

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y FACTORES PRODUCTIVOS DE FRUTALES EN CONDICIONES DEL ALTIPLANO CENTRAL

Evaluation of substrates and productive factors of fruit trees in conditions of the central highlands

Pedro Mamani Mamani ¹

Resumen

En el altiplano central, los agricultores producen diferentes productos como: la papa (*Solanum tuberosum* L.), haba (*Vicia faba* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), etc. y se proveen de frutas de los valles y yungas para completar la dieta. Sin embargo, los frutales adaptados a esta región no están muy difundidos para la producción. Entonces, se formuló el siguiente problema: ¿cómo influirán los factores productivos a los frutales en condiciones del altiplano central? El objetivo fue: evaluar los sustratos y factores productivos de frutales en condiciones del altiplano central. El enfoque utilizado es cuantitativo. El método que se empleó fue experimental. El diseño experimental fue bloques completos al azar y las técnicas empleadas son: la observación y la experimentación dentro del vivero. En el primer caso, se utilizó la observación para ver el comportamiento de los esquejes propagados y en el segundo, las planillas de toma de datos. Para la sistematización de los datos se utilizó el programa INFOSTAT. Los resultados por la aplicación de diferentes tratamientos con diferentes sustratos (cascarilla de arroz, cascarilla de café, turba y arena) en la propagación de los esquejes de: pera, manzana, ciruelo y durazno fueron no significativos al 95%. Además, en pleno invierno las yemas de los esquejes propagadas se mantuvieron latentes por casi tres meses dentro del vivero. Finalmente, se concluye que los factores ambientales del altiplano central dentro del vivero (-6 °C y 40% H.R.) en los meses de junio a agosto, limitan el brote y formación de hojas.

Palabras claves: Investigación, evaluación, factores productivos, frutales, altiplano central

¹ Docente investigador, Instituto de Investigación, Extensión Agrícola y Posgrado (IINEAP). Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto. El Alto, Bolivia. 2022. Email: ingpedro939@gmail.com

Abstract

In the central highlands, farmers produce different products such as: potatoes (*Solanum tuberosum* L.), broad beans (*Vicia faba* L.), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), etc. and they provide themselves with fruits from the valleys and yungas to complete the diet. However, fruit trees adapted to this region are not widely used for production. Then, the following problem was formulated: how will the productive factors influence fruit trees in conditions of the central highlands? The objective was: to evaluate the substrates and productive factors of fruit trees under conditions of the central highlands. The approach used is quantitative. The method used was experimental. The experimental design was randomized complete blocks and the techniques used are: observation and experimentation within the nursery. In the first case, observation was used to see the behavior of the propagated cuttings and in the second, the data collection forms. For the systematization of the data, the INFOSTAT program was used. The results for the application of different treatments with different substrates (rice husk, coffee husk, peat and sand) in the propagation of the cuttings of: pear, apple, plum and peach were not significant at 95%. In addition, in the middle of winter, the buds of the propagated cuttings remained dormant for almost three months inside the nursery. Finally, it is concluded that the environmental factors of the central highlands within the nursery (-6 °C and 40% R.H.) in the months of June to August, limit the sprouting and formation of leaves.

Key words: Research, evaluation, productive factors, fruit trees, central highlands

Introducción

En el altiplano central se ha comprobado que la población habitante, durante generaciones ha suplido sus necesidades de minerales, carbohidratos y vitaminas con la provisión de frutas y de las zonas productoras de valles y yungas paceño. Además, en esta región, no se cuenta con ningún reporte establecido de manejo y producción de frutales criollos (manzanas, peras, duraznos y ciruelas).

Según la investigación efectuada por Darquea, Á. (2015) sobre los “efectos de diferentes sustratos y dosis hormonales en el enraizamiento de estacas de durazno (*Prunus persica*) var. Guaytambo”, en Ecuador, se pretendió contribuir al mejoramiento tecnológico en la propagación de plantas de durazno por estacas. También menciona que, con el sustrato adecuado y una correcta dosis hormonal permitirá obtener plantas en cantidad, calidad y económicamente rentables.

