



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
RECTORADO – VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Dr. Carlos Condori Titirico

RECTOR

Dr. Efraín Chambi Vargas Ph.D.

VICERRECTOR

Dr. Antonio López Andrade Ph.D.

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Laoreano Coronel Quispe

DECANO ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Ing. Daniel Condori Guarachi

DIRECTOR CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Ing. Edwin Guarachi Laura

COORDINADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSGRADO

COMITÉ DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE CARRERA

Dr. Bruno Condori Ali Ph.D.

Dr. Francisco Flores Lopes Ph.D.

M.Sc. Rogelio Maydana Apaza

JEFE EN EDITOR

Ing. Edwin Guarachi Laura

Ing. Pedro Mamani Mamani

IMPRESIÓN Y DISEÑO

CREA PRINT

Av. Sucre "A" esq. callejón 21 de Noviembre

Tel.: 76751390

El Alto - Bolivia

NÚMERO DE DEPÓSITO LEGAL

4-3-80-12 P.O.

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Teléfonos: (591-2) 2-115231 / (591-2) 2-844177

Fax: (591-2) 2-845800

www.upea.edu.bo

El Alto - Bolivia

PRESENTACIÓN

El crecimiento permanente de la población trae como consecuencia el aumento de las necesidades sociales, económicas y productivas que deben ser atendidas. Esta situación requiere la búsqueda de nuevas alternativas que viabilicen y contribuyan con la solución de problemas emergentes.

Los sistemas social, económico y productivo en el Estado Plurinacional de Bolivia requieren una constante renovación e innovación que los fortalezcan. Ante esta realidad la Universidad Pública de El Alto cumple con su responsabilidad social a través de la realización de actividades impulsoras de investigación en ciencia y tecnología en las diferentes áreas cognoscitivas que dan solución a los problemas y brindan una proyección promisoría hacia el futuro.

La Universidad Pública de El Alto se complace en presentar el trabajo realizado por el Instituto de Investigación, Extension Agrícola y Posgrado de la Carrera Ingeniería Agronómica, plasmado en la presente revista de Ciencia y Tecnología que contiene los artículos científicos elaborados por investigadores docentes y estudiantes de esta casa superior de estudios, con la finalidad de poner en conocimiento de la comunidad académica y científica, los avances y resultados de las investigaciones científicas orientadas al progreso social, económico y productivo.

Los nuevos resultados expuestos en los artículos científicos de la presente revista, reflejan la seriedad y veracidad de los trabajos publicados, sustentados en la aplicación de métodos valederos en la investigación científica; no obstante, la integridad de la información científica expuesta es de responsabilidad exclusiva de los autores.

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

†

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Antecedentes

La creación de la carrera de Ingeniería Agronómica tiene el mismo proceso que la fundación de la Universidad Pública de El Alto y ligada a las otras carreras debido a la necesidad de la población alteña que demanda profesionales de esta área dada la implicancia y la importancia agropecuaria para el país.

Ley N° 2556 de fecha 12 de noviembre de 2003 le concede plena autonomía universitaria conforme al mandato constitucional a la Universidad Pública de El Alto y por ende a la carrera de Ingeniería Agronómica.

Agronomía inicialmente se denominó Ingeniería Agropecuaria, perteneciente al Área de Salud y Medio Ambiente, aunque su relación académica es próxima a la Tecnológica donde la carrera se proyecta a ser una facultad donde las semiespecialidades lleguen a constituir en carreras.

Objetivos Pedagógicos Competencias en la línea curricular producción vegetal

- Tiene sólidos conocimientos de la anatomía, taxonomía, fisiología y procesos bioquímicos de las plantas.
- Es capaz de planificar, coordinar y ejecutar la producción agrícola, con criterios de sostenibilidad y conservación de los recursos naturales.
- Es capaz de implementar proyectos de investigación para mejorar las técnicas de producción y manejo ecológico, integrado de plagas y enfermedades.
- Comprende los procesos bioquímicos de las plantas y los principios y aplicaciones de la genética.
- Tiene conocimientos sólidos para el mejoramiento de cultivos para incrementar su rendimiento y calidad.

Competencias en la línea curricular producción animal

- Posee sólidos conocimientos de zootecnia de especies menores y mayores que le permiten realizar producción pecuaria de calidad como componente de los agros ecosistemas.
- Tiene conocimientos necesarios de sanidad, nutrición y alimentación animal para realizar producción pecuaria eficientemente.
- Posee sólidos conocimientos de producción animal que le permitan en manejo adecuado de la producción pecuaria sin menoscabo de su calidad.
- Capaz de integrar la actividad pecuaria y agrícola con un enfoque de sistema de producción y con criterios de conservación de los recursos naturales.

Competencias en la línea curricular suelo y agua

- Posee la capacidad de caracterizar e interpretar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Tiene la capacidad para manejar y recuperar suelos contaminados.
- Posee conocimientos geológicos y mecánicos del suelo para implementar infraestructuras productivas e hidráulicas en el área rural.
- Posee la capacidad de caracterizar e interpretar las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua.
- Es hábil para medir e interpretar las variables climáticas
- Posee conocimientos de hidrología aplicadas a actividades agropecuarias (precipitación, escurrimiento, evapotranspiración potencial, evapotranspiración

- actual) para el manejo de cuencas.
- Es hábil para planificar e implementar infraestructuras hidráulicas con obras pequeñas, medianas y grandes.
- Diseña, implementa y maneja sistemas de riego.

Competencias en la línea curricular forestal

- Comprende e interpreta las relaciones entre plantas y animales con su medio ambiente en el ecosistema forestal y agro ecosistema. Tiene capacidad para planificar el uso y conservación del recurso natural renovable (bosque).
- Posee la capacidad para diseñar e implementar sistemas agrosilvopastoriles sostenibles ecológica y económicamente.

Misión

Formar profesionales con alta capacidad técnica y científica, consciente del poder de conocimiento y comprometidos con el desarrollo rural sostenible, con libertad de pensamiento, dignidad, solidaridad, reciprocidad, respeto a la naturaleza y al prójimo, para responder con convicción frente a los grandes desafíos y oportunidades del mundo globalizado.

Visión

Constituirse en una unidad académica de excelencia, referente a nivel nacional e internacional, que forma jóvenes profesionales del país, para desempeñar trabajos; en producción agrícola pecuaria y silvicultura, en diferentes pisos ecológicos para satisfacer de forma oportuna y eficiente a la demanda creciente de alimentos.

PRÓLOGO

El Instituto de Investigación, Extensión Agrícola y Posgrado (IINEAP) tiene las atribuciones y capacidades de generar investigaciones para contribuir al desarrollo socioeconómico productivo y brindar con soluciones tecnológicas, enmarcado en el Plan Estratégico y las líneas de investigación de la Carrera Ingeniería Agronómica.

La Investigación Científica es uno de los elementos más importantes al igual que la producción de conocimientos y culminar el proceso de Investigación publicando el trabajo realizado, ya que los Artículos Científicos son en realidad el elemento final de la Investigación. Este orden de competencias, centra a la investigación como el primer eslabón en el proceso de innovación, de esta manera los docentes y estudiantes investigadores de la Carrera Ingeniería Agronómica encuentran en la Revista Biósfera, un espacio formal para la publicación y socialización de los resultados de investigación científica, como un paso fundamental en la generación de conocimientos válidos y reconocidos por la comunidad científica.

Por la importancia elogiar a este grupo de Estudiantes y Docentes, ya que el resultado de esta Revista traduce su dedicación, esfuerzo y compromiso de los autores en todos y cada uno de los Artículos que permiten transmitir hallazgos, experiencias. A los que debemos rendir un homenaje aplaudiéndolos por tan encomiable esfuerzo. Elogiamos el trabajo de todos los docentes involucrados, aconsejando, sugiriendo, motivando, acompañando y revisando los trabajos mencionados. Así como agradecer a las Autoridades de nuestra Carrera y del Área Ciencias Agrícolas Pecuarias y Recursos Naturales, solicitarles continúen incentivando este tipo de actividades y agradecer al Comité de Producción de Intelectual de la Revista Científica "Biósfera" por el trabajo realizado.

En este contexto, la revista Científica que en su 5ta edición, reúne un conjunto de artículos científicos que se convierten en un gran aporte para el conocimiento agropecuario enmarcado en las diferentes líneas de investigación de la Carrera Ingeniería Agronómica.

Deseando que todo el resto del plantel Docente y Estudiantil participen en las futuras ediciones y colaboren en el enriquecimiento de esta Publicación oficial del Instituto de Investigación, Extensión Agrícola y Posgrado (IINEAP), Carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto.

