



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**“CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
VARIEDAD PINTO AMERICANO EN EL MUNICIPIO
DE CUAUTINCHÁN, PUEBLA: CARACTERÍSTICAS
DE LA SIEMBRA Y FENOLOGÍA”**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MARGARITA VELÁZQUEZ VÁZQUEZ

DIRECTORA:

M. EN C. LUCERO MONTSERRAT CUAUTLE GARCÍA

CO-DIRECTORA

DRA. EN C. AIDEÉ MONTIEL MARTÍNEZ

La presente tesis titulada: **“CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD PINTO AMERICANO EN EL MUNICIPIO DE CUAUTINCHÁN, PUEBLA: CARACTERÍSTICAS DE LA SIEMBRA Y FENOLOGÍA**”, realizada por **MARGARITA VELÁZQUEZ VÁZQUEZ** ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA
Facultad de Ciencias Biológicas

Consejo Particular integrado por:

Director de Tesis:

M. en Cs. Lucero Montserrat Cuautle García

Co-directora de Tesis:

Dra. Aideé Montiel Martínez

Facultad de Ciencias Biológicas, BUAP

Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, México. 26 de Febrero del 2026

El presente trabajo forma parte del **GRUPO DE INVESTIGACIÓN** denominado: COMUNIDADES SOSTENIBLES, RESILIENTES E INCLUYENTES (BUAP-GI-22074), de la línea de investigación: “ECOLOGÍA URBANA” en la Facultad de ciencias de la Electrónica y “USO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES” en la Facultad de Ciencias Biológicas.

Este trabajo fue financiado con recursos propios.

Dedicatoria

A nuestro Amadísimo Jesús Sacramentado, guía y luz de cada uno de mis pasos, por acompañarme en cada momento de este proyecto y enseñarme a perseverar con fe y humildad.

A mis queridos padres, Emma y Francisco, cuyo amor incondicional y ejemplo de constancia han sido la fuerza que me impulsó a seguir adelante. Gracias por brindarme apoyo en los momentos difíciles y por enseñarme que la dedicación y el esfuerzo son el camino hacia cualquier meta.

A mis hermanos, Jos, Luciano y Silvia, compañeros de aventuras y confidentes de la vida, cuyo aliento y motivación hicieron más ligera cada etapa de este camino.

A mi esposo, Daniel, cuyo amor inmenso, paciencia y comprensión fueron el sostén en mis ausencias y el refugio en los días de esfuerzo. Gracias por ser mi compañero incondicional en esta travesía.

A mis hijos, Leo y Diego, mi mayor inspiración, quienes me enseñan cada día el valor de la perseverancia y la alegría de alcanzar los sueños. Que este logro sea un recuerdo vivo de que el trabajo constante y la dedicación rinden frutos que valen la pena.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento:

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), especialmente a la Facultad de Ciencias Biológicas, por brindarme los recursos y las facilidades necesarias para prepararme y llevar a cabo esta investigación.

A mi directora de tesis, la Maestra en Ciencias Lucero Montserrat Cuautle García, por su apoyo incondicional y por el tiempo dedicado a este trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos con sabiduría y paciencia. Aprecio profundamente haber sido guiada por una profesional tan dedicada y comprometida, un verdadero ejemplo a seguir.

A la Doctora en Ciencias Aideé Montiel Martínez, por su valioso acompañamiento, interés y conocimientos aportados a este estudio. Su motivación y apoyo, tanto profesional como personal, han sido fundamentales en mi vida, permitiéndome reconocer el gran ser humano que es.

Agradezco a la Pas. Biol. María Guadalupe Tecayehuatl Conde, por su apoyo para la elaboración del mapa del área de estudio.

Al personal técnico y administrativo de la Facultad de Biología, por su apoyo en los recursos y procedimientos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

A toda mi familia, por su constante apoyo y por acompañarme con paciencia y cariño en cada etapa de mi formación académica y personal.

INDICE

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
ANTECEDENTES	18
OBJETIVOS	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Zona de estudio	22
Características morfológicas en distintas etapas fenológicas de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. v. pinto americano y su relación con la ubicación de siembra.	23
Aspectos sociales, económicos y técnicos del sistema de producción	28
RESULTADOS	30
Características morfológicas en distintas etapas fenológicas de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. v. pinto americano y su relación con la ubicación de siembra.	30
DISCUSIÓN	44
Características morfológicas de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. v. pinto americano y su relación con la ubicación de siembra	44
Aspectos sociales, económicos y técnicos del sistema de producción de cultivo del frijol	47
CONCLUSIÓN	55
Bibliografía	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases del frijol. Fuente: Fernández et al., 1986.....	26
Tabla 2. Variables biológicas evaluadas en las distintas etapas de las fases de Phaseolus vulgaris L. var. pinto americano seleccionadas.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del predio Tepampa en Cuautinchan, Puebla (Google Earth, 2025). Coordenadas geográficas 18°57'07.9"latitud norte 98°00'40.6"longitud oeste (Elaboro: Guadalupe Tecayehuatl Conde).	23
Figura 2. Croquis de la siembra en el predio “Tepampa”. Se muestra la posición de los surcos del diseño experimental.	24
Figura 3. Altura de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.	30
Figura 4. Ancho de la hoja de frijol de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.	31
Figura 5. Largo de la hoja de frijol de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas, floración. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.	32
Figura 6. Diámetro del tallo de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.	33
Figura 7. Número de hojas de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.	34
Figura 8. Datos sociodemográficos de los encuestados y sus actividades ocupacionales.	35
Figura 9. Datos sobre tipo de propiedad, años que lleva en la actividad agrícola y recepción de asesoramiento.	36
Figura 10. Datos sobre la propiedad: tipo de suelo, extensión total del predio y extensión sembrada.	37
Figura 11. Datos socioeconómicos: Fuente de ingreso, beneficiados del ingreso de la producción, existencia de apoyo del gobierno y precio de venta por kilo.	38
Figura 12. Datos descriptivos de la siembra: Modo de cosecha y cultivos asociados.	39
Figura 13. Número de variedades de frijol sembradas por los productores.	40
Figura 14. Prácticas agrícolas: distancia entre semillas sembradas, días de labor de cultivo y herramientas utilizadas.	40
Figura 15. Prácticas agrícolas: mes de cosecha, duración del cultivo, tipo de riego y mes de siembra.	41
Figura 16. Prácticas agrícolas: abonos, secado y dosis aplicada al grano.	42
Figura 17. Datos de la producción.	43

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un alimento básico en México, con importancia cultural y nutricional. En Cuautinchán, Puebla, este cultivo tradicional se analizó desde aspectos sociales, económicos, técnicos y biológicos, enfocándose en la variedad pinto americano de temporal. La metodología combinó encuestas a 30 productores y una parcela experimental para evaluar características morfológicas y fisiológicas. Los resultados sociodemográficos mostraron que el 60% de los productores son hombres y 80% supera los 50 años. El 90% posee propiedad privada y su conocimiento es tradicional, transmitido intergeneracionalmente, sin asesoría técnica ni apoyos gubernamentales. El frijol es el segundo cultivo en importancia; más del 60% practica policultivo con maíz. La superficie de siembra predominante es de 0 a 0.5 ha (90%), y la variedad más sembrada es el negro, en mayo con las lluvias. El 80% reporta mermas por cambio climático. En la parcela experimental se observó heterogeneidad espacial: las plantas del surco uno presentó mayor altura y dimensiones foliares; el surco cuatro mostró mayor diámetro del tallo, mientras que el número de hojas fue homogéneo. Este patrón refleja el efecto borde. Se concluye que persiste un sistema de producción tradicional. Futuras investigaciones en suelo, agua y sanidad vegetal podrían optimizar la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, sistemas de producción, agricultura tradicional, policultivo, fenología.

INTRODUCCIÓN

La domesticación de las plantas ha contribuido a grandes logros en la historia del hombre, pues la agricultura se convirtió en la base de la economía mundial (Hernandez, 2013). Dentro de las plantas domesticadas se encuentra la planta *Phaseolus vulgaris* L. o conocida como frijol. Es una planta herbácea y tiene gran importancia económica, además de tener un impacto cultural y social en la mayor parte del mundo. El frijol fue una de las principales especies cultivadas e integradas a la dieta básica de las culturas indígenas desde hace más de 9,000 años (SADER, 2019). Existen indicios de que el frijol común se originó en Mesoamérica, siendo México donde se localiza el centro de origen de *P. vulgaris* según Hernández *et al.*, 2013.

Las especies silvestres contienen recursos genéticos que pueden ser utilizados como fuentes de variabilidad para el mejoramiento y calidad de los cultivares actuales (Peña-Valdivia *et al.*, 2013), de ahí su importancia en la conservación biológica. Los acervos genéticos que hay en las comunidades rurales son producto de la combinación o intercambio local entre la evolución natural y la selección empírica practicada por los productores (Hernandez, 2013). Por ende, es preciso decir que, la riqueza genética actual que posee México está relacionada con las prácticas ancestrales de selección, manejo, siembra y consumo de semillas (Ortega, 2018).

El frijol constituye una de las leguminosas más consumidas en la dieta básica de México. Su relevancia se sustenta en múltiples factores, entre los que destacan su amplia variabilidad genética, que permite su cultivo en gran parte del territorio nacional, y su profunda importancia socioeconómica, cultural y nutrimental (Flores, 2015). Nutricionalmente, el frijol es fundamental por su aporte de macro y micronutrientes, siendo una fuente importante de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales en cantidades adecuadas para el consumo humano (Morales y Lamz, 2020). Asimismo, su consumo está ampliamente extendido debido a su accesibilidad y precio asequible en el mercado (Tapia y Mayorga, 2015).

Su consumo se encuentra históricamente asociado al de maíz y chile, conformando el núcleo de la dieta tradicional mexicana y una base alimentaria fundamental (Meléndez *et al.*, 2020). Esta centralidad confiere al cultivo de frijol una importancia socioeconómica singular, reflejada tanto en la extensión territorial dedicada a su producción como en los altos niveles de consumo *per cápita* (Lara, 2015).

El frijol presenta una notable adaptabilidad ecológica, pudiendo cultivarse en un amplio intervalo de ambientes, desde casi el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud (Delgado y Gama, 2015). Desde la perspectiva nutricional, estos granos son una fuente destacada de proteína vegetal, además de ser ricos en minerales como hierro y zinc, y en vitaminas (García *et al.*, 2012). A nivel global, las leguminosas representan la principal fuente de alimento de origen vegetal después de los cereales, y el frijol es una de las fuentes proteicas primarias, con su mayor consumo concentrado en regiones en vías de desarrollo (Santillán, 2018; Martínez, 2019).

En el contexto nacional, la producción de frijol en México alcanza un promedio anual de 1.08 millones de toneladas, superficie cosechada que se destina principalmente al autoconsumo (SAGARPA, 2017). No obstante, el país depende también de la importación de entre 100,000 y 150,000 toneladas anuales, volumen que fluctúa según los eventos climáticos de cada ciclo (Ávila *et al.*, 2014).

México produce y consume frijol el cual proviene en gran parte de genotipos nativos y en menor cantidad de variedades mejoradas, las cuales presentan ventajas agronómicas y también de calidad (Muñoz *et al.*, 2009). Cada especie de frijol (*Phaseolus sp.*) contiene características fisiológicas o morfológicas exclusivas que la describen como única; sin embargo, también comparten similitudes en algunos rasgos con otras especies (Meza *et al.*, 2015). Las características morfológicas y fenológicas permiten hacer comparaciones entre especies que pueden brindar herramientas para la mejora en las actividades productivas (Peña-Valdivia *et al.*, 2003).

Algunas características o variables morfológicas y fenológicas que se evalúan pueden ser: la altura de la planta (AP), los días a la floración (DF) y días para la madurez de

cosecha (DMC). En el momento de la cosecha, las variables del rendimiento y sus componentes: número de vainas por plantas (NVP), número de granos por vaina (NGV) y rendimiento (Rend.) en kg ha⁻¹ al 14 % de humedad, según lo establecido por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para el cultivo del frijol. (Lamz *et al.*, 2017).

Para alcanzar los rendimientos productivos esperados, los cultivos requieren de un seguimiento constante. Este monitoreo permite mantener un control adecuado sobre su desarrollo. Los cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren durante el ciclo biológico de una planta sirven de base para definir sus fases de desarrollo. Referirse a estas etapas fenológicas permite realizar prácticas agronómicas adecuadas. Así, es posible aplicar tratamientos específicos al cultivo según la etapa en la que se encuentre. Este enfoque, basado en la fenología, es más apropiado que considerar únicamente el tiempo transcurrido desde la siembra (Fehr *et al.*, 1971; Fernández *et al.*, 1991; Meier *et al.*, 2009).

Se da la suposición de que la homogeneidad morfológica y fenológica dentro de un cultivo, con una variedad específica de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), presenta uniformidad en su forma y desarrollo con frecuencia; sin embargo, en condiciones reales de campo, esta homogeneidad es más un ideal que una realidad. Investigaciones demuestran que la variabilidad espacial intra-parcela es la norma, influenciada predominantemente por la heterogeneidad del suelo y la topografía (Kravchenko & Bullock, 2000; Falco *et al.*, 2021). Esta variabilidad ambiental se manifiesta en respuestas fisiológicas y de desarrollo diferencial en las plantas, afectando características clave como la arquitectura foliar, la altura y el vigor de la planta.

Las problemáticas en la producción agrícola dependen, en gran medida, de las condiciones climáticas. También dependen de la percepción de los productores al emplear sus conocimientos culturales y locales. Estos saberes se traducen en técnicas aplicadas desarrolladas históricamente. Su finalidad es aprovechar las distintas etapas fenológicas de las especies cultivadas.

Los pequeños agricultores, en particular, producen semillas básicas para su autoconsumo. Rara vez obtienen un excedente suficiente para la comercialización. El cultivo de frijol, específicamente, enfrenta problemas de bajo rendimiento. Este fenómeno se atribuye principalmente al cambio climático, la sequía, la baja fertilidad de los suelos y la incidencia constante de plagas (Hernández, 2018). Por lo tanto, la producción de este grano trasciende lo meramente agrícola. Se convierte en un asunto de relevancia social, cultural y económica, especialmente en países latinoamericanos como México.

La creciente demanda poblacional mundial conlleva a la necesidad de aumentar la producción de alimentos (Porta, 2021). Este desafío impulsa el avance tecnológico, especialmente en el ámbito de la alimentación. Un ejemplo de ello son los cultivos básicos biofortificados. Estos representan un mejoramiento convencional que los hace competitivos agrónomicamente y económicamente. Además, poseen un mayor contenido de micronutrientes (Ramírez *et al.*, 2020).

Sin embargo, los sistemas agrícolas tradicionales dependen fundamentalmente del conocimiento empírico local (Barrientos *et al.*, 2020). Es probable que los conocimientos aplicados actualmente tengan su origen en sistemas de producción prehispánicos de América Latina. Un ejemplo paradigmático es el sistema de chinampas utilizado en Xochimilco, que mantienen hasta hoy día, un manejo agrícola prehispánico único en el mundo. Este sistema se basaba en policultivos que proveían alimentos básicos. La agricultura de chinampas logró sobrevivir a la conquista española. Su persistencia fue crucial, ya que los conquistadores carecían del conocimiento necesario para desarrollar agricultura en zonas lacustres (Galindo, 2020).

Con el pasar del tiempo, la tecnología que se fue modernizando, lo que ha tenido como resultado aportar mayor cantidad de producción, demostrando de tal manera que la tierra en condiciones favorables es capaz de garantizar el abasto de cierta cantidad de población. Además de tomar en cuenta el sistema de riego que fue primordial para obtener bastos cultivos y que es una técnica agrícola ancestral que se desarrolló en las culturas andinas (Moreno *et al.*, 2016). Así también en otras culturas como las árabes.