Los resultados obtenidos por Quispe, L. (2016) sobre los sistemas de producción frutícola en el municipio de Inquisivi son: de un solo cultivo frutícola, de dos o más especies frutícolas, y de cultivos frutícolas con cultivos anuales. Asimismo, menciona que el mal manejo de los frutales es reflejado en el bajo rendimiento del durazno que es el cultivo potencial en la comunidad de Chorocona. Además, es la fuente de ingreso principal de los productores.

De la misma manera, Ramírez, M. (2019, p. 53) en la investigación efectuada sobre la evaluación del desarrollo de estacas de durazno GXN GARNER bajo diferentes tipos de sustratos en condiciones controladas en la ciudad de El Alto, a los 48 días logró brotes en 90% de los esquejes propagadas. Con respecto a la longitud y el volumen de raíz de estacas, señala que GxN no presentan diferencia significativa, por lo tanto, los sustratos no tienen influencia en estas variables.

Existen algunos trabajos de investigación relacionados con la propagación de frutales aplicando sustratos y enraizadores, en otros contextos. Sin embargo, existen muy pocos estudios sobre esta temática en el altiplano central. Además, la producción de los frutales no está muy difundida en la región del altiplano, aunque existen plantines aclimatados en algunos lugares.

Métodos y materiales

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental de Kallutaca, de la carrera Ingeniería Agronómica de la UPEA, ubicado en el municipio de Laja, del departamento de La Paz, a una altitud 3903 msnm. (Instituto Geográfico Militar, 2005). Su postura epistemológica es positivista. El enfoque es cuantitativo, porque describe y evalúa los factores productivos de frutales en condiciones del altiplano central. El universo poblacional fue N=1132 esquejes de frutales (432 de durazno, 300 de manzana, 300 de ciruelo y 300 de pera) una de las características es que todos son frutales caducifolios. El tipo de muestreo empleado fue no probabilístico, y la muestra fue n=5 esquejes de un total de 25 esquejes por unidad experimental.

Los materiales biológicos fueron esquejes de frutales colectadas del valle de Sapahaqui. Complementado con bolsas de polietileno, sustratos; herramientas de trabajo: cámara fotográfica, cuaderno de campo y planillas, tableros, bolígrafos, equipo de computación y otros.

El diseño fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Las técnicas empleadas fueron: la observación y el instrumento la guía de observación; la experimentación y como instrumento es la planilla de toma de datos.

En el procedimiento, se consideró las siguientes fases: preparatoria, trabajo de campo, toma de datos, evaluación, sistematización y análisis de resultados.

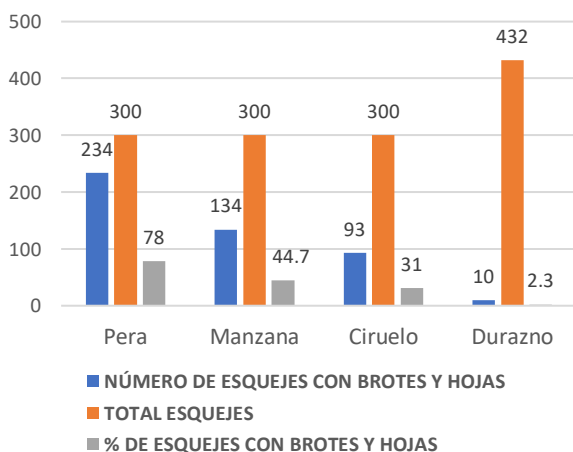
Resultados y Discusión

Comportamiento agroecológico de las especies frutícolas en el altiplano.

Los esquejes de frutales (pera, manzana, ciruelo y durazno) propagadas por esquejes en el vivero frutícola en Kallutaca, en pleno invierno, con la aplicación de diferentes sustratos a base de 50% de tierra del lugar; 40% de cascarilla de trigo, cascarilla de café, aserrín y turba, respectivamente e incorporando el 10% de arena.