Ing. Edwin Guarachi Laura

COORDINADOR

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y POSGRADO

INGENIERÍA AGRONÓMICA

ÍNDICE

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y FACTORES PRODUCTIVOS DE FRUTALES EN CONDICIONES DEL ALTIPLANO CENTRAL	1
EVALUACIÓN DE INDICES PRODUCTIVOS EN LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DE GALLINA CRIOLLA PROCEDENTES DE DOS POBLACIONES, SANTA FE, MUNICIPIO LA ASUNTA Y QUELLANI, MUNICIPIO DE LAJA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA	9
CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA EN CALIDAD Y USOS EN LA COMUNIDAD CORPUMA DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA – LA PAZ	16
EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS PRADERAS NATIVAS DEL PARQUE NACIONAL SAJAMA, A TRAVÉS DE SENSORES REMOTOS	24
DIAGNÓSTICO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS DEL CULTIVO DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.) EN CUATRO LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CARANAVI	33
ESTUDIO DE LOS INDICADORES CLIMÁTICOS COMO UN SABER DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>) EN LA COMUNIDAD TAYPI DE LA CUENCA CORPUMA	46
EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) CON LA INCORPORACIÓN DEL BIOCARBÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO, COMUNIDAD UYPACA MUNICIPIO DE ACHOCALLA	57
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLÓGICAS DEL Q'AWCHI (<i>Suaeda foliosa</i> Moq.) EN BASE A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ESTIÉRCOL DE LLAMA, EN CONDICIONES CONTROLADAS, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KIPHAKIPHANI – VIACHA	66
ESTRATEGIAS ANCESTRALES EN AGRICULTURA PARA COMBATIR EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA CORPUMA DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA	75
CARACTERIZACIÓN Y USO DE PLANTAS MEDICINALES EN AFECCIONES HEPÁTICAS EN LA CUENCA CORPUMA MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA – LA PAZ	84
COMPORTAMIENTO DEL CAFÉ (<i>Coffea arabica</i>) SELECCIÓN LOCAL COIPSA CON TOLERANCIA A ENFERMEDADES FUNGOSAS EN DIFERENTES DOSELES DE SOMBRA EN SAN PABLO – CARANAVI	95

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 Mamani¹

¹ Ingeniero Agrónomo, 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

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

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.

El objetivo del presente trabajo fue: evaluar los sustratos y factores productivos de frutales en condiciones del altiplano central.

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. 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 arroz, cascarilla de café, aserrín y turba, respectivamente e incorporando el 10% de arena. Los tratamientos fueron: T1 (cascarilla de arroz), T2 (cascarilla de café), T3 (aserrín) y T4 (turba).

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.

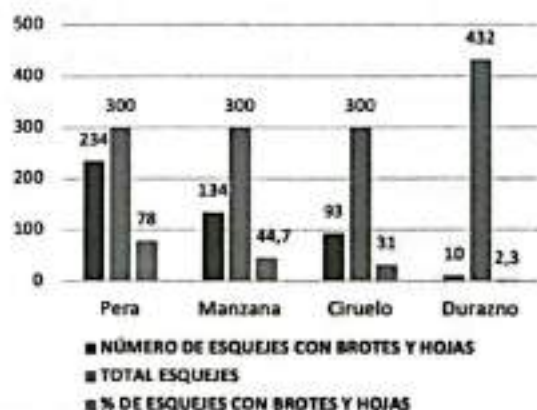
En el procedimiento, se consideró las siguientes fases: preparatoria, trabajo de campo, toma de datos, evaluación, sistematización y análisis de resultados.

Resultados y Discusión

Comportamiento botánico de las especies frutícolas en el altiplano.

Figura 1.

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



Fuente: Elaboración propia.

La figura 1, muestra el comportamiento de los esquejes frutícolas propagados; 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 mostraron hojas y brotes, y representa al 78%. Los esquejes de manzana, de un total de 300 unidades, 134 tuvieron yemas brotadas y hojas, que equivale al 44,7%. Los 300 esquejes de ciruelo, 93 mostraron 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 de los frutales.

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 probablemente sea 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. 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 (aserrín) y T4 (turba) 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 no influyeron 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. 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 tuvo una media de cerca de 2 brotes por esqueje. El T4, T3 y T2 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%. Por lo tanto, los diferentes sustratos no influyeron en la brotación de esquejes de manzana en el altiplano central bajo invernadero.

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. 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.

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.

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.

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, 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.

Conclusiones

Las conclusiones de la presente investigación son las siguientes:

El comportamiento 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, fue distinto a los del valle. Los días a la brotación y formación de hojas fueron a los 90 días. Asimismo, el porcentaje de plantines con presencia de hojas fue bajo en vivero, siendo estadísticamente no significativo.

Referencias bibliográficas

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, Mexico.*

EVALUACIÓN DE INDICES PRODUCTIVOS EN LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL DE HUEVOS DE GALLINA CRIOLLA PROCEDENTES DE DOS POBLACIONES, SANTA FE, MUNICIPIO LA ASUNTA Y QUELLANI, MUNICIPIO DE LAJA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA

Evaluation of productive indexes in the artificial incubation of creole hen eggs from two populations, Santa Fe, la Asunta municipality and Quellani, Laja municipality in the experimental center of Kallutaca

Reinaldo Mendoza Segovia¹, Nora Quispe Quispe.²

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

2 Ingeniera Zootecnista, Docente Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto - Bolivia.

Resumen

La investigación se realizó en la estación experimental de Kallutaca Carrera de Ingeniería Agronómica, ubicado en el municipio de Laja en los meses de Junio y Julio gestión 2022. Donde se usaron 4 incubadoras automáticas con capacidad de 30 huevos cada una, las cuales contaban con control automática de temperatura, volteo automático y en cuanto a la humedad fue de manera manual variando la cantidad de agua colocados en vasos de 250ml con la ayuda de un higrómetro. Incubar huevos criollos en la zona del altiplano de manera natural presenta complicaciones debido a los factores climáticos, el objetivo fue evaluar los índices productivos en incubación artificial del huevo de gallina criolla procedentes de dos regiones. Los resultados obtenidos fueron: en el porcentaje de fertilidad de los huevos se obtuvo un 71.66% para los, procedentes de Santa Fe y de 58.33% para la comunidad de Quellani. En la mortalidad embrionaria ambas muestras fueron estadísticamente similares, considerando solo el total de los huevos fértiles procedentes de Santa Fe un 60.46% y para la comunidad de Quellani un 51.42% y en la variable porcentaje de eclosión, los huevos procedentes de Quellani, es decir que de todos los huevos fértiles introducidos en la incubadora el 57.8% completo el desarrollo dentro del cascaron y logro picar el cascaron y salir de él, por otra parte los huevos procedentes de la comunidad Santa Fe, presentaron un 48.3% de eclosión.

Palabras claves: Incubación artificial, eclosión, huevos fértiles

Abstract

The research was carried out at the experimental station of Kallutaca Carrera de Ingeniería Agronómica, located in the municipality of Laja in the months of June and July management 2022. Where 4 automatic incubators with a capacity of 30 eggs each were used, which had control automatic temperature, automatic turning and in terms of humidity it was manually varying the amount of water placed in 250ml glasses with the help of a hygrometer. Incubating creole eggs in the altiplano area naturally presents complications due to climatic factors, the objective was to evaluate the productive indices in artificial incubation of creole chicken eggs from two regions. The results obtained were: in the percentage of fertility of the eggs, 71.66% was obtained for those from Santa Fe and 58.33% for the Quellani community. In embryonic mortality, both samples were statistically similar, considering only the total fertile eggs from Santa Fe 60.46% and for the Quellani community 51.42% and in the hatching percentage variable, the eggs from Quellani, that is to say that of all the fertile eggs introduced in the incubator, 57.8% completed the development within the shell and managed to break the shell and come out of it, on the other hand the eggs from the Santa Fe community, presented a 48.3% hatching.

Keywords: Artificial incubation, hatching, fertile eggs.

Introducción

En la producción avícola, las incubadoras de huevo se utilizan para dar vida a los pollos de engorde o postura, reemplazando a la gallina en su proceso natural de incubación, manteniendo unas condiciones ambientales controladas de temperatura y humedad relativa, así como un movimiento oscilante de los huevos creando las mejores condiciones para el desarrollo del embrión, el cual, en un tiempo aproximado de veintiún días estará listo para eclosionar del cascaron y comenzar su vida productiva.

El desarrollo de la industria aviar, estaría al margen de su apogeo actual, si estos equipos no participaran dentro del proceso; la gallina no siempre llega a la clueques (disposición del animal de incubar los huevos), por lo tanto, el porcentaje de producción si dependiera de estas aves sería muy bajo, además de los altos costos que esto acarrea.

