la tracción animal, conformado por un arado de dos alas y dos animales a los costados, el uso de herramientas tradicionales tales como el talacho, canasto, pala recta, machete, azadón y rastrillo. Algunos productores han hecho cambio de semilla (introducida), mientras que otros agricultores siguen conservándola por varios años. Los productores identifican los indicadores del momento apropiado de la cosecha a través del muestreo de tamaño de papa, tierra agrietada, hojas de color amarillentas, cálculo de los 120 días de madurez y por el tamaño y cumplimiento de los cuatro meses de desarrollo del cultivo (Cuadro 5).

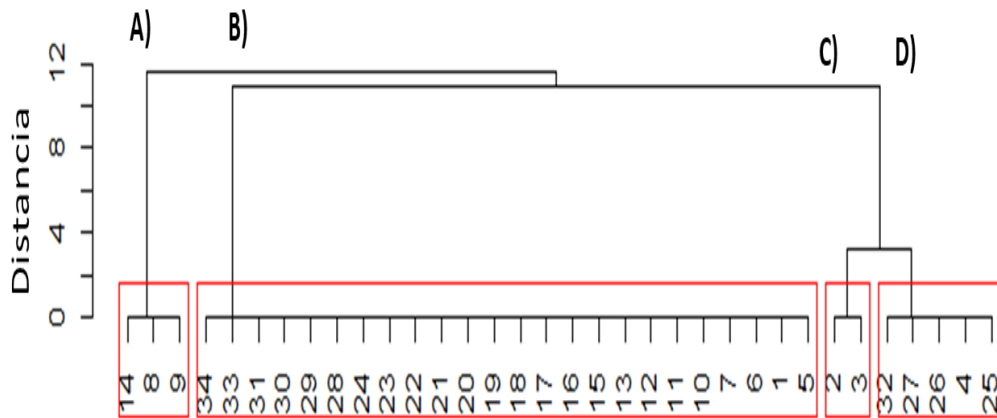
**Cuadro 5.** Resumen descriptivo de variables categóricas saberes y conocimiento tradicional a productores de papa de ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	P50	P51	P53	P55
Mínimo	2.0	2.0	1.0	1.0
Primer cuartil	2.0	2.0	2.0	5.0
Mediana	2.0	2.0	2.0	5.0
Media	2.0	2.0	1.0	4.0
Tercer cuartil	2.0	2.0	2.0	5.0
Máximo	2.0	2.0	2.0	5.0

P50= Importancia de conocimientos y saberes tradicionales, P51= Persiste los conocimientos y saberes tradicionales, P53= Actualmente usa la misma semilla, P55= Factores que indican el momento de la cosecha. Importancia de saberes: 1= no. 2= sí. Persisten aun los conocimientos: 1= no, 2= poco, 3= sí. Usan la misma semilla: 1= no, 2= sí. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

El análisis de conglomerados (Figura 11), indica cuatro grupos de conocimientos y saberes tradicionales de agricultores, representativos de las prácticas agrícolas que se implementan para el desarrollo y comercialización del cultivo de la papa e incluso del haba y maíz. En el cultivo de papa se practican y aplican conocimientos y saberes tradicionales el calendario lunar, descanso de tierras, la preparación tierras (barbecho) y surcado con yunta, los diferentes ciclos de siembra en suelos amarillos y negros, siembra escalonada, mateado por planta, tapado y deshierbe con azadón, rotación de cultivos con haba y maíz, chapeado con machete, uso de mano de obra para la extracción de papa. Los cuatro grupos siguen conservando la misma clasificación de la semilla por tamaño (grande, mediano, pequeño) y variedad; consideran muy importantes los saberes y conocimientos tradicionales llevados en sus prácticas. El grupo A (Figura 11), se caracteriza por la introducción de nuevas variedades de semilla (Fiannas y Mundiales) y por los indicadores del momento apropiado de la cosecha (120 días cumplidos, 20 días después de cortar el follaje y tierra agrietada). El segundo grupo B (Figura 11), se identifica por aquellos agricultores que han optado por introducir semilla mejorada (resistente a plagas y enfermedades) y los factores que indican el momento de la cosecha (color amarillento en las hojas y 120 días después de la siembra). En el grupo C (Figura 11), los agricultores no consideran necesario realizar cambios en su sistema de producción, si no que prefieren seguir conservándolos, pero sí identifican los indicadores al momento de la cosecha (tierra agrietada, los 4 meses de cumplidos y cuando la papa no se pela). El cuarto grupo (Figura 11, D), generalmente no ha realizado cambios en su sistema de producción en cuanto al material biológico (cambio de semilla), solo identifican el momento indicado para la cosecha, ya sea, a

través a los 20 días de cortar el follaje, hojas de color amarillento o un muestreo de cosecha (tamaño).



**Figura 11.** Grupos de comercialización y saberes tradicionales de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

En las (Figura 12), se describe esquemáticamente las diversas actividades que se realizan para el cultivo de la papa desde su siembra, desarrollo y cosecha, en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz (2021).



**Figura 12.** Diferentes prácticas que se realizan en el cultivo de papa. a) preparación del terreno, b) selección de la semilla, c) siembra, d) desarrollo del cultivo, e) realiza el chapeo con machete, f) cosecha extracción del



producto, g) comercialización, h) descanso del suelo y la realización de rebusca.

La preparación del terreno consiste en la incorporación de abonos verdes como avena y estiércoles de animales, los cuales son incorporados con la yunta de dos alas realizando un volteo con barbecho.

Cabe indicar que en ese lapso los productores realizan la selección de la semilla, lo cual hacen bajo las siguientes consideraciones: Tamaño, variedad (Fianna, Mundial y en menor proporción Orqueta y Agata). Resulta importante señalar diversos aspectos en relación a la selección de la semilla.

1. Fianna y Mundial, se recomienda que no tenga más de tres años de uso consecutivo, ya que puede empezar a deformar y deja de ser apta para semilla.
2. Orquesta y Agata, se recomienda su uso por dos años ya que su producción es baja por lo que solo producen de uno a dos tubérculos.

Una vez seleccionada la semilla los productores la mantiene en cajas bajo resguardo ya sea en bodegas o al aire libre.

Para la siembra, con la yunta se realiza el surcado del terreno a una distancia de 90 cm entre surcos, utilizando un arado de dos alas. Ante de realizar la siembra se coloca la fertilización química sobre el surco y los que siembran llevan una canasta cruzada a su cuerpo que les permite ir tomando semilla para abrir el espacio, con la pala, a cada 10 a 20 cm de entre planta y planta, dependiendo de la decisión del productor. El sembrador tiene el auxilio de un ayudante que le va llenando su canasta, con semilla, continuamente. Una vez que se realiza la siembra pasa de nuevo la yunta para cubrir tanto el fertilizante químico como la semilla sembrada; así mismo a los 20 días de nacidas se realiza el primer aporque también utilizando la yunta.

La segunda aplicación de fertilizante químico se realiza cuando la planta tiene una altura de 30 a 40 cm, y se pasa la yunta para cubrirlo y realizar el aporque, que es cuando la planta empieza a cerrarse. Cabe indicar que desde que se realiza el primer aporque, se inicia cada ocho días la aplicación de químicos para el control de insectos, bacterias y hongos.

La cosecha ocurre en los meses de julio a diciembre dependiendo del tipo de suelo y la fecha que hayan considerado; así mismo, la papa se guarda en bodegas o al aire libre, tanto en costales como en cajas.

La cosecha se realiza de forma manual y se requiere cortar el follaje, lo cual se puede realizar al “chapear” con machete, cuando consideran que la papa tiene un tamaño variado; así mismo, también pueden arrancar la planta desde el tallo, cuando tiene un tamaño adecuado para sacarla y en otras ocasiones utilizan un herbicida.

“El talacho y rastrillo” (Figura 13), son las herramientas que se utilizan para extraer la papa, la cual van dejando sobre la superficie del terreno y después regresan para seleccionarlas por tamaños: “primera, segunda y tercera”, colocándolas en cajas de plástico para facilitar su recogida ya sea por parte del productor o comprador.

Una vez terminada la cosecha, los productores incorporan a sus terrenos materia orgánica en forma de estiércol de ganado o abonos verdes como la avena.



**Figura 13.** Herramientas para la extracción de papa. a) talacho y b) rastrillo.

Una vez que se termina la cosecha, entre diciembre a enero, se realiza el barbecho con yunta y entonces se lleva a cabo una práctica denominada como “rebusca”, es decir, la colecta de la papa que ha quedado sin cosechar y que el mismo implemento del arado la expone. Cabe

indicar que este es el único momento que se usa el arado de barbecho de un ala, así mismo después de que se realiza esta última actividad, los productores hacen el uso del tractor con implementos que permiten que la tierra repose y guarde humedad.

Posteriormente de diciembre a enero están en descanso los terrenos en espera de la siembra, sin embargo, algunos productores incorporan abonos verdes como la avena dejando está crecer entre 15 a 30 cm con la finalidad de no consumir toda la humedad del suelo y la siembra se realiza con yunta entre abril, mayo y junio, dependiendo del tipo de suelo, por lo que resulta una siembra escalonada, es decir, en suelo negros se siembra en abril y en amarillo en mayo y junio.

### 5.1.4 Comercialización

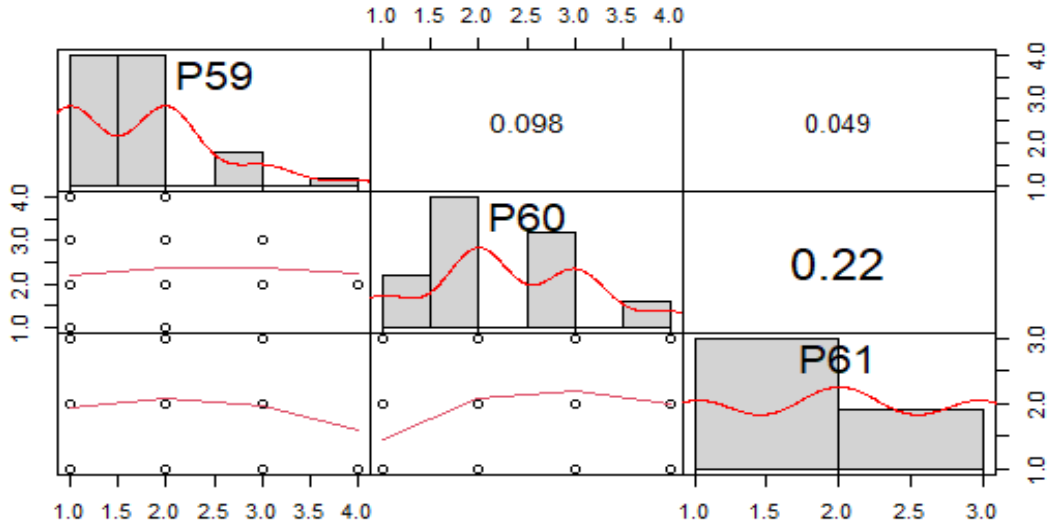
Los resultados de esta sección se muestran en el (Cuadro 6). Las respuestas reportan que la inversión que realizan los productores en una hectárea de cultivo de papa varía entre un mínimo de \$ 50,000 (1), una media de \$80,000 (2) y un máximo de \$150,000 (3). Las ganancias en años buenos con precios altos duplican la inversión, con un rango de \$85,000 a \$100,000 como mínimo, con media de \$200,000 a \$150,000 y máximo de \$350,000 por hectárea. Las ganancias en un año promedio tienen un mínimo de \$50,000 a \$65,000 pesos, una media \$75,000 a \$85,000 y un máximo de \$ 150,000.

**Cuadro 6.** Resumen descriptivo de las variables comercialización ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	P59	P60	P61
Mínimo	1.0	1.0	1.0
Primer cuartil	1.0	2.0	1.0
Mediana	2.0	2.0	2.0
Media	1.0	2.0	2.0
Tercer cuartil	2.0	3.0	3.0
Máximo	4.0	4.0	3.0

P59= Inversión en una hectárea, P60= Ganancia en año bueno, P61= Ganancia año medio. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

En la (Figura 14) la correlación lineal entre variables. Se analiza la relación que hay entre la inversión que realizan en un año en cultivo de papa (P59) con las ganancias en un año bueno a precios altos (P60) y las ganancias para un año medio con precios estándares (P61).



**Figura 14.** Diagrama de dispersión, histogramas de frecuencias y correlaciones (Spearman) entre variables de comercialización ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz. P59= Inversión en una hectárea, P60= Ganancia en año bueno, P61= Ganancia año medio. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

El análisis de correspondencia entre variables categóricas (Cuadro 7), no indicó relación significativa ( $P > 0.6207$ ) entre la inversión que realizan en una hectárea por año y las ganancias en un año bueno con precios altos.

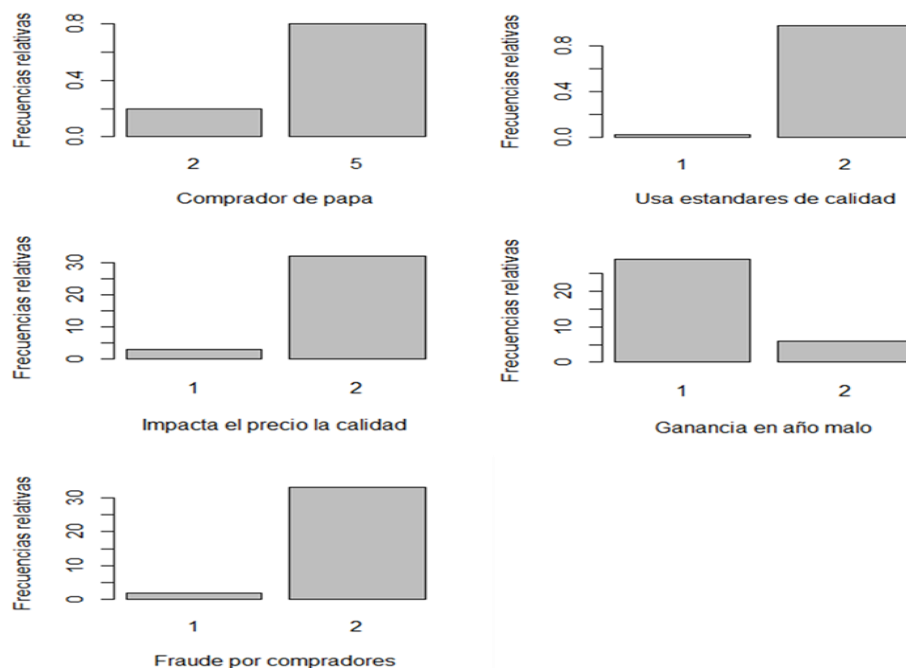
**Cuadro 7.** Prueba de chi-cuadrada en el análisis de correspondencia entre variables ordinales de productores de papa del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

	Chi-cuadrada	Df	P-valor
Inversión vs Ganancias en año bueno	1.7737	3	0.6207

P59 = Inversión en una hectárea, P60 = Ganancia en año bueno.