En la búsqueda de los recursos suficientes que necesitamos se obtiene una agricultura sustentable permitiendo que la agricultura con tecnología adquiera alternativas, como el mejoramiento genético que involucra por ejemplo la agronomía y fisiología entre otras (Porta, 2021). Entre otras cuestiones, cubrir con las exigencias de las producciones requirió un estudio fisiológico, morfológico y genético que avalara las diferentes etapas en desarrollo, demostrando que cada una de ellas requiere de ciertos tratamientos para optimizar el progreso y garantizar una buena producción.

El conjunto de estas actividades y la actualización de nuevos conocimientos que han mejorado notablemente la producción desde tiempos pasados, nos han permitido describir las técnicas o prácticas de la agricultura. Las prácticas agrícolas son conocimientos que se transmiten de forma empírica y que los agricultores locales aplican o tienen presentes en los cultivos como, por ejemplo: época de lluvias y de siembra, plagas y enfermedades, manejo de fertilizantes y abonos, herramientas, entre otros (Sánchez *et al.*, 2015).

Por este motivo, es necesario estudiar las diversas propuestas de las prácticas agrícolas tomándolas como el inicio de un proceso necesario para el logro de un manejo sustentable (a nivel social, ecológico y económico) (Reascos-Castillo, 2019). Dando a entender que aún existen sistemas de producción agrícola con características socioeconómicas, culturales y técnicas que necesitan una descripción más detallada (Luna y Galindo 1997). Abi y Arrieche (2012) mencionan que existe una relación entre la calidad del suelo y las prácticas agrícolas.

Las prácticas culturales y tradicionales en la agricultura requieren constantemente de innovación. Esta innovación debe ser tanto práctica como tecnológica para complementar el desarrollo productivo. El objetivo final es lograr cultivos con mayor cantidad y calidad. Es fundamental considerar la disposición de los productores frente a estos cambios. Su actitud y contribución deben ser positivas. Los aspectos sociales y culturales pueden, efectivamente, incentivar el desarrollo productivo y mejorar las prácticas agrícolas (Rodríguez *et al.*, 2016).

La participación activa de los productores y de la sociedad favorece la aceptación de nuevas técnicas. Esta aceptación es clave para encontrar soluciones a los problemas de producción. Asimismo, facilita el asesoramiento para la obtención de apoyos que impulsen el desarrollo agrícola. El conocimiento profundo de las prácticas agrícolas es la base para elaborar propuestas de mejora. Dichas propuestas permiten una planificación adecuada. Una buena planificación es, a su vez, fundamental para el éxito de una agricultura sustentable (Izquierdo y Rodríguez, 2004).

Para el estado de Puebla, la importancia del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) queda demostrada por la superficie destinada a su cultivo (15%) y también porque es uno de los estados con mayor diversidad de especies vegetales y variedades criollas en el país, las cuales requieren ser caracterizadas con el fin de aprovecharlas para satisfacer las necesidades de los productores y consumidores (Ramírez *et al.*, 2012).

El municipio de Cuautinchán se localiza en la parte central del estado de Puebla (Rojas, 2021). Esta región destaca principalmente por su arte religioso, con la presencia de un convento franciscano del siglo XVI. Dicho monumento posee un gran valor sociocultural y económico.

La agricultura tradicional también constituye una parte fundamental de la cultura regional. Sin embargo, en la actualidad se observa un descenso en la actividad agrícola. Numerosos terrenos destinados a este uso se encuentran abandonados, lo que genera un problema significativo en el sector rural y una notable disminución de la importancia de la agricultura (González *et al.*, 2017).

Es primordial conocer y describir cómo los agricultores perciben su propia realidad y actividad. Esta percepción está en función de factores productivos como la tierra, el trabajo, el capital, la tecnología y el conocimiento. Asimismo, es crucial comprender la importancia que los propios agricultores atribuyen a estos factores (Infante, 2016).

Cabe señalar que existe poca información documentada que respalde esta situación en la región centro del estado. Particularmente, no se han realizado estudios previos sobre el cultivo de frijol en esta área específica.

Por lo tanto, el objetivo general de este estudio es determinar los aspectos sociales, económicos, técnicos y biológicos del sistema de producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L., variedad pinto americano) en la comunidad de Cuautinchán, Puebla.

ANTECEDENTES

La aplicación de prácticas basadas en el conocimiento tradicional ha generado resultados favorables en la agricultura durante las últimas dos décadas (Sánchez *et al.*, 2015). Esta aplicación ha permitido, entre otros beneficios, una reducción en el uso de productos químicos. Dicha reducción se logra mediante los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Este enfoque contribuye a disminuir la contaminación ambiental y a promover el cuidado de la salud humana (Díaz y Morejón, 2018).

La implementación e innovación de prácticas agrícolas mediante el conocimiento tradicional conforman un valioso acervo cultural nacional. Estas prácticas aún se conservan en muchas comunidades rurales. Un ejemplo de estudio en este ámbito es el realizado por Brenes *et al.* (2021). Su objetivo general fue potenciar la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en cultivo de piña en la zona norte de Costa Rica.

La estrategia se diseñó para abordar las problemáticas ambientales identificadas en esa producción. Se basó en acciones de comunicación que promovieran un cambio cultural entre los productores. Además, buscaba resaltar los beneficios de adoptar las BPA. Metodológicamente, el estudio combinó enfoques cualitativos y cuantitativos. En el área cualitativa, se desarrollaron nueve entrevistas semiestructuradas. Estas se realizaron a personal experto en el cultivo de piña y en BPA en la zona de estudio y áreas aledañas. Paralelamente, se aplicaron instrumentos de recolección de información a 70 productores de piña.

La muestra incluyó pequeños, medianos y grandes productores de la región norte. Entre los resultados, se obtuvo información personal de los productores y se identificaron sus principales problemas. La práctica inadecuada más común reportada fue la sobredosis de plaguicidas. Un hallazgo destacado fue que el 96 % de los productores encuestados afirmó haber recibido información sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Otro estudio relevante fue realizado por Rivera *et al.*, 2020. Este trabajo documentó las prácticas agrícolas de 17 productores de tres localidades: San Lorenzo Acopilco (SLA), San Mateo Tlaltenango (SMT) y San Pablo Chimalpa (SPCH). El cuestionario aplicado incluyó preguntas sobre datos generales de los productores. También abordó las prácticas agrícolas que siguen en sus cultivos. Además, recabó información sobre las características específicas del cultivo, los problemas encontrados y el conocimiento respecto al uso de arvenses. De forma complementaria, se aplicó una segunda encuesta. Esta se enfocó específicamente en los cuatro dueños de las parcelas donde se realizaron los muestreos. Dicho cuestionario se estructuró en cuatro partes.

La primera parte recopiló datos generales del productor. La segunda indagó sobre el conocimiento y uso de plantas cultivadas y arvenses. La tercera describió las prácticas agrícolas empleadas en las parcelas. La cuarta sección se centró en las formas de control y combate de las arvenses. Entre los resultados obtenidos, destacó la información básica sobre los productores. Se identificaron los principales cultivos de la zona y las labores secundarias de los productores. Asimismo, se logró una clasificación de las razas puras que se siembran en la alcaldía.

Posteriormente, se describieron con detalle las Prácticas Agrícolas (PA) ejercidas por los productores. Los autores concluyen que el conocimiento y uso de las arvenses en la alcaldía de Cuajimalpa ha prevalecido. Esta persistencia se ha mantenido a pesar de los procesos de urbanización, los cambios en las actividades productivas y las transformaciones en las prácticas agrícolas. Se observó una tendencia importante, las parcelas ubicadas en parajes diferentes y que mantienen prácticas agrícolas tradicionales mostraron una mayor riqueza de especies. Además, presentaron una menor similitud entre sí. Este hallazgo sugiere que dichas parcelas funcionan como pequeños reservorios de agrobiodiversidad.

Es primordial el monitoreo de la salud de los cultivos para tener en cuenta una buena práctica agrícola. El estudio fisiológico y morfológico de las plantas forma parte del monitoreo de cultivos por lo que es esencial describir el desarrollo de las parcelas.

Pérez *et al.*, en 2017, mostraron un trabajo con medición de: altura de la planta, número de hojas, grosor del tallo a los 15, 30 y 45 días de la siembra. Además del número de vainas por planta, granos por vaina, masa de 100 granos y por último el rendimiento en ton por ha. Esto con la finalidad de obtener el mejor rendimiento para el consumo de la población. En un trabajo similar se realizó la medición de altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas, número de vainas por planta, granos por vaina, rendimiento de grano en kg ha⁻¹, entre otras, con el objetivo de comparar el manejo agronómico en las prácticas agroecológicas y convencionales, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del frijol (Medina & Mercado, 2018).

Cervantes *et al.* (2009) describen su estudio en el artículo "Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlatzala, Guerrero". El objetivo principal fue registrar la diversidad de cultivares sembrados por los agricultores. Esta documentación se realizó mediante la observación de la tecnología tradicional aplicada al cultivo de frijol. El propósito fue aportar conocimientos sobre su manejo para mejorar las técnicas locales. Asimismo, se buscó conocer el contenido de proteína y la calidad culinaria de los frijoles, dado que constituyen un componente esencial de la dieta local.

Los resultados se generaron a partir de encuestas aplicadas a 30 productores. Se recabaron datos generales de cada productor y se registró la tenencia de la tierra. También se documentaron los recursos obtenidos del gobierno para apoyar el cultivo y los granos sembrados con mayor frecuencia. Posteriormente, se detallaron las prácticas agrícolas tradicionales empleadas por los agricultores. La descripción abarcó desde la preparación del terreno y el tipo de siembra hasta la cosecha. Se especificó si se trataba de monocultivo o policultivo y se identificaron las enfermedades más frecuentes. Como complemento, se obtuvieron datos sobre los métodos de consumo. También se analizaron las características morfológicas del grano, el contenido de proteína, el tiempo de cocción y la absorción de agua. Este proceso generó información abundante y valiosa para la comunidad de Tlatzala.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar aspectos biológicos, sociales, económicos y técnicos de manejo del sistema de producción de cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. *pinto americano*) de temporal en la comunidad de Cuautinchán, Puebla.

Objetivos específicos

- Evaluar las características morfológicas en distintas etapas fenológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. *pinto americano*) en una parcela de la comunidad de Cuautinchán, Puebla y su relación con la ubicación dentro del predio.
- Analizar el manejo agronómico y cultural que se lleva a cabo en el cultivo de frijol en la comunidad de Cuautinchán, Puebla y su relación con la producción obtenida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El municipio de Cuautinchán pertenece al estado de Puebla y se encuentra en la parte central del estado. En el municipio confluyen tres regiones morfológicas: al norte, la sierra de Amozoc; al suroeste la depresión de Valsequillo y al centro y oriente, el Valle de Tepeaca.

Se presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura de 14 – 18°C, y una precipitación de 700 – 900mm. Suelo dominante Leptosol (54%), Durisol (23%), Phaeozem (19%) y Calcisol (2%). Su uso es, agricultura (52%), zona urbana (2%), pastizal (36%), bosque (9%) y área sin vegetación (1%). El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac, una de las más importantes del estado; sin embargo, no cuenta con corrientes superficiales importantes, excepto al sureste, donde es cruzado por el río Atoyac en un corto tramo. El territorio es bañado por arroyos intermitentes que bajan de la sierra de Amozoc y se unen al Atoyac (INEGI, 2017).

Para la evaluación de las características morfológicas se decidió utilizar un predio denominado “Tepampa” ubicado en la tercera sección de la cabecera del municipio de Cuautinchán, Puebla con coordenadas 18°57'07.9" latitud Norte 98°00'40.6" Oeste (Figura 1) propiedad del señor Francisco Velázquez Ortega quien otorgó el permiso para llevar a cabo las mediciones. El espacio colinda del lado norte con la carretera, lado este y sur con cultivo y oeste con calle

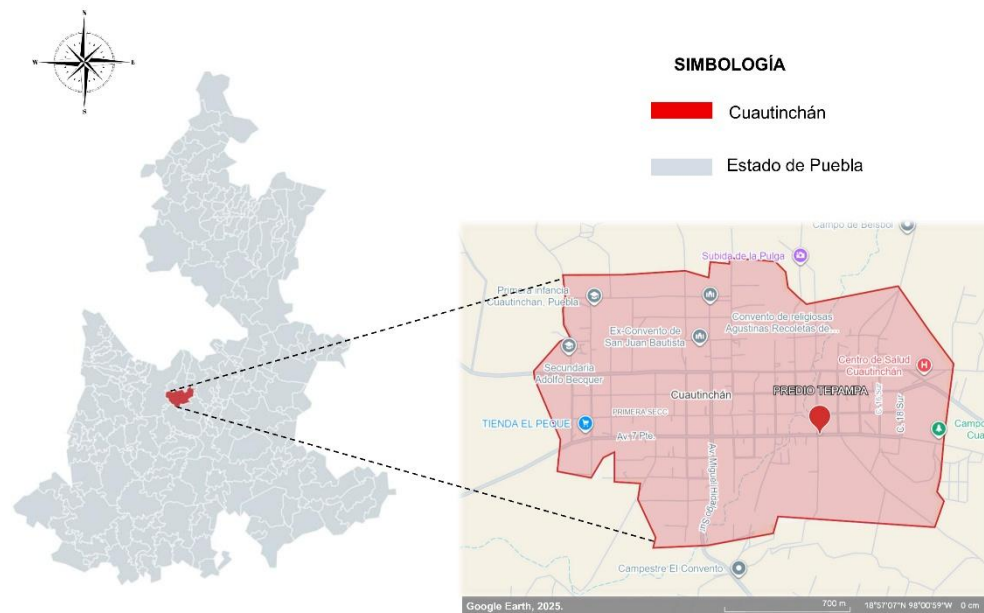


Figura 1. Localización geográfica del predio Tepampa en Cuautinchán, Puebla (Google Earth, 2025). Coordenadas geográficas 18°57'07.9"latitud norte 98°00'40.6"longitud oeste (Elaboro: Guadalupe Tecayehuatl Conde).

Características morfológicas en distintas etapas fenológicas de *Phaseolus vulgaris* L. var. pinto americano y su relación con la ubicación de siembra.

De acuerdo a la información proporcionada y el interés de los productores, se decidió evaluar si la posición donde se realiza la siembra tiene un efecto sobre variables morfológicas de interés. De esta manera se diseñó un experimento de un factor: posición dentro de la parcela con cuatro niveles (surco 1: S1, surco 2: S2, surco 3: S3 y surco 4: S4) (Figura 2).

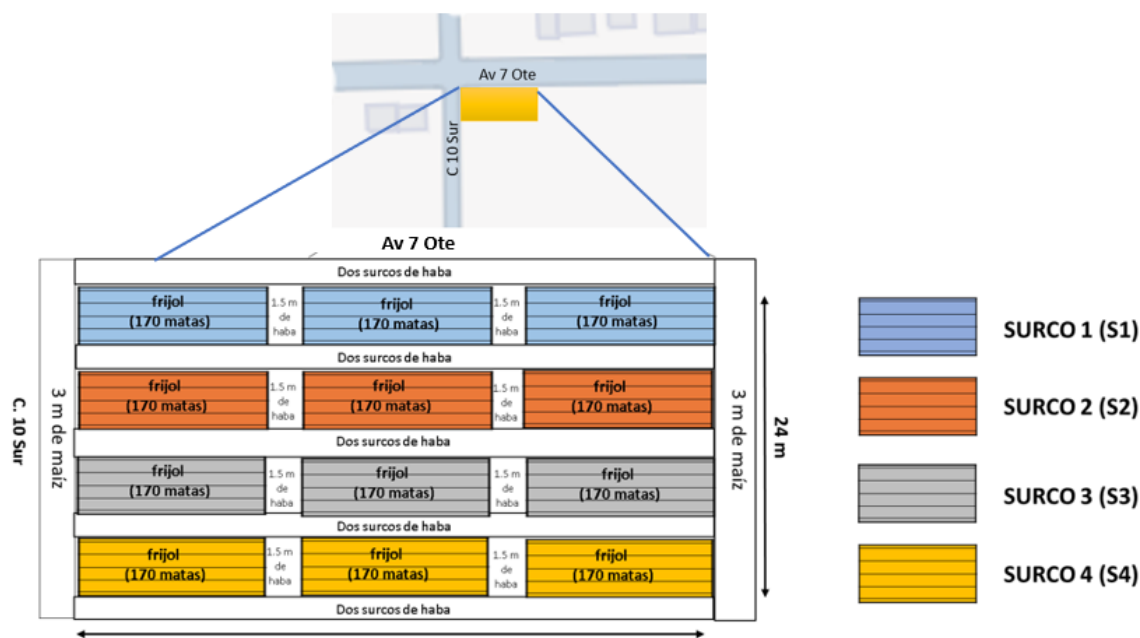


Figura 2. Croquis de la siembra en el predio “Tepampa”. Se muestra la posición de los surcos del diseño experimental.