La incubadora de huevos permite producir pollos en cualquier época del año, sin límites de producción, solo las impuestas por el equipo y por supuesto a un costo mucho menor (Pérez, 2019).

En la producción de aves criollas se encuentran dificultades como ser: bajo rendimiento, poca cantidad de huevos bajo porcentaje en la reproducción, por tal razón es necesario usar técnicas y equipos adecuados para su explotación y aprovechamiento.

La carne de pollo y los huevos de gallina criolla son una muy buena fuente de proteína que aportan a la seguridad alimentaria de las familias que se encuentran fuera de las ciudades o familias con escasos recursos.

También se conoce que algunas gallinas han logrado adaptarse muy bien a nuestra región y logrado multiplicarse

limitadamente, el huevo de estas gallinas ya tiene la información genética para desarrollarse en nuestro entorno, entonces usando la incubación artificial se aprovechara el potencial genético de estas aves.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en el departamento de La Paz Bolivia. En el centro experimental de Kallutaca ubicado en el Municipio de Laja cuyas coordenadas son 16°31'10" latitud sur y 68°19'03" longitud Oeste a una altitud de 3901msnm. El experimento se realizó en el ambiente de aves de postura en los meses de Junio y Julio de la gestión 2022.

Donde se emplearon 4 incubadoras automáticas de capacidad de 30 huevos cada una, las cuales contaban con control automática de temperatura, volteo automático y en cuanto a la humedad fue de manera manual variando la cantidad de agua dentro de dos vasos de 250ml, con la ayuda de un higrómetro.

Antes de cargar los huevos en las incubadoras se procedió a la desinfección, con una solución de hipoclorito de sodio en una dosis de 0.5ml por litro de agua aplicado mediante aspersión en los componentes internos de la incubadora y para los huevos con una dosis de 0.25ml por litro de agua tibia esta aplicada por inmersión dentro del preparado por un tiempo de 20 segundos por huevo, luego se procedió al enjuague con agua de grifo también tibio.

Al contar con cuatro incubadoras tuvimos la opción de acomodar 60 huevos provenientes de la población Santa Fe del Municipio de la Asunta en dos incubadoras cada una de 30 huevos de capacidad y 60

huevos de la población de Quellani Municipio de Laja en dos incubadoras de 30 huevos cada una. Cada huevo fue pesado y etiquetado con un número antes de ser puesto en las incubadoras.

Las condiciones programadas de las incubadoras fueron: la temperatura 37.5 - 38.0 °C (Hodgest, 1998) es decir que la temperatura se mantuvo dentro de ese rango. Para la humedad aproximadamente en 55% HR (Garza, 2006) esto se logró introduciendo un vaso lleno de agua, en la incubadora, desde el día 1 al 19 que es la fase de incubación. El volteo fue programado cada 2 horas.

Garza, (2006) desde el día 1 hasta el día 19 para los últimos tres días la condición de la incubadora debe cambiar de temperatura el mismo que se bajó a 5 °C y la humedad aumento hasta un 15% de HR y el volteo se apaga, a esto se conoce como programación para nacedora. En ambas etapas la ventilación fue de 17 y 25 cm²/min (UECAN, 2003).

A los 19 días de incubación se realizó la ovoscopia el cual consistió en una observación a través de la luz con la finalidad de cuantificar la fertilidad del lote de huevos en estudio, a la par se realizó las modificaciones ya mencionadas para la fase de nacedora.

El día 21 se observó y cuantifico la eclosión de los huevos. Al primer día de nacidos de los pollitos bebés encontrándose mojados se los dejó dentro de la nacedora para que los plumones secaran completamente, ya secos después de aproximadamente 24 horas fueron pesados y llevados a una criadora en donde contaba con agua y alimento y una temperatura promedio de 32 °C.

Día 22 en este día se procedió a vaciar las incubadoras, los huevos que no eclosionaron fueron abiertos para cuantificar la infertilidad, mortalidad embrionaria o también llamados huevos bomba y para refutar lo que se observó en la ovoscopia, vaciadas las incubadoras se procedió a retirar los restos de cascara, plumas, sangre y heces fecal, luego de limpiar con agua y detergente se procedió a desinfectar y a secar la humedad que quedo, una vez seco la incubadora puede ser usada nuevamente.

Para finalizar, los pollitos bebés fueron evaluados y observados por una semana lo que se cuantifico su mortalidad en la primera semana de vida.

Resultados y discusión

Huevos fértiles

En cuanto a la fertilidad de los huevos se obtuvo como resultado para los, procedentes de Santa Fe un 71.66% de fertilidad y para los de la comunidad, Quellani con un 58.33% de fertilidad.

Realizada la prueba de diferencia entre proporciones se obtuvo un valor de $p=0.12$ el cual es mayor que el 0.05 nivel de significancia, lo que nos indica que no existe diferencia significativa.

Figura 1.

Porcentaje de fertilidad



Pérez, (2019) realizó la comparación de los parámetros de incubación de huevos fértiles de reproductoras en gallinas livianas (lb-63- lb-64) en la planta de incubación Santa Isabel en la localidad de Cristal Mayu del departamento de Cochabamba logrando un porcentaje de fertilidad del 78%.

Huevos infértiles

En la incubación artificial de los huevos se cuantifico todos aquellos que no estaban fertilizados, de los 60 huevo de Santa Fe el 28.33% fueron huevos infértiles y de la comunidad de Quellani el 41.66% de infertilidad.

Realizada la prueba de diferencia entre proporciones se obtuvo un valor de $p=0.122$ el cual es mayor que el 0.05 nivel de significancia, lo que muestra que no existe diferencia significativa entre las muestras.

Figura 2.

Porcentajes de huevos infértiles



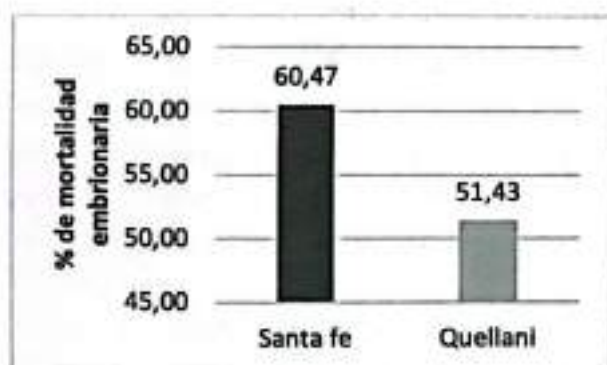
Mortalidad embrionaria

La mortalidad embrionaria se presentó en ambos grupos. Ambas muestras fueron estadísticamente similares ya que el valor de $p=0.423$ es mayor a al valor del nivel de significancia de 0.05 los porcentajes que

mostraron considerando solo el total de los huevos fértiles fueron los siguientes: Para los procedentes de Santa Fe un 60.46% y para los de la comunidad de Quellani un 51,42% de mortalidad embrionaria.

Figura 3

Porcentaje de mortalidad embrionaria



Huevos bomba

Ambas muestras presentaron huevos contaminados o infectados. Del total de los huevos incubados de la comunidad de Santa Fe, el 5% presentó este problema y la muestra de la comunidad de Quellani tuvo un 3% del total de los huevos, por otra parte, el valor de $p=0.648$ es mayor que el valor del nivel de significancia, lo que nos indica que no existe diferencia estadística entre ambas muestras.

Figura 4

Porcentaje de huevos bomba

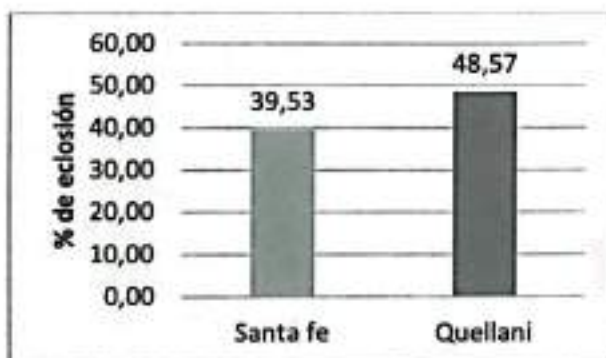


Eclosión

El porcentaje de eclosión o nacimiento de los pollitos en ambas muestras no tiene una diferencia significativa ya que presentó un valor de $p=0.423$ el cual es mayor que el nivel de significancia, por otra parte, los porcentajes obtenidos, considerando solo el total de los huevos fértiles fueron: para la muestra de la comunidad de Santa Fe un 39.53%, para los huevos provenientes de la comunidad de Quellani un 48.57% de pollitos nacidos.

Figura 5.

Porcentaje de eclosión



Plata, (2014) logró implementar tecnología artificial para la incubación de huevos de gallina para determinar la eficiencia de dicha incubadora realizó pruebas obteniendo resultados favorables esto se llevó a cabo en la UMSA ciudad de La Paz.