El 80% de la producción es comprada por los intermediarios (coyotes), mientras que el 20% es transportada a la central de abastos para su venta. El 80% de los agricultores considera necesario el cumplimiento de los estándares de calidad, mientras que el 1% no los considera primordiales. El 30% de los productores indica que la calidad de la papa es fundamental ya que para lograrlos se llega impactar en los costos de producción; no obstante, sólo el 2% argumenta

que no les afecta en los más mínimo. El 25% de los agricultores reportan que en años malos con precios muy bajos sufren de una pérdida total; sin embargo, el 5% de los productores recuperan la inversión; 30% de los agricultores reporta que son defraudados por los mismos compradores; sólo 1% reporta no haber sido desfalcado (Figura 15).



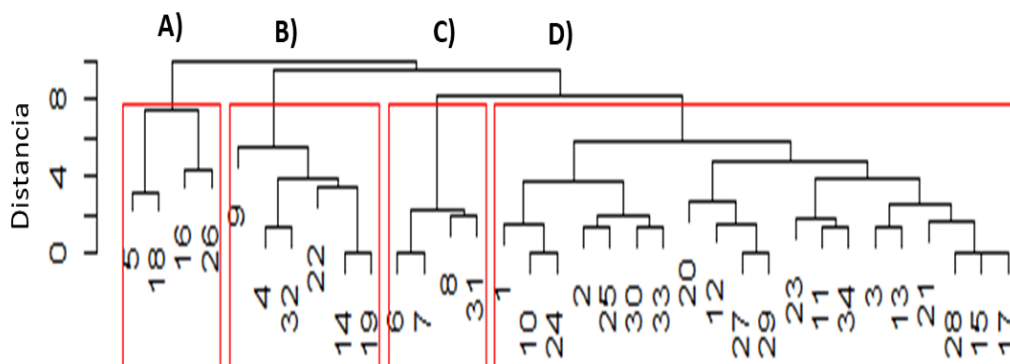
**Figura 15.** Histograma de las variedades comercialización categóricas de productores de papa del ejido Los Altos municipio de Ayahualulco, Veracruz. P56= Comprador de papa, P57= Estándares de calidad, P58= Consecuencias por estándares, P62= Ganancia año malo, P63= Fraudes por compradores. Los rangos de valores posibles para cada variable están indicados en el (Anexo 1).

A través del análisis de conglomerados se identificaron cuatro grupos de comercialización de productores de papa (Figura 16). El primero se caracteriza porque 80% de los productores venden su producción de papa a intermediarios, con uso de estándares de calidad (variedad, tamaño de semilla, resistencia a plagas y enfermedades, favoreciendo la venta a precios altos). Para algunos agricultores los estándares de calidad no son necesarios. Los productores invierten en la siembra de una hectárea \$80,000 a \$100, 000. En años buenos con precios altos llegan a ganar \$350,000 pero en años medios de esto varía de \$50,000 a \$75,000. En años malos con precios muy bajos hay pérdida total. Comúnmente son defraudados por los mismos intermediarios (Figura 16, A).

En el segundo grupo, 20% de los productores venden su producción a la central de abastos; los estándares de calidad repercuten (tamaño, color, pureza y capacidad para freír), en los bajos precios de venta (Figura 16, B). El productor invierte al año más de \$150,000 en una hectárea; las ganancias son triplicadas en años buenos a precios altos (\$350,000) pero andan entre \$50,000 y \$75,000 en años medios, por lo que solo recuperan la inversión (\$50,000 a \$65,000 pesos); con frecuencia los agricultores son defraudados por sus intermediarios.

En el grupo tres (Figura 16, C), los agricultores venden su cosecha a intermediarios, considerando los estándares de calidad como la base fundamental para vender a precios altos. La inversión por hectárea es de \$50,000. En años buenos a precios altos obtienen más de los \$150,000, en años medios a precio estándar recuperan un monto de \$75,000 a \$90,000. En años malos a precios bajos tienen pérdida total y regularmente son defraudados por los intermediarios.

El cuarto grupo es conformado por productores que venden su papa a intermediarios, usando los estándares de calidad para vender a precios altos. Algunos agricultores se ven afectados por la venta de producción a precios bajos. La inversión por hectárea para estos agricultores está alrededor de \$10,000, pero la ganancia en años buenos a precios altos se duplica por arriba de los \$350,000. En años medios con precios estándar obtienen una ganancia de \$90,000 y en años malos a precios bajos sólo hay pérdida total (Figura 16, D). Actualmente los productores sufren de estafas por los mismos intermediarios.



**Figura 16.** Grupo de comercialización de productores de papa del ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

## 5.2. Descripción de propiedades físicas y químicas de suelos evaluados

### 5.2.1 Físicas

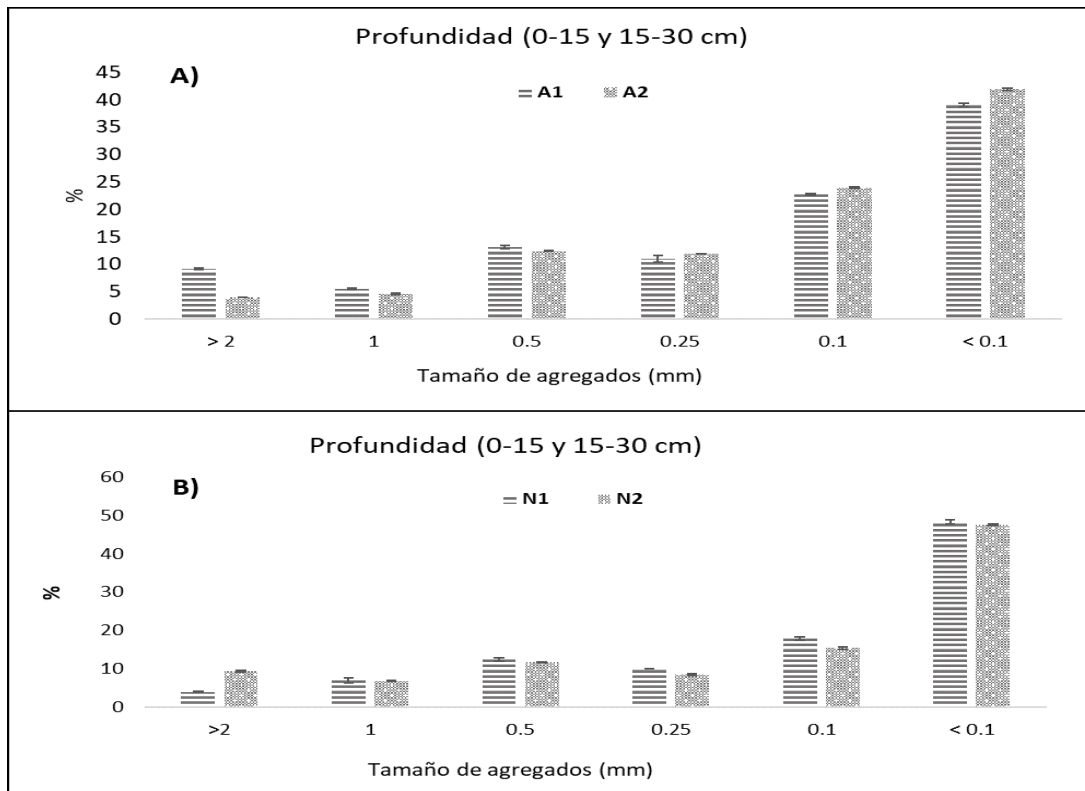
Granulometría: El (Figura 17 A), el tamaño de agregados para andosol ócrico a una profundidad 0 a 15 cm y 15 a 30 cm. (0 a 15 cm), presenta un porcentaje de agregados de  $39.09 \pm 0.25$  con un diámetro medio ponderado de  $0.37 \pm 0.004$  mm. En la parte del 15 a 30 cm, el porcentaje de diámetro menor a ( $< 0.1$ mm), distribución de agregados mayor a  $41.91 \pm 0.2$  y un diámetro medio ponderado de  $0.31 \pm 0.004$  mm.

Para andosol húmico, a una profundidad de 0 a 15 cm, en diámetro menor a ( $< 0.1$ mm), se tiene un porcentaje de agregación mayor a  $48.35 \pm 0.53$ ; con un diámetro medio ponderado de  $0.46 \pm 0.004$  mm, profundidad de 15 a 30 cm en diámetro menor, obtiene un porcentaje de  $47.61 \pm 0.2$ , con diámetro medio ponderado de  $0.46 \pm 0.004$  mm.

**Cuadro.8.** Distribución de agregados en andosol ócrico y húmico a dos profundidades, bajo manejo convencional en el cultivo de papa en ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Veracruz.

N° Tamiz	Porcentaje (g)			
	P1	P2	P1	P2
	Ócrico		Húmico	
>2	9.21±0.15	3.99±0.03	3.89±0.10	9.22±0.19
1	4.54±0.13	4.60±0.09	6.85±0.06	6.77±0.07
0.5	13.13±0.35	12.44±0.07	12.37±0.39	11.67±0.09
0.25	10.99±0.66	11.67±0.00	9.93±0.08	8.40±0.14
0.1	22.7±6.19	23.97±0.08	17.77±0.04	15.36±0.3
< 0.1	39.09±0.25	41.91±0.2	48.35±0.53	47.61±0.21
<b>DMP (mm)</b>	0.37±0.004	0.31±0.004	0.46±0.004	0.47±0.008
<b>DMG(mm)</b>	0.33±0.004	0.34±0.004	0.37±0.004	0.36±0.004

P1 = Profundidad 0-15 cm, P2 = Profundidad 15-30 cm, > = Mayores a 2 micras, < = Menores a 0.1 micras, DMP =Diámetro medio ponderado, DGM = Diámetro medio geométrico, ± = Error estándar.



**Figura 17.** Distribución de agregados a dos diferentes profundidades. P1= 0 a 15 y P2= 15 a 30 cm en andosol ócrico y húmico.

Densidad aparente (Dap): El andosol ócrico a profundidad de 0 a 15 cm, Dap de  $1.03 \pm 0.04 \text{ g cm}^{-3}$  y de 15 a 30 cm, aumento a Dap de  $1.11 \pm 0.02 \text{ g cm}^{-3}$  (Cuadro 9). Profundidad de 0 a 15cm y 15 a 30 cm de  $0.81 \pm 0.0 \text{ g cm}^{-3}$  y  $0.80 \pm 0.05 \text{ g cm}^{-3}$ .

Densidad real (Dral): 0 a 15 cm y 15 a 30 cm, en andosol ócrico es de  $2.4 \pm 0.0 \text{ g cm}^{-3}$  a  $2.74 \pm 0.0 \text{ g cm}^{-3}$ , (Cuadro 9). Para ambos horizontes no se identificaron modificaciones en Dral.

Porosidad total (Pt): La porosidad total a una profundidad de 0 a 15 cm, para andosol ócrico, fue de  $57.42 \pm 1.4$ , y de 15 a 30 cm de  $59.27 \pm 2.1$  (Cuadro 9). En andosol húmico de 0 a 15 cm, de  $70.00 \pm 0.8$  y de 15 a 30 cm a  $66.10 \pm 2.2$ .



**Cuadro 9.** Características físicas de andosol ócrico y húmico a dos profundidades 0 a 15 cm y 15 a 30 cm en el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

Profundidad	Dap (g cm <sup>-3</sup> )	Dral (g cm <sup>-3</sup> )	Pt (%)	CC (%)	PMP (%)
A-P1	1.03 ±0.04	2.4 ±0.0	57.42 ±1.4	24 ±1.5	20 ± 0
A-P2	1.11 ±0.02	2.74 ±0.1	59.27±2.1	27 ±0.5	11 ±0.5
N-P1	0.81 ±0.0	2.68 ±0.1	70.01 ±0.8	27±0.1	15±7.5
N-P2	0.80 ±0.05	2.36 ±0.1	66.10 ±2.2	32 ±0.1	9 ±0.5

A: andosol ócrico, N: andosol húmico, P1: 0-15 cm, P2: 15-30 cm. Valor igual (±) indica el error estándar.

Capacidad de campo (CC) y punto de marchitez (PMP): A capacidad de campo para andosol ócrico de 0 a 15 cm, fue de 24±1.5 % y de 15 a 30 cm, tiene un valor de 27±0.5. Para andosol húmico la capacidad de campo a 27±0.5 % y de 15 a 30 cm, fue de 32±0.1 (Cuadro 9). El punto de marchitez permanente a 0 a 15 cm, a 20±0.0 % A profundidad de 15 a 30 en andosol húmico fue de 15±7.5.

### 5.2.2 Químicas

pH: Los valores de pH obtenidos, para andosol ócrico a profundidad de 0-15 cm se tienen 5.22±0.02 y de 15 a 30cm es de 5.24±0.0; mientras que en andosol húmico pH 4.18±0.0 de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm de 4.24 ±0.01.