El estudio se llevó a cabo de mayo a septiembre del 2020. La especie que se utilizó fue frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. pinto americano). El frijol pinto americano presenta varias ventajas frente a otras variedades como el frijol negro, mantequilla (Michigan) y peruano que son otras variedades sembradas en la región. Su ciclo de crecimiento de 90 a 120 días, su adaptación a climas templados y semiáridos le permiten desarrollarse eficientemente en regiones como Chihuahua, Durango, Zacatecas, Nayarit y Puebla. Nutricionalmente, destaca por su alto contenido de proteínas, fibra y minerales esenciales como hierro, magnesio y fósforo. Cultural y económicamente, su demanda en la dieta tradicional y su versatilidad para productos industriales, como frijoles refritos o enlatados, lo convierten en una opción estratégica.

Además, su cultivo contribuye a la fertilidad del suelo mediante la fijación de nitrógeno. En Puebla, se siembran más de 43 000 hectáreas, con una producción superior a 37 000 toneladas, reforzando su papel en la alimentación y la economía local. La semilla fue adquirida con el dueño del terreno, siendo la que se tenía en el momento por la pandemia y debido a que el agricultor almacena sus semillas para la siembra posterior.

Para realizar la siembra fue necesario preparar 15 días antes el terreno, esto mediante una remoción de la tierra realizada con tractor y procurando que los discos llegaran a una profundidad mínima de 50 cm para eliminar maleza y obtener un mejor desarrollo de la planta.

Después de lo anterior, el día 30 de mayo del 2020 se llevó a cabo la elaboración de los surcos, donde se contrató nuevamente el tractor para su realización. Se trabajó un área total de 1080 m² (24 de ancho x 45 m de largo). Los surcos se trazaron de este a oeste. Cada área definida como surco, consistió en 156 m² (4 m de ancho x 39 m de largo). En esta área se colocaron tres grupos de líneas de siembra, cada uno con cinco de ellas midiendo 12 metros de largo con 170 plantas de frijol. Cada grupo de líneas de siembra fue delimitado por 1.5 m de cultivo de haba. De esta misma forma se establecieron los cuatro surcos: S1, S2, S3 y S4 (Figura 2).

El mismo día de la elaboración de los surcos, se realizó la siembra a pie para tener una mayor precisión de la distancia entre semillas, la cual fue de 0.35 m entre las mismas, colocando tres semillas por postura. En cada grupo de líneas de siembra, se obtuvieron un promedio de 170 plantas para tener un total aproximado de 510 por surco.

Una vez que emergió la planta, su primera escarda o limpieza fue a los 30 días y la segunda a los 20 días posteriores a la primera, teniendo como resultado la eliminación de maleza de manera manual. Se realizó labor de cultivo con maquinaria agrícola a los 50 días después de la emergencia, este proceso con la finalidad de aflojar la tierra y permitir la distribución de las raíces. Es importante recalcar que este cultivo fue llevado a cabo bajo condiciones de temporal.

En el cultivo del frijol se describen diez etapas las cuales abarcan desde la siembra hasta la maduración de la semilla. Estas etapas se dividen en dos fases: 1) Fase Vegetativa (V) y 2) Fase Reproductiva (R). La Fase Vegetativa incluye la germinación (V0), emergencia (V1), hojas primarias (V2), primera hoja trifoliada (V3) y tercera hoja trifoliada (V4). La Fase Reproductiva (R) incluye la prefloración (R5), floración (R6),

formación de vainas (R7), llenado de vainas (R8) y maduración (R9). Por último, se encuentra la postcosecha. (Tabla 1).

Tabla 1. Fases del frijol. Fuente: Fernández et al., 1986

Fase	Etapa		Evento con que se inicia la etapa
	Código	Nombre/ días después de la siembra	
Vegetativa	V0	Germinación (5 días)	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación.
	V1	Emergencia (7 días)	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo.
	V2	Hojas primarias (11 días)	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.
	V3	Primera hoja trifoliada (16 días)	La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.
	V4	Tercera hoja trifoliada (23 días)	La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada.
Reproductiva	R5	Prefloración (32 días)	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas.
	R6	Floración (36 días)	Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.
	R7	Formación de las vainas (44 días)	Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina.
	R8	Llenado de las vainas (62 días)	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.
	R9	Maduración (77 días)	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado).

En el presente estudio, para el cultivo de frijol, las variables de interés evaluadas en fase vegetativa y reproductiva fueron: a) altura de planta, b) ancho de hoja trifoliada, c) largo

de la hoja trifoliada, d) diámetro de tallo a 2 cm de distancia del suelo) y e) número de hojas trifoliadas por planta.

Las etapas de la fase reproductiva donde se midieron las variables seleccionadas fueron la V3 y la V4, mientras que, en la fase reproductiva fueron la R6 y la R7. Así, la primera toma de datos se llevó a cabo en la fase vegetativa, donde el 50% de las plantas se encuentran con la primera hoja trifoliada (V3). La segunda toma de datos fue en la fase vegetativa, posterior a la tercera hoja trifoliada (V4). La tercera toma de datos fue en la fase reproductiva, cuando más del 50% de las plantas se encontraban en floración (R6). La cuarta toma de datos, también realizada en la fase reproductiva, se llevó a cabo en la formación de las vainas (R7) (Tabla 2).

Tabla 2. Variables biológicas evaluadas en las distintas etapas de las fases de *Phaseolus vulgaris* L. var. pinto americano seleccionadas.

Número de evaluación	Fase	Fecha de medición	Etapas	Variables medidas
1	Vegetativa	30/06/20	V3 (Primera hoja trifoliada)	• Altura de la planta • Ancho de la hoja • Largo de la hoja • Diámetro del tallo • N. de hojas trifoliadas
2	Vegetativa	15/07/20	V4 (Tercera hoja trifoliada)	• Altura de la planta • Ancho de la hoja • Largo de la hoja • Diámetro del tallo • N. de hojas trifoliadas
3	Reproductiva	06/08/20	R6 (Floración)	• Altura de la planta • Ancho de la hoja • Largo de la hoja • Diámetro del tallo • N. de hojas trifoliadas
4	Reproductiva	16/08/20	R7 (Formación de vainas)	• Altura de la planta • Ancho de la hoja • Largo de la hoja • Diámetro del tallo

- N. de hojas trifoliadas
-

Para el caso de las variables evaluadas postcosecha se tomó en cuenta: f) peso por mata en gr y g) peso total de la cosecha. Para llevar a cabo las mediciones en las primeras dos fases, se seleccionaron al azar 30 plantas de frijol por surco, dichas plantas fueron marcadas con un listón. Una vez madura la semilla se arrancó cada mata y se puso al sol ocho días para llevar a cabo el término de secado en el grano, esto con la finalidad de preservar la semilla por más tiempo.

La última evaluación fue tomada de un 10% del total de las matas, sacando el peso de cada mata. Posterior a la medición, se removi6 la paja de forma manual utilizando un palo para azotar las matas y obtener el grano limpio teniendo un peso neto del total de la cosecha.

Para analizar si la ubicaci6n de las plantas en el predio fue relevante sobre las variables biol6gicas medidas, se realiz6 una ANOVA de medidas repetidas de dos v6as teniendo al surco como factor de inter6s y al tiempo como factor de repetici6n. En los casos donde se presentaron diferencias significativas se realizaron an6lisis posthoc HSD Tukey.

Aspectos sociales, econ6micos y t6cnicos del sistema de producci6n.

Para obtener informaci6n sobre los aspectos sociales, econ6micos y t6cnicos del sistema de producci6n del frijol, se aplic6 una encuesta a productores del municipio de Cuautinch6n. Tal instrumento fue tomado y modificado de Garver *et al.*, (2008), ya que en su momento fue aplicado en estudios similares sobre cultivos de frijol. Tal instrumento fue denominado “Encuesta sobre la caracterizaci6n del cultivo de frijol” (Anexo 1).

El instrumento consisti6 de 27 preguntas, abarcando los siguientes subtemas: datos personales del entrevistado (nombre, direcci6n, edad y ocupaci6n), caracter6sticas de

la propiedad a sembrar (tenencia de la tierra, extensión total y destinada al frijol), sistemas de producción (experiencia en la agricultura, cultivos asociados, semillas de preferencia, periodo de siembra, sistema de riego, sistemas de labranza), detalles de la cosecha (kilos cosechados, consumidos y vendidos, precio por kilo) opciones de almacenamiento (manejos de cuidados de semillas) y apoyo para la producción (apoyo profesional y apoyo económico). El instrumento se aplicó de manera directa a los productores en su domicilio o trabajando en sus parcelas de manera transversal durante el mes de mayo del año 2021.

Para la selección de los entrevistados, se llevó a cabo un muestreo “no probabilístico” de tipo discrecional, dadas las circunstancias de confinamiento por la pandemia de COVID-19. Teniendo en cuenta las condiciones antes mencionadas, el tamaño de muestra fue de 30 productores (Triola, 2004).

Para la obtención del análisis de la información adquirida junto con la descripción de los resultados se aplicó la técnica de “estadística descriptiva” donde según Fernández *et al.*, 2002, “permite diseñar un conjunto de técnicas cuya finalidad es presentar y reducir los datos observados en tablas y graficas”. Para evaluar la existencia de relación entre variables seleccionadas, se utilizó la prueba de ji cuadrado (χ^2), para las variables categóricas. Para evaluar la relación entre variables cuantitativas se llevaron a cabo correlaciones de Pearson y Spearman, en caso de presentar una distribución normal o la ausencia de ella, respectivamente.

RESULTADOS

Características morfológicas en distintas etapas fenológicas de *Phaseolus vulgaris* L. var. pinto americano y su relación con la ubicación de siembra.

Los resultados mostraron que las características morfológicas del frijol sí se ven afectadas dependiendo la ubicación del predio donde fueron sembradas.

Con respecto a la altura, las plantas mostraron crecimiento a través del tiempo, desde los diez cm hasta alcanzar más de 50 cm de altura en promedio (Figura 3). Sin embargo, no sólo el tiempo tiene un efecto sobre la altura de las plantas, sino que interactúa de manera significativa con el factor posición en el predio (ANOVAR de dos factores; $P < 0.05$). De esta manera, los resultados muestran que, si bien las plantas incrementan su altura a través del tiempo, la posición del surco también tiene un efecto, mostrando que las plantas sembradas en el surco 1 (S1) alcanzan una altura significativamente mayor (HSD Tukey; $P < 0.05$) (Figura 3).

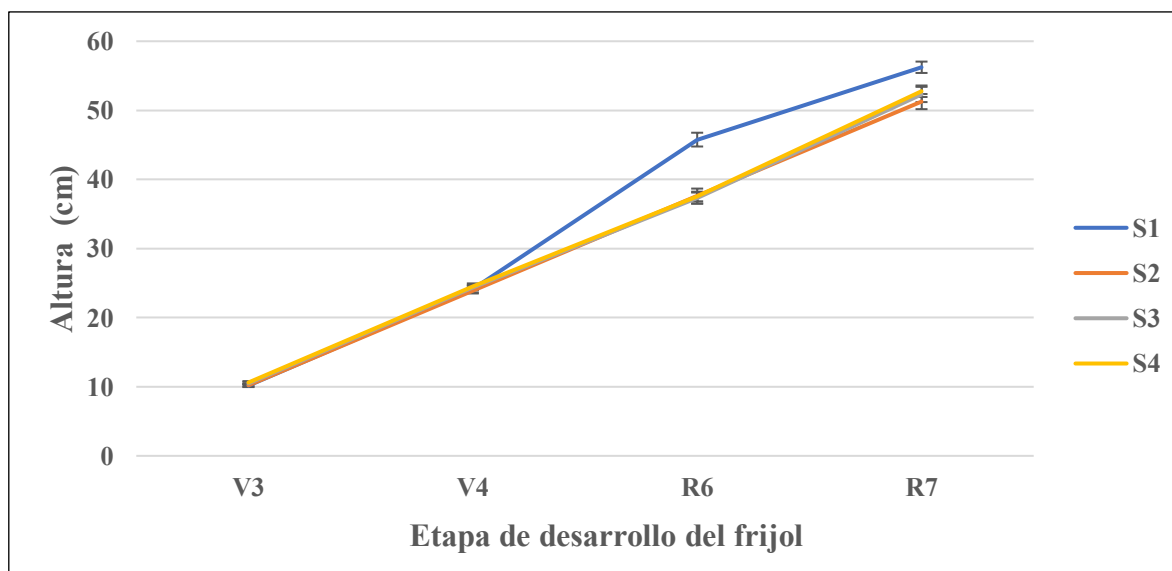


Figura 3. Altura de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.

Con respecto al tamaño del ancho de la hoja, los resultados mostraron crecimiento a través del tiempo. De esta manera, al inicio se encuentran valores promedio que van de 4.71 ± 0.08 cm en las plantas del surco 4 (S4), hasta 5.37 ± 0.10 cm en el surco 1 (S1). Al finalizar el periodo de toma de datos, el ancho promedio de la hoja alcanza valores de 7.48 ± 0.07 cm hasta 8.23 ± 0.11 cm en el S3 y el S1, respectivamente (figura 4). Los resultados muestran que existe una interacción significativa entre el factor tiempo y posición en el predio (ANOVAR de dos factores; $P < 0.05$). Así, el tamaño del ancho de las hojas se incrementa con el paso del tiempo, sin embargo, la posición de sembrado muestra que las plantas ubicadas en el S1 tuvieron un crecimiento significativamente mayor (HSD Tukey; $P < 0.05$) (Figura 4).

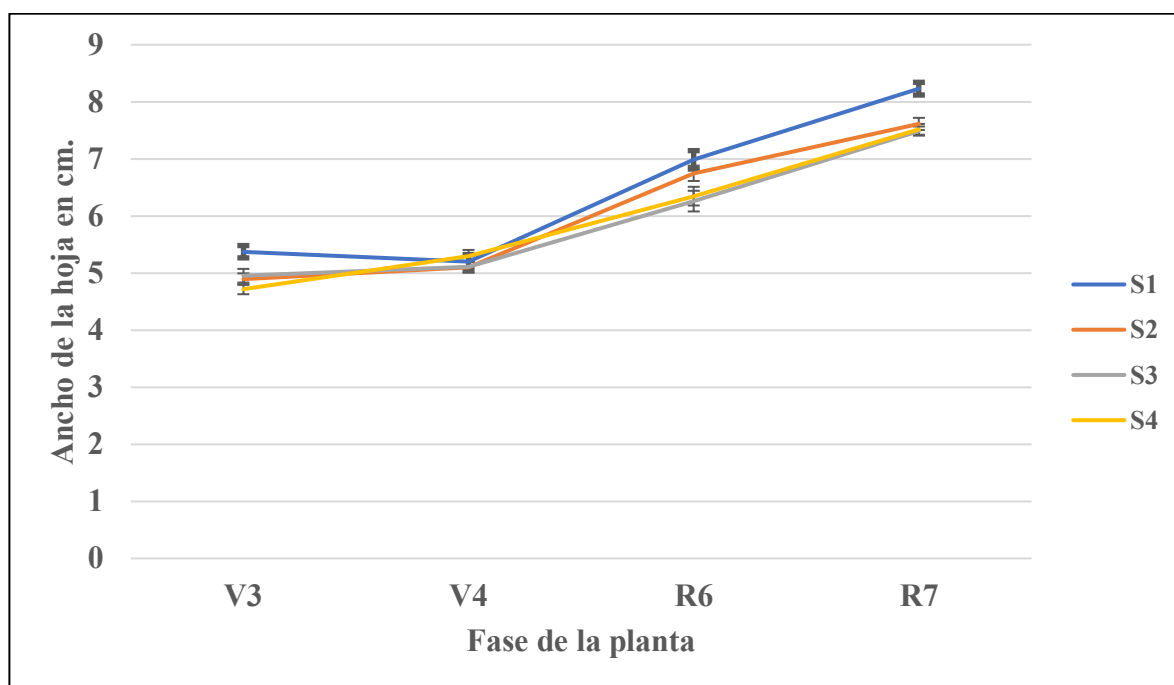


Figura 4. Ancho de la hoja de frijol de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.