Mortalidad en la primera semana de vida.

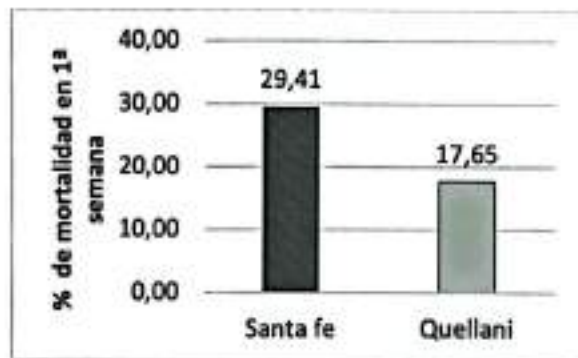
De todos los pollitos nacidos se cuantificó los que murieron en la primera semana de vida, los pollitos de la comunidad de Santa Fe presentaron un 29.41% de mortalidad. También se observó que la muestra de los pollitos de la comunidad de Quellani presentaron una mortalidad de 17.64% realizada la prueba de diferencia

UPEA - DICYT

entre proporciones se determinó que no existe diferencias significativas ya que el valor de $p=0.414>0.05$ nivel de significancia.

Figura 6.

Porcentaje de mortalidad en la primera semana de vida.



Conclusiones

Los valores en los índices productivos obtenidos del experimento muestran que es posible realizar la incubación artificial a 3901msnm, ya que se obtuvo unos porcentajes de eclosión de 39.53% para los huevos de la comunidad de Santa Fe y 48.57% para los de la comunidad de Quellani, es necesario mencionar que estos valores obtenidos se pueden mejorar aplicando técnicas de manejo para gallina criolla y mejorando el manejo del huevo fértil.

Cuando observamos la fertilidad de las muestras nos encontramos que en ambas poblaciones no se aplican ningún tipo de manejo o técnica de crianza ya que ambos presentaron porcentajes menores de 72% de fertilidad.

La mortalidad embrionaria supero el 50% esto se debe a diversos factores entre los cuales encontramos al manejo del huevo fértil, la edad de los reproductores, la alimentación

de los reproductores y también los parámetros de incubación con la temperatura, la humedad el volteo y la ventilación. También es un factor el diseño de la incubadora ya que la mayoría de estas máquinas están diseñadas para zonas cálidas o templadas estos problemas también afectan al porcentaje de eclosión

La mortalidad en la primera semana de vida muchas veces se da a causa de enfermedades, pero en el caso de los pollitos criollos estos nacen con mejores defensas, en el experimento la mortalidad fue por aplastamiento ya que en los meses de junio y julio las temperaturas son muy extremas.

Recomendaciones

Realizar investigaciones en la incubación de huevos en diferentes estaciones del año para ver el efecto de los factores climáticos adversos en la zona

Realizar investigaciones en incubaciones de huevos provenientes de aves de distintas comunidades del sector. Utilizar incubadoras o adecuarlas de acuerdo a las temperaturas de la zona en estudio como es el altiplano

Referencias bibliográficas

- Garza de la fuente. 2006. *Control de factores críticos en la avicultura*. Disponible en: http://ameveacolombia.org/datos/Embriodiagnostico_MEDELLIN_PDF. 150p
- Plata, Chana. 2014. *Tecnología artificial para la incubación de huevos de gallina*. Tesis lic. Ciudad de La Paz. Bolivia. UMSA. 126 p.
- Pérez, Revilla. 2019. *Comparación de los parámetros de incubación de huevos*

fértiles de reproductoras livianas (lb-63- lb-64) en la planta de incubación santa Isabel en la localidad de cristal mayu del departamento de Cochabamba. Diplomado en sanidad y producción aviar. Ciudad de Cochabamba, Bolivia, UMSS. 37p.

UECAN. 2004 *Instituto de Investigaciones Avícolas*, Minagri. Resultados de la producción de huevos en el mes de Junio del 2004 y acumulado del año, No 31: 8. La Habana. Cuba.

<https://avicultura.com/bolivia-sube-la-demanda-de-huevo-pero-baja-la-de-carne-de-pollo/#:~:text=En%202020%20el%20consumo%20per,sector%20productivo%20av%C3%ADcola%20del%20pa%C3%ADs.>

CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA EN CALIDAD Y USOS EN LA COMUNIDAD CORPUMA DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA – LA PAZ

Characterization of water sources in quality and uses in the Ayllu Corpuma of the Jesus of Machaca Municipality - La Paz

Jheimy Huanca Chejjo¹, Edwin Guarachi Laura²

¹ Ingeniera Agrónoma, Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia

² Ingeniero Agrónomo, Docente Coordinador, Instituto de Investigación, Extensión Agrícola y Posgrado (IIINEAP) Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia, 2022. Email: guarachi.egl.01@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tuvo por objetivo caracterizar la calidad de las fuentes de agua para el consumo humano y para el riego en la comunidad de Corpuma del Municipio Jesús De Machaca – La Paz, por medio de la identificación de las fuentes de agua; la determinación de las aguas para consumo humano según los parámetros físico-químicos y bacteriológicos; y el establecimiento de aguas para riego de acuerdo a los parámetros físico-químicos y normas H. Greene FAO, Riverside y L.V. Wilcox. El método de investigación fue descriptivo y comparativo. Según los resultados, se identificó seis fuentes de agua, de las que se obtuvo tres muestras, dos para consumo humano (época seca y húmeda), y otra para riego (sólo en época seca). De acuerdo a los resultados físico-químicos, las aguas para el consumo humano se encuentran dentro los valores aceptables según la NB-512 en época seca y húmeda, excepto la muestra FA-01 con dureza y sulfato en 600 mg/l y 439,1 mg/l que superan los valores máximos establecidos por la NB-512, además, según los parámetros bacteriológicos, hay presencia de Coliformes totales en la época húmeda y seca, asimismo, en época húmeda existe la presencia de *Escherichia coli*. La conclusión es que la fuente de agua no es apta para el consumo humano. Por el contrario, según los análisis físico-químico y normas internacionales (H. Greene FAO, Riverside y L.V. de Wilcox) río Corpuma es apta para riego.

Palabras clave: Caracterización, Calidad del agua, riego.

Abstract

The objective of this work was to characterize the quality of water sources for human consumption and for irrigation in the community of Corpuma in the Jesús of Machaca Municipality - La Paz, through the identification of water sources; the determination of water for human consumption according to physical-chemical and bacteriological parameters; and the establishment of water for irrigation according to physical-chemical parameters and standards H. Greene FAO, Riverside and L.V. Wilcox. The research method was descriptive and comparative. According to the results, six water sources were identified, from which three samples were obtained, two for human consumption (in dry and wet seasons), and another for irrigation (only in dry seasons). According to the physical-chemical results, the water for human consumption is within the acceptable values according to NB-512 in dry and wet seasons, except sample FA-01 with hardness and sulfate at 600 mg/l and 439.1 mg. /l that exceed the maximum values established by NB-512, in addition, according to bacteriological parameters, there is the presence of total coliforms in the wet and dry seasons, likewise, in the wet season there is the presence of *Escherichia coli* (*E. coli*). The conclusion has been that these waters are not suitable for human consumption. On the contrary, according to the results of the physical-chemical analysis and standards H. Greene FAO, Riverside and L.V. Wilcox from the waters of the Corpuma River, these waters are good for irrigation.

Keywords: Water sources, irrigation, total coliforms, *Escherichia coli*.

Introducción

En América Latina aproximadamente el 20% del total de las extracciones de agua, se utiliza para el consumo humano, y más del 70% se destina a la agricultura. El agua es el constituyente más importante del organismo humano, además, tiene gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza, lo cual no sólo se debe a sus propiedades físico-químicas como molécula bipolar, sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en él. En el 2011, se realizó un estudio denominado Clasificación de cuerpos de agua en función de su aptitud de uso en las sub cuencas de los ríos Huanuni y Palca Mayu departamento de Oruro, el resultado señala que los pobladores que usan el agua de río para consumo humano y animal, deben ubicar otras fuentes de abastecimiento o

en su defecto introducir métodos efectivos de purificación para consumirlo, debido a la contaminación por metales pesados provenientes de las actividades mineras y también a las aguas contaminadas por patógenos. La calidad del agua es una variable importante del medio hídrico.

De manera clásica, se entiende por calidad de agua al grupo de propiedades físicas, químicas y biológicas que definen que el agua sea apropiada para un uso determinado. Esta definición dio lugar a distintas normativas sobre calidad de agua, normas que establecen la calidad de agua y el uso que le corresponde, pero que no recogen los efectos y secuelas que la actividad humana tiene sobre las aguas naturales. En el Estado plurinacional boliviano, la Norma Técnica de Agua Potable-Requisitos 512, establece parámetros físico-

químicos y bacteriológicos del agua para consumo humano.