Figura 1.

Comportamiento de los frutales propagadas por esquejes con el empleo de sustratos.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 1, muestra el comportamiento de los esquejes frutícolas

propagadas; asimismo, la cantidad de esquejes con presencia de brotes y hojas, después de 90 días desde el momento de propagación dentro del vivero y también se observa el porcentaje de esquejes frutícolas con brotes y hojas.

Los esquejes de pera, de un total de 300 unidades, 234 muestran hojas y brotes, y representa al 78%. Los esquejes de manzana, de un total de 300 unidades, 134 mostraron yemas brotadas y hojas, que equivale al 44,7%. Los 300 esquejes de ciruelo, 93 tuvieron presencia de brotes y hojas, el cual corresponde al 31%. Por último, el durazno de un total de 432 esquejes, solo 10 unidades presentaron brotes y hojas, el cual representa al 2,3%, siendo el menor porcentaje, el cual indica que estos probablemente son muy exigentes al clima y humedad relativa. Entonces, los factores ambientales influyeron negativamente en la brotación y formación de hojas de los esquejes en condiciones de vivero en el altiplano central.

Días a la brotación.

Los esquejes de pera, mostraron los primeros brotes a los 40 días; a los 90 días, lograron brotar el 78%, siendo el mayor porcentaje. El 44,7% de los esquejes de la manzana y 31% de los esquejes de ciruelo lograron brotar a los 50 días. El 10% de los esquejes de durazno brotó a los 90 días, siendo la especie que tardó mucho. Esto

indica que el durazno es muy exigente en cuanto a la temperatura del ambiente y la humedad relativa que debe estar por encima de 70%.

Número de brotes en los esquejes de pera

Según los datos obtenidos en el ANVA, para la variable número de brotes por esqueje de la pera, no se observó las diferencias significativas entre tratamientos aplicados con diferentes tipos de sustratos (50% de tierra del lugar, 40% de cascarilla de arroz, café, aserrín y 10% de arena). Su coeficiente de variación (C.V.) alcanzó a 26,06 % lo que demuestra que la variación de los datos obtenidos no es dispersa, asimismo, está dentro de los rangos aceptables.

La comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de brotes en los esquejes de pera. El T2 (cascarilla de café) y T1 (cascarilla de arroz) tuvieron una media de 2 brotes por cada esqueje de pera propagada dentro del vivero. En cambio, el T3 y T4 mostraron la media de 1 brote por esqueje. Asimismo, se observó que las medias entre tratamientos aplicados con diferentes sustratos no son significativas a un nivel de 95%. Por tanto, se puede inferir que los sustratos a base de cascarilla de arroz, café, aserrín y turba no influyó en la brotación de esquejes de los perales en Kallutaca.

Al respecto, Sánchez, M. et al. (2013, p. 62) señalan que los árboles de pera que crecen en el invierno con temperaturas máximas y mínimas promedio de 18.9 °C y 6.7 °C, no han determinado si estas temperaturas limitan el desarrollo de brotes y flores. Sin embargo, las temperaturas registradas en la región de estudio fueron bajas -6 °C en los meses de junio, julio y agosto.

Número de brotes en los esquejes de manzana

De acuerdo a los datos obtenidos en el ANVA, para la variable número de brotes por esqueje de la manzana, no se observó diferencias significativas entre tratamientos aplicados con diferentes tipos de sustratos (50% de tierra del lugar, 40% de cascarilla de arroz, café, aserrín y 10% de arena). En cambio, entre bloques si es altamente significativo. Su coeficiente de variación (C.V.) alcanzó a 20,38 % lo que demuestra que la variación de los datos obtenidos no es dispersa, asimismo, está dentro de los rangos aceptables.

La comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de brotes en los esquejes de manzana. El T1 (cascarilla de arroz) tuvo una media de cerca de 2 brotes por esqueje. El T4 (turba), T3 (aserrín) y T2 (cascarilla de café) mostraron la media de 1 brote por cada esqueje respectivamente. Las medias entre

tratamientos aplicados con diferentes sustratos no son significativas a un nivel de significancia de 95%.

Los diferentes sustratos no influyeron en la brotación de esquejes de manzana en el altiplano central bajo invernadero. Contrariamente, Quinteros, R. (2012, p. 47) enfatiza, que la formación de los órganos (brotes foliares) influyeron en gran manera el crecimiento de los brotes, es por este criterio existe este reordenamiento donde la “maruba” finalmente aparece como una de las variedades de manzana que mejor rendimiento tuvo en torno a la formación de brote.

Número de brotes en los esquejes de ciruelo

Según los datos obtenidos en el ANVA, para la variable número de brotes por esqueje de ciruelo, no se observó las diferencias significativas entre tratamientos aplicados con diferentes tipos de sustratos (50% de tierra del lugar, 40% de cascarilla de arroz, café, aserrín y 10% de arena). Entre bloques tampoco es significativo. Su coeficiente de variación (C.V.) alcanzó a 25 %, lo que demuestra que los datos obtenidos no son dispersos y están dentro de los rangos aceptables.

La comparación de medias Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de brotes de ciruelo entre tratamientos. El T4 (turba) y T3 (aserrín) tuvieron una media de más de 3

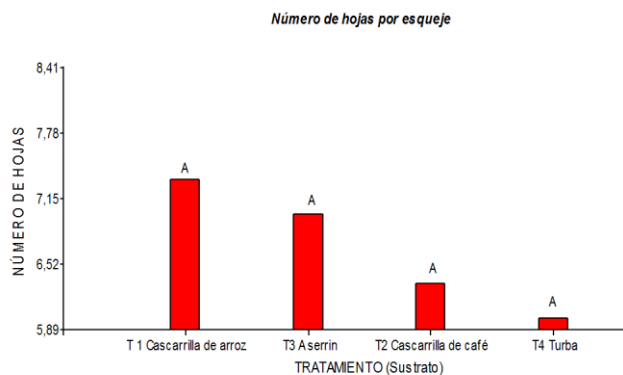
brotes por cada esqueje. En cambio, el T2 y T1 mostraron la media de 1 brote por esqueje. Asimismo, las medias entre tratamientos aplicados con diferentes sustratos no son significativas a un nivel de significancia de 95%. Por lo tanto, los sustratos no mostraron efectos sobre el número de brotes. Por su parte Infoagro (2010) citado por Ojeda, E. (2011), manifiesta que es uno de los frutales más rústicos y fáciles de cultivar, resiste bien las bajas temperaturas. Sin embargo, prefiere los climas templados, pero se desarrolla bien en climas relativamente fríos, con tal de cultivarlo en sitios bien abrigados.

Número de hojas en los esquejes de pera

Según los datos obtenidos en el ANVA, para la variable número de hojas por esqueje de la pera, no se observó diferencias significativas entre tratamientos aplicados con diferentes tipos de sustratos. De la misma manera, no son significativos entre bloques. Su coeficiente de variación (C.V.) alcanzó a 25,00 %, lo que demuestra que la variación de los datos obtenidos no es dispersa.

Figura 2.

Comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número de hojas de pera entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2, se muestra la comparación de medias entre los tratamientos para la variable número de hojas en los esquejes de pera. El T1 reportó una media de más de 7 hojas por cada esqueje. T3 mostró una media de 7 hojas por cada esqueje. En cambio, el T2 tuvo más de 6 hojas por esqueje. Finalmente, el T4 mostró la media de más de 6 hojas por esqueje. Asimismo, las medias entre tratamientos aplicados con diferentes sustratos no son significativas, entonces los sustratos aplicados no influyeron en la formación de hojas de pera propagada por esquejes en el altiplano central.