CE: La conductividad eléctrica para andosol ócrico, presenta un valor 0.54±0.01 de 0 a 15 cm y 15 a 30 cm 0.35±0.0. A profundidad de 0 a 15 cm se tiene un valor de 0.34±0.1 y 15-30 cm los valores fueron menor a 0.17±0.2 (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Características químicas de andosol ócrico y húmico a dos profundidades 0 a 15 cm y 15 a 30 cm en ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

Suelo	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	N (mg kg <sup>-1</sup> )	MO	CO (%)	C/N	COXP (mg kg <sup>-1</sup> )	MOP
A-P1	5.22±0.02	0.54±0.1	0.448±0.0	1.248±0.3	0.624 ±0.1	1.39 ±0.3	266.67	10.45
A-P2	5.45±0.01	0.35±0.0	0.448±0.03	0.936±0.03	0.468±0.0	1.05 ±0.7	400.00	11.37
N-P1	4.18±0.0	0.34±0.1	1.708±0.0	6.396±0.02	3.198 ±0.1	1.86 ±0.2	533.33	10.53
N-P2	4.24±0.01	0.17±0.2	1.96±0.14	9.438±0.1	4.719±0.50	2.40 ±0.5	573.33	11.31

A= andosol húmico, N= andosol húmico, P1= Profundidad de 0 a 15 cm, P2= Profundidad de 15 a 30 cm.

Nitrógeno (N): En andosol ócrico a profundidad de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm, presentan nitrógeno de  $0.448 \pm 0.0 \text{ mg kg}^{-1}$  y para andosol húmico de  $1.708 \pm 0.0 \text{ mg kg}^{-1}$ ; a profundidad de 0-15 cm; a profundidad de 15 a 30 cm de  $1.96 \pm 0.14 \text{ mg kg}^{-1}$  (Cuadro 10).

Materia orgánica (M.O.): La MO del andosol ócrico de 0 a 15 cm, tiene  $1.248 \pm 0.3 \%$ ; para 15 a 30 cm, se reportan valores a  $0.936 \pm 0.3 \%$ ; con andosol húmico a 0 a 15 cm presentó  $6.396 \pm 0.02 \%$  y 15 a 30 cm  $9.438 \pm 0.01 \%$ .

Carbono orgánico (CO): En andosol ócrico con horizonte de 0 a 15 cm, se tuvo un valor  $0.624 \pm 0.1$  y de 15 a 30 cm, a  $0.468 \pm 0.0$ . En andosol húmico hay de  $3.198 \pm 0.1$  a una profundidad de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm es de  $4.719 \pm 0.50$  (Cuadro 10).

Relación carbono nitrógeno (C/N): La C/N, en andosol ócrico, tiene un valor de  $1.39 \pm 0.3 \%$  en horizontes superficial de 0 a 15cm y en horizontes 15 a 30 cm, su valor es de  $1.05 \pm 0.7 \%$ . En andosol húmico se tienen de  $1.86 \pm 0.2 \%$  para horizonte superficial (0 a 15 cm) y en horizonte de subsuelo (15 a 30 cm), el resultado es  $2.40 \pm 0.5 \%$ .

Carbono fácilmente oxidable con permanganato (COXP): En andosol ócrico de 0 a 15 cm, mostró una baja concentración de  $266.6 \text{ mg kg}^{-1}$  y en profundidad de 15 a 30 cm, se tiene una alta concentración de  $400.00 \text{ mg kg}^{-1}$  (Cuadro 10). Asimismo, en andosol húmico se reportan concentraciones mayores de  $533.33 \text{ mg kg}^{-1}$  para horizonte superficial y en horizonte de 15 a 30 cm hasta de  $573.3 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Materia orgánica particulada (MOP): En andosol ócrico a profundidad de 0 a 15 cm la MOP es de 10.45 y de 15 a 30 cm de 11.37. Para andosol húmico la MOP a una profundidad de 0 a 15 cm es de 11.37 y de 15 a 30 cm es de un valor a 11.31.

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Encuestas

En el caso del estudio sociodemográfico resalta que la edad de los productores es un factor determinante en el manejo y producción; ya que el 50% de productores tienen de 28 a 48 años y el otro 50% agricultores entre 48 a 70 años. Por otro lado, el sueldo de los jefes de familia

es utilizado para la manutención de hasta seis o menos miembros de la misma en la que sólo se tiene el jefe de familia trabajando en el cultivo de papa, el cual está encargado del manejo y producción de uno a 40 ha de papa. La experiencia tras el manejo de dicho cultivo es de uno a 38 años, en la que el productor se ha dedicado a extender el cultivo de papa optando por rentar de tierras a otros productores e invirtiendo un costo por ha de \$20,000. Se asume que el cultivo de papa es la fuente primordial y de sobrevivencia para la comunidad el cual ofrece empleos para la misma, comunidades aledañas y un crecimiento económico personal para el productor. En trabajos previos, dónde también se considera la importancia de dicho cultivo en la economía de las organizaciones agrícolas, se demostró que el 100% ocupan mano de obra familiar y/o comunitaria (Dozorova *et al.*, 2016; Álvarez, 2015). Por su parte, Dersseh *et al.*, 2016, reportan que la mayoría de los productores prefieren contratar mano de obra para las actividades agrícolas y tener más tiempo para desarrollar otras. En este trabajo, resultó un alto índice de productores adultos mayores, lo cual podría atribuirse a que la gente joven emigra a otras ciudades, principalmente hacia Estados Unidos, por la falta de oportunidades de desarrollo y la persistencia de salarios bajos, lo cual coincide con lo encontrado por Bahena y Tornero, (2009), Lacki (2002) y Ceballos y Nopal (2021). Otra posibilidad es la incapacidad de tener un trabajo fijo; es por eso que las personas mayores siguen dedicándose a las actividades del campo (Font, 1978; Mendoza *et al.*, 2018).

También se observó que el mayor grado de alfabetismo ocurre en los productores adultos mayores; sin embargo, Ilakovac *et al.*, (2020); y Namwata *et al.*, (2010) mostraron que el 4.4% de los adultos mayores de 60 años tenían estudios completos en primaria. Por otra parte, en nuestro estudio, el 45% de los agricultores jóvenes tienen estudios entre primaria, secundaria, preparatoria o hasta universidad. El estado civil, tenencia de tierras y la adquisición de tierra no mostraron relación significativa con a otras categorías para esta investigación.

Al manejo agronómico, los productores en 50% de los casos indicaron que trabajan con semilla de tamaño mediano y enfrentan problemáticas como la pérdida de suelo en sus parcelas, baja infiltración y poca retención de humedad. Este resultado fue similar a lo que reportan Parlak y Blanco (2015) y Kuhwald *et al.*, (2022). Las posibles causas asociadas a la pérdida de suelo son la ausencia de técnicas de conservación de suelos y agua; asimismo, la presencia de prácticas inadecuadas de labranza, sobrepastoreo, fuertes corrientes de viento y erosión pluvial (Borrelli *et*

*al.*, 2017). Otros estudios reportan la pérdida de suelo debido a la remoción del suelo al extraer la papa (Guerra *et al.*, 2017; Ruyschaert *et al.*, 2007). Los factores que contribuyen a una mejor calidad de suelo es el uso de abono orgánico, por la incorporación de materia orgánica. Al respecto, Caycho *et al.*, (2009), Salinas *et al.*, (2012); Murillo *et al.*, (2016), han comprobado el interés creciente en la fertilización orgánica como mecanismo de recuperación de suelos degradados, ya que han obtenido un mejor contenido de materia orgánica, mejor capacidad de almacenamiento de agua y generalmente una mejor calidad de producto. También se encontró, que el desarrollo del cultivo de papa demanda una elevada aplicación de fertilizantes químicos y pesticidas; lo cual se suma a lo que Corcuera (2007) y Ramírez *et al.*, (2014), precisan sobre la implicación de los costos elevados y los aportes de éstas prácticas a la contaminación de suelo, aguas superficiales, subterráneas, aumento de salinización y disminución de reservas energéticas al suelo.

El uso de semilla introducida ocurre en 100% de los casos, con variedades como Fiannas y Mundiales. Este desplazamiento de la semilla criolla, no solo se atribuye al mejor rendimiento de la semilla mejorada y su resistencia de plagas y enfermedades, sino también a nuevas técnicas de manejo (Teshaye *et al.*, 2013). El tipo de almacenamiento más utilizado por parte de los productores es en cajas de madera, en el cual realizan una desinfección para el control de plagas y enfermedades antes de ser almacenada para semilla y posteriormente para ser utilizada en estado de brotación múltiple (Suasaca *et al.*, 2009), lo cual ha significado para los productores la obtención de una mejor brotación. En relación a esto Taha *et al.*, (2017); Beukema y Zaag, (1990). Reportan como factores a considerar la etapa fisiológica en la que se encuentra el tubérculo, la condición del crecimiento, almacenamiento previo del brote, luz, temperatura a la que ocurre el brote, tamaño de tubérculo y variedad.

En algunas parcelas de suelo amarillo y negro se ha realizado rotación de cultivos con maíz y haba; sin embargo, los productores indican que se requiere una mejora para el manejo y producción de este último cultivo. En general se identifican tanto la falta de asesorías técnicas en temas del cultivo de papa como de análisis químicos de los suelos en sus parcelas, el uso inmoderado de paquetes tecnológicos y fertilizantes, lo que concuerda con Donaire y Eguivar (2006) y De Almeida *et al.*, (2015). Estas carencias han elevado los altos costos de producción, la incidencia de las plagas y enfermedades y los riesgos en la salud de los trabajadores por la

aplicación en campo abierto (Ospina *et al.*, 2009). Los productores optan por el control de maleza de manera manual, por lo que Villa *et al.*, (2017), señala que el control de maleza en el cultivo de papa es a través de la aplicando de parámetros fitosociológicos, este método consiste en un control y manejo.

Los productores participantes, indican que los saberes y conocimientos tradicionales en el cultivo de papa son la base fundamental en la siembra, manejo del cultivo en producción Del Carmen *et al.* (2007), consideran que están asociados a la cosmogonía y rituales con actividades propias de este cultivo. El cultivo de papa es la principal fuente de economía generadora de empleos en estas regiones. En esta investigación se hace evidente la asociación de prácticas agrícolas con el calendario lunar, la tracción animal, diferentes ciclos de siembra según el suelo (amarillo y negro), la rotación de cultivos (haba y maíz) y el uso de mano de obra para la cosecha (Pumisacho y Sherwood, 2002). Los productores tienen ciertos indicadores del momento de la cosecha. Se identifica la posible causa del abandono de semilla nativa en ejido los Altos a que los agricultores deciden trabajar con semilla mejorada, teniendo esto costos elevados Altieri y Nicholl (2007), establecen y proponen estrategias agroecológicas en orientación a un mejor sistema de producción diverso y autosuficiente (Gliessman *et al.*, 1998), demostrando la rentabilidad económica y ambiental a través de dichas estrategias (Donarie *et al.*, 2006).

Los productores enfrentan problemas de comercialización en el cultivo de papa, por los altos costos de producción, precios bajos, la falta de mercado, incumplimientos de estándares de calidad y fraudes por los mismos intermediarios (Singha y Maezawa, 2019). Es probable que los sistemas de manejo convencional se vean afectados debido a las múltiples limitaciones que presentan los productores; así mismo, el cultivo sólo es rentable para aquellas personas que se dedican a la venta de agroquímicos (Hajong *et al.*, 2014). Otros autores señalan como posibles causas la ausencia de información en el mercado, la falta de organización entre productores, problemas de almacenamientos y el bajo acceso a los canales de comercialización (Nirmala y Muthuraman, 2016). Huq *et al.* (2004), asume que siempre y cuando se tenga un buen mercado se tendrán precios estables, rentables y aumentos de valor en producción para los productores. Los agricultores consideran que el cultivo de papa ha dejado de ser un cultivo rentable (Mukul *et al.* 2013), debido que en años con precios bajos suelen quedar en la quiebra y endeudados por los altos insumos de agroquímicos, mientras tanto uno de cada 10 años se tienen precios altos

generando ganancias de 85,000 a 100,00 pesos (Hossain y Abdulla, 2016).

## 6.2 Análisis de andosol ócrico y húmico

De acuerdo con lo obtenido en relación a los cuatro análisis que se describen anteriormente con base en la experiencia de los productores se corrobora la información orientativa de sus características químicas y físicas de andosol ócrico y húmico.

El suelo se ve afectado el estado estructural debido al manejo convencional del cultivo de papa. Esto coincide con lo descrito por Roldán *et al.*, (2014), quien indica que estos se vuelven un factor preciso para predecir la calidad del suelo. Se indica a profundidad 0 a 15, en andosol ócrico se muestra una estructura inestable a pesar de mostrar aumento de macroagregados (> 2.0 mm), y microagregados (< 0.1 mm), por lo que en andosol húmico se demuestra una disminución en macroagregados (> 2.0 mm), mientras, hay un aumento en microagregados (< 0.1 mm). Otras investigaciones evaluaron el tamaño de partículas, se demostró que los sistemas de manejo convencional en su efectucción de labranza con arado de disco o vertedera afecta la agregación del suelo y con ello su estabilidad (Ceballos *et al.*, 2010). Pérez y Kientz (2003), menciona las características como densidad aparente baja, porosidad elevada, microagregados estables y cantidad de materia orgánica, los factores que favorecen la estabilidad estructural del suelo y resistencia a la degradación (Velasco y Úbeda, 2014; Mileti *et al.*, 2013). La disminución de poros, materia orgánica, nitrógeno, relación carbono/ nitrógeno y pH, que presenta andosol ócrico son similares con lo mencionado por (Kientz *et al.*, 2000; Le Bissonnais y Souder, 1995). A pesar del mismo monocultivo y manejo en ambos suelos se puede observar una gran diferencia con los andosol húmico por lo que aún no se reflejan alteraciones en los parámetros. De acuerdo con Huygens *et al* (2005), andosol húmico por su naturaleza poseen un alto contenido de materia orgánica, así como una alta capacidad de intercambio catiónico.

La profundidad de 15 a 30 cm en andosol ócrico presenta disminución en macroagregados (> 2.0 mm), aumento en microagregados (< 0.1 mm), coincide con lo reportado en andosol húmico en los diferentes horizontes, influyen en los parámetros fisicoquímicos. Tisdall y Oades, 1982; Shields y Pau, 1973; Blanco *et al.*, 2007), reportan que esto se debe a los macroagregados por el manejo del suelo.