Por estas razones, el objetivo general de la presente investigación es caracterizar la calidad de las fuentes de agua para el consumo humano y para el riego, por medio en la comunidad de Corpuma del Municipio Jesús de Machaca – La Paz.

Materiales y metodología

El área establecida de estudio es de 9.26 km², se encuentra dentro del Ayllu Corpa, se sitúa en la región del Altiplano Norte, entre los paralelos 16°8'0" de latitud sur y 68°2'0" de longitud oeste con una altura de 3.800 a 4.741 msnm, ubicado al oeste de la ciudad de La Paz comunicada por dos carreteras, la primera por Viacha y la segunda por la carretera asfaltada Río Seco – Desaguadero (PDAO, 2011-2015).

Lipuma se encuentra en la región norte, que se constituye por montañas altas fuertemente disectadas, pendientes entre 5-12%, altitud de 4.018 msnm. Existen afloramientos rocosos, presencia de agricultura (papa, haba, quinua, cañahua, cebada y avena) al 5 %, ganadería (bovino, ovino) al 10%. El 85% son praderas nativas.

Puma chimuña se encuentra en la región norte. El lugar se constituye por montañas altas con disección fuerte, pendientes entre > 44%, altitud de 4.165 msnm., existen afloramientos rocosos, presencia de agricultura al 0% y ganadería (bovino, ovino) al 2%. El 98% de las praderas son nativas.

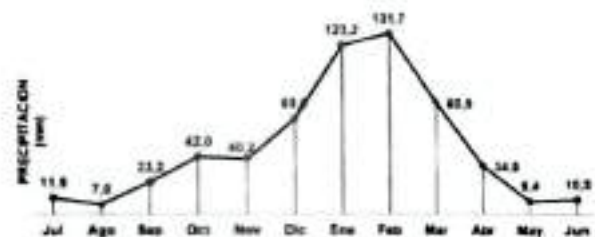
Factores climáticos de la cuenca

La precipitación anual promedio

alcanza los 603,3 mm, la mayor precipitación se registró en febrero con 131,7 mm y la menor precipitación en el mes de agosto con 7,0 mm. Siete meses presentan lluvias considerables mayor a 25 mm/mes denominándose época húmeda y cinco meses presentan lluvias considerables menores a 25 mm denominadas época seca, detallado en la Figura 5 representando el color azul como época húmeda y rojo época seca.

Figura 1.

Comportamiento pluvial

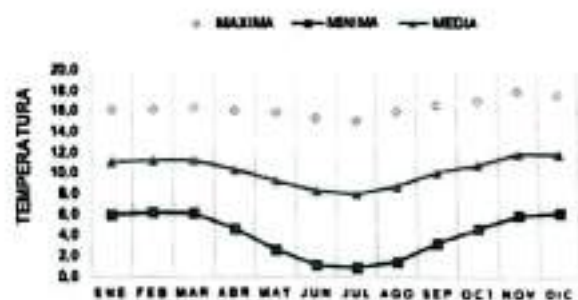


Fuente: Elaborado con base en SENAMHI (2015-2020).

De acuerdo al SENAMHI, las temperaturas anuales promedio alcanzaron 10 °C, la temperatura máxima registrada fue de 17,8 °C y su máxima baja con 14,9 °C ocurren en julio. la temperatura mínima alta registrada fue 6,2 °C en febrero y diciembre respectivamente, y su mínima baja con de 0,9 °C en el mes de julio.

Figura 2.

Comportamiento térmico



Fuente: Elaborado con base en SENAMHI (2015-2020).

Los materiales utilizados fueron: equipo de computación, lápiz, goma, cuadernos, carta topográfica Esc. 1:50 000, imagen satelital, programas de información geográfica, envases esterilizados para muestras de agua, botella de polietileno "pet" de 200 ml, botella "vidrio" de 200 ml, etiquetas de muestreo de agua, equipo GPS (Sistema de Posicionamiento Global), cinta métrica, brújula, cronómetro, fichas de campo, balde de 10,2,3 litros, tablero, cámara fotográfica, cuaderno de anotaciones, conservadora, materiales de laboratorio, Frascos de Polietileno "Pet" esterilizados, algodón, alcohol, pinza, guantes de látex, termómetro digital Hanna Instruments - Waterproof Combo Ph/Ec/Tds.

En la etapa dos, se identificaron las fuentes de agua que abastecen el consumo y el riego de toda la comunidad. Se eligieron seis fuentes de agua, en acuerdo con las autoridades de Corpumae ellas cinco son para consumo humano y uno para riego, de estas se obtuvo tres puntos de muestreo: campamento (FA 01), centro de salud (FA 02) y río Corpuma (AR 01). Los manantiales de Lipuma y Puma chinuña abastecen a toda la comunidad; Mujsauma 1, 2 y 3 abastece al centro de salud e instituto agropecuario. Mientras que el río Corpuma es la fuente principal para el riego de cultivos.

Cuadro 1.

Número de muestras y sus códigos

N°	Punto de muestreo	Códigos	Uso	Beneficiarios
1	Campamento	FA 01	Consumo humano	116 familias
2	Centro de salud	FA 02	Consumo humano	17 familias
3	Río Corpuma	AR 01	Riego	31 familias

Así mismo en esta etapa, se procedió a la toma de muestras de parámetros físico-químicos y parámetros bacteriológicos para agua potable según los procedimientos de la norma Boliviana de toma de muestras NB-496. Y finalmente la toma de muestra del río Corpuma para riego según estándares de normas internacionales.

En la tercera fase, se hizo el análisis físico-químico y bacteriológico de las muestras de agua identificadas y respectivamente codificadas para consumo humano y riego en el Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (UMSA) y Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (UMSS), según estándares de normas Boliviana toma de muestras NB-496. En esta misma fase, se elaboró mapas temáticos según el sistema de información geográfica (SIG). El sistema ayudó a ubicar las seis fuentes de agua de forma gráfica.

Variables de respuesta

Parámetros físico-químicos del agua potable: pH, conductividad, turbiedad, cloro, color, sólidos disueltos, alcalinidad, calcio, nitrato, dureza, hierro, magnesio.

Parámetros bacteriológicos del agua potable: manganeso, sodio, sulfato, Coliformes totales y Escherichia coli.

Parámetros físico-químicos de agua para riego: Ph, amonio, conductividad, magnesio, sodio, potasio, sólidos disueltos, bicarbonatos, carbonatos, fósforo total, nitrato, sulfatos y boro.

La muestra de agua para riego se evaluó según las normas H. Greene FAO, Riverside y L.V. Wilcox.

Resultados y discusión

Identificación y caracterización fislográfica de fuentes de agua

Los siguientes cuadros muestran las cualidades de las fuentes de agua para consumo humano de los manantiales Lipuma y Puma chimuña, y de las fuentes subterráneas de Mujsuma 1, Mujsuma 2 y Mujsuma 3.

Cuadro 2.

Fuentes de agua para consumo humano

Lipuma			
Tipo de fuente	Sector	Caudal	Ubicación geográfica
Manantial	Cruz Pata	Época seca: 0.6 l/s = 600 ml Época húmeda: 1.5 l/s = 1500 ml	Este = 514908 Norte = 8158417
Puma Chimuña			
Manantial	Isquillan	Época seca: 0.78 l/s = 780 ml Época húmeda: 2.1 l/s = 2100 ml	Este = 516018 Norte = 8158242

Cuadro 3.

Rio Corpuma

Rio Corpuma		
Tipo de fuente	Caudal	Ubicación geográfica
Superficial	Época seca: 6,5 l/s Época húmeda: 16 l/s	Este = 515438 Norte = 8156476

El rio Corpuma es la fuente principal para riego, ya que, desde el punto de aforo del rio, abastece a 31 familias en el riego. Se encuentra en la región norte, se constituye por montañas altas fuertemente disectadas, pendientes entre 5-12%, altitud de 4078

msnm, con presencia de rocas sedimentadas arenisca, con una agricultura (papa, haba, quinua, cañahua, cebada y avena) al 2% y ganadería (bovino, ovino) al 10%, donde el 97% de las praderas son nativas.

Parámetros físicos-químicos de aguas para consumo humano

El siguiente cuadro expresa los resultados obtenidos de las dos muestras en las épocas seca y húmeda según los parámetros mínimos y básicos.

Cuadro 4.

Comparación de parámetros físico-químicos, según NB-512, en épocas seca y húmeda.