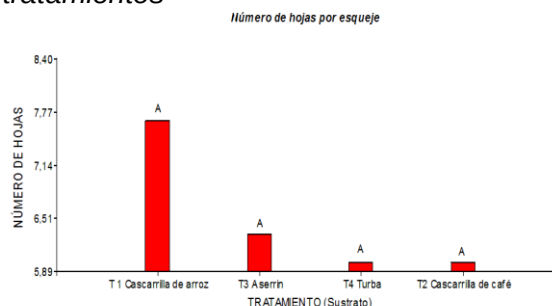
Sánchez, M. et al. (2013, p. 61) mencionan que los árboles de pera crecen en altitudes desde los 1958 a los 2637 m, y se encuentran entre los 19° 08' 11.0'' grados de latitud y los 97° 8' 8.9'' de longitud en la región central de Veracruz, México. Esta especie se produce en nuestro país en las regiones de Valle, donde la altitud es similar a lo que mencionan los autores citados anteriormente.

Sin embargo, la región de Kallutaca, donde se hizo esta investigación, pertenece a la región del altiplano. Las temperaturas bajas registradas en invierno (junio, julio y agosto) dentro del vivero fueron -6 °C, la humedad relativa fue baja y la altitud es de 3903 m. El suelo del lugar tiene textura franco arcilloso con un pH acuoso de 9. Por lo tanto, se puede indicar que los factores mencionados, influyen negativamente en la formación de hojas.

Número de hojas en los esquejes de manzana

De acuerdo a los datos obtenidos en el ANVA, para la variable número de hojas por esqueje de la manzana, no mostró las diferencias significativas entre tratamientos aplicados con diferentes tipos de sustratos. Asimismo, entre bloques no son significativos. Su coeficiente de variación (C.V.) alcanzó a 16,42 %, que demuestra que la variación de los datos obtenidos está dentro de los rangos aceptables.

Figura 3.
Comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número de hojas de manzana entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3, se muestra la comparación de medias entre los tratamientos para la variable número de hojas en los esquejes de manzana. El T1 reportó más de 7 hojas por esqueje, siendo superior. El tratamiento T3 tuvo más de 6 hojas por esqueje. Los tratamientos: T4 y T2 tuvieron una media de más de 6 hojas respectivamente. Asimismo, se puede apreciar que las medias entre tratamientos aplicados con diferentes sustratos no son significativas a un nivel de significancia de 95%. Por lo tanto, los sustratos no influyeron en la formación de hojas a partir de los esquejes de manzana propagadas en el altiplano central.

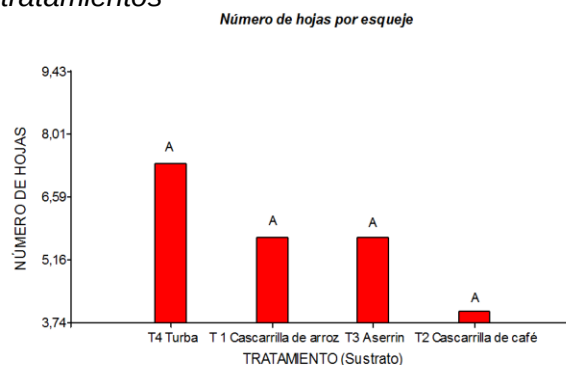
Con respecto a esta variable Quinteros, R. (2012, p. 66) con el uso de enraizadores reportó mayor número de hojas con 8,55 hojas, lo cual se debe a la influencia de la emisión de raíces y el desarrollo de las mismas, que directamente induce a mayor crecimiento, desarrollo y mayor número de hojas. Sin embargo, este resultado es poco diferente a los datos obtenidos en el presente estudio.

Número de hojas en los esquejes de ciruelo

Según los datos obtenidos en el ANVA, para la variable número de hojas de ciruelo por esqueje, no se observó las diferencias significativas entre tratamientos

aplicados con diferentes tipos de sustratos. Asimismo, entre bloque es no significativo. El coeficiente de variación (C.V.) alcanzó a 29,19 %, siendo elevado, pero está dentro del rango permisible.