En el caso de andosol húmico se observó un porcentaje mayor en macroagregados y microagregados, mayor contenido de materia orgánica igual a  $9.438\pm 0.1\%$ , el nitrógeno de  $1.96\pm 0.14\%$ ,  $4.719\pm 0.50\%$  carbono y una densidad aparente moderada estos resultados coinciden con lo investigado por Wada (1985) y Shoji *et al* (1993), andosol húmico, tienen un alto contenido de carbono cercano al 8% pero llega hasta el 30%, con espesores de 30 cm y de estructura granular y Kawasaki *et al* (2008), mencionan algunas de las características de estos tipos de suelos por el parámetro importante MO.

### **6.3 Experiencia de trabajo en la producción de papa agroecológica**

La comunidad de Los Pescados, propone alternativas de producción, que contribuyen a la sustentabilidad del cultivo, que anteriormente se ha descrito; cuyos resultados indicados abren la oportunidad de la adopción de los principios de la agroecología que ahí se han instalado, por lo que a través de talleres participativos se podría brindar la experiencia a productores interesados del ejido de Los Altos, tal como se describe en la experiencia de Mangione y Salazar (2020), indican en su trabajo sobre un agroecosistema diversificado, fruti-hortícola, forestal que integra ganado vacuno y que representa un potencial faro agroecológico.

Se requiere asumir el desafío de incorporar el paradigma de la agroecología a las actividades de los productores, implementando un conjunto de tecnologías y prácticas que se apeguen a los principios agroecológicos. También indican que, aunque se tienen en desarrollo programas de orientación agroecológica, se requiere del impulso de una política integral de agroecología, ya que las que están se enmarcan en un contexto complejo y más bien en general las políticas públicas están orientadas a facilitar el desarrollo de la agricultura con alto nivel de uso de insumos externos, lo cual resulta en una limitante del proceso de transición.

La estrategia metodológica incluye: la realización de diagnósticos participativos, conformación de grupos de discusión, entrevistas semiestructuradas individuales y en grupos focales, análisis de limitantes y amenazas que podrían obstaculizar el proceso de transición agroecológica y estrategias para avanzar en ella; así como la selección de los principios de la agroecología.

El Sr. Huberto Chávez implementa la conservación y uso de esas semillas criollas. Onamu *et al.*, (2015), indican que las variedades criollas mexicanas constituyen una fuente rica

de diversidad genética, por tanto, contribuye significativamente a la variabilidad genética entre cultivares que hay en el país.

## **7. PROPUESTA “FORMAS Y PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE PAPA”**

Con base en la descripción de las diferentes actividades en siembra, desarrollo y cosecha para el cultivo de papa, anteriormente en el análisis de los conocimientos y saberes tradicionales. Se observó una serie de debilidades tales la baja rentabilidad del cultivo, pérdida de semilla criolla, el uso inadecuado de agroquímicos y la erosión del suelo entre otras, de las cuales permiten presentar acciones de mejora en el cultivo. A continuación, se presentan las diferentes prácticas de manejo agroecológico, para el ejido Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

### **Etapas 1: preparación del terreno y siembra**

Una vez terminado el periodo de descanso de las tierras, antes de la siembra, se debería mantener la práctica tradicional sobre la incorporación de estiércoles de animales (borrego o caballo) y residuos de cosecha, así mismo, fomentar otros abonos orgánicos como bocashi, compost, lombricomposta y sus efluentes. Algunos de los beneficios de estas estrategias lo muestran los resultados de Antomarchi *et al.*, (2015), Aguilar *et al.*, (2016), Canseco *et al.*, (2020), quienes encontraron resultados favorables con la aplicación de abonos orgánicos, por su alto contenido de nutrientes, su influencia en el crecimiento de la planta, al mejorar las características físicas, químicas, biológicas de los suelos, y de su fertilidad, cuyos beneficios generan un crecimiento vigoroso de raíces, follajes y floración, lo que puede permitir a la planta ser más resistente contra plagas y enfermedades.

También es importante seguir utilizando la tracción animal (yunta y arado de dos alas) que reducen la labranza, así mismo, los surcos deberán trazarse en contra de la pendiente, realizando curvas a nivel. Esta práctica ha sido valorada por diversos autores, Cadena *et al.*, (2012), Volverás *et al.*, (2021), quienes mostraron resultados favorables y con grandes beneficios en la conservación de suelo y agua. En los casos de las partes altas con pendientes pronunciadas, las zanjas de infiltración puede ser una práctica de gran valor en favor de la reducción de la



erosión y la propia infiltración y cosecha de agua tan importante, como lo subrayado por Balvanera (2012), como un servicio eco sistémico.

Resulta de gran importancia que los productores revaloren los conocimientos tradicionales que pueden permitir una mejora en el desarrollo del cultivo, tales como el calendario lunar, lo cual ha sido considerado en Ecuador para siembra en luna menguante (Granda *et al.*, (2011), quienes mencionan lo anterior junto con rotaciones de cultivos como (haba, frijol y chícharo). Por otra parte, también se sugiere agregar bocashi como fertilización orgánica en cada surco antes de depositar la semilla al suelo, lo cual ha mostrado resultados favorables (Iriarte *et al.*, 1999; Lima *et al.*, 2000; Zamora y Torrez, 2008; Esperanza y Dean, 2021). Aunado a lo anterior en sustitución de la primera fertilización química se puede incorporar tanto microorganismos eficientes como el biofertilizante supermagro, que puede permitir realizar tanto una fertilización como una protección fitosanitaria, considerando que, en la región, se inicia la aplicación de agroquímicos a los ocho días del primer aporque.

Al respecto, Adriano *et al.*, (2011) y Grageda *et al.*, (2012), ha demostrado que la aplicación de biofertilizante en semilla y al suelo, tiene un mecanismo de defensa en las plantas y generado ambientes adversos a patógenos, es decir, que funcionan como agentes de control biológico para patógenos, desarrollando fenómenos de antagonismo, debido a la presencia de *Basilus subtilis* (Calvo y Zúñiga, 2011).

## **Etapas 2: desarrollo del cultivo**

En el segundo aporque, cuando se realiza la segunda aplicación de químicos, de nuevo se puede sustituir con una fertilización orgánica con microorganismos eficientes, bocashi y supermagro, lo cual para esta etapa inicial del cultivo podrá brindar mejores beneficios, tal como lo indica Aguirre *et al.*, en (2020), quienes corrobora mayores rendimientos y una mejor calidad al aplicar fertilización orgánica.

Por otra parte, para el control de insectos, hongos y bacterias podría aplicar plantas como el epazote, la higuera y la flor de cempasúchil como plaguicidas o también la aplicación de minerales tales el caldo bórdeles, sulfocálcico y visosa como fungicidas. Restrepo (1997) y Tovar y Cruz (2017), corroboran el efecto de los fungicidas en el control de hongos patógenos como tizón tardío o tizón temprano en solanáceas.

Se sugiere manejar las arvenses o malezas de manera manual con machete o azadón, trozando por encima del ras del suelo, dejando el corte como cobertura. Cabe indicar que, aunque esta práctica requiere mano de obra, es importante señalar que de esta manera se protege el suelo, se evita la erosión y se favorece la incorporación de la materia orgánica en auxilio de la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Bárberi, 2019).

### **Etapas 3: después de la cosecha**

Una vez terminado la cosecha se recomienda a todos los productores continuar con la implementación de una cobertura permanente utilizando la humedad residual para el desarrollo de un cultivo como la avena, lo cual puede redundar en la conservación de agua y mejoramiento del suelo (Moya y Fariango, 2020).

Por otra parte, puede resultar importante la revaloración de prácticas tradicionales como la incorporación del manejo pastoril, dado el fomento de materia orgánica que puede incorporarse de esta manera y el corte “a diente” que los animales pueden hacer de la maleza.

En los terrenos se ha disminuido la presencia del estrato arbóreo, sin embargo, el suelo requiere de ser protegido no solo de erosión hídrica sino también de la eólica, considerando que esta produce el 50% de la erosión, por lo que el fomento de cortinas rompevientos con árboles o arbustos y cercas vivas como árboles frutales tales como el capulín y ciruelas, pueden cambiar la estructura del paisaje y por ende suministrar otro servicio ecosistémico. García (1996), corrobora el efecto positivo que genera el establecimiento de cortinas rompevientos en los cultivos agrícolas, por ejemplo; maíz y papa.

### **Etapas 4: Evaluación en campo**

Esta etapa consiste en el monitoreo, a través de indicadores, de las prácticas propuestas, por lo tanto, podrán ser valorado visualmente en las condiciones del terreno y en el propio rendimiento del cultivo, así como la toma de muestras para la realización de análisis fisicoquímico y biológico del suelo, entre otros.

Por otra parte, considerando las respuestas sobre los aspectos demográficos, de saberes tradicionales y de comercialización, que se respondieron en las entrevistas y encuestas aplicadas,

es que surgen diversos aspectos sociales, culturales y económicos que se pueden integrar para proponer estrategias de mejora del cultivo, a continuación, se describen:

### **Social**

Fomentar la organización social, con el objetivo de planear e impulsar estrategias para un mejor uso de la información con respecto a las dificultades que presentan en el manejo de los recursos naturales en las unidades de producción, a través de diversos mecanismos como: la implementación de programas de capacitación, bancos semilleros para la conservación de semilla criolla no solo de papa, sino también de haba, maíz y frijol, y la integración de un manejo agroecológico en los suelos.

También se requiere la implementación de programas con un paradigma agroecológico, con estrategias metodológicas a utilizar tales como los diagnósticos participativos, conformación de discusiones, entrevistas semiestructuradas individuales y en grupos focales, análisis de limitantes y amenazas que podrían obstaculizar el proceso de transición agroecológica y estrategias para avanzar en ella, las bases para general la instalación de sus propia biofábrica y marca propia del productor orgánico; así como también el impulso de políticas integrales de la agroecología.

### **Cultural**

Cabe, mencionar también, que, en la comunidad de Los Altos, se destacan fortalezas como la prevalencia de conocimientos y prácticas tradicionales, desde la siembra hasta la cosecha del cultivo.

Así que través de la incorporación de algunas prácticas agroecológicas tales como la elaboración de abonos orgánicos, incorporación de residuos vegetales, rotaciones de cultivos, asociación de cultivos, abonos verdes, cercas vivas, obras de conservación de suelos, el uso de bioinsumos y sus influentes. Se podrá contribuir para el manejo agroecológicos de los sistemas de producción.

## **Económica**

Mejorar las estrategias de mercado a través de una comercialización asociativa que les permita ofertar los productos y con ello generar un mercado competitivo tanto locales y nacionales, mediante centros de acopio, convenios con empresas, ferias paperas, estrategias donde la comercialización se realice directamente con el productor.

Generar un valor agregado a la producción, el cual se podrá constituir una forma adecuada de comercialización con respecto a los productos primarios, secundarios y terciarios, estableciendo precios acordados tomando en cuenta los criterios del mercado. Así como algunas otras alternativas tales la creación de microempresas familiares de producción y comercialización.

## **8. CONCLUSIONES**

En el ejido los Altos los productores hacen un alto consumo de paquetes tecnológicos, debido a la competitividad del cultivo de papa con otros lugares. Sin embargo, a pesar del uso de la tecnología no se han mostrado resultados favorables.

El ejido enfrenta algunos principales problemas en los sistemas de producción, tales como; los precios bajos de venta, fluctuación de los mismos precios, escasez de capital, falta de semilla de buena calidad, instalaciones de almacenamiento deficientes, los precios altos de los insumos y la falta de canales inapropiados de comercialización.

A través de la aplicación de encuestas y análisis de suelo, es posible realizar y/o generar nuevas alternativas de manejo, así como la siembra apropiada de algunos cultivos en función de los requerimientos del terreno. Se sugiere la necesidad de asistencia técnica para hacer un mejor uso de los insumos.

La implementación de las nuevas alternativas de producción en cultivo de papa, serán una mejora de sus sistemas de producción y, asimismo, se verá reflejada la participación social en la comunidad de los Altos, el cual fortalecerá el desarrollo de una transición agroecológica, así como la experiencia que se tiene en la Comunidad de Los Pescados del municipio de Perote.

## 9. LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. 1999. Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America. *Environment, Development and Sustainability*, 1(3), 197-217.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica) No. 64 p. 17 - 24, 2002.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. SARANDON, SJ Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires-La Plata, 49-56.
- Alvarado, A., y Forsythe, W. (2005). Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 29(1), 85-94.
- Astier, M. (2006). Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos. In *VII Congreso SEAE Zaragoza, Ponencia* (Vol. 3, pp. 1-7).
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*, 16(1).
- Alcalá de Jesús, M., Hidalgo Moreno, C., y Gutiérrez Castoreña, M. (2009). Mineralogía y retención de fosfatos en Andisoles. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 275-286.
- Alvarado, K., López, V., y Castillo, J. (2011). Pérdida de suelo por erosión hídrica en diferentes sistemas de producción con papa *Solanum tuberosum* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*.
- Adriano Anaya, M. D. L., Jarquín Gálvez, R., Hernández Ramos, C., Figueroa, M. S., y Monreal Vargas, C. T. (2011). Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(3), 417-431
- Azeez, JO y Van Averbeke, W. (2012). Dinámica del pH del suelo y conductividad eléctrica con la aplicación de tres abonos animales. *Comunicaciones en Ciencias del Suelo y Análisis de Plantas*, 43 (6), 865-874.
- Antomarchi, A. B., Calderón, V. E. C., Fabré, T. B., y Gomez, G. G. (2015). Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. California Wonder. *Centro Agrícola*, 42(4), 5-9.
- Álvarez, S. E. (2015). Descripción de sistemas productivos de papa andina (*Solanum tuberosum* subsp. andigena Hawkes) con énfasis en el manejo de la semilla en comunidades de Red Puna. In *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015)*.
- Aguilar Jiménez, C. E., Alvarado Cruz, I., Martínez Aguilar, F. B., Galdámez, J. G., Gutiérrez Martínez, A., y Morales Cabrera, J. A. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1), 11-20.
- Ankerst, D. P. (2017). Daniel Zelterman, Applied Multivariate Statistics with R. Heidelberg:

Springer. *The International Biometric Society*, 73, 356–359

Araque Barrera, E. J., Bohórquez Quintero, M. D. L. A., Pacheco Díaz, J. E., Correa Mora, L. Y., Urquijo Ruíz, J. S., Castañeda Garzón, S. L., y Pacheco Maldonado, J. C. (2018). Propagación y tuberización in vitro de dos variedades de papa. *Ciencia en Desarrollo*, 9(1), 21-31.