Parámetros	Unidad	Época seca		Época húmeda		Valor máximo aceptable
		FA 01	FA 02	FA 01	FA 02	
Mínimo						
pH		7,88	7,8	7,07	7,51	6,5 – 9,0
Conductividad	µS/cm*	665,5	520	1.074	782	1.500
Turbiedad	UNT	0,8	0,45	0,52	2,25	5
Cloro	mg/l	—	—	—	—	0,2 – 1,0
Básico						
Color	UV C	1	1	2,5	7,5	15
Sabor y olor	Aceptable					Debe ser aceptable
Sólidos disueltos	mg/l	447	348	976	614	1.000
Alcalinidad	mg/l	118,75	138,8	104	160	370
Calcio	mg/l	106,21	88,18	176,35	144,29	200
Nitrato	mg/l	0,56	3,5	2,34	7,04	45
Dureza total	mg/l	300	235	800	415	500
Hierro	mg/l	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,3
Magnesio	mg/l	8,54	3,66	38,68	13,36	150
Manganeso	mg/l	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,1
Sodio	mg/l	16,86	14,77	25,5	19,6	200
Sulfato	mg/l	194,26	108,7	439,1	215,64	400

Fuente: Elaborado con base en laboratorio (UMSA-UMSS) y NB- 512.

Según el cuadro 5, no hay presencia de cloro en ambas épocas, ya que mínimamente debería haber 2,0 mg/l, por lo tanto, las aguas de ambas fuentes no son aptas para consumo humano. Además, no hay presencia de cloro en ambas épocas, ya que el agua mínimamente debería contener 2,0 mg/l, por lo tanto, las aguas de ambas fuentes no son aptas para el consumo humano.

Parámetros bacteriológicos de aguas para consumo humano

En el análisis de los parámetros bacteriológicos, se evalúa dos aspectos: los Coliformes totales y la *Escherichia coli*, y los valores máximos aceptables para estos parámetros son de 0 UFC/100 en ambos casos, según la NB-512.

Cuadro 5.

Comparación de parámetros bacteriológicos según la NB-512 en distintas épocas

Parámetro	Ud.	Época seca		Época húmeda		Valor máximo aceptable
		FA 01	FA 02	FA 01	FA 02	
Coliformes totales	UF C/m l	38	2	1.000	600	0 UFC/100
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	UF C/m l	0	0	<1	<1	0 UFC/100

Fuente: Elaborado con base en laboratorio (UMSA-UMSS) y NB-512

Según el cuadro 6, en la época seca, se observa que existe la presencia de coliformes totales en la FA 01 con 38 UFC y 2 UFC en la FA 02. Así mismo, en la época húmeda existe una gran cantidad de coliformes totales 1.000 UFC en FA 01 y 600 UFC en FA 02, las dos muestras sobrepasan el valor máximo aceptable por la NB-512. Además, sólo en época húmeda aparece la *E. coli* en las dos muestras y no así en época

seca. Por tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Parámetros físicos-químicos de agua para riego

El siguiente cuadro expresa los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos del agua del río Corpuma para riego.

Ion (mg/l) * Valencia Masa atómica

$$\frac{\text{Ca (106,2 mg/l)} * 2}{40,08} = 5,3 \text{ meq/l}$$

Los resultados obtenidos por el centro de agua y saneamiento ambiental (UMSS) fueron en mg/l, dada las características de la investigación se requiere que los iones estén expresados en meq/l, por lo cual se procede a la conversión de los iones, mediante el siguiente método:

Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para los iones, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 6. Parámetros físico-químicos de agua para riego

Cationes	Mg/l	Meq/l	Aniones	Mg/l	Meq/l
Calcio Ca^{+2}	106,2	5,3	Bicarbonatos HCO_3^{-1}	106,4	1,7
Magnesio Mg^{+2}	12,2	1	Carbonatos CO_3^{-2}	<0,01	0,0
Sodio Na^{+}	20,3	0,9	Nitrato NO_3^{-}	0,35	0,0
Potasio K^{+}	1,4	0	Sulfatos SO_4^{-2}	223,8	5
Σ Cationes = 7,2			Σ Aniones = 6,7		

Fuente: Elaborado con base a laboratorio (UMSS).

Las cuales se tomó en la única fuente para riego de la comunidad Corpuma, el río Corpuma. Las muestras se obtuvieron en época seca.

Interpretación de análisis y clasificación de los principales parámetros físicos-químicos de agua para riego

Se evaluó el riesgo de salinización mediante la determinación de la conductividad eléctrica (C.E.) del Río Corpuma que es C.E. = 0,702 ds/m. Por tanto, en el Río Corpuma no hay riesgo de salinización. Según al grado de dureza, el río Corpuma se clasifica como agua muy dulce.

De acuerdo a la Clasificación de aguas de riego, según su relación de absorción de sodio, el agua del Río Corpuma se encuentra con un riesgo de disminución de la permeabilidad **baja**. La clasificación de aguas de riego según su Carbonato Sódico Residual, el agua del río Corpuma se clasifica como agua recomendable o buena.

Las aguas de riego, según el Porcentaje de Sodio Soluble, no presentan peligro de sodificación, el porcentaje de sodio soluble es buena. De acuerdo al porcentaje de Sodio intercambiable, el riesgo en el Río Corpuma es Bajo. El índice de Kelly establece que aquellas aguas cuyo valor es superior a un 35% son buenas para su utilización en el riego. Por lo tanto, el agua del Río Corpuma es Buena para su utilización en el riego.

El análisis de calidad para el riego, según la Norma H. Greene (F.A.O), establece que el agua del Río Corpuma, en la época seca, corresponde como agua de buena calidad. De acuerdo a la Norma Riverside, se establece que el agua del Río Corpuma, en

la época seca, corresponde a la clase C2S1, clasificada como agua buena para riego. Y según la Norma L.V. Wilcox, se establece que el agua del Río Corpuma, en la época seca, corresponde como agua excelente a buena. Por tanto, las aguas del río Corpuma son aptas para el riego.

En el año 1995 se muestrearon 36 lugares de agua superficial en la cuenca que incluye el lago titicaca donde se analizaron 37 pozos del sistema TDPS y 33 pozos en la provincia aroma donde se nota la contaminación de arsenico 0,8 cloruro 400 mg/l, sulfato 450 mg/l, sodio 300 mg/l y calcio 250 mg/l. Donde se observa la gran diferencia.

Conclusiones

La comunidad Corpuma cuenta con seis fuentes agua: Lipuma, Puma Chimuña, Mujsuma1, Mujsuma 2 y Mujsuma 3 y el Río Corpuma. Estas se encuentran entre la región del norte, en montañas altas y bajas, con un promedio en pendientes de 5-44 %, altitudes de 3.956 – 4.165 m.s.n.m., y con una agricultura de 2-30%, ganadería de 1-10%, y de 85-96% en praderas nativas, destacan las siguientes especies: Festuca urundinacea, Gnaphalium bombayanum, Stipa ichu, entre otros.

Las muestras FA 01 y FA 02 en época seca y FA 02 en la época húmeda cumplen con los valores máximos aceptables según la NB-512, sin embargo, en la época húmeda la muestra FA 01, sufre variaciones en relación a la dureza con 600 mg/l y sulfato con 439,1 mg/l, superando los valores máximos establecidos por la norma boliviana, además, las aguas de las dos muestras no son cloradas en ninguna época.

Asimismo, los parámetros bacteriológicos en la época seca y época húmeda de las muestras FA 01 y FA 02 presentan Coliformes totales, pero en época húmeda, ambas muestras presentan la bacteria en una mínima cantidad de <1UFC/100ml superando los valores establecidos de 0 UFC/100ml.

Las aguas de riego del río Corpuma son aptas para el riego y para todo tipo de suelo, porque según el Riesgo de Salinización, Problemas de Permeabilidad, Dureza de agua, Carbonato Sódico Residual, Porcentaje de Sodio Soluble, Porcentaje de Sodio Intercambiable y Relación de Calcio indican que no existe, ni hay problema para el uso del agua en el riego agrícola. De acuerdo a las normas H Greene, Riverside y L.V. Wilcox, el agua es clasificada buena para riego agrícola.

Referencias bibliográficas

Barrenechea, A. (2006). Manual de teoría sobre plantas de infiltración, (Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua). CEP/OPS. 1-54 p.

Carvajal Paco, L. 2011. Clasificación de cuerpos de agua en función de su aptitud de uso en las subcuencas de los ríos Huanuni y Palca Mayu. Tesis ing. Oruro, Bolivia. Universidad Pública de El Alto. 93 p.

Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C; Baptista Lucio, P. 2010. Metodología de la investigación. México: McGraw-HILL/Interamericana Editores. 613 p.