El tamaño del largo de la hoja muestra un crecimiento a través del tiempo que va de 5.89 ± 0.12 cm en las plantas del surco 4 (S4), hasta 6.88 ± 0.12 cm en el surco 1 (S1). Al término del periodo de medición, el largo de la hoja mostró valores promedio entre 10.04 ± 0.17 y 10.82 ± 0.18 en los S3 y S1, respectivamente. Al igual que en las variables

anteriores, los resultados muestran que existe una interacción significativa entre el factor tiempo y posición en el predio (ANOVAR de dos factores; $P < 0.05$). Así, existe un crecimiento del largo de la hoja a través del tiempo, el cual, en el S1 es significativamente mayor en comparación con los otros surcos (HSD Tukey; $P < 0.05$) (Figura 5).

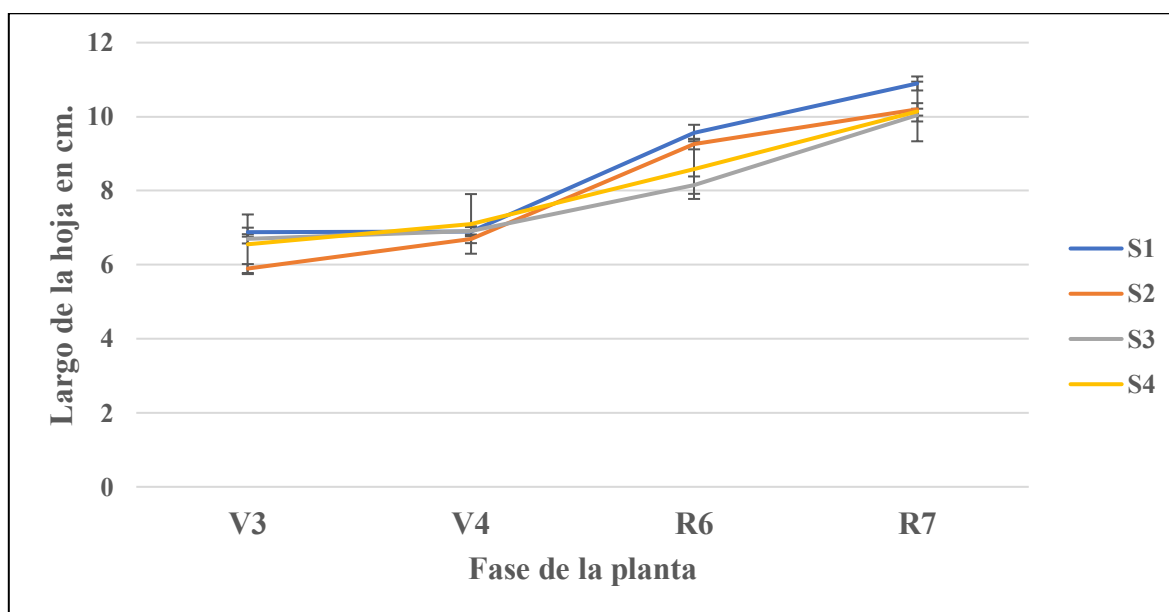


Figura 5. Largo de la hoja de frijol de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas, floración. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.

En cuanto al diámetro del tallo de las plantas, también se observa un aumento del grosor que va de los valores promedio 3.13 ± 0.06 cm en las plantas del surco 4 (S4), hasta 3.23 ± 0.07 cm en el surco 3 (S3) en el inicio del monitoreo, hasta valores promedio de 6.90 ± 0.12 cm en las plantas del S1 hasta 7.33 ± 0.11 cm en el S4. Si bien no existe una interacción significativa entre los factores tiempo y posición en el predio, ambos factores por separado muestran tener un efecto significativo sobre el diámetro del tallo (ANOVAR de dos factores; $P < 0.05$). Así, el diámetro aumenta conforme pasa el tiempo de manera significativa, pero es sólo en el S4 donde el tamaño del diámetro es significativamente mayor en comparación de los otros surcos (HSD Tukey; $P < 0.05$) (Figura 6).

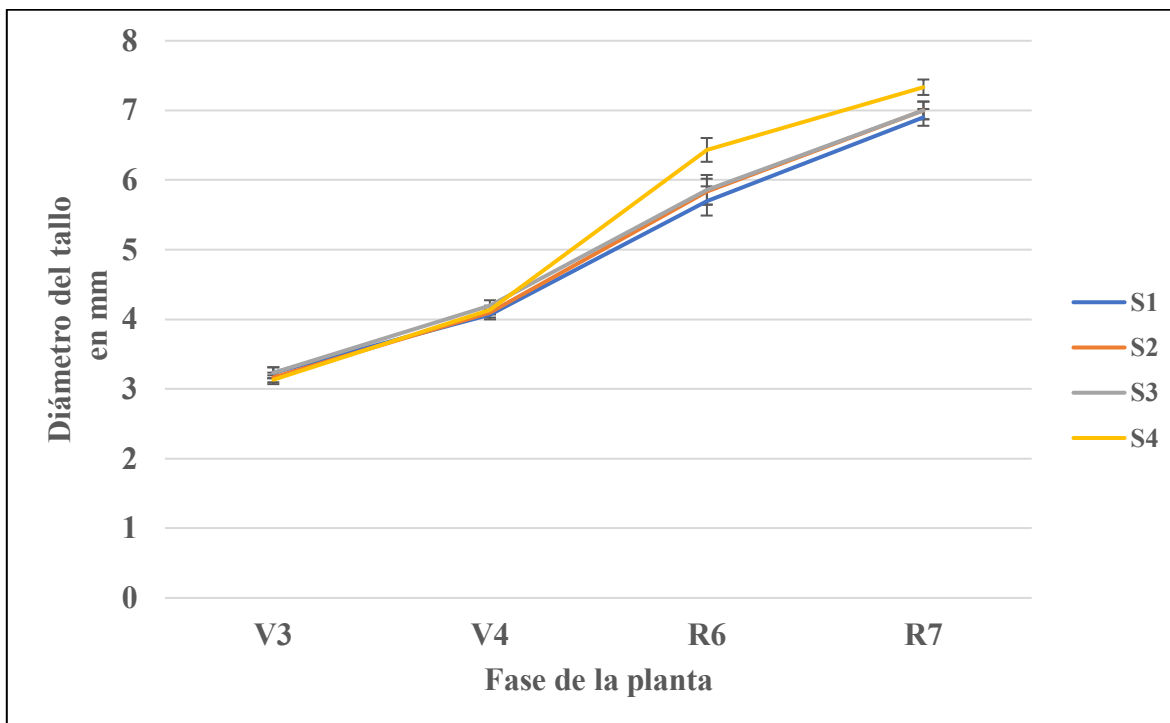


Figura 6. Diámetro del tallo de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.

Con respecto al promedio del número de hojas presentes en cada fase de la planta, éste se incrementa con el paso del tiempo. Al inicio las plantas cuentan con un promedio de hojas que va de 1.50 ± 0.12 en el S3 hasta 1.63 ± 0.15 en el S1. Al final del estudio, las plantas alcanzaron un promedio de hojas de 34.40 ± 0.58 en el S4 hasta 36.66 ± 0.76 en el S1). Los resultados muestran que existe una interacción significativa entre el factor tiempo y posición en el predio (ANOVAR de dos factores; $P < 0.05$). Mostrando que en el surco 2, la cantidad de hojas fue diferente sólo en la fase R6 (HSD Tukey; $P < 0.05$) (Figura 7).

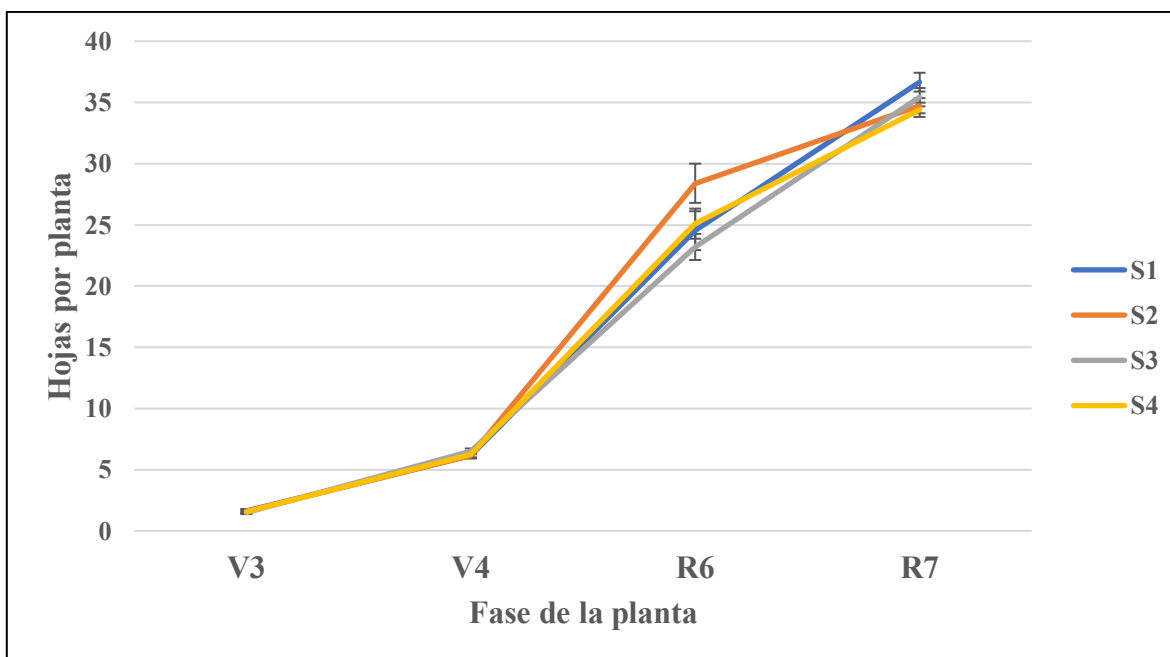


Figura 7. Número de hojas de la planta de frijol en las diferentes etapas evaluadas y los surcos sembrados. V3: Fase vegetativa, primera hoja trifoliada; V4: Fase vegetativa, tercera hoja trifoliada; R6: Fase reproductiva, floración; R7: Formación de las vainas. S1: surco 1; S2: surco 2; S3: surco 3; S4: surco 4.

Aspectos sociales, económicos y técnicos del sistema de producción de cultivo del frijol.

Los resultados de las encuestas muestran que la mayor parte de los encuestados 60% son del género masculino. Con respecto a la edad, cerca del 80% son personas con más de 50 años de edad, de hecho, del total de encuestados, cerca del 30% se encuentran en el rango de 71 a 80 años de edad.

Con respecto a las actividades ocupacionales, algunos para incrementar sus ingresos realizan actividades adicionales, entre ellas, albañilería, carpintería, ganadería, y comercio. Sin embargo, más del 60%, se dedican de forma exclusiva a la agricultura tradicional (Figura 8). El género y la actividad ocupacional se encuentran relacionados (Likelihood Ratio; $P < 0.05$) mostrando que actividades como la ganadería, la carpintería y la albañilería son llevadas a cabo sólo por hombres en la muestra encuestada. Por otro lado, la edad no muestra relación con la actividad ocupacional (Likelihood Ratio; $P > 0.05$).

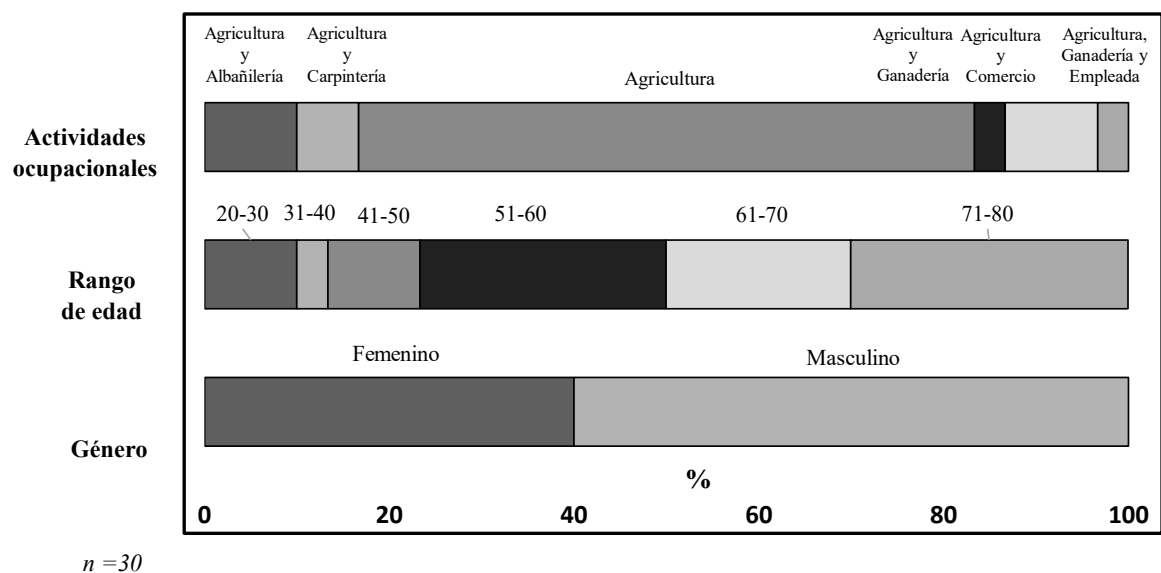


Figura 8. Datos sociodemográficos de los encuestados y sus actividades ocupacionales.

Con respecto al tipo de propiedad, el 90% es dueño, es decir, cuenta con propiedad privada dentro de la comunidad. Más del 40% de los productores, llevan entre 16 y 30 años sembrando en sus predios. La cantidad de años que llevan sembrando, se relaciona significativamente (r_s ; $P < 0.01$) con la edad, mostrando que, los productores de mayor edad han pasado más años de su vida ejerciendo la labor agrícola. El asesoramiento es una actividad a la que casi no recurren los productores. De hecho, de los 30 encuestados, sólo uno externó haber recibido asesoramiento, lo que representa a tan sólo el 3% (Figura 9).

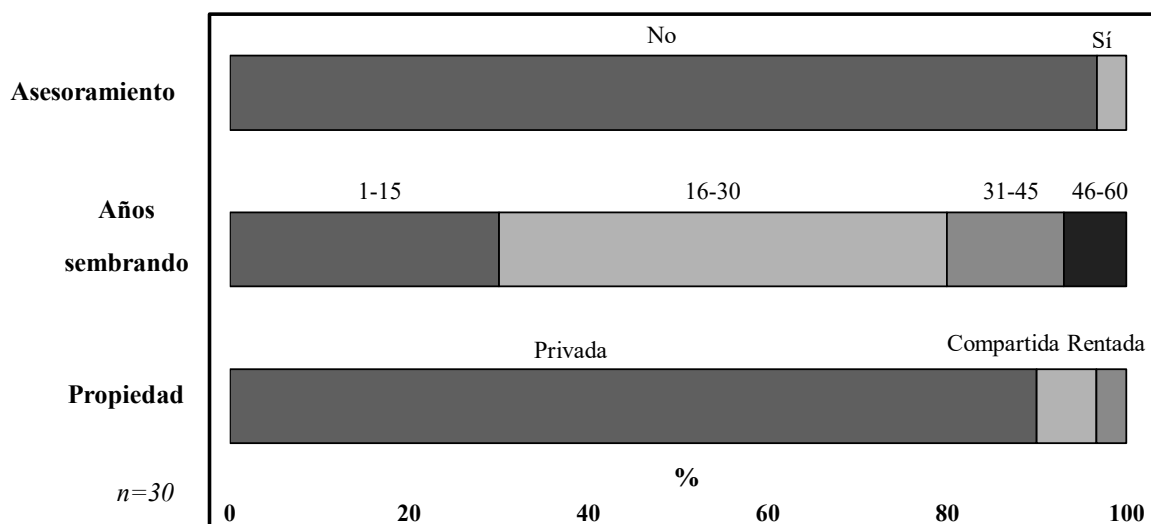


Figura 9. Datos sobre tipo de propiedad, años que lleva en la actividad agrícola y recepción de asesoramiento.

El tipo de suelo que predomina en los predios es el arcilloso-limoso, presente en más del 50%. También se encuentran suelos de tipo franco limoso, franco arenoso y franco arcilloso. El tipo de suelo no tiene relación con la producción anual de frijol (Likelihood Ratio; $P > 0.05$). En lo referente a la extensión del predio, el 65% de los productores tiene una propiedad menor a una hectárea. La extensión sembrada se encuentra relacionada significativamente (CP; $P < 0.01$) con la producción, mostrando que entre más extensión sembrada tiene un productor, mayor será la producción obtenida anualmente (Figura 10).

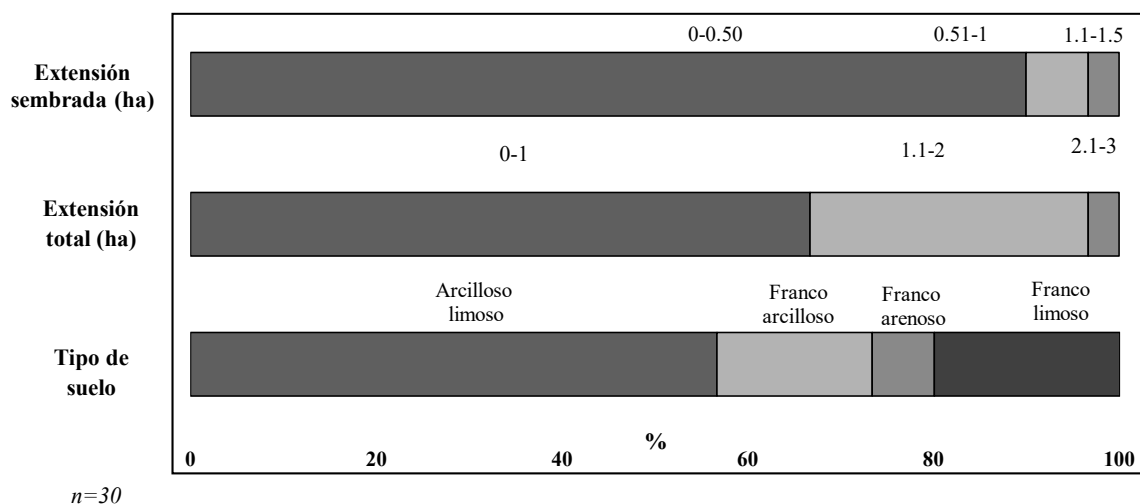


Figura 10. Datos sobre la propiedad: tipo de suelo, extensión total del predio y extensión sembrada.

El 60% de los agricultores vendían el kilo de frijol entre los \$30 y \$34 pesos hasta el año 2021. Asimismo, sólo una persona mencionó haber recibido apoyo por parte del Gobierno para sus prácticas agrícolas.

Si bien es cierto que los agricultores tienden a generar ingresos de la venta de los productos que cosechan, en más del 60% de los casos, su ingreso económico, proviene de una fuente externa, relacionada con las otras actividades laborales anteriormente mencionadas. La fuente de ingreso no se encuentra relacionada significativamente con la producción (Likelihood Ratio; $P > 0.05$). A nivel familiar también comentan que quienes se han visto beneficiados de sus cosechas para autoconsumo pueden alcanzar hasta a los 10 integrantes, sin embargo, en casi el 70% de los casos, las familias son de 1-3 integrantes (Figura 11).

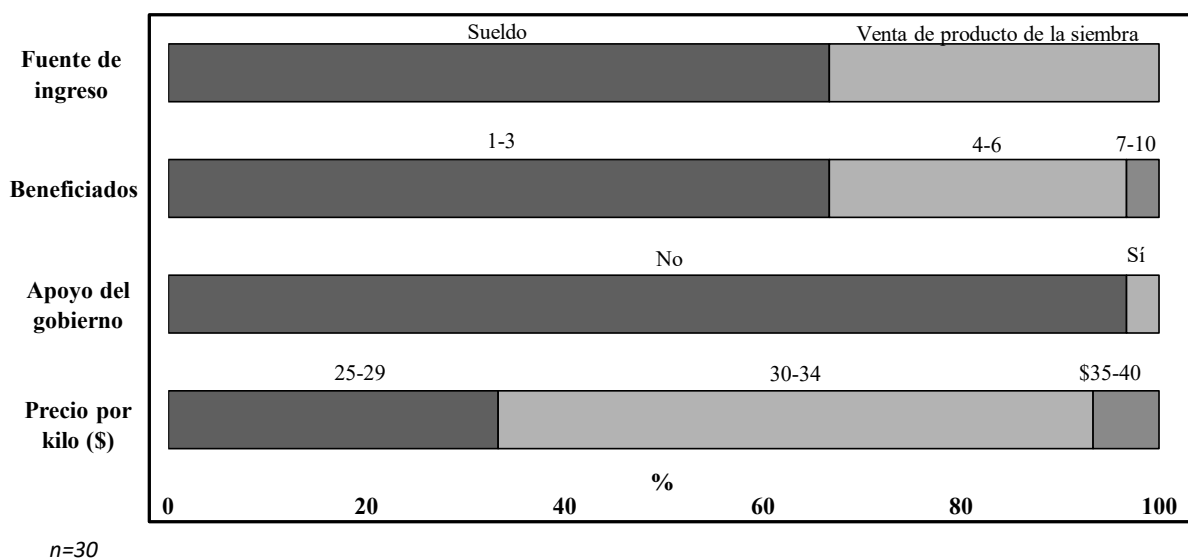


Figura 11. Datos socioeconómicos: Fuente de ingreso, beneficiados del ingreso de la producción, existencia de apoyo del gobierno y precio de venta por kilo.

Con respecto al modo de cosecha, la mata y la vaina son las formas preferidas prácticamente por la misma cantidad de personas, 46.7% y 50%, respectivamente. Los productores siembran cultivos asociados al frijol. Las especies elegidas para las asociaciones son maíz, calabaza y haba. La mayoría de los predios mostraron la asociación del frijol con el maíz, con más del 60%. Poco más del 20% sembraron maíz, calabaza y haba y sólo un productor eligió tener un monocultivo de frijol (Figura 12). El cultivo asociado no se encuentra relacionado con la producción (rs; $P > 0.01$).

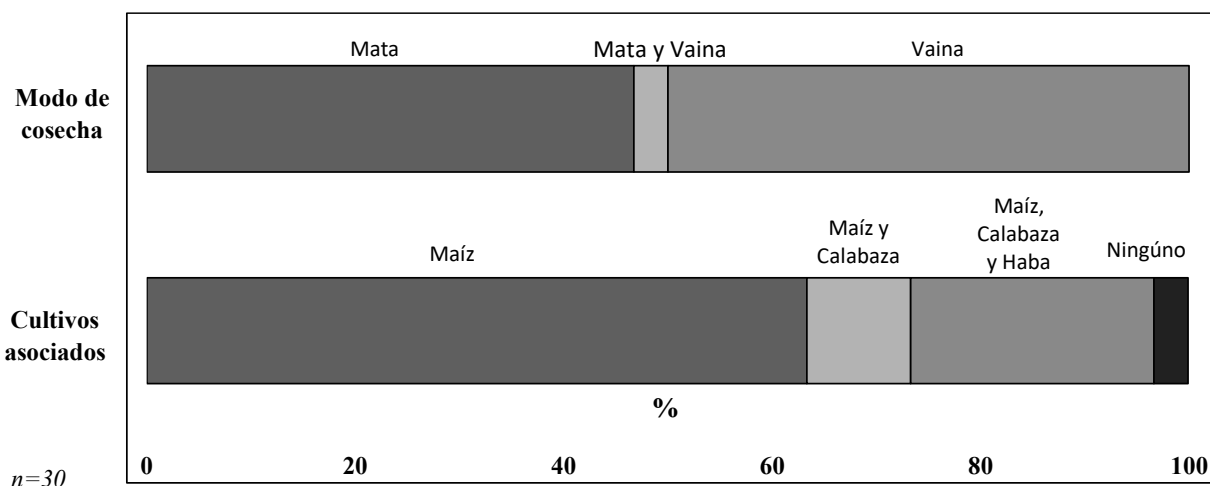


Figura 12. Datos descriptivos de la siembra: Modo de cosecha y cultivos asociados.

En cuanto al número de variedades cultivadas, poco más del 40% de los productores siembra una sola variedad, dentro de este el 10% (3 agricultores) siembra la variedad pinto americano. Dentro de este grupo donde prefieren sembrar una sola variedad, se observa una clara preferencia del 61.5% por la variedad de frijol 'negro'. Por otro lado, poco más del 50% de los productores prefiere combinar dos variedades, dentro de este grupo existen tres agricultores (3%) que siembran variedad pinto americano.

La combinación más frecuente es 'negro y mantequilla', la cual presenta una presencia del 43%. Respecto a la combinación de tres variedades, solo un productor eligió esta opción. La combinación específica reportada fue 'bayo, negro y mantequilla'. (Figura 13).

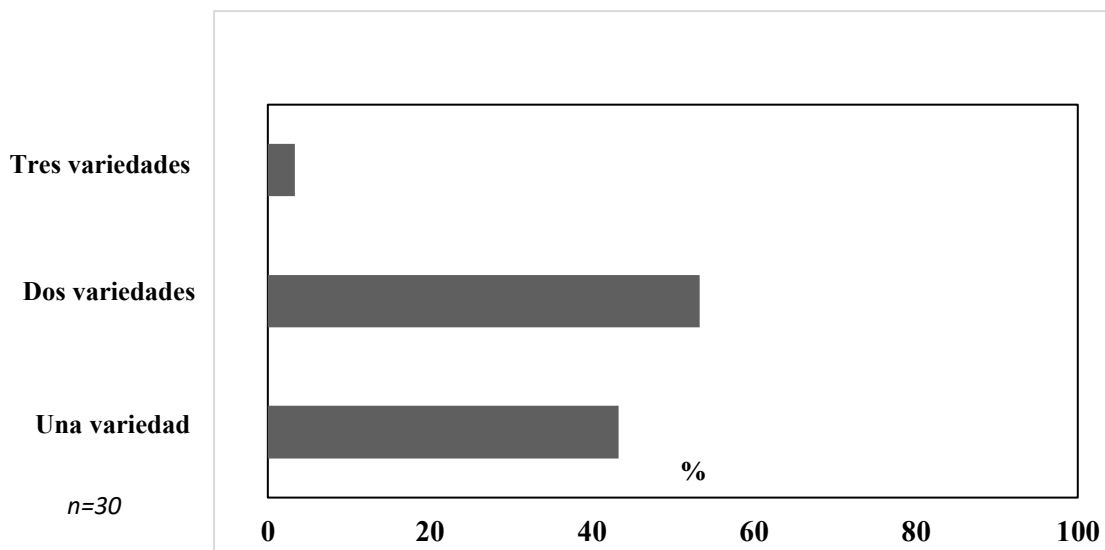


Figura 13. Número de variedades de frijol sembradas por los productores.

Por lo que se refiere a las prácticas agrícolas relacionadas con la herramienta utilizada para la siembra del cultivo de frijol, casi el 50% de los agricultores utilizan como herramienta el tractor, seguido del azadón en un 40%. Una sola persona menciona como herramienta utilizada al machete y dos la pala. Con respecto a cuántos días después de la siembra se realiza la primera labor, más del 65% lo realiza de los 21 a los 40 días. En cuanto a la distancia de siembra entre las semillas, el 70% de los encuestados la realiza entre los 34 y 66 cm de la capa arable (Figura 14).

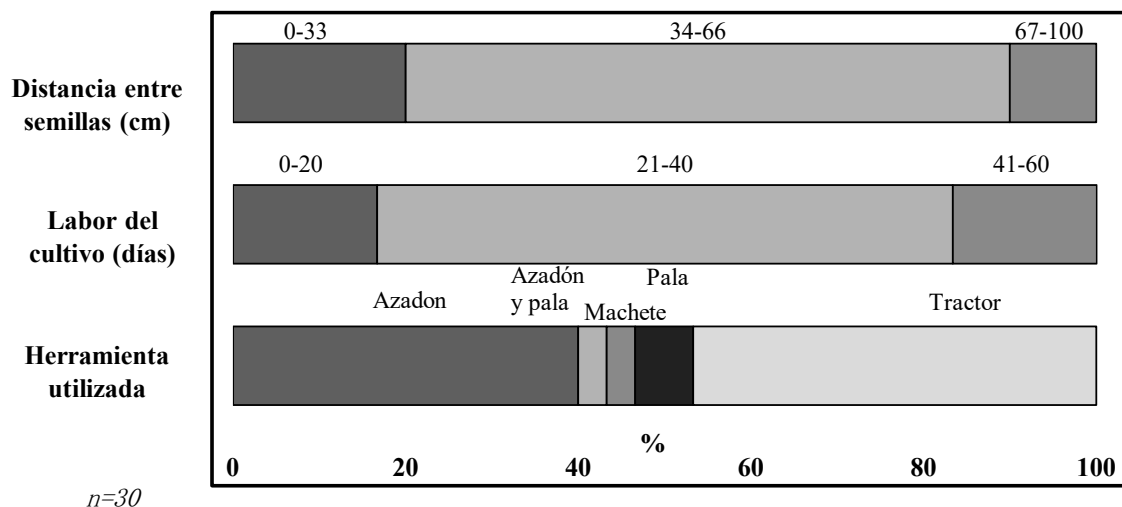


Figura 14. Prácticas agrícolas: distancia entre semillas sembradas, días de labor de cultivo y herramientas utilizadas.

La mayoría de los productores, casi el 90%, elige el mes de mayo para realizar la siembra. Asimismo, el 87% utiliza solo el riego por temporal. El resto de los agricultores cuenta con sistema de riego para sus predios. Con respecto a la duración del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha, más de la mitad de los productores, 60% de ellos, prefieren las variedades con crecimiento arbustivo o también llamadas de mata que duran tres meses.

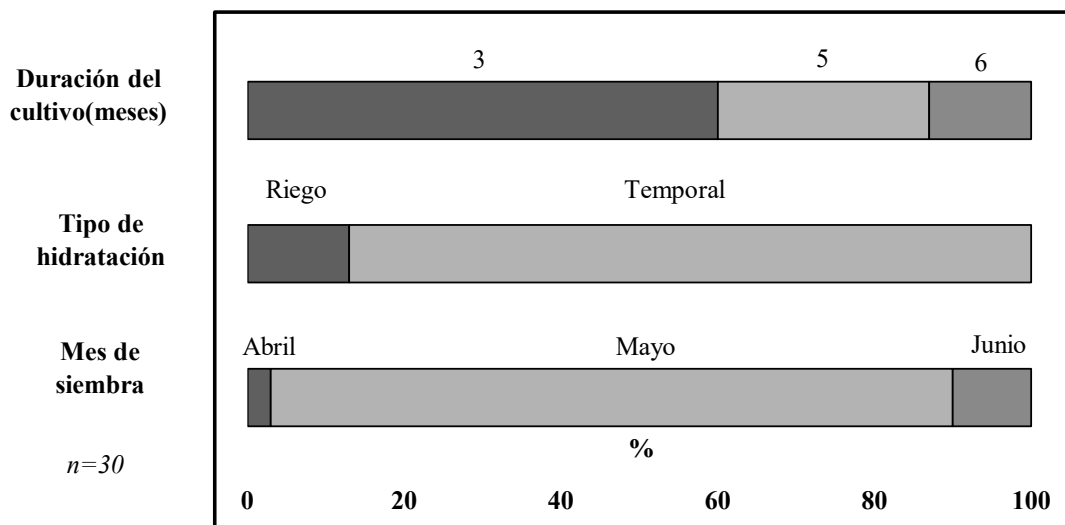


Figura 15. Prácticas agrícolas: mes de cosecha, duración del cultivo, tipo de riego y mes de siembra.

Con respecto a los productos utilizados, el 20% no agrega ningún tipo de abono, mientras que, el 43 % de los agricultores prefieren utilizar abono orgánico. El 27% de los agricultores utilizan abono químico y el 10% combina abono químico y orgánico. De igual manera, para conservar el grano, el 70 % manifiesta no utilizar ningún químico. Del 30% de productores que sí utilizan químicos, los productos utilizados son Graneril y Delicia. La dosis más utilizada, representada por el 57 % de los agricultores, es una pastilla por cada 100 kg de frijol de Graneril. Los químicos aplicados al grano no se encuentran relacionados con la producción (r_s ; $P > 0.01$), indicando que el aplicar o no químicos al grano no influye en la producción obtenida. Con respecto al tiempo de secado del grano al sol, más del 80% emplean de 1-10 días.

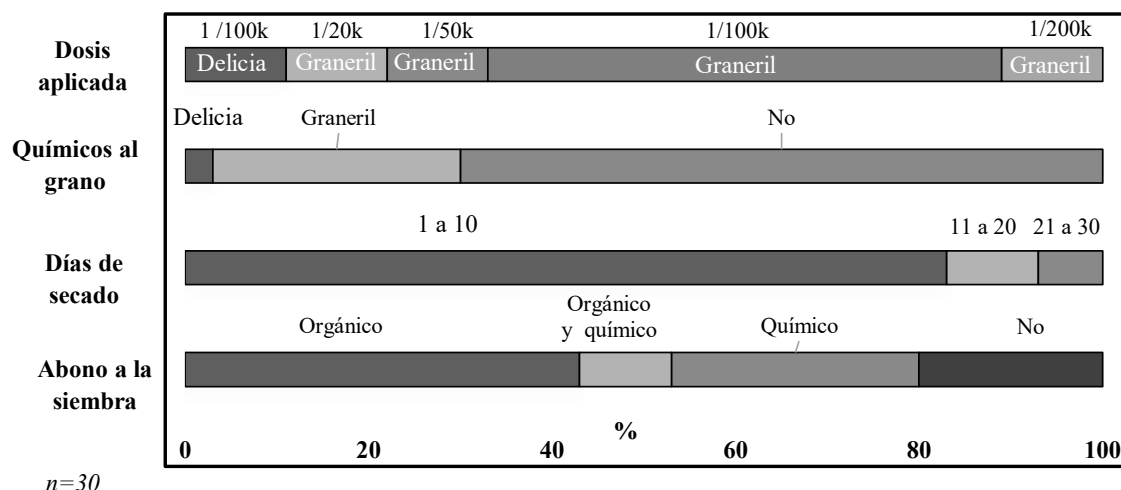


Figura 16. Prácticas agrícolas: abonos, secado y dosis aplicada al grano.

La producción total que se obtiene de 1 año oscila entre 15 y 206 kilos. Más del 80% de los agricultores encuestados producen menos de 79 kilos de frijol. El cultivo puede usarse para autoconsumo y para venta. Más del 60% destina su producción para uso personal, menos del 30% siembra para venta exclusiva, mientras que, el resto combinan ambos fines. La producción total que se obtiene de 1 año se encuentra relacionada significativamente (r_s ; $P < 0.01$) con el uso de la cosecha, teniendo que, una menor producción se relaciona con un uso exclusivo de la cosecha para autoconsumo. La producción total de los últimos tres años oscila entre los 30 a 650 kilos, sin embargo, el 70% tuvo una cosecha menor a 134 kilos. Asimismo, el 80 % de los encuestados menciona que la cosecha ha disminuido en los últimos tres años.

DISCUSIÓN

Características morfológicas de *Phaseolus vulgaris* L. var. pinto americano y su relación con la ubicación de siembra

Como se ha observado en los resultados de este estudio, se muestra una significativa variación en la altura de la planta, el largo y ancho de la hoja, diámetro y el número de hojas en función de la ubicación, concuerdan con la literatura que establece que las variables ambientales operan a una escala espacial fina (Maestrini & Basso, 2018a). La correlación observada entre las zonas de mayor desarrollo vegetativo y las áreas con mejores condiciones de suelo (mayor profundidad y contenido de materia orgánica) confirma el principio de que "la heterogeneidad del suelo que controla el desarrollo de las plantas" (Falco *et al.*, 2021). Es probable que las plantas en estas ubicaciones favorables hayan experimentado un menor estrés hídrico y nutricional, traducándose en una mayor tasa de crecimiento y expansión celular, lo que se evidencia en tallos de mayor diámetro y hojas de dimensiones superiores. Esta variabilidad morfológica no es aleatoria, sino que sigue patrones espaciales predecibles vinculados a los factores edáficos y topográficos en un predio (Maestrini & Basso, 2018b).

En la diferencia observada sobre el crecimiento entre las plantas de la orilla y el centro de la parcela es un claro ejemplo del efecto borde agronómico. Como sintetizan Madeira *et al.* (2021), este fenómeno se debe principalmente a tres factores que convergen en los márgenes del cultivo: 1) Mayor acceso a recursos abióticos: Las plantas del borde reciben luz solar en sus flancos, lo que aumenta su fotosíntesis total comparado con las plantas del interior, que solo reciben luz desde arriba y compiten por ella. 2) Reducción de la competencia biótica: El sistema radical de las plantas de la orilla puede explorar un volumen de suelo hacia el exterior de la parcela donde no hay competencia con otras plantas del mismo cultivo, accediendo a más agua y nutrientes. Y 3) Aporte externo de recursos: Los linderos (cercas, caminos, áreas sin cultivar) suelen actuar como micro-hábitats con mayor mineralización de materia orgánica o menor extracción de nutrientes, creando un gradiente de fertilidad que beneficia a las plantas colindantes. El efecto borde es una de las manifestaciones más claras de por qué, incluso en un

cultivo genéticamente uniforme y manejado de igual forma, la variabilidad espacial es inherente al sistema. La homogeneidad absoluta es imposible de lograr debido a estos procesos ecológicos fundamentales.

La variable altura de la planta es superior a otros trabajos realizados como siembra a temporal, como el de Patricio (2023) que reporta la siembra de frijol variedad vaquita negro con tres tratamientos, encontrando una altura máxima a los 60 días después de la emergencia (dde) de los 40.1 a los 41.8 cm de altura, argumentando que en ese año se tuvo un bajo déficit hídrico. Por otra parte, Zaldiva *et al.*, (2017) en su trabajo sobre medición de cuatro variedades de frijol reportan una altura superior en todas las variedades a los 15 días dde; sin embargo, en la medición de los 30 y 45 dde la altura es inferior en todas las variedades, a lo que se reporta en este trabajo. Asimismo, Sánchez (2022) reporta una altura superior a los 45 días después de la siembra (dds) en la variedad pinto americano, esto es probablemente a un bajo déficit hídrico en las primeras etapas del cultivo.

El largo y ancho de la hoja son indicadores sensibles y cuantificables del estrés o bienestar de la planta, respondiendo directamente a las condiciones del lugar de siembra. Sin embargo, para el ancho de la hoja (80 mm) los datos de Carrasco (2022) son mayores, comparado con los del presente trabajo que solo alcanzan los 65 mm.

Para el diámetro del tallo, en trabajos similares como el de Zaldiva *et al.*, (2017) que realizaron siembra de cuatro variedades de frijol, tomando mediciones en distintas etapas del cultivo, encontraron datos superiores en todas las etapas de medición a los 15, 30 y 45 dde para todas las variedades, en comparación con lo reportado en el presente trabajo. Carrasco (2022) reporta datos superiores a los 30 y 45 dde de 4.5 mm y 7.4 mm respectivamente; sin embargo, a los 15 dde el valor reportado es inferior (2.5 mm) a lo encontrado en este trabajo (3.2 mm). El diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de frijol, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por el viento, y el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo.

La variación en el número de hojas, se encuentra relacionada con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad. A medida que la planta crece se pueden perder de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares. En general, el número de hojas por planta puede ser desde 8 hasta alrededor de 21 hojas, siendo lo más común de 12 a 18, con un promedio de 14. Este número de hojas dependerá del número de nudos del tallo, ya que de cada nudo emerge una hoja. En el trabajo de Zaldiva *et al.*, (2017) donde se toma lectura del número de hojas en diferentes variedades de frijol, se describió que en la primera lectura (15 dde) existe un mayor número de hojas en todas las variedades; sin embargo, en las próximas dos lecturas (30 y 45 dde) el número de hojas reportadas en todas las variedades son inferiores a los datos encontrados en el presente trabajo. Asimismo, Rugama (2021) reporta en su trabajo sobre la siembra de frijol variedad rojo, un número de 4.5 hojas a los 30 dds mientras que en el actual trabajo se tiene un promedio de 1.6 hojas a los 30 dds, estos valores son inferiores a lo reportado, ya que se tuvo una ausencia de lluvias después de la siembra retrasando las etapas posteriores aproximadamente 15 días.

En cuanto a las implicaciones para el manejo del cultivo de frijol, entender la relación de las variables estudiadas permite pasar de un manejo homogéneo del lote a uno por ambientes, optimizando insumos y mejorando la estabilidad del rendimiento. Destacar que las semillas de las variedades criollas normalmente son obtenidas por el productor después de la cosecha, realizando la selección con base a características morfológicas tales como: tamaño y forma de la vaina, color y morfología del frijol, entre otros. Además, la ubicación de siembra dentro de un campo no es un factor trivial, las variaciones en factores ambientales (suelo, topografía, agua, entre otros) generan respuestas morfológicas y fenológicas diferenciadas en las plantas, incluso en genotipos uniformes como una variedad de frijol.

Este hallazgo tiene una implicación práctica crucial: sugiere que es posible y beneficioso implementar estrategias de manejo por parcelas observando la posición en el paisaje (loma, ladera, plano, bajo, etc), pues las partes bajas suelen ser más productivas, pero también más variables. La medición de variables morfológicas sencillas, como las

evaluadas en este trabajo, puede servir como un antecedente efectivo para mapear la productividad potencial y la variabilidad del campo en predios pequeños dentro de comunidades rurales.

Aspectos sociales, económicos y técnicos del sistema de producción de cultivo del frijol

Durante siglos pasados en diversos países se colocaron los estereotipos de género, transformando la vida familiar y aceptando un orden social normativo. Los hombres se dedicaban a la agricultura y la pesca, y la mujer a las actividades de cuidado y atención en el hogar, (Zambrano, 2020). Sin embargo, en la década de los ochenta Colombia reconoció la importancia de la participación de las mujeres en la producción agrícola. Hernández, (2018). En este trabajo los resultados reflejan una división del trabajo basada en el género, donde los hombres constituyen la mayoría de los agricultores que cultivan los terrenos. No obstante, el rol de las mujeres en la agricultura familiar resulta igualmente crucial.

Por otro lado, en México la agricultura a pequeña escala representa cada vez menos una opción para las generaciones jóvenes, quienes encuentran en otras fuentes de empleo y en el estudio, mejores perspectivas de desarrollo económico (Macías, 2013). Asimismo Macías *et al.*, (2016) realizaron una encuesta a más de 100 productores encontrando que la edad promedio es mayor a los 50 años. Igualmente, en el presente trabajo se encontró que, de los 30 productores encuestados, 23 son mayores de 50 años mostrando una tendencia similar, lo cual pudiera relacionarse con que los jóvenes prefieren otro tipo de actividades. Dentro de las razones que se mencionan asociadas a la ausencia de jóvenes en las labores agrícolas están que, las labores agrícolas se perciben como exigentes y con bajo reconocimiento social, así muchos jóvenes optan por dejar las áreas rurales y buscar oportunidades diferentes en las ciudades (Girdziute *et al.*, 2022).

La búsqueda de oportunidades que hagan frente a la crisis del sector agrícola, también se lleva a cabo en las comunidades rurales. Así, los productores han diversificado sus

medios de vida, incorporándose cada vez más a actividades no agrícolas que representan un apoyo importante para compensar los bajos ingresos de la agricultura (Lozano, 2019). En Tehuatzingo, Libres, Puebla, los productores de maíz tienen actividades económicas adicionales como el comercio, la construcción, la ganadería, ser jornalero y obrero (Arteaga-Domínguez *et al.*, 2021). En el presente estudio, se comparten actividades adicionales como son la albañilería y la ganadería.

En materia de tierras, durante la conquista los pueblos de indios trataron de hacer respetar sus antiguos límites apelando a sus títulos prehispánicos, sin embargo, fueron despojados (Goyas, 2020). Posteriormente con la Revolución, se dieron los ejidos y comunidades agrarias siendo éstas la forma de tenencia de la tierra que abarca mayor superficie en el campo mexicano (Morett & Cosío, 2017). En el caso de Cuautinchan, los agricultores suelen poseer una propiedad privadas en un 90% de las personas encuestadas, esto les permite disponer de sus tierras y de las cosechas. Lo antes mencionado coincide con lo reportado por Navarrete *et al.*, 2013, quienes encuentran que 72% de los productores son propietarios comunales de sus tierras y sólo un 3% son arrendatarios.

El acceso a los recursos y decisiones sobre las tierras son factores claves para los productores. En este contexto, en Ecuador, Torres *et al.* (2015) realizaron una encuesta a 76 productores donde indican que el 40% tienen entre 11 y 30 años de experiencia, de igual manera podemos describir que más del 40% de los productores, llevan entre 16 y 30 años sembrando en sus predios. Así, la agricultura ha trascendido de generación en generación obteniendo conocimientos útiles para mejorar la producción. González, (2015), en Chiapas, México, realizó una encuesta a productores de frijol y encontró que la mayoría realiza prácticas de manera tradicional. En el presente trabajo, también encontramos que el 97 % de los agricultores encuestados mencionan que no cuentan con asesoramiento y que el tipo de cultivo utilizado es de forma tradicional, transmitiendo su conocimiento de generación en generación. En ocasiones, paradójicamente, los productores con mejores condiciones económicas son quienes reciben asesoría del gobierno, utilizando así recursos propios para la actividad agrícola (Cid *et al.*, 2022).

La siembra de diversos cultivos requiere de condiciones específicas como lo es el clima o el tipo de suelo (Rojo & Pérez, 2014). Sin embargo, el cultivo de frijol se lleva a cabo en prácticamente todas las regiones del país y condiciones de suelo (Vega *et al.*, 2022). En el presente estudio, más del 50 % de los terrenos sembrados corresponden a un tipo de suelo arcilloso limoso. La extensión sembrada de terreno en pequeños productores oscila de 1 a 1.6 ha según Jaramillo *et al.*, (2022) en su trabajo realizado en Puebla y Oaxaca. Dicho dato es similar a lo encontrado en este trabajo, donde más del 90% de los agricultores siembran frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en una extensión aproximada de 0.5 hectáreas.

La economía y el conocimiento empleados en la agricultura son clave para la obtención de buenas cosechas (Ruiz *et al.*, 2016). Sánchez (2015) menciona que en Tlaxcala sí existe apoyo por parte del gobierno para las diversas producciones. Por otra parte, en un estudio similar Cid *et al.*, (2022) realizaron una encuesta a 38 productores de frijol en el estado de Zacatecas, el 50% de los agricultores manifestaron no recibir apoyo ni asesoramiento del gobierno. De igual manera en este trabajo, más del 90% de los productores menciona que no obtiene ningún asesoramiento ni apoyo económico por parte del gobierno.

Según Barreto (2017), los pequeños productores emplean principalmente mano de obra familiar y el propósito del sistema es asegurar la alimentación de la familia, los policultivos tienden a asegurar en cierta parte estos consumos. Macias *et al.*, (2016), mencionan que el maíz se asocia con otros cultivos para el consumo familiar como frijol y calabaza. Ebel *et al.*, (2017) encontraron que el policultivo entre maíz y frijol tenía el mayor rendimiento de hasta un 90% más de la cosecha en el área sembrada a comparación de cada monocultivo. Asimismo, los productores encuestados en este estudio refirieron tener preferencia por un policultivo donde de la especie con la que más se asocia al frijol, es el maíz, con más del 60% de los productores.

El momento y modo óptimo de cosecha se determina por cambios en la coloración de las hojas (de verde a amarillo), de las vainas (de verde claro a verde oscuro, rojizo o morado dependiendo de la variedad) y por defoliación (hasta un 50 %) (Del Carmen &

Gutiérrez, 2023). Asimismo, el presecado de frijol en campo por manojo o matas. Lo mismo es encontrado en este estudio, donde los agricultores utilizan vaina y mata.

La preferencia por ciertas variedades de frijol difiere por el país y la zona, en Nicaragua los consumidores tienen gran preferencia por el frijol grano rojo debido a sus características asociadas con el sabor y color, Garrido & Talavera (2020). En México las principales variedades son: Negro San Luis, Negro Bola, Negro 8025, Pinto Saltillo, Flor de Junio Marcela, Rosa de Castilla y Media oreja y un poco de aluvia chica (Vega *et al.*, 2022). Sin embargo, Magaña *et al.*, 2015 mencionan que existe una preferencia para el consumo de frijol en la región centro del país por las variedades flor de mayo y flor de junio. Entre las variedades que predominaron en la comunidad son el negro y mantequilla con el 57% y 36% respectivamente.

Desde tiempos antiguos el hombre comienza a establecer instrumentos de trabajo, un paso muy importante fue el uso del arado egipcio, jalado por animales (Covarrubias, 2010). Posteriormente, se adaptaron herramientas manuales que complementaron el laboreo de los cultivos. Para la siembra del cultivo de frijol en la comunidad, más del 45% de los agricultores utilizaron como herramienta, el tractor para el laboreo, ya que es una forma más práctica de trabajo, seguido del azadón con un 40%.

Los sistemas de siembra permiten aprovechar el espacio para los cultivos. En un estudio realizado por Covarrubias en 2010, menciona que la distancia entre surcos es de 80 cm, con una separación de 20 o 30 cm entre cada par de hileras de frijol, y de 8 a 12 cm de separación entre plantas, demostrando que tiene como ventaja un mejor aprovechamiento de la humedad y del espacio. Escalante *et al.*, 2015, aplicaron una siembra de cultivares de frijol con crecimiento determinado a una distancia entre surcos de 80 cm sin embargo la distancia entre planta y planta fue de 15 cm propiciando una mayor densidad por metro cuadrado. Esto corresponde en parte con lo descrito en nuestro trabajo donde el 70% de los campesinos decide realizar a 80 cm entre las líneas o surcos y de los 34 a 66 cm entre planta y planta con una sola hilera por surco.

Con respecto a la época de siembra, la mayoría de los agricultores prefiere sembrar en el mes de mayo ya que espera las primeras lluvias para que germine la semilla. Sin embargo, Bocco *et al.* (2019) realizaron encuestas en la mixteca alta en Oaxaca, los campesinos mencionan que antes de 1970 las cosechas eran más abundantes ya que las lluvias eran bastas, sin embargo, el clima ha variado de los últimos años ha generado cambios en los calendarios agrícolas dando como resultado que las lluvias se retrasen y de igual manera el periodo de siembra donde era de abril/mayo y actualmente es de mayo/junio, por lo que la cosecha se realiza en el mes de noviembre.

En muchas regiones de México, la agricultura de temporal es determinante en la reproducción de las familias rurales (Bautista & Ramírez 2008). Huato *et al.*, 2014 mencionan que los cultivos como el maíz, frijol, calabaza, chile, entre otros, son la base de la alimentación mexicana y dependen principalmente de las lluvias de temporal. De la misma forma, el 87% de los productores del presente estudio, manifestaron que, sus cultivos dependen exclusivamente del temporal y los restantes mencionan que cuentan con tierras bajo sistemas de riego.

La duración de los cultivos permite planificar las cosechas, es por ello que, el 60% de los productores refiere tener preferencia por el frijol de mata (duración 90 días). Sin embargo, Mendoza & Hernández en el 2020, realizaron pruebas sobre el rendimiento en la producción de frijol de mata y frijol enredador (ayocote) comprobando que el tipo de crecimiento indeterminado genera más rendimiento por la cobertura que ocupan las hojas, cantidad de matas y tamaño del grano a comparación del de mata. De igual manera Navarrete *et al.*, (2013) indican que el promedio del período de producción es 7 meses con rangos que van de 4 a 9 meses. La duración del cultivo depende en gran manera del tipo de frijol sembrado. La cosecha de frijol se lleva a cabo en los meses de agosto, septiembre y octubre; del 15 al 30 de agosto para las variedades precoces y del 1 al 15 de octubre para las variedades tardías, según comentan Solano *et al.*, (2009). Sin embargo, los datos reportados en el presente trabajo muestran que más del 60% de los agricultores cosechó el frijol hasta el mes de noviembre.

Con respecto al enriquecimiento de la tierra, el abono orgánico ha sido utilizado a través de las generaciones de productores. Olín *et al.*, en 2024, mencionan que la aplicación de abonos orgánico de manera adecuada ha permitido mantener la fertilidad de los suelos y en otros casos, la restauración de suelos degradados, demostrando que el abono orgánico genera un sinnúmero de beneficios para los cultivos y suelos productores. En Ecuador, se encuentran casos donde el 34 % de los productores encuestados utilizan abono orgánico para sus tierras (Navarrete *et al.*, 2013). Un porcentaje parecido fue reportado en el presente estudio, con un 43% de agricultores que refirieron utilizar exclusivamente abono orgánico para su producción.

La cantidad de humedad que conserven los granos de frijol afectan significativamente el almacenamiento del grano (Ríos, Hernández & Valle, 2017). Según Del Carmen & Gutiérrez, (2023) la duración del secado es de tres a cuatro días. Igualmente, González (2016) establece que, cinco días son óptimos para el secado del grano de frijol. Los datos antes mencionados coinciden con los resultados mostrados en este trabajo, donde aproximadamente el 80% de los productores comentaron que los días de secado oscilan entre uno a diez días.

La forma en la que se consumen los granos, requiere de su almacenamiento por un período prolongado, esto indica que se debe buscar las condiciones para prolongar su calidad (Acosta, 2016). Vega *et al.*, 2022 encontraron que el 46.2% de los agricultores encuestados trataron el grano después de cosechado utilizando fosforo de aluminio. De igual manera, González 2015 realizó una encuesta a 25 productores de frijol y el 100% manifestó utilizar diversos productos para mantener su cosecha en almacén por más tiempo. Por otra parte, del total de los productores del presente estudio, el 70% indica que no utiliza ningún químico para mantener la semilla en almacén ya que la cosecha es poca y, entonces es rápidamente vendida o utilizada para autoconsumo.

El control de insectos durante el almacenamiento de granos es esencial para preservar la viabilidad de las semillas. Para encuestas realizadas, del 30 % de los productores que emplean productos químicos para el almacenamiento, el 57 % utiliza el insecticida Graneril, aplicando una pastilla por cada 100 kg de frijol. Dubey *et al.* (2024) realizaron

estudios sobre control de plagas en granos almacenados han evaluado insecticidas sintéticos, como el malathion, principal componente de Graneril, frente a *Callosobruchus maculatus* (gorgojo del frijol). Los resultados indican mortalidades superiores al 75 % cuando se aplican concentraciones adecuadas sobre las superficies. En estas pruebas, la dosis experimental estándar se presentó en polvo a 10 ppm, equivalente a 10 mg de ingrediente activo por kilogramo de grano, lo que corresponde aproximadamente a 1 g de ingrediente activo por cada 100 kg de grano.

Respecto al rendimiento, Cid *et al.* (2022) realizaron encuestas a 38 productores, dividiéndolos en dos grupos dependiendo a la extensión y economía obtenida, el primer grupo era el más vulnerable y presentó en promedio 165 kg/ha, el segundo con mejores condiciones obtuvo un mayor rendimiento 325 kg/ha. Lo obtenido como producción anual reportada en el presente estudio, es un rendimiento más parecido al grupo vulnerable, pues el 90% de los productores cosecharon en un año menos de 110 kg/ha.

Para las siembras de maíz y frijol mostraron una disminución de 1.8 millones y 193 mil hectáreas respectivamente, el maíz y el frijol, a precios constantes, tuvieron una disminución de 64.6% y 59.0%, la disminución fue de 441.9 y 976.3 dólares por tonelada respectivamente (De los Santos, Romero & Bobadilla, 2017). En Cuautinchán, el 80 % de los encuestados mencionaron que la cosecha tiende a disminuir año con año especialmente por condiciones climatológicas. También Bustamante *et al.*, 2023 comentan que realizaron encuestas a productores de frijol y maíz en una comunidad del municipio de Tepexi de Rodríguez Puebla, y encontraron que el rendimiento del cultivo de frijol disminuyó y no se percibió cambio en la cantidad vendida del grano de frijol ya que es destinado para autoconsumo.

En el Valle de Puebla, Osorio *et al.*, 2015 realizaron una encuesta a 111 agricultores encontrando que los destinos de la producción fueron el consumo familiar, la alimentación de animales y, en menor proporción la venta. Asimismo, en este trabajo, más del 60% de los agricultores comentó que su cosecha la utiliza para uso personal ya

que los pequeños productores tienden a generar poca producción por la porción de tierra que siembran.

Las prácticas agrícolas detectadas en el grupo de productores encuestados de Cuautinchán mostraron distintos factores que se repiten en los agricultores del país. Por una parte, la ausencia de jóvenes interesados en la labor agrícola. Asimismo, la necesidad de llevar a cabo actividades adicionales que permitan mayores ingresos, pues el ingreso dado por las actividades agrícolas, en productores pequeños, no es suficiente. Con respecto al apoyo por parte del Gobierno, la mayoría no cuenta con apoyo económico ni asesoramiento. Finalmente, la mayoría depende del riego de temporal, el cual se ha visto afectado como consecuencia del cambio climático, lo que ha llevado a tener una disminución en su producción, de por sí, ya pequeña comparada a otras regiones y productores. Todos estos son llamados urgentes que requieren ser atendidos para que se puedan promover alianzas entre universidades, productores y autoridades locales para acceder a apoyos o fondos que les permitan tener un ingreso digno de su trabajo y esfuerzo.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten concluir que las características morfológicas y productivas del frijol variedad pinto americano están directamente influenciadas por la ubicación de las plantas dentro del predio. Se confirmó la presencia del efecto borde: las plantas del surco 1 (colindante con la carretera) alcanzaron una altura significativamente mayor (hasta 50 cm en promedio) y desarrollaron hojas de mayor longitud (10.82 cm) y ancho (8.23 cm) en comparación con los surcos centrales. El diámetro del tallo, en cambio, fue significativamente superior en el surco 4 (7.33 mm), mientras que el número de hojas por planta se mantuvo homogéneo en todos los surcos.

Estas diferencias evidencian que, incluso en una parcela de pequeña escala con manejo uniforme, la heterogeneidad espacial derivada de factores edáficos, topográficos y de competencia por recursos genera respuestas fisiológicas diferenciadas. Por tanto, considerar los microambientes dentro del predio —como bordes y orientación— es fundamental para optimizar la densidad de siembra, la aplicación de insumos y, en última instancia, la productividad y resiliencia del cultivo.

En el ámbito socioeconómico, el estudio reveló que el sistema de producción de frijol en Cuautinchán es predominantemente tradicional y de autoconsumo. El 60 % de los productores son hombres y el 80 % supera los 50 años de edad, lo que evidencia una marcada ausencia de relevo generacional. El 97 % carece de asesoría técnica y el 90 % no recibe apoyo gubernamental; su conocimiento agrícola se transmite empíricamente de generación en generación. La superficie sembrada es menor a 0.5 ha en el 90 % de los casos y el policultivo con maíz es la práctica dominante (más del 60 %). La producción anual promedio es inferior a 110 kg por productor, destinándose principalmente al autoconsumo (más del 60 %). El 87 % depende exclusivamente del riego de temporal y el 80 % atribuye la disminución de sus cosechas al cambio climático. Estos factores explican los bajos rendimientos y la vulnerabilidad del sistema.

A pesar de este panorama, la variedad pinto americano demostró adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas de Cuautinchán y se posiciona como una alternativa

estratégica para la seguridad alimentaria local, por su ciclo corto (90-120 días), su valor nutricional y su demanda en el mercado. No obstante, su adopción es aún marginal: solo el 10 % de los productores la siembra como única variedad y el 3 % la combina con otras.

En síntesis, esta investigación aporta evidencia empírica sobre la variabilidad espacial intraparcela y el perfil socioproductivo de los agricultores de Cuautinchán, información clave para diseñar intervenciones diferenciadas que mejoren la productividad y sostenibilidad del cultivo de frijol en la región.

Bibliografía

1. Acosta Cordero, C. A. (2016). Efectividad del polvo de mármol blanco en el control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en frijol almacenado [Tesis doctoral, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez].
2. Africano, A. M. C., & Chocue, L. M. F. (2020). Consumidores y consumo de productos agroecológicos en los integrantes de la Red de Mercados Agroecológicos de Bogotá, Región–RMABR. *Cooperativismo & Desarrollo*, 28(117), 1–14.
3. Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados. (2018, octubre 4). El frijol: alimento nutritivo y básico en la dieta mexicana. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/asercas/es/articulos/el-frijol-alimento-nutritivo-y-basico-en-la-dieta-mexicana?idiom=es>
4. Baez Hernández, A., & Hernández Medina, C. A. (2016). Estudio del rendimiento de cultivares de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en diferentes épocas de siembra en Camajuani, Cuba. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 26, 11–18.
5. Bautista, J. A., & Ramírez, J. J. (2008). Agricultura y pluriactividad de los pequeños productores de agave en la región del mezcal, Oaxaca, México. *Agricultura Técnica en México*, 34(3), 443–451.
6. Bocco, G., Solís, C. B., Quetzalcóatl Orozco, R. Q., & Ortega-I., A. (2019). La agricultura en terrazas en la adaptación a la variabilidad climática en la Mixteca Alta, Oaxaca, México. *Agroproductividad*, 18(1), 141–168.
7. Brenes-Alfaro, L. M., Rodríguez-Rodríguez, D., & Quesada-Acuña, C. (2021). Implementación de una estrategia de comunicación para posicionar las buenas prácticas agrícolas (BPA): el caso de los productores de piña de la zona norte de Costa Rica. *Revista Internacional de Relaciones Públicas*, 11(22), 49–74. <https://doi.org/10.5783/RIRP-22-2021-04-49-74>
8. Bustamante, G. A., García, M. J., & Vargas, L. S. (2023). Cambios en el uso de recursos naturales en una comunidad popoloca del Estado de Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 21(1), 100–114. <https://doi.org/10.22231/asyd.v21i1.1600>

9. Calderón-Martínez, M. E., Taboada-Gaytán, O. R., Argumedo-Macías, A., Ortiz-Torres, E., López, P. A., & Jacinto-Hernández, C. (2017). Cultura alimentaria: clave para el diseño de estrategias de mejoramiento nutricional de poblaciones rurales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(2), 303–320.
10. Calero, A., Castillo, Y., Quintero, E., Pérez, Y., & Olivera, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7(1), 88–100.
11. Carrasco Carballo, A. (2022). Evaluación en campo del efecto del PCVS4 en especies dicotiledóneas [Tesis de licenciatura].
12. Cervantes-Herrera, J., Cruz-León, A., Salas-González, J. M., Pérez-Fernández, Y., & Torres-Carral, G. (2016). Saberes y tecnologías tradicionales en la pequeña agricultura familiar campesina de México. *Revista de Geografía Agrícola*, 57, 7–20.
13. Cervantes, S. F., Díaz, R. R., Jacinto, H. C., Aguirre, Á. L., & Huerta de la Peña, A. (2009). Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlatzala, Guerrero. *Ra Ximhai*, 5(2), 187–199.
14. Cid, R. J. Á., Reveles, H. M., Sánchez, G. R. A., & Ramírez, C. N. (2022). Clasificación de productores de frijol PRODETER para contribuir al cambio climático en Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 741–748. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2797>
15. Covarrubias, L. S. (2010). Los sistemas de siembra del frijol en México. *Agro Productividad*, 3(3).
16. De los Santos-Ramos, M., Romero-Rosales, T., & Bobadilla-Soto, E. E. (2017). Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 439–453.
17. Del Carmen Obregón, N., & Gutiérrez, O. J. G. (2023). Tecnologías y prácticas que utilizan los productores en el manejo poscosecha de maíz y frijol en Estelí, Madriz y Nueva Segovia, Nicaragua. *La Calera*, 23(41).
18. Delgado, A., & Gama, S. (2015). Diversidad y distribución de frijoles silvestres en México. *Revista Digital Universitaria*, 16(2), 2–11.

19. Diacono, M., Castrignanò, A., Troccoli, A., De Benedetto, D., Basso, B., & Rubino, P. (2012). Spatial and temporal variability of wheat grain yield and quality in a Mediterranean environment: A multivariate geostatistical approach. *Field Crops Research*, 131, 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.03.004>
20. Dubey, A., Mani, I., Chandni, S., Nebapure, S. M., Parray, R. A., Rudra, S. G., & Routray, W. (2024). Evaluating the effectiveness of insecticides on storage bag surfaces for managing *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 109, 102446. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102446>
21. Ebel, R., Pozas, C. J. G., Soria, M. F., & Cruz, G. J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 149–160.
22. Escalante, E. J. A., Rodríguez, G. M. T., & Escalante, E. Y. I. (2015). Nitrógeno, distancia entre surcos, rendimiento y productividad del agua en dos cultivos de frijol. *Bioagro*, 27(2), 75–82.
23. Espinosa, J. A. M., Méndez, D. C., Ávila, E. C., Fernández, J. A. S., Enríquez, J. A., & González, M. M. L. O. (2020). Características socioeconómicas de los productores de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Campeche, México. *Agro Productividad*, 13(3).
24. Falco, N., Wainwright, H. M., Dafflon, B., Ulrich, C., Soom, F., Peterson, J. E., & Hubbard, S. S. (2021). Influence of soil heterogeneity on soybean plant development and crop yield evaluated using time-series of UAV and ground-based geophysical imagery. *Scientific Reports*, 11, 7046. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86480-z>
25. Garrido Martínez, E. D. S., & Talavera Sánchez, K. F. (2020). Comportamiento agronómico de 13 variedades locales y cinco mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Antonio de Padua Somoto–Matriz, primera 2019 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria].
26. Girdžiūtė, L., Besusparienė, E., Nausėdienė, A., Novikova, A., Leppala, J., & Jakob, M. (2022). Youth's (un)willingness to work in agriculture sector. *Frontiers in Public Health*, 10, 937657. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.937657>

27. González Alvarado, G. U. A. D. A. L. U. P. E. (2016). Evaluación de productos orgánicos para el control de enfermedades radicales y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) [Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados].
28. González G., P. (2015). Propuesta de un programa para el almacenamiento y conservación de la semilla criolla de maíz y frijol en la Ranchería Santiago, municipio de Villacorzo, Chiapas [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chiapas].
29. Goyas Mejía, R. (2020). Tierras por razón de pueblo: Ejidos y fundos legales de los pueblos de indios durante la época colonial. *Estudios de Historia Novohispana*, 63, 67–102.
30. Hernández, L. V. M., Vargas, V. M. L. P., Muruaga, M. J. S., Hernández, D. S., & Mayek, P. N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2), 95–104.
31. Hernández, M. M. P. (2018). Entre el avance y las barreras: Enfoques de igualdad de género en la política pública de mujeres rurales en Colombia. **Estudios Socio-Jurídicos*, 20*(2), 103–128.
32. Herrera, J. A. R. (2017). Análisis de la relación entre estado nutricional y rendimiento académico en adolescentes de comunidades rurales [Tesis doctoral, El Colegio de Michoacán].
33. Huato, M. Á. D., Arenas, O. R., Valverde, B. R., Reyes, L. L., Lezama, C. P., & León, A. C. (2014). Agricultura familiar y seguridad alimentaria entre productores de maíz de temporal en México. *Agroecología*, 9(1), 89–99.
34. Jaramillo-Villanueva, J. L., Guerrero-Carrera, J., Vargas-López, S., & Bustamante-González, Á. (2022). Percepción y adaptación de productores de café al cambio climático en Puebla y Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(1).
35. Kravchenko, A. N., & Bullock, D. G. (2000). Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. *Agronomy Journal*, 92(1), 75–83. <https://doi.org/10.2134/agronj2000.92175x>
36. López Martínez, M. L., & Escobar Ohmstede, A. (2022). Producción y distribución de maíz y frijol en el México decimonónico: caminos, mercados y expansión de

- la frontera agrícola, 1800-1900. *Historia Mexicana*, 72(2), 741–787.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342022000400741&script=sci_arttext
37. Lozano L., M. H. (2019). Análisis socioeconómico de los hogares rurales del municipio de Tlaltenango, Puebla [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].
 38. Macías, A. Á., Chávez, V. M. S., Estrada, M. Z., & Rodríguez, J. A. L. (2016). Tipología de productores agropecuarios para la orientación de políticas públicas: Estudio de caso en la región Texcoco, Estado de México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 16(28), 47–70.
 39. Macías Macías, A. (2013). Pequeños agricultores y nueva ruralidad en el occidente de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(71), 187–207.
 40. Madeira, V. G., Santos, L. R., & da Silva, P. J. F. (2021). Edge effects in agricultural landscapes: Implications for crop yield and biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 322*, 107656.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107656>
 41. Maestrini, B., & Basso, B. (2018). Drivers of within-field spatial and temporal variability of crop yield across the U.S. Midwest. *Scientific Reports*, 8, 14833.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-32779-3>
 42. Maestrini, B., & Basso, B. (2018). Predicting spatial patterns of within-field crop yield variability. *Field Crops Research*, 219, 106–112.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.028>
 43. Maestrini, B., & Basso, B. (2021). Subfield crop yields and temporal stability in thousands of U.S. Midwest fields. *Precision Agriculture*, 22(6), 1749–1767.
<https://doi.org/10.1007/s11119-021-09810-1>
 44. Magaña, D., Gaucín, S. D., & Flores, L. D. (2015). Análisis sectorial y dinámica de los precios del frijol en México. *Compendium*, 2(3), 1–21.
 45. Mendoza R., R., & Hernández R., E. (2020). El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y ayocote (*Phaseolus coccineus* L.): Opciones productivas para los pequeños agricultores de la microrregión Los Volcanes en Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(5), 3–10.

46. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Servicio Fitosanitario del Estado. (2019). Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción sostenible del cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.) (2.^a ed.). MAG-SFE/IICA/INTA/MINAE/MS/AYA.
47. Morales, S. A., & Lamz, P. A. (2020). Métodos de mejora genética en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente al virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV). *Cultivos Tropicales*, 4(4).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000400010
48. Moreira Menéndez, M., Torres Navarrete, E., Sánchez Laiño, A., Muñoz Rodríguez, G., Manosalvas Vaca, C., & Vargas Burgos, J. C. (2015). Financiamiento del cultivo de maíz en el cantón Mocache-Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 7(1), 23-31.
49. Moretti, A. M. (2019). Herramientas agroecológicas permaculturales: Una vía para alcanzar la seguridad y soberanía alimentaria [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Luján].
50. Morett-Sánchez, J. C., & Cosío-Ruiz, C. (2017). Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(1), 125-152.
51. Navarrete, E. T., Caiza, D. Q., Laiño, A. S., Bermeo, M. R., Osorio, B. G., Navarrete, A. T., & Chong, A. H. (2013). Caracterización de la producción de frijol en la provincia de Cotopaxi, Ecuador: Caso Comuna Panyatug. *Revista Ciencia y Tecnología*, 6(1), 23-31.
52. Olín, F. L. A., Carreño-M., F., & Torres-O., F. (2024). Agroecología y sustentabilidad: Una convergencia para el desarrollo. *Comunicación Científica S.A. de C.V.*
53. Ortega, V. M. N., Zizumbo, V. L., Monterroso, S. N., & Hernández, L. O. G. (2018). Leyes de semillas y maíz transgénico: Análisis desde la coproducción entre ciencia y regímenes económico-políticos en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(3), 413-442.

54. Osorio García, N., López Sánchez, H., Ramírez Valverde, B., Gil Muñoz, A., & Gutiérrez Rangel, N. (2015). Producción de maíz y pluriactividad de los campesinos en el Valle de Puebla, México. *Nova Scientia*, 7(14), 577–600.
55. Patricio, Z. C. L. (2023). Expresión fenotípica de semillas de frijol tratadas con nanopartículas de óxido de zinc [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México].
56. Peña-Valdivia, C. B., Bayuelo-Jiménez, J. S., & Thomas, T. H. (2003). Morphology, phenology and agronomic traits of two wild Mexican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) populations under cultivation. *South African Journal of Botany*, 69(3), 410–421.
57. Peña-Valdivia, C. B., Trejo, C., Celis, V. R., & López, O. A. (2013). Reacción del frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris* L.) a la profundidad de siembra. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(1), 89–102.
58. Rosales-Martínez, V., & Leyva-Trinidad, D. A. (2019). El rol de la mujer en el agroecosistema y su aporte a la producción de alimentos. *Agroproductividad*, 12(1), 47–53.
59. Rugama Arauz, J. J. (2021). Evaluación de diferentes fertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Rojo Extrema Sequía, Centro Experimental Las Mercedes, 2020 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria].
60. Ruiz Cedeño, S. D. M., Veliz Briones, V. F., Pelegrín Entenza, N., & Toledo Leal, Y. (2016). Modelo de negocio agroalimentario para el desarrollo local de la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Espacios*, 37(32).
61. SADER. (2019). Maíz y frijol, la base de los mexicanos (pp. 1–3). <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-y-frijol-la-base-de-los-mexicanos>
62. SAGARPA. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017–2030. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255627/Planeacion Agrícola Nacional 2017-2030- parte uno.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255627/Planeacion_Agricola_Nacional_2017-2030- parte_uno.pdf)
63. Sánchez, J. R. P. (2015). Agricultura ecológica y mercado alternativo en el estado de Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2), 365–371.

64. Sánchez Sánchez, Á. A. (2022). Influencia de micorrizas arbusculares en el desarrollo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Americano bajo condiciones de estrés [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León].
65. Sangerman, J. D. M., Acosta, G. J. A., Shwenstesius, R. R., Damian, H. M. A., & Larque, S. B. (2010). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(3), 363–380.
66. Santillán, M. E. (2018). Sobre el desarrollo de mezclas de alimentos andinos aminoacidicamente completas y de bajo costo para la alimentación infantil. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 28(2), 370–392.
67. Serrano, L. R. P., Martos, J. L. H., & Renedo, V. S. G. (2017). Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un Fluvisol y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos. *Universidad & Ciencia*, 6(1), 65–81.
68. Stoy, P. C., Khan, A. M., Wipf, A., & Eder, F. (2022). The spatial variability of NDVI within a wheat field: Information content and implications for yield and grain protein monitoring. *PLOS ONE*, 17(3), e0265243. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265243>
69. Vega-Arroyo, M. M., Vargas-Canales, J. M., Orozco-Cirilo, S., & Zambrano-Armendáriz, F. (2022). Estructura y funcionamiento de la cadena de valor de frijol en Guanajuato, México. *Jóvenes en la Ciencia*, 16.
70. Zaldiva, J. C. P., Aguilar, A. T., Santiesteban, A. B. P., & Álvarez, G. I. (2017). Evaluación agroproductiva de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la CCS Reytel Jorge del municipio Jesús Menéndez. *Ojeando la Agenda*, 45, 36–53.
71. Zambrano, F. T. (2020). Representaciones simbólicas del género en Manabí, Ecuador. *Perseitas*, 8(1), 165–198

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta sobre la caracterización del cultivo de frijol a los productores en el municipio de Cuautinchan, Puebla.

Datos generales				
1.	No. Entrevista	Fecha	Localidad:	Escolaridad:
	Nombre:		Edad:	Sexo: F () M ()
	Dirección			
	Lugar de procedencia		Grupo étnico	
	Actividades productivas:	Carpintería	Agricultura	Ganadería
		Artesanía	Otras	
2.	Tenencia de la tierra	Ubicación	Tipo	Superficie

1.-Extensión del terreno.

2.-Tipo de terreno (Propio, prestado, rentado, compartido).

3.- ¿Cuánto tiempo tiene sembrando frijol?

4.- ¿El cultivo está asociado con otra planta?

5.- ¿Cuenta con riego o siembra a temporal?

6.- ¿En qué fechas siembra?

7.- ¿Qué variedad de frijol siembra?

8.- ¿A que distancia siembra su cultivo?

9.- ¿Durante el manejo de su cultivo, a qué tiempo le realiza labor (aterreo, laboreo, limpieza de maleza)?

10.- ¿Qué herramienta utiliza para realizar la labor?

11.- ¿Cómo describe el suelo en donde usted siembra?

- 12.- ¿Cuál es la duración de su cultivo?
- 13.- ¿Aplica químicos o algún manejo orgánico para enriquecer el suelo?
- 14.- ¿En qué tiempo cosecha?
- 8.- ¿Cómo lo cosecha, por mata o por vaina?
- 15.- ¿Qué tiempo pone a secar el producto?
- 16.- ¿Cómo lo trilla?
- 17.- ¿Cuántos kilos produce en cada cosecha?
- 18.- ¿Aplica químicos o algún manejo orgánico para cuidar la cosecha?
- 19.- ¿Que dosis administra en esa aplicación?
- 20.- ¿Es para uso personal o comercial?
- 21.- ¿Cuál es el precio por kilo de frijol?
- 22.- ¿En los últimos tres años ha disminuido o aumentado su cosecha en kilogramos?
- 23.- ¿Mencioné la producción de esos tres últimos años en kilogramos?
- 24.- ¿cuenta con algún financiamiento para el manejo de su cultivo?
- 25.- ¿Recibe algún tipo de asesoramiento técnico? ¿Cual?
- 26.- ¿Cuántas personas se ven beneficiadas por este manejo?
- 27.- ¿Cuenta con alguna otra fuente de ingresos aparte de la que obtiene de su cultivo?