ARGENPAPA, (2019). El portal de la papa en Argentina. <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/7298-importancia-de-la-produccion-de-papa-en-mexico>

Afanador-Barajas, L. N., Coca Peña, D. A., Vargas Giraldo, A. F., Bautista Murcia, M. F., Hernández, A. M., y Vallejo Quintero, V. E. (2020). Evaluación de la calidad de suelos en agroecosistemas de Colombia a través de la selección de un conjunto mínimo de datos. *Colombia forestal*, 23(1), 54-77.

Aguirre, S. L., García-Hernández, S. A., Marín-Sánchez, J., Romero-Méndez, M., y Hernández-Pérez, C. (2020). Respuesta productiva y de calidad de seis variedades de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) a la fertilización orgánica en Guadalupe, SLP. *Revista Bio Ciencias*, 7, 12.

Asfaw, S., Pallante, G., y Palma, A. (2020). Distributional impacts of soil erosion on agricultural productivity and welfare in Malawi. *Ecological Economics*, 177, 106764.

Ahmadu, T., Abdullahi, A., y Ahmad, K. (2021). The Role of Crop Protection in Sustainable Potato (*Solanum tuberosum* L.) Production to Alleviate Global Starvation Problem: An Overview. *Solanum tuberosum-A Promising Crop for Starvation Problem*.

Barreteau, D., Blanchart, E., y Saudubray, F. (2004). Les stocks de carbone dans les sols des Antilles—Importance agronomique et environnementale. *Les Cahiers du PRAM*, (4), 45

Blanco-Canqui, H., Lal, R., y Shipitalo, M. J. (2007). Aggregate disintegration and wettability for long-term management systems in the northern Appalachians. *Soil Science Society of America Journal*, 71(3), 759-765.

Blanco-Sepúlveda, R. (2009). Relationship between bulk density and mechanical resistance as an indicator of soil compaction. *Agrociencia*, 43(3), 231-239

Bahena-Delgado, G., y Tornero-Campante, M. A. (2009). Diagnóstico de las unidades de producción familiar en pequeña irrigación en la subcuenca del río Yautepec, Morelos. *Economía, sociedad y territorio*, 9(29), 165-184.

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), pp.136-147.  
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=709>

Bàrberi, P. (2019). Métodos preventivos y culturales para el manejo de malezas. FAO. <https://www.fao.org>.

Beukema, H. P., y van der Zaag, D. E. (1990). *Introduction to potato production* (No. 633.491

B4). Wageningen: Pudoc.

Biarnès, A. (1990). La producción de papa en el municipio de Ayahualulco estado de Veracruz (México): documento de trabajo. Colegio de Postgraduados Centra de Economía México. No. 04; Folleto, 2672. unidad de Investigación: "Dinámica de los sistemas de producción" FRANCIA

Biarnès, A., Colin, J. P., y Santiago Cruz, M. D. J. (1995). *Agroeconomía de la papa en México*. Colegio de Postgraduados Centra de Economía México. No. 04; Folleto, 2672. unidad de Investigación: "Dinámica de los sistemas de producción" FRANCIA

BRIO AGROPECUARIO, (2019). Importancia de la producción de papa en México. <https://brioagropecuario.com>

Bronick, C.J. y Lal, R. (2005). Estructura y manejo del suelo: una revisión. *Geoderma*, 124 (1-2), 3-22.

Bórquez, S., y Rodríguez, J. (2015). Evolución de la sustentabilidad de un sistema de producción agroecológica a través de veinte años, en el secano interior de Chile. In *V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015)*.

Borrelli, P., Lugato, E., Montanarella, L., y Panagos, P. (2017). A new assessment of soil loss due to wind erosion in European agricultural soils using a quantitative spatially distributed modelling approach. *Land degradation & development*, 28(1), 335-344.

Burbano-Orjuela, H. (2016). The soil and its relationship with ecosystem services and food security. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124.

Burbano-Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82-96.

Cabrera Gonzalez, R. O. G. E. L. I. O., y Rosas Peña, I. N. G. (2015). *Practicas Basicas En El Uso Y Manejo Del Agua* (No. Monografía Gb671. C32 1999).

Calvo Vélez, P., Reymundo Meneses, L., y Zúñiga Dávila, D. (2008). Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 141-148.

Caycho-Ronco, J., Arias-Mesia, A., Oswald, A., y Esprella-Elias, R. (2009). Tecnologías sostenibles y su uso en la producción de papa en la región altoandina. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 15(1), 19-37.

Calvo, P., Zúñiga, D. (2010). Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizósfera de papa (*Solanum tuberosum*). *Ecología aplicada*, 9(1), 31-39.

Cadena, B. P., Egas, D., Eraso, M. H. R., Mosquera, J., y Benavides, O. (2012). Efecto de cinco sistemas de labranza, en la erosión de un suelo vitric haplustand, bajo cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 116-128.

Casanova, Manuel (s.f.). (2015). Recursos naturales renovables. Santiago: Universidad de Chile,

Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado de Ciclo Básico.

- Calliope, S. R., Lobo, M. O., y Sammán, N. C. (2018). Biodiversity of Andean potatoes: Morphological, nutritional and functional characterization. *Food chemistry*, 238, 42-50.
- Canseco Martínez, D. A., Villegas Aparicio, Y., Castañeda Hidalgo, E., Carrillo Rodríguez, J. C., Robles, C., y Santiago Martínez, G. M. (2020). Respuesta de *Coffea arabica* L. a la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1285-1298.
- Ceballos, D., Hernández, O., y Vélez, J. (2010). Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas en un andisol del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 27(1), 40-48.
- Celaya-Michel, H., y Castellanos-Villegas, A. E. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 343-356.
- Ceballos Pérez, S y Nopal Tejamanil, G. (2021). “Estudio de autopercepción de pequeños productores agrícolas. El caso de Huichapan Hidalgo, México. *Polis Revista Latinoamericana*, 20 (59), 165-184. doi: <http://dx.doi.org/10.32735/S0718-6568/2021-N59-1474>
- Corcuera, G. D. (2007). Origen y desarrollo del análisis de residuos de plaguicidas en Cuba. *Fitosanidad*, 11(3), 87-90.
- Cortés, J., González, J. A., Rufino, H., Riba, L., y Cobo, E. (2014). Tamaño muestral. *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- CONPAPA. (2017). Consejo Nacional de la Papa. Monografía del cultivo de la papa de los años 2013- 2017. Sistema producto de la papa. México.
- Culman, S.W., Snapp, S.S., Freeman, M.A., Schipanski, M.E., Beniston, J., Lal, R., Drinkwater, L.E., Franzluebbers, A.J., Glover, J.D., Grandy, A.S., Lee, J., Six, J., Maul, J.E., Mirksy, S.B., Spargo, J.T. and Wander, M.M. (2012) Permanganate Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction That Is Sensitive to Management. *Soil Science Society of America Journal*, 76, 494-504. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2011.0286>
- Cuesta, J. R., y Giraldo, I. O. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. Estado del arte. *Cuaderno activa*, 5, 59-67.
- Del Carmen Suárez, N., Peña, O. D., y Amaya, A. (2007). Cultivando papa en complicidad con la naturaleza. *Revista Luna Azul*, (24), 23-34.
- De Junet, A., Basile-Doelsch, I., Borschneck, D., Masion, A., Legros, S., Marol, C., y Derenne, S. (2013). Caracterización de la materia orgánica a partir de complejos órgano-minerales en un Andosol de Isla Reunión. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 99 , 92-100.
- Soil Survey Staff. (2006). *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de los Recursos Naturales. [https://www.icgc.cat/igcweb/files/igc\\_iec\\_llibre08\\_9.pdf](https://www.icgc.cat/igcweb/files/igc_iec_llibre08_9.pdf)



- De Almeida, F. M., Gonçalves Pereira, G. J., Arzuaga Sánchez, J., Torres de la Noval, W., Cabrera Rodríguez, J. A., y Hernández Jiménez, A. (2015). Principales problemáticas que afectan el desarrollo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en diferentes municipios de la provincia Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 100-107.
- Dersseh, W. M., Gebresilase, Y. T., Schulte, R. P., y Struik, P. C. (2016). The analysis of potato farming systems in Chench, Ethiopia: input, output and constraints. *American Journal of Potato Research*, 93(5), 436-447.
- Doran, J. W., y Parkin, T. B. (1994). Defining and assessing soil quality. *Defining soil quality for a sustainable environment*, 35, 1-21. Copyright © 1994 Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssaspepub35.c1>
- Donaire Eguívar, R., y Garcia, W. (2006). Alternativa agroecológica para el control del tizón tardío, *Phytophthora infestans*, de la papa en Colomi-Bolivia. *Acta Nova*, 3(3), 564-577.
- Dozorova, T. A., Aleksandrova, N. R., y Utmanova, N. A. (2016). Tendencias and prospects of potato cultivation development in the region. *Международный научно-исследовательский журнал*, (6-1 (48)), 30-36.
- Dudala, S., Dubey, SK y Goel, S. (2020). Sistema microfluídico de detección de nutrientes del suelo: integración de detección de nitrito, pH y conductividad eléctrica. *Revista de sensores IEEE*, 20 (8), 4504-4511.
- Durán, V. B., de la Cruz Malavassi, E., Ledezma, G. H., y Muñoz, F. R. (2013). Uso de plaguicidas en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. *Uniciencia*, 27(1), 351-376.
- Esperanza, L., y Dean, D. (2021). Caracterización de tres biopreparados: Bokashi, Microorganismos Eficientes Nativos y Supermagro, y evaluación de su efecto en el rendimiento de los cultivos y en la comunidad microbiana del suelo. Instituto de investigaciones Biológicas Clemente Estable Montevideo, Uruguay.
- Elliott, ET (1986). Estructura agregada y carbono, nitrógeno y fósforo en suelos nativos y cultivados. *Revista de la Sociedad de Ciencias del Suelo de América*, 50 (3), 627-633.
- Espinosa, O. Y. C., Villalobos, M. C. S., y Mota, B. S. (2016). Estrategias comerciales para la papa de rezago de la región de Perote, Ver. *Emprendedurismo en Microempresas De Mujeres Rurales. Tres estudios de caso en el municipio de Teocelo, Veracruz*, 135.
- Espinoza Reyez, S. (2018). Caracterización de la producción del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en el municipio de Temascaltepec, México. Universidad Autónoma del Estado de México Unidad Académica Profesional Tejuipilco Licenciatura en Administración.
- Fasi, W., Wanfu, W., Yantian, M., Yongjun, L., Xiaojun, M., Lizhe, A., y Huyuan, F. (2013). Prospect of beneficial microorganisms applied in potato cultivation for sustainable agriculture. *African Journal of Microbiology Research*, 7(20), 2150-2158.
- FAO. (2015). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Organización de la Naciones

- Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma, Italia. 218 p. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/clasificacion-del-suelo-WRB-y-soil-taxonomy#>.
- FAO. (2018). guía para la encuesta agrícola integrada (AGRIS). Consultado el 6 de marzo de 2020. Disponible: <http://www.fao.org/3/ca6412es/ca6412es.pdf>
- Ferris, H., y Tuomisto, H. (2015). Unearthing the role of biological diversity in soil health. *Soil Biology and Biochemistry*, 85, 101-109.
- Fiers, M., Edel-Hermann, V., Chatot, C. et al. 2012. Potato soil-borne diseases. A review. *Agron. Sustain. Dev.* Sostener. 32: 93-132. Doi.org/10.1007/s13593-011-0035.
- Font, J. G. (1978). Actividades y estructuras agrarias en La Sagra (Toledo). *Estudios Geográficos*, 39(150), 49.
- FAOSTAT, (2017). Organización de las Naciones Unidad para la alimentación y la agricultura. **Base de datos estadística.** <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- García, J. G. S. (1996). Influencia de dos cortinas rompevientos sobre el cultivo de maíz en Villa Aldama, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 21(79), 43-60.
- Granda, Y., Castañeda, R., Mendoza, O., Pérez, L., Agüero, D., Colmenárez, A., y Aguilar, L. (2011). Fases Lunares y uso en agricultura campesina, estado Lara, pag.1-12.
- Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., y Vera-Núñez, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274.
- García-González, I., Hontoria, C., Gabriel, J. L., Alonso-Ayuso, M., y Quemada, M. (2018). Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma*, 322, 81-88.
- Gabella, J., Lopez, F., y Alamo, M. (2019). Transición agroecológica en producciones extensivas de la región semiárida pampeana argentina. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 45(1), 52-60.
- Gentleman, R., Hornik, K., y Parmigiani, G. (2011). Use R. Introduction to Probability Simulation and Gibbs Sampling with R. *Springer*. Pág. 1-289.
- Guerra, A. J. T., Fullen, M. A., Jorge, M. D. C. O., Bezerra, J. F. R., y Shokr, M. S. (2017). Slope processes, mass movement and soil erosion: a review. *Pedosphere*, 27(1), 27-41. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60294-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60294-7)
- Gliessman, S. R., Engles, E., y Krieger, R. (1998). *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. CRC press.
- Gliessman SR (2002) Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 359 pp.
- Gricelda, M., Carrillo, V., Ángel, O., y Covarrubias, R (2012). Usos alternativos de la papa en el estado de México. Instituto Padilla, C. R. R. (2021). Ácido fítico en papa nativa *Solanum*

- tuberosum L. determinado por 31P RMN. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 1-12. Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, pag.116.
- Groffman, P.M., Oro, A. J., y Simmons, R.C. (1992). *Nitrate dynamics in riparian forests: microbial studies* (Vol. 21, No. 4, pp. 666-671). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America y Soil Science Society of America.
- Ghuman, B. S., & Lal, R. (1987). Effects of partial clearing on microclimate in a humid tropical forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 40(1), 17-29.
- Guanuchi, O., y Fernanda, T. (2010). Validación de los métodos de laboratorio para la determinación de la capacidad de retención de agua en suelos (Bachelor's thesis). Universidad de Cuenca Facultad Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil. Pág. 1-150.
- Hart, R. D. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas* (No. 1). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Hawkes, J. G., & Francisco-Ortega, J. (1993). The early history of the potato in Europe. *Euphytica*, 70(1), 1-7.
- Hajong, P., Moniruzzaman, M. D., Mia, M. I. A., y Rahman, M. M. (2014). Storage system of potato in Bangladesh. *Universal Journal of Agricultural Research*, 2(1), 11-17.
- Hoffmann, O. (1989). De los hacendados a los forestales: manejo del espacio, dominación y explotación del bosque en la Sierra Madre Oriental (Cofre de Perote). *Trace: Procesos Mexicanos y Centroamericanos*, (15), 31-49.
- Hossain, M. M., y Abdulla, F. (2016). Forecasting potato production in Bangladesh by ARIMA model. *Journal of Advanced Statistics*, 1(4), 191-198.
- Huq, A. S. M., Alam, S., y Akter, S. (2004). Marketing efficiency of different channels for potato in selected areas of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultural Economics*, 27(454-2016-36404), 67-79
- Huygens, D., Boeckx, P., Van Cleemput, O., Oyarzun, C., y Godoy, R. (2005). Aggregate and soil organic carbon dynamics in South Chilean Andisols. *Biogeosciences*, 2(2), 159-174.
- Husson, F., Lê, S., y Pagès, J. (2011). *Exploratory multivariate analysis by example using R* (Vol. 15). Boca Raton: CRC press.
- Iriarte, L., Franco, J., y Ortuño, N. (1999). Efecto de abonos orgánicos sobre las poblaciones de nematodos y la producción de la papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 11(1), 149-163.
- Islam, K. R., y Weil, R. R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 79(1), 9-16.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2010). Censo de población y Vivienda 2010, Conjunto de datos: población de 12 años y más. (Consultada 22 de mayo, 2014).[http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general\\_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Reg](http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Reg)

reso&c=17161

- Infante, A. (2015). Faros Agroecológicos, Definición y Caracterización a Partir de la Experiencia CET, Chile, para la Difusión de Sistemas Agrarios Sustentables. Universidad de Antioquia. Colombia.
- INFOAGRO. (2017). Editorial Informativo Agrícola de México. <https://mexico.infoagro.com/papa-el-alimento-de-mexico/>
- Iwasaki, S., Endo, Y. y Hatano, R. (2017). El efecto de la aplicación de materia orgánica sobre el secuestro de carbono y la fertilidad del suelo en campos de tierras altas de diferentes tipos de Andosoles. *Ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 63 (2), 200-220.
- Ilakovac, B., Voca, N., Pezo, L., y Cerjak, M. (2020). Quantification and determination of household food waste and its relation to sociodemographic characteristics in Croatia. *Waste Management*, 102, 231-240.
- Kawasaki, S., Maie, N., Kitamura, S., y Watanabe, A. (2008). Effect of organic amendment on amount and chemical characteristics of humic acids in upland field soils. *European journal of soil science*, 59(6), 1027-1037.
- Karlen, D. L., y Rice, C. W. (2015). Soil degradation: Will humankind ever learn?. *Sustainability*, 7(9), 12490-12501.
- Kientz, D. G., Salazar, M. R., y Pérez, E. M. (2000). Propiedades físicas y químicas de un suelo volcánico bajo bosque y cultivo en Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 2(1), 31-34.
- Kulakovskaya. T.N., I.I. Brysozovskii. (1984). Increasing potato yield and quality through fertilization. *Soviet Agricultural Sciences* 6:1-4.
- Kurek, M., Barchańska, H., Turek, M. (2016). Degradation processes of pesticides used in potato cultivations. In *Reviews of environmental contamination and toxicology* pp.105-151. Springer, Cham.
- Kuhwald, M., Busche, F., Saggau, P., y Duttmann, R. (2022). Is soil loss due to crop harvesting the most disregarded soil erosion process? A review of harvest erosion. *Soil and Tillage Research*, 215, 105213.
- Lal, R., y Cummings, D. J. (1979). Clearing a tropical forest I. Effects on soil and microclimate. *Field crops research*, 2, 91-107.
- Lal, R., Hall, G. F., y Miller, F. P. (1989). Soil degradation: I. Basic processes. *Land Degradation & Development*, 1(1), 51-69
- Lal, R., Kimble, JM, Follett, RF y Stewart, BA (Eds.). (1997). Procesos del suelo y el ciclo del carbono (1ª ed.). Prensa CRC. <https://doi.org/10.1201/9780203739273>
- Lacki, Polan. Cómo enfrentar la crisis del agro: ¿Lamentando los problemas insolubles o resolviendo los problemas solucionables?, *Revista Mexicana de Agronegocios*. 2002;VI(10): .[fecha de Consulta 8 de Febrero de 2023]. ISSN: 1405-9282. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14101004>

- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895.
- Lasanta, T., Arnáez, J., y Nadal-Romero, E. (2019). Soil degradation, restoration and management in abandoned and afforested lands. In *Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection* (Vol. 4, pp. 71-117). Elsevier.
- Larios Tlali, H. (2020). Impacto de obras de conservación de suelo y agua sobre la productividad agrícola y calidad edáfica en Tlaxcala. Tesis de Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Pág. 1-118. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/4320/1/Larios\\_Tlali\\_H\\_DC\\_Hidrociencias\\_2020.pdf](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/4320/1/Larios_Tlali_H_DC_Hidrociencias_2020.pdf)
- Leamy, M. L., Smith, G. D., Colmet-Daage, F., y Otowa, M. (1984). The morphological characteristics of andisols. In: Tan K.H. (ed.). *Andosols*. New-York: Van Nostrand Reinhold, p. 34-51. ISBN 0-442-28282-6.
- Leamy, M.L., Smith, G.D., Colmet-Daage, F. and Otowa, M., 1980. The morphological characteristics of Andisols. In: B.K.G. Theng (Editor), *Soils with Variable Change*. N.Z. Soil Sci., Lower Hutt, New Zealand, pp. 17-34.
- Leamy, M. L. (1984). International Committee on the Classification of Andisols (ICOMAND) Circular letter No. 6. New Zealand Soil Bureau, DSIR, Lower Hutt.
- Le Bissonnais, Y., y Le Souder, C. (1995). Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. *Etude et Gestion des sols*, 2(1), 43-56.
- Lima, M. D. R. R., Santos, A. T., Espinosa, R. G., y Cerrato, R. F. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 34(3), 261-269.
- Mariscal-Sancho, I. (2008). 1.1. 2. Indicadores de la calidad del suelo. *Recuperación de la calidad de Ultisoles mediterráneos degradados, mediante la aplicación de enmiendas y formas alternativas de uso*, 5.
- Martínez, E., Fuentes, J. P., y Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(1), 68-96.
- Martínez-Castillo, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. *Revista tecnología en Marcha*, 22(2), ág-23.
- Machado Vargas, M. M., Nicholls, C. I., Márquez, S. M., y Turbay, S. (2015). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *Idesia (Arica)*, 33(1), 69-83.
- Marasas, M., Blandi, M. L., Berensztein, N. D., y Fernández, V. (2015). Transición agroecológica: características, criterios y estrategias. Dos casos emblemáticos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agroecología*, 10(1), 49-60.

- Marín, S., Bertsch, F., y Castro, L. (2017). Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un andisol y el cultivo de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 26-46.
- Márquez-Vasallo, Y., Salomón-Díaz, J. L., y Acosta-Roca, R. (2020). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 41(1).
- Mangione, S. M., y Salazar Centeno, D. J. (2020). Faro Agroecológico La Arboleda como estrategia de escalonamiento del paradigma de la agroecología en el municipio Villa Dos Trece, Departamento Pirané, Formosa. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 7(2), 13-47.
- Mendoza-Rosas, A. R., Santiago-Cruz, M. D. J., y Hernández-Juárez, M. (2018). Factors that Influence the Temporary Transference of Lands in Aged Producers. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(3), 339-352.
- Mileti, F. A., Langella, G., Prins, M. A., Vingiani, S., y Terribile, F. (2013). The hidden nature of parent material in soils of Italian mountain ecosystems. *Geoderma*, 207, 291-309.
- Mora, J. L., Guerra, J. A., Notario, J. S., Rodríguez, A. R., y Arbelo, C. D. (2003). Parámetros físico-químicos que influyen en la erodi-bilidad de andosoles y suelos ándicos bajo vegetación forestal (I. Canarias). *Edafología*, 10(2), 207-213.
- Molina, Y., Mora, A., Ramos, M., y Parra, L. (2011). Evaluación de dos especies leguminosas como abono verde. Cuenca alta del río Chama, Mérida, Venezuela. *Rev. For. Venezolana*, 55, 183-193.
- Morales, D. I. P., de la Cruz Elizondo, Y., Monjardin, L. C. R., y Fontalvo-Buelvas, J. C. (2021). Evaluación de la calidad del suelo en agroecosistemas tropicales de Xalapa y Emiliano zapata en el estado de Veracruz, México. *Suelos Ecuatoriales*, 51(1y2), 25-36.
- Moya Patiño, F. L., y Farinango Alovachi, A. A. (2020). Evaluación de propiedades físico-químicas en suelos agrícolas mediante abonos orgánicos en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Santa Martha de Cuba, Carchi. Tesis de licenciatura.
- Murcia, G. (2001). Conservación de suelos de ladera bajo el sistema de producción de papa (*Solanum tuberosum*). *CORPOICA. Bogotá*. Pag 1-156.
- Murcia, G. A. (2005). Investigación y transferencia de tecnología en labranza de conservación como un componente en la recuperación de suelos de laderas degradados en el sistema de producción de papa. *CEVIP AP A*. pag 59-103.
- Museau H. 2007. Évaluation de la durabilité d'un système de production agro-sylvo-pastoral (SASP) diffuse par la Corporation "Centro de Educación y Tecnología (CET)" dans la commune de Yumbel, région Bíobío au Chili., Rennes, France: Université de Rennes.
- Muñoz Villalobos, J. A., Oleschko Lutkova, K., Velásquez Valle, M. A., Velázquez García, J. D. J., Martínez Menes, M., y Figueroa Sandoval, B. (2011). Propiedades físicas de un Andosol mólico bajo labranza de conservación. *Revista mexicana de ciencias*

*agrícolas*, 2(SPE1), 151-162.

- Mukul, A. Z. A., Rayhan, S. J., y Hassan, M. M. (2013). Farmer's profitability of potato cultivation at Rangpur district: the socio-economic context of Bangladesh. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(3), 136-144.
- Murillo, R. L., Cunuhay, K. E., Trávez, R. T., Méndez, C. U., Coronel, A. E., y Albornoz, A. B. (2016). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Revista Ciencia y Tecnología*, 9(1). pp. 11-16. <https://doi.org/10.18779/cyt.v9i1.160>
- Nanzyo, M., Dahlgren, R., y Shoji, S. (1993). Chemical characteristics of volcanic ash soils. In *Developments in soil science* (Vol. 21, pp. 145-187). Elsevier.
- Namwata, B. M., Lwelamira, J. M. O. B., y Mzirai, O. B. (2010). Adoption of improved agricultural technologies for Irish potatoes (*Solanum tuberosum*) among farmers in Mbeya Rural district, Tanzania: A case of Ilungu ward.
- Narváez, K. A., Peñafiel, V. L., y Franco, J. A. C. (2011). Pérdida de suelo por erosión hídrica en diferentes sistemas de producción con papa *Solanum tuberosum* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(1), 64-72.
- Nasir, M. W., y Toth, Z. (2022). Effect of Drought Stress on Potato Production: A Review. *Agronomy*, 12(3), 635.
- Negash, D. A., Moisa, M. B., Merga, B. B., Sedeta, F., y Gemed, D. O. (2021). Soil erosion risk assessment for prioritization of sub-watershed: the case of Chogo Watershed, Horo Guduru Wollega, Ethiopia. *Environmental Earth Sciences*, 80(17), 1-11.
- Nicholls, C. I., y Altieri, M. Ángel. (2011). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*, 6, 28-37. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160641>
- Nirmala, B., y Muthuraman, P. (2016). Economic and constraint analysis of rice cultivation in Kaithal district of Haryana. *Indian Research Journal of Extension Education*, 9(1), 47-49.
- NOM-021 RECNAT (2000). Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. Diario Oficial, 31 de diciembre, 2002.
- Ospina, J. M., Manrique-Abril, F. G., y Ariza, N. E. (2009). Intervención educativa sobre los conocimientos y prácticas referidas a los riesgos laborales en cultivadores de papa en Boyacá, Colombia. *Revista de salud pública*, 11(2), 182-190.
- Orjuela, H. B. (2010). El suelo al servicio de la sociedad y su rol en el contexto de los cambios globales. *Tendencias*, 11(2), 53-62.
- Onamu, R., y Legaria Solano, J. P. 2014. Diversidad genética entre variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivadas en México usando marcadores RAPD e ISSR. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(4), pp. 561-575.



<https://doi.org/10.29312/remexca.v5i4.919>

- Ortiz, C., Gutiérrez, C. M. C., & Gutiérrez, E. (2014). Claves para la taxonomía de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Décima segunda Edición. Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56230, 47-339.
- Ordoñez, M. C., Galicia, L., y Olaya, J. F. C. (2022). Evaluation of land use change on an andosol through physicochemical and biological indicators. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 10(1), 52-62.
- Parlak, M. E. H. M. E. T., y Blanco-Canqui, H. (2015). Soil losses due to potato harvesting: a case study in western Turkey. *Soil Use and Management*, 31(4), 525-527.
- Paleologos, M. F., Iermanó, M. J., Blandi, M. L., y Sarandon, S. J. (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. *Desenvolvimiento Regional*.
- Pérez, E. M., y Kientz, D. G. (2003). Estructura, agregación y porosidad en suelos forestales y cultivados de origen volcánico del Cofre de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 5(2), 0.
- Pisco, R. R., Rojas, E. I. L., y Yépez, R. F. R. (2021). Materia orgánica particulada y mineralogía de un Andisol bajo labranza y barbecho. *Acta Agronómica*, 70(4).
- Pumisacho, M., y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Editorial Abya Yala.
- Ramírez-Muñoz, F., Fournier-Leiva, M. L., Ruedert, C., y Hidalgo-Ardón, C. (2014). Uso de agroquímicos en el cultivo de papa en Pacayas, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 339-345.
- Rahman, S. (2015). Green revolution in India: environmental degradation and impact on livestock. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 12(1), 75-80
- Rabot, E., Wiesmeier, M., Schlüter, S. y Vogel, HJ (2018). La estructura del suelo como indicador de las funciones del suelo: una revisión. *Geoderma*, 314, 122-137. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009>
- Restrepo Rivera, J. 1997. Curso Taller de agricultura orgánica. CEDUAM, DANA, A.C., SEDEPAC, UAMA, VICENTE GUERRERO, Compendio bibliográfico, Toluca, Edo. De México, s/p.
- Reddy, B. J., Mandal, R., Chakroborty, M., Hijam, L., y Dutta, P. (2018). A review on potato (*Solanum tuberosum* L.) and its genetic diversity. *International Journal of Genetics*, ISSN, 0975-2862.
- Rodríguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 9-17.
- Rocha Vargas, M. A., Sanchez Ponce, J., y Azero, M. (2012). Estudio del mejoramiento de la



- calidad del suelo por el uso de diferentes enmiendas orgánicas en el cultivo de papa (*Solanumtuberosum* ssp. *Andigenavar. Waycha*) en la Granja Modelo Pairumani. *Acta Nova*, 5(4), 417-444.
- Roldán, M. F., Studdert, G. A., Videla, C. D. C., San Martino, S., y Picone, L. I. (2014). Distribución de tamaño y estabilidad de agregados en molisoles bajo labranzas contrastantes. *Ciencia del suelo*, 32(2), 247-257.
- Ruyschaert, G., Poesen, J., Auerswald, K., Verstraeten, G., y Govers, G. (2007). Soil losses due to potato harvesting at the regional scale in Belgium. *Soil use and management*, 23(2), 156-161.
- Rubio Gutiérrez, A. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales. Pag 19-50. Universidad de Sevilla.CSIC. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS). Pag 1-96. <http://hdl.handle.net/10261/57951>
- Salinas, S. J., Arbiz, W. V., y Ulloa, W. L. (2012). Efecto de los abonos orgánicos en las propiedades físicas y químicas en suelos degradados con maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Investigación Valdizana*, 6(1), 43-50.
- Santiago, G.L.A. (2014). Evaluación de tres paquetes tecnológicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) Cv. Fianna, Municipio de Perote, Veracruz. Universidad Autónoma.
- Sarandón, S. (2014). El agroecosistema: un ecosistema modificado. *Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*, 100-130.
- Sancho, V., Lois, A., y Martí i Dalmau, C. (2017). Efectos de los cambios del uso de la tierra sobre la materia orgánica del suelo (MOS) y sus fracciones en suelos del Altoaragón.
- SADER. (2019). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-papa-un-alimento-con-historia-y-cultura>
- Salvador, P., Gómez, D., Sanz, J., y Casanova, J. L. (2020). Estimation of potato yield using satellite data at a municipal level: A machine learning approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 343.
- Salinas, A., Romero, E. S. M., Nava-Díaz, C., Rivera-Fernándezc, A., Suárez-Medellín, J., Melgar-Lalanne, G., y Landa, Á. T. (2021). Plant growth promoting rhizobacteria isolated from *Solanum tuberosum* L. in Veracruz-México rizobacterias. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(3).
- Smith, JL y Doran, JW (1997). Medición y uso de pH y conductividad eléctrica para análisis de calidad de suelos. *Métodos para evaluar la calidad del suelo*, 49 , 169-185.
- Shields, J. A., & Paul, E. A. (1973). Decomposition of <sup>14</sup>C-labelled plant material under field conditions. *Canadian Journal of Soil Science*, 53(3), 297-306.
- Singha, U., y Maezawa, S. (2019). Production, Marketing System, Storage and Future Aspect of Potato In Bangladesh. *Reviews in Agricultural Science*, 7: p. 29-40. Doi: [10.7831/ras.7.29](https://doi.org/10.7831/ras.7.29)

- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola los Estados Unidos Mexicanos. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx) . Consulta el 31 de septiembre de 2019. Estadísticas federativas.
- SIAP. (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo](http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo).
- SIDER. (2020). Plataforma de información de la unidad SIDER de Ayahualulco, Veracruz. Centro integrador del ejido Los Altos, Municipio de Ayahualulco, Ver.
- Shoji, S., Dahlgren, R., y Nanzyo, M. (1993). Genesis of volcanic ash soils. *In Developments in Soil Science* (Vol. 21, pp. 37-71). Elsevier.
- Soil Survey Staff. (2006). *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de los Recursos Naturales.
- Soto, J., Medina, T., Aquino, Y., y Estrada, R. (2013). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum* spp.) conservadas en cultivares nativos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 20(3), 215-222.
- Soto-Mora, E. S., Hernández-Vázquez, M., Luna-Zendejas, H. S., Ortiz-Ortiz, E., y García-Gallegos, E. (2016). Evaluación del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbono/nitrógeno. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(5), 98-102.
- Suasaca, A., Ccamapaza, C., y Huanacuni, T. (2009). Mejoramiento de capacidades técnico productivas para la competitividad de los cultivos andinos de papa nativa, haba y cañihua en la región Puno. Proyecto Regional Cultivos Andinos. Dirección Regional Agraria Puno. Pág. 1-16.
- Stupino, S., Iermanó, M. J., Gargoloff, N. A., y Bonicatto, M. M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo, 5, 131-158.
- Suarez, M. C., Urdaneta, F., y Jaimes, E. (2019). Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio. *Revista de ciencias sociales*, 25(3), 172-185.
- Tayupanta, J. R., y Córdova, J. J. (1990). Algunas alternativas agronómicas y mecánicas para evitar la pérdida del suelo. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Suelos, 1990.
- Taha, A., Aboamera, M. A., y Abboud, A. (2017). Using solar energy on sprouting of potato tubers seed through storage period before planting. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 34(1), 331-346.
- Tesfaye, A., Woldegiorgis, G., Kaguongo, W., Lemaga, B., y Nigussie, D. (2013). Adoption and impact of potato production technologies in Oromiya and Amhara Regions. Adoption and Impact of Potato Production Technologies in Oromiya and Amhara Regions. Socio-

- Economist, EIAR, Holetta Research Center. Root crops program coordinator, Economist, CIP, Nairobi. PRAPACE Coordinator, Kampala, Uganda. EIAR, Addis Ababa, Ethiopia. Peg 1-23.
- Tisdall, J. M., y OADES, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of soil science*, 33(2), 141-163.
- Tirol-Padre, A. and Ladha, J. K. 2004. Assessing the reliability of permanganate-oxidizable carbon as an index of soil labile carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 969–978
- Thomsen IK, Schjønning P, Jensen B, Kristensen K, Christensen BT (1999) Turnover of organic matter in differently textured soils: II, Microbial activity as influenced by soil water regimes. *Geoderma* 89: 199-218.
- Torres, M., Paz, K., y Salazar, F. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín electrónico*, 2, 1-13.
- Tovar, L. G., y Cruz, M. Á. G. 2017. Agricultura orgánica: bases técnicas. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI). Universidad Autónoma Chapingo. Pág. 1-94.
- Tovar, S. A. O., Cuéllar, L. M., y Suárez, L. R. (2020). Importancia de la biota edáfica para la productividad en agroecosistemas. *Revista Nova*, 6, 27-38.
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.
- Vásconez, P., y Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica Los Andes Cent*, 91-109.
- Valverde, F., Alvarado Ochoa, S. P., Torres, C., Quishpe Calderón, J. L., y Parra, R. (2011). Los abonos orgánicos en la productividad de papa (*Solanum tuberosum* L.). INIAP. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Pág. 1-21.
- Vargas, R., Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., y Brefin, M. D. L. M. S. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Luxembourg: Comisión Europea, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2014.
- Vázquez-Carrillo, M. G., Santiago-Ramos, D., Rubio-Covarrubias, O. Á., Torres-Cervantes, C. M., Ayala-Rosas, A. R., Vargas-Vázquez, M. L. P. 2016. Environmental impacts on physicochemical characteristics of potatoes from the Central Bureau of Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1051-1064.
- Vemeyer, F., y Hendrickson, A. H. (1931). The moisture equivalent as a measure of field capacity of soil. *Soil Sci*, 32, 181-193.
- Venables, B., Smith, D., Gentleman, R., Ihaka, R., Mächler, M., González, A., y González, S.

- (1997). Notas sobre R: Un entorno de programación para Análisis de Datos y Gráficos.
- Velasco, A., y Úbeda, X. (2014). Estabilidad de los agregados de un suelo quemado a diferentes intensidades de fuego dieciocho años después de un incendio forestal. *Cuadernos de investigación geográfica/Geographical Research Letters*, (40), 333-352.
- Villarreal-Romero, M., Hernández-Verdugo, S., Sánchez-Peña, P., García-Estrada, R. S., Osuna-Enciso, T., Parra-Terrazas, S., y Armenta-Bojorquez, A. D. (2006). Efecto de cobertura del suelo con leguminosas en rendimiento y calidad del tomate. *Terra Latinoamericana*, 24(4), 549-556.
- Villa, P. M., Rodrigues, A. C., Márquez, N., Rodrigues, A. L., y Martins, S. V. (2017). fitosociología de malezas después de un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los andes venezolanos: un enfoque agroecológico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(2), 329-339.
- Volverás-Mambuscay, B., Merchancano-Rosero, J. D., López-Rendón, J. F., y Campo-Quesada, J. M. (2021). Pérdida de suelo en el sistema ancestral wachado en el trópico alto de Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 120-136.
- Wada, K. (1985). Las propiedades distintivas de los Andosoles. En *Avances en la ciencia del suelo* (págs. 173-229). Springer, Nueva York, NY.
- Walkley, A. y Black, IA (1934). Un examen del método Degtjareff para determinar la materia orgánica del suelo y una modificación propuesta del método de titulación del ácido crómico. *Ciencia del suelo*, 37 (1), 29-38
- Wasilewska-Nascimento, B., Boguszewska-Mańkowska, D., Zarzyńska, K. (2020). Challenges in the Production of High-Quality Seed Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the Tropics and Subtropics. *Agronomy*, 10(2), 260. Doi: [10.3390/agronomy10020260](https://doi.org/10.3390/agronomy10020260).
- Weil RW, Islam KR, Stine M, Gruver JB, Samson-Liebig SE (2003) Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use. *J Altern Agric* 18(1):3-17.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. y David, C. (2009). La agroecología como ciencia, movimiento y práctica. Una revisión. *Agronomía para el desarrollo sostenible*, 29 (4): 503-515.
- Wiant, H. V. (1967). Influencia de la temperatura en la tasa de respiración del suelo. *Journal of Forestry*, 65(7), 489-490.
- Zalidis, G., Stamatidis, S., Takavakoglou, V., Eskridge, K., y Misopolinos, N. (2002). Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88(2), 137-146.
- Zamora, F., Tua, D., y Torres, D. (2008). Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa. *Agronomía Tropical*, 58(3), 233-243.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Evaluación de variables enfocadas a cuatro grupos diferentes a productores de papa de Los Altos, municipio de Ayahualulco, Veracruz.

Número de pregunta	Descripción	Respuesta posible
<b>Análisis Sociodemográficos</b>		
1	Edad	28, 29,30,32, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 58,62, 65,70,72
2	Estado civil	1 = casado, 2 = soltero, 3 = unión libre, 4 = divorciado
3	Escolaridad	1 = sin estudios, 2 = primaria, 3 = secundaria, 4 = preparatoria/ carrera técnica, 5 = universidad.
4	Integrante de la familia	2, 3,4,5, 6, 7,8,9, 10,30
5	Dependientes económicos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8,9, 10, 20, 30
6	Número de integrantes de la familia que trabajan el cultivo	1, 2, 3, 4, 5, 6
7	Sector económico	1 = actividad agrícola/pecuaria, 2 = comercio, 3 = empleo, 4 = jornal, 5 =remesa, 6=pensión, 7=apoyo gubernamental.
8	Hectáreas de papa	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 23, 30, 40
9	Años cultivando la parcela	1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 25, 30,38, 40, 50, 65, 70
10	Origen de la parcela	1 = heredada, 2 = comprada, 3= rentada, 4 = otros.
11	Tenencia de la tierra	1 = ejidal. 2 = comunal, 3 = propiedad privada.
12	Costo por hectárea para el cultivo de papa	1= 10,000-11,000, 2 =12,000-13,000, 3=14,000-15,000, 4= 16,000-17,000, 5= 18,000-20,000
<b>Análisis Agronómico</b>		
14	Tamaño ideal de la semilla	1= pequeña, 2= mediana, 3= grande
15	Variedad de papa	1= Fianna, 2 Mundiales
16	Almacenamiento de la semilla	1= pilas, 2 = sacos, 3= cajas de madera, 4 = a la intemperie
17	Estado recomendable de la semilla	1= no sé, 2 = brotación múltiple, 3 = brotación apical, 4 = ambas
18	Estrategia para el control de plagas y enfermedades	1=ninguna, 2 = desinfectan, 3 = selección por estándar de calidad,

19	Mejor estrategia por almacenamiento	4 = no almacenan 1= ninguna, 2 = arpilla, 3 = cajas de madera, 4 = intemperie
20	Semilla lista para siembra	1= reposo, 2 = brotación apical, 3 = brotación múltiple, 4 = semilla vieja, suave y encogida
21	Calidad de suelo	1= muy buena, 2 = buena, 3 = regular, 4 = mala 5= muy mala
22	Realizan Análisis de suelo	1= no, 2 = Si.
23	Pérdida de suelo en sus parcelas	1= no hay pérdida, 2 = poca pérdida, 3 = hay pérdida,
24	Retención de humedad	1= no conserva humedad, 2 = conserva poco, 3 = Conserva suficiente
25	Capacidad de infiltración	1=no penetra, 2 = penetra poco, 3 = sí penetra
26	Profundidad de suelo	1= profundo, 2 = poco profundo, 3 = superficial
27	Color de suelo	1= Amarillo, 2 = Negro, 3 = Barreal, 4 = Arenoso
28	Asesorías	1= no, 2 = sí
29	Demanda de fertilizante químico más usado	1= químico, 2 = orgánico 1= Sulfato de amonio, 2= Triple 17, 3= Fosfonitrato, 4= Sulfato de magnesio, 5= Sulfato de potasio, 6= Superfosfato triple ,7= 11-52-00 MAP(Fosfato Monoamónico),8= Fosfato Di amónico (DAP), 9 = Fórmula
30	Aplicación de fertilizante químico	1= estiércol, 2 = composta, 3 = vermicompot, 4 = bokashi
32	Aplicación de fertilizante orgánico	1= ninguna, 2 = 2 a 4 viajes, 3 = 5 a 7 viajes, 4 = 8 a 10 viajes
33	Cantidad t/h de abono orgánico	1= 2-4 aplicaciones, 2 = 5-7 aplicaciones, 3 = 8-10 aplicaciones, 4 = más de 10 aplicaciones
34	Aplicación de fertilizante químico.	1= todo terreno, 2 = por planta (mateado), 3 = fertirriego
35	Como aplican el fertilizante	1=comprados, 2 = regalados, 3 = apoyos gubernamentales, 4 = elaboración propia, 5 = a crédito
36	Como obtiene el fertilizante químico	1=comprados, 2 = regalados, 3 = apoyos gubernamentales, 4 = elaboración propia, 5 = a crédito
37	Como obtiene el fertilizante orgánico	1=riego, 2 = temporal
38	Desarrollo del cultivo	1= no, 2 = sí
39	Siembran otro tipo de cultivos	1= ninguna, 2 = 1 a 2, 3 = 3 a 4, 4 = 5 o más
40	Cuantas hectáreas de haba siembra	1= ninguna, 2 = 1 a 2, 3 = 3 a 4, 4 = 5 o más
41	Cuantas hectáreas de maíz siembra	1= se eliminan, 2 = se cortan, 3 =desinfección
43	Control de plantas enfermas	

44	Control de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa	1= agroquímicos, 2 = orgánicos, 3 = control biológico 4 = control cultural
45	Control de maleza	1 = manual, 2 = mecánico, 3 = químico 4 = pastoreo
46	Número de aplicaciones en maleza	1 = 1-2 aplicaciones, 2 =3-4 aplicaciones
47	Aplicación de herbicida	1= 1-2 aplicaciones, 2 =3-4 aplicaciones, 3= 5-6 aplicaciones 4= más de 6
48	Costo por aplicación herbicida (pesos/ha)	1 = 100 a 500, 2 =600 a 800, 3 =10000 a 15000, 4 = Más de 20000
49	Deja residuos en la cosecha	1 = no, 2 = deajo muy poco, 3 = si, deajo

#### **Análisis Conocimiento y Saberes**

50	Importancia de saberes y conocimiento tradicional	1= no, 2 = sí
51	Persisten los saberes y conocimiento tradicional	1= no, 2 = sí
53	Actualmente usan la misma semilla	1= no, 2 = sí
55	Factores que indican el momento de la cosecha	1= a los 20 días de cortar el follaje, 2= cuando la papa no sé pela, 3= por grietas en la tierra, 4 = intuición propia, 5= 120 días cumplidos

#### **Análisis Comercialización**

56	Comprador de papa	1= empresa, 2= central, 3= comercio local, 4 = tianguis, 5 = coyote
57	Usa estándares de calidad	1= no, 2 = sí
58	Impacta el precio la calidad	1= no, 2 = sí
59	Inversión en una hectárea	1= 50,000, 2 = 80,000, 3 =100,000, 4 = más de 150,000
60	Ganancia en año bueno	1= 85,000 – 100,000, 2 = 150,000 – 200,000, 3 = 250,000 – 300,000, 4 = más de 350,000
61	Ganancia en año medio	1= 50,000 – 65,000, 2 = 75,000 – 85,000, 3 = 90,000 – 100,000, 4 = más de 150,000
62	Ganancia en año malo	1= pérdida total, 2 = recupera la inversión
63	Fraudes por compradores	1= no, 2 = sí

**Anexo 2.** Estructura del cuestionario aplicado a productores de papa dentro del componente investigación:

### **Análisis sociodemográfico**

- 1) ¿Cuál es su edad?
- 2) ¿Cuál es su estado civil?
  1. Casado
  2. Soltero
  3. Unión libre
  4. Divorciado
  5. Viudo
- 3) ¿Escolaridad?
  1. Sin estudios
  2. Primaria
  3. Secundaria
  4. Preparatoria o carrera técnica
  5. Universidad
  6. Posgrado
- 4) ¿Cuántos son los integrantes de su familia que vive con usted?
- 5) ¿Cuántas personas dependen económicamente de usted?
- 6) ¿Cuántos integrantes de la familia trabajan en el campo?
- 7) Mencione sus principales fuentes de ingreso económico?
  1. Actividad agrícola/pecuaria
  2. Comercio
  3. Empleo
  4. Jornalero
  5. Remesas
  6. Pensión
  7. Apoyos gubernamentales
- 8) ¿Cuántas hectáreas de papa siembran?
- 9) ¿Por cuánto tiempo ha cultivado su parcela?
- 10) ¿Cómo obtuvo su parcela?
  1. Heredada



2. Comprada
3. Rentada

11) ¿Cuál es la tenencia de sus tierras?

1. Ejidal
2. Comunal
3. Propiedad privada

12) ¿Costo por hectárea para cultivo de papa?

1. 10, 000-11,000
2. 12,000-13,000
3. 14,000-15,000
4. 16,000-17,000
5. 18,000-20,000

### **Análisis agronómico**

13) Que tipo de semilla siembra

1. Griolla
2. Híbrida
3. Otras

14) ¿Tamaño ideal de la semilla?

1. Pequeña
2. Mediana
3. Grande

15) ¿Variedad de papa que siembran?

1. Fiannas
2. Mundiales
3. otras

16) ¿Cómo almacenan la semilla?

1. Pila
2. Sacos
3. Caja de madera
4. A la intemperie

17) ¿Estado recomendable de la semilla?

1. No sé
2. Brotación múltiple

3. Brotación apical
4. Ambas

18) ¿Cuál es la mejor estrategia para el control de plagas y enfermedades?

1. Ninguna
2. la desinfección
3. Selección por estándares de calidad
4. No, almacenar

19) ¿Cuál es la mejor estrategia por almacenamiento?

1. Ninguna
2. Arpilla
3. Caja de madera
4. A la intemperie

20) ¿Cuál es la semilla lista para sembrar?

1. Reposo
2. Brotación apical
3. Brotación múltiple
4. Semilla suave

21) ¿Cómo considera la calidad de suelo en sus parcelas?

1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Muy bueno

22) ¿Hace análisis de suelo?

- 1) Si 2) No

23) ¿Cómo considera la pérdida de suelo?

1. No hay pérdida
2. Un poco de pérdida
3. Hay pérdida

24) ¿Cómo considera la capacidad de retención de humedad en el suelo?

1. No retiene humedad
2. Retiene poca humedad
3. Retiene suficiente humedad

25) ¿Cómo considera la capacidad infiltración del agua en su suelo?

1. No hay infiltración
2. Hay poca infiltración
3. Si hay infiltración

26) ¿Cómo considera la profundidad de su suelo?

1. Profundo
2. Poco profundo
3. Supercial

27) ¿Cómo considera el color de sus suelos?

1. Amarillo
2. Negro
3. Grisáceo

28) ¿Recibe alguna asesoría con respecto al tema de la papa (*Solanum tuberosum*)?

1. Si
2. No

29) ¿Qué tipo de fertilizante usan para el cultivo de papa?

1. Químico
2. Orgánico

30) ¿Qué fertilizante químico aplica?

Fertilizante	Cantidad	Fertilizante	Cantidad
1. Sulfato de amonio		7. 11. 11-52-00	
2. Triple 17		8. Fosfato diamónico (DAP)	
3. Fosfonitrato		9. Fórmula	
4. Sulfato de magnesio			
5. Sulfato de potasio			
6. Superfosfato			

31) ¿Usa abonos orgánicos?

- a) Si b) No

Fertilizante	Cantidad (kg/ha)
1. estiércol (especifique)	
2. compost	
3. vermicompost	
4. Bocashi	
5. lixiviados orgánicos	

6. bioles	
7. otros (especifique)	

34) ¿Cuántas aplicaciones de fertilizantes realiza en el ciclo de cultivo?

1. 2-4 aplicaciones
2. 5-7 aplicaciones
3. 8-10 aplicaciones
4. Más de 10 aplicaciones

35) ¿Cómo aplica los fertilizantes?

1. En todo el terreno en banda
2. Por planta (mateado)
3. Fertirriego
4. Otro (especifique)

36) ¿Cómo obtiene sus fertilizantes minerales (seleccione una o varias respuestas)?

1. Comprados
2. Regalados
3. Apoyo de gobierno
4. Elaboración propia
5. Otro (especifique)

37) ¿Cómo obtiene los abonos orgánicos (seleccione una o varias respuestas)?

1. Comprados
2. Regalados
3. Apoyo de gobierno
4. Elaboración propia
5. Otro (especifique)

38). ¿Desarrollo del cultivo de la papa?

1. Riego por goteo
2. Temporal

39) Siembran otro tipo de cultivos a parte del cultivo de papa?

1. Si
2. No

40) Cuantas hectáreas de haba siembran?

1. Ninguna
2. 1 a 2
3. 3 a 4
4. más de 5

42) Cuantas hectáreas de maíz siembran?

1. Ninguna
2. 1 a 2
3. 3 a 4
4. más de 5

43) ¿Cómo realizan el control de las plantas enfermas en sus parcelas?

1. Se eliminan
2. Se cosechan para consumir en casa
3. Se desinfectan
4. Ninguna de las tres opciones mencionadas

44) ¿Cómo controla plagas y enfermedades?

1. Agroquímicos
2. Orgánicos
3. Control biológico
4. Control cultural

45) ¿Cómo realiza el control de malezas?

1. Manual
2. Mecánico
3. Químico
4. Pastoreo

46) ¿Número de aplicaciones para el control de malezas?

1. 1-2 aplicaciones
2. 3-4 aplicaciones

47) ¿Cuál es la cantidad de herbicidas que aplica (L/ha/año)?

1. 1-2 aplicaciones
2. 3-4 aplicaciones
3. 5-7 aplicaciones
4. Más de 6

48) ¿Costo por aplicación de herbicidas?

1. 100-500
2. 600-800
3. 10000-15000
4. Más de 20,000

49) Menciona el nivel de cobertura vegetal que usted mantiene en el suelo de su parcela.

1. Nada
2. Muy poco
3. Poco
4. Mucho
5. Demasiado

### **Análisis saberes y conocimientos tradicionales**

50) ¿Creen que es importante conservar los saberes tradicionales del cultivo de papa?

1. No
2. Si

51) ¿Consideran que hay aportaciones de los saberes tradicionales en el sistema actual de producción de papa?

1. No
3. Poco
5. Si

52) ¿Anteriormente cómo clasificaban la semilla?

1. Por tamaño
2. Separada por deformidades rajadas y picadas
3. Color
4. Variedades

53) Actualmente usas la misma clasificación?

1. Si
2. No

54) ¿Identifica si las siguientes plantas se utilizaban como repelentes para mantener alejado a los insectos que causan daño?

1. Ninguna
2. Santa maría
3. Ruda
4. Eucalipto

55) ¿Menciona si algunas de las condiciones indican el momento de la cosecha de la papa?

1. 20 días después de haber cortado el follaje
2. Cuando la mayoría no se pela al frotar con los dedos
3. Cuando la tierra presenta grietas
4. Intuición propia

## Análisis de comercialización

56) ¿A quién le vende la cosecha de papa?

1. A una empresa
2. En la central
3. Comercio local
4. En el tianguis
5. Coyote

57) ¿Consideran que para vender la cosecha de papa deberá cumplir estándares de calidad?

1. No
2. Si

Si la respuesta es positiva responde la siguiente pregunta

58) Identifica los siguientes estándares de calidad que deberá tener la cosecha de papa

1. Deformaciones, por la variedad, el uso de la papa
2. Sin imperfecciones
3. Calidad
4. Tamaño, la forma, piel de calidad, sin imperfecciones, tipo de uso.

59) ¿Repercute que la papa presente estándares de calidad para algunos campesinos?

1. No
2. Si

60) ¿En promedio cuanto invierte económicamente en una hectárea?

1. 50,000
2. 80,000
3. 100,000
4. más de 150,000

61) Cuanto recupera en un año bueno en la venta de la cosecha?

1. 85,000 – 100,000,
2. 150,000 – 200,000
3. 250,000 – 300,000
4. más de 350,000

62) Cuanto recupera en un año medio en la venta de la cosecha?

1. 50,000 – 65,000
2. 75,000 – 85,000

3. 90,000 – 100,000
4. más de 150,000

63) Cuanto recupera en un año malo en la venta de la cosecha?

1. Pérdida total
2. Recupera la inversión

64) ¿Alguna vez los compradores les han hecho fraudes con su cosecha de papa?

1. No
2. Si