Figura 4.
Comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número de hojas de ciruelo entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4, se muestra la comparación de medias entre los tratamientos para la variable número de hojas en los esquejes de ciruelo. Donde, El T4 tuvo una media de más de 7 hojas por esqueje. Mientras los tratamientos: T1 y T3 mostraron una media de más de 5 hojas en cada esqueje. Por último, el T2 reportó 4 hojas por esqueje. Asimismo, se puede ver que las medias entre tratamientos aplicados con diferentes sustratos no son significativas a un nivel de significancia de 95%.

Los factores ambientales y la altitud del lugar de estudio (3903 m.) del altiplano (Kallutaca) influyeron en el bajo desarrollo de las hojas del ciruelo propagada por esquejes. Al respecto, Calvo, I. (2009, p. 3) señala que

el ciruelo puede ser trasplantada hasta los 700 msnm en zonas templadas, pero en el caso de latitudes tropicales, el ciruelo se produce en zonas que van desde los 1.500 hasta los 2.300 msnm, además, requiere de bajas temperaturas para establecer la fase de inactividad y llenar su requerimiento de horas frío, lo cual en nuestras condiciones se obtiene a mayores altitudes sobre el nivel del mar. La temperatura óptima para su desarrollo está entre 12° a 22°C, sin embargo, dependiendo de la variedad, suele resistir bastante bien las bajas temperaturas. En cambio, en Kallutaca las temperaturas en la época de invierno llegaron hasta -6 °C.

Identificación y caracterización de las principales especies frutícolas establecidas en el altiplano.

En la región del altiplano central no es muy común la producción de especies frutícolas como: la pera, la manzana, el ciruelo y el durazno. Sin embargo, muy pocas personas tienen plantaciones de ciruelo y durazno en la ciudad de El Alto dentro de sus lotes y en algunas zonas periféricas.

En la región del municipio de Laja un productor realiza la propagación de especies frutícolas bajo ambiente cerrado. Pero, no se pudo evidenciar la producción de frutales para consumo humano. Simplemente, hay ensayos de propagación de estas especies por vía asexual (esquejes).

Por otro lado, en la estación experimental de Kallutaca, se hizo las plantaciones de ciruelo, manzana y durazno en campo abierto en la gestión 2019, hasta la fecha solo se pudo ver el crecimiento de follaje, posiblemente, sea a las condiciones ambientales desfavorables para la fructificación. Las especies frutícolas mencionadas suelen requerir una temperatura del ambiente mayor a 20 °C y una humedad relativa de más 70%.

Evaluación de las condiciones fitosanitarias de especies frutícolas en diferentes zonas del Altiplano boliviano.

Realizado el diagnóstico sobre la presencia de plagas y enfermedades en las especies frutícolas en el altiplano, no se evidenció la presencia de plagas en las plantas frutales. Asimismo, no se evidenció la existencia de fitopatógenos. Entonces, se puede decir que la condición del ambiente del altiplano no es muy favorable para la propagación y desarrollo de los fitopatógenos en los frutales, Ya que están ligados al medio ambiente. Sin embargo, en la región del Valle suelen ser atacadas por diferentes tipos de enfermedades como: la roya, moniliasis, torque del duraznero, oídio, agalla de la corona, etc. Debido a que las condiciones ambientales son más favorables para la propagación y desarrollo de las enfermedades.

Fisiopatías

Los frutales propagados en vivero frutícola han sido causados por fisiopatías como: la helada debido a las bajas temperaturas ha dañado a las primeras hojas causando la desorganización del protoplasma celular y la muerte de los tejidos y posterior ennegrecimiento de las hojas. El cual, alteró la fisiología de las plantas propagadas por esquejes.