Layme Pairumani, F. 1997. Diccionario Bilingüe Aimara – castellano, Castellano – aimara. Editora Atenea SRL, Ediciones Graficas, La Paz, Bolivia. 421 p.

Mora, D; Portuguez, F. (2001). Situación de cobertura y calidad del agua para consumo humano a finales del año 2000. Laboratorio nacional de aguas. Cartago: La unión de tres ríos.

NB 512 (Norma boliviana). 2010. Reglamento nacional para el control de la calidad del agua para consumo humano. 2da revisión. La paz, Bolivia. 11-18-19 p.

PDAO (Plan de Desarrollo Autónomo Originario, Gobierno Autónomo Municipal de Jesús de Machaca). 2011-2015. 10-14-21 p.

Romero, J. 2005. Calidad del agua. Colombia. 468-550 p.

SENAMHI, (servicio nacional de meteorología e hidrología), 2015-2020. Datos meteorológicos de precipitación y temperatura de la comunidad de San Huancollo.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS PRADERAS NATIVAS DEL PARQUE NACIONAL SAJAMA, A TRAVÉS DE SENSORES REMOTOS

Assessment of the effect of climate change on the native meadows of the Sajama national park, through remote sensors

Rene Jhonny Cusi Ajata¹

¹ Ingeniero Agrónomo, Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia 2022. Email: renecusajata41@gmail.com

Resumen

La investigación se realizó en el Parque Nacional Sajama, del Departamento de Oruro. Con el fin de evaluar los índices de vegetación NDVI, SAVI, NDWI y LST derivados de las imágenes de sensores remotos para estimar el estado de la cobertura vegetal y los índices de vegetación en relación con los datos meteorológicos y caracterizar la superficie real de los tipos de cobertura vegetal, del área de estudio. Se inventario 62 especies nativas, distribuidas en 26 familias y sub divididas en 8 unidades vegetales en el área, de las cuales el 34.92% de las especies son deseables, el 33.33% de especies son poco deseables y el 31.75% de especies indeseables. La unidad vegetal Collpar reporta porcentaje alto de suelo desnudo y la unidad vegetal semidesierto rocoso alto andino reporta mayor porcentaje de rocas. La condición de 4 unidades vegetales registró condiciones regulares, 2 unidades vegetales registraron condiciones excelentes y en las demás unidades vegetales se registraron condiciones pobres y buenas para la especie camélida. Los índices de vegetación evaluados NDVI, SAVI, NDWI y LST, permitieron caracterizar diferentes tipos de cobertura, y el comportamiento de la vegetación durante 20 años de observación. El NDVI evalúa la actividad fotosintética donde 7844 ha. Incremento la vegetación. Con el SAVI se observa que incremento 35459 ha de vegetación. El NDWI evalúa la humedad en el suelo donde presenta un incremento de 2969 ha. De áreas con baja retención de agua. Los mapas de LST muestran que la temperatura del suelo se incrementa de manera paulatina, durante el tiempo de evaluación del Parque Nacional Sajama.

Palabras clave: Praderas nativas, cambio climático, Índices de vegetación, unidad vegetal, sensores remotos.

Abstract

The research was carried out in the Sajama National Park, in the Department of Oruro. In order to evaluate the NDVI, SAVI, NDWI and LST vegetation indices derived from the remote sensing images to estimate the state of the vegetation cover and the vegetation indices in relation to meteorological data and characterize the real surface of the types of vegetation cover, of the study area. 62 native species were inventoried, distributed in 26 families and subdivided into 8 plant units in the area, of which 34.92% of the species are desirable, 33.33% of species are undesirable and 31.75% of undesirable species. The Collpar plant unit reports a high percentage of bare soil and the high Andean rocky semi-desert plant unit reports a higher percentage of rocks. The condition of 4 plant units registered regular conditions, 2 plant units registered excellent conditions and in the other plant units poor and good conditions were registered for the camelid species. The vegetation indices evaluated NDVI, SAVI, NDWI and LST, allowed to characterize different types of cover, and the behavior of the vegetation during 20 years of observation. The NDVI evaluates the photosynthetic activity where 7844 ha. I increase the vegetation. With the SAVI it is observed that 35459 ha of vegetation increased. The NDWI evaluates the humidity in the soil where it shows an increase of 2969 ha. From areas with low water retention. The LST maps show that the soil temperature increases gradually, during the evaluation time of the Sajama National Park.

Keywords: Native grasslands, climate change, vegetation indices, plant unit, remote sensing.

Introducción

El Altiplano Boliviano es una unidad fisiográfica, situada en medio de las cordilleras Occidental y Oriental, los campos naturales de pastoreo constituidos por una diversidad de comunidades vegetales, constituyen la fuente más importante de forraje para la alimentación de camélidos (Mamani, 2016). Se estima que más del 98 % de estas praderas son especies nativas y 2 % son especies introducidas (Ancasi, 2012).

Las proyecciones del cambio climático mencionan que aumentará la temperatura en 1,5 °C, se producirá un aumento de las olas de calor, y se acortarán las estaciones frías, mientras que con un calentamiento global de 2 °C los episodios de calor alcanzarían con mayor frecuencia los efectos del cambio climático, en particular, cambios en la

humedad, sequedad, vientos, nieve y hielo (IPCC, 2021).

La teledetección ha sido utilizada como valiosa herramienta a la hora de establecer indicadores de degradación y conservación de los recursos naturales. La aplicación de la teledetección es posible gracias a la interacción de la energía electromagnética con las cubiertas terrestres que tienen un comportamiento reflectivo variable. Debido a las características de los datos satelitales, resulta posible la diferenciación de la vegetación (Gonzaga, 2014).

En este sentido, con el estudio se hizo la descripción de calidad, estado, comportamiento y de los tipos de vegetación.

Métodos y materiales

El presente estudio se realizó en El Parque Nacional Sajama. Que está en las coordenadas 17° 56' 57.24" latitud Sur, 69° 08' 31.55" longitud Oeste a 18° 17' 37.46" latitud Sur, 68°44'25.74 longitud Oeste (SERNAP, 2020).

Figura 1.

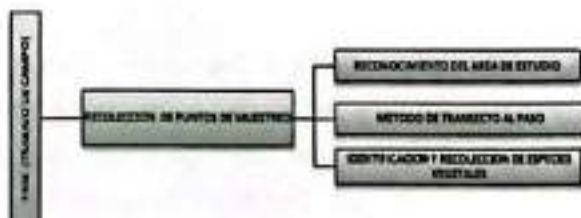
Metodología aplicada en la fase de pre-campo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.

Metodología aplicada en la fase de campo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.

Metodología aplicada en la fase de gabinete.



Fuente: Elaboración propia.

Las variables que fueron evaluadas son los siguientes: NDVI, NDWI y LST.

Resultados y discusión

Clasificación no supervisada del área de estudio

El mapa de clasificación no supervisada, muestra 12 clases que fueron identificados por medio del análisis estadístico para valores de cada pixel y se reclasifico de acuerdo a probabilidades para cada clase.

Figura 4.

Clasificación supervisada del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

En el mapa de clasificación supervisada se identificó 11 subcategorías, de las cuales 8 son unidades vegetales: Queñual, Tholar, Vegetación altoandina rocosa, Pajonal, Bofedales permanentes, Bofedales temporales, Collpares y Cuerpos de agua, 3 subclases con unidades temáticas: Nieve, Bloques de roca y Área sin vegetación. La clasificación supervisada, clasifica al ráster por medio de cada pixel y del conocimiento previo de las clases del área de estudio (uso actual del suelo).

Figura 5.

Mapa de superficie real de las coberturas vegetales del parque nacional Sajama.



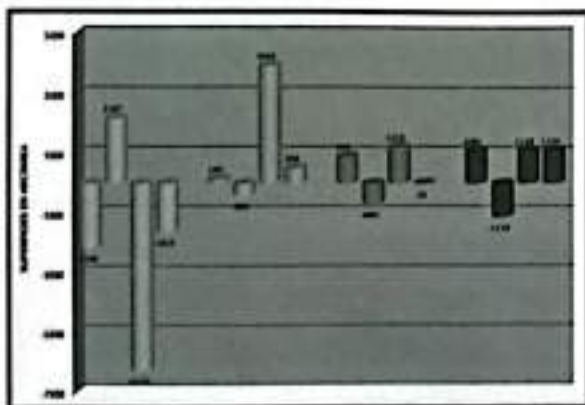
Fuente: Elaboración propia.

El mapa del Parque Nacional Sajama identificado por colores, muestra una clasificación de 8 unidades vegetales y 3 subcategorías. ARCGEEK (2013), señala que al transformar el ráster a polígonos se hace el cálculo. Mediante la herramienta suma se puede agrupar por categorías y realizar la sumatorias de las áreas comunes.

Análisis de índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI

Figura 6.

Análisis comparativos de datos del NDVI.



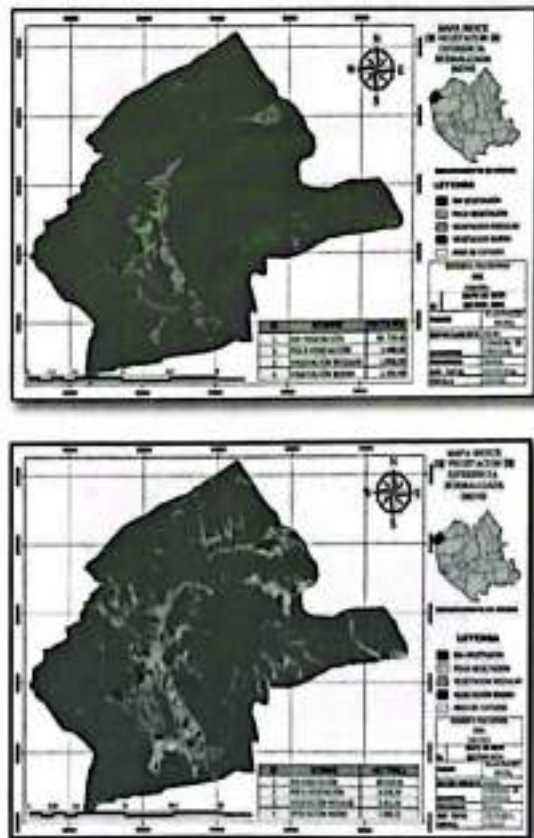
Fuente: Elaboración propia.

Los mapas de NDVI se clasifican mediante colores, que representan distintos

estados de vegetación. Se muestra el comportamiento de las superficies sin vegetación, del aumento y disminución de estas superficies con intervalos de 5 años: 1er quinquenio -2.146 ha 2do quinquenio +2.187 ha, 3er quinquenio -6.270 ha y 4to quinquenio -1.615 ha. Se observa el comportamiento de las superficies con poca vegetación en el 1er quinquenio +160 ha 2do quinquenio -380 ha, 3er quinquenio +3.948 ha y 4to quinquenio +506 ha. Las superficies con vegetación regular muestran los siguientes resultados: 1er quinquenio -900 ha 2do quinquenio -684 ha, 3er quinquenio +1.213 ha y 4to quinquenio -15 ha. Las superficies con vegetación buena muestran los siguientes resultados: 1er quinquenio +1.085 ha, 2do quinquenio -1.119 ha, 3er quinquenio +1.110 ha y 4to quinquenio +1.124 ha.

Figura 7.

Mapas de NDVI de la zona de estudio.



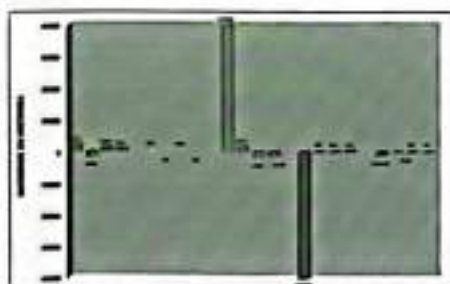


Fuente: Elaboración propia.

Análisis de índice de agua de diferencia normalizada NDWI.

Figura 8.

Análisis comparativos de datos del NDWI.



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los mapas de NDWI se clasifican mediante colores que están referidas a distintos estados de niveles de agua. El comportamiento de las áreas con baja retención de agua muestran los siguientes resultados: Las áreas con baja retención de agua muestran los siguientes resultados: 1er quinquenio +2.257 ha, 2do quinquenio -1.504 ha, 3er quinquenio +1.288 ha y 4to quinquenio +928 ha. Las áreas con regular retención de agua muestran los siguientes resultados: 1er quinquenio +575 ha, 2do quinquenio -85 ha, 3er quinquenio +224 ha y 4to quinquenio -81 ha. Las áreas con moderada retención de agua muestran los siguientes resultados: 1er quinquenio +41.020 ha, 2do quinquenio +1.551 ha, 3er quinquenio -1.802 ha y 4to quinquenio -1.406 ha. Los resultados que nos muestran las áreas buena retención de agua son los siguientes resultados: 1er quinquenio -42.928 ha, 2do quinquenio +38 ha, 3er quinquenio +222 ha y 4to quinquenio +530 ha. Las áreas con retención de agua altas nos muestran los siguientes resultados. 1er quinquenio -924 ha, 2do quinquenio -0.12 ha, 3er quinquenio +69 ha y 4to quinquenio +28 ha.

Con estos resultados afirmamos que el cambio climático está teniendo efectos en el Parque Nacional de Sajama.

Figura 9.

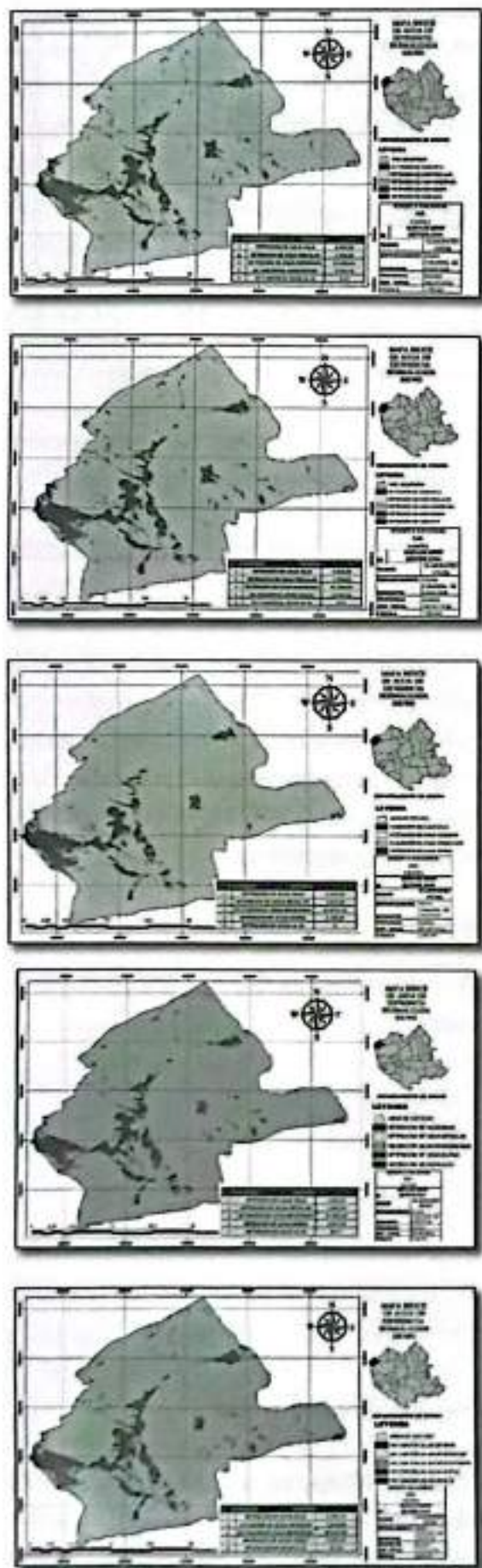
Mapas de NDWI de la zona de estudio.



Análisis de los mapas de temperatura de superficie de la tierra LST

Según los mapas de LST, muestra colores que representan distintas temperaturas en la superficie del suelo.

En el año 1999 la mayor área presenta temperaturas de -3.34°C , hasta 36.06°C . El resto de la superficie presenta temperaturas más superiores. El año 2004 presenta temperaturas de 36.06°C hasta 52.79°C . Tal como también se ve en el mapa de NDWI del año 2004 que por el aumento de la temperatura del suelo las áreas con poca retención de agua aumentan, según el mapa de NDVI la superficie sin vegetación presenta una amplia superficie. Al mencionar estos factores deducimos que el suelo empieza a elevar la temperatura de la superficie. El año 2009 reporta que existe mayor presencia de superficies con temperaturas de 29.68°C , hasta 52.79°C . El año 2014 muestra una similitud con el mapa de LST del año 2009. Donde predomina temperaturas de 36.06°C hasta los 52.79°C . En el mapa de NDWI muestra que la superficie con retención de agua aumenta en 1288 ha. Lo cual indica que la temperatura del suelo aumenta. La gestión 2019 se registra mayor superficie con temperatura de 41.56°C hasta 52.79°C , el mapa de NDWI muestra que las áreas con baja retención de agua aumento 928 ha. Según estos resultados afirmamos que el efecto del cambio climático está haciendo que exista mayor superficie con temperaturas altas.



Fuente: Elaboración propia.