Conclusiones

Las conclusiones de la presente investigación son los siguientes:

El comportamiento agroecológico de las especies frutícolas propagadas por esquejes en condiciones del altiplano central con la aplicación de diferentes tipos de sustratos (tierra del lugar, cascarilla de arroz, cascarilla de café, aserrín, turba y arena con diferentes proporciones) en pleno invierno, a los 90 días, reportaron: el 78% de los esquejes de pera, han mostrado brotes y hojas; con relación a los esquejes de manzana propagas el 44,7% mostraron yemas brotadas y hojas; un 31% de esquejes del ciruelo, tuvieron presencia de brotes y hojas; por último, con respecto al durazno solo el 2,3% han mostrado la presencia de brotes y hojas siendo el menor porcentaje.

Por otro lado, las pruebas de comparación de medias de Duncan $\alpha=0,05$, con respecto a las variables: número de brotes brotadas por esquejes y número de hojas por esquejes de las especies frutícolas

(pera, manzana, ciruelo y durazno) no fueron significativos y se concluye que los sustratos orgánicos no influyeron en la brotación y formación de hojas. Por lo tanto, con el presente estudio, se evidencia que, en el altiplano central, no es común la producción de frutales, pero muy pocas personas producen ciruelo en sus casas en la Ciudad de El Alto y en otros lugares del altiplano. Además, las condiciones del clima del altiplano no son adecuadas para la producción de frutales.

Realizada la identificación y caracterización las principales especies frutícolas que se encuentran establecidas en el altiplano son: el ciruelo, durazno y manzana. Estas especies, se pudieron evidenciar en algunos hogares de la ciudad de El Alto. También se ha visto en el municipio de Laja. De la misma manera, se ha identificado el ciruelo en algunas partes del sector del Lago Titicaca.

Con respecto a las condiciones fitosanitarias de especies frutícolas caducifolias ambientadas en el municipio de diferentes zonas del Altiplano, realizada la evaluación y diagnóstico se pudo diagnosticar que las plantas frutícolas han sufrido algunas fisiopatías debido a las bajas temperaturas (heladas) tanto en vivero como en campo abierto y granizo que causa lesiones en las hojas, los cuales alteran la fisiología de la planta. Sin embargo, no se

encontró enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias y virus como suele ocurrir en los valles.

Referencias

- Calvo, I. (2009). *El cultivo de ciruelo (Prunus doméstica)*. Área: Manejo Integrado de cultivos/frutales de altura. San José.
- Darquea, Á. D. (2015). *Efecto de diferentes sustratos y dosis hormonales en el enraizamiento de estacas herbáceas de durazno (Prunus pérsica) var. Guaytambo*. Trabajo de investigación. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos.
- Instituto Geográfico Militar (IGM). (2005). *Carta Nacional*. Mapa Turístico del Departamento de La Paz. La Paz.
- Ojeda, E. (2011). *Eficiencia en la propagación por injerto de ciruelos (Prunus spp.), en melocotón (Prunus pérsica C.V.) Abridor Blanco*. Trabajo de investigación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato.
- Quinteros, R. (2012). *Efecto de tres tipos de enraizadores en dos patrones de injerto de manzano (Malus sylvestris), en la localidad de Tiraque-Cochabamba*. Tesis de grado. UMSA. La Paz.
- Quispe, L. (2016). *Diagnóstico del sistema de producción frutícola en las comunidades de Yacupampa y Chorocona municipio de Inquisivi, Dpto. La Paz*. Tesis de Grado. UMSA. La Paz.
- Ramírez, M. (2019). *Evaluación del desarrollo de estacas de durazno GXN GARNEM bajo diferentes tipos de sustratos en condiciones controladas en la ciudad de El Alto*. Tesis de Grado. UMSA. La Paz.
- Sánchez, M.; Cruz, J. C. e Inurreta, H. D. (2013). Agronomía y ambiente de la pera (*Pyrus communis* L.) en la región central de Veracruz. *Revista de geografía agrícola*. Núm. 50-51. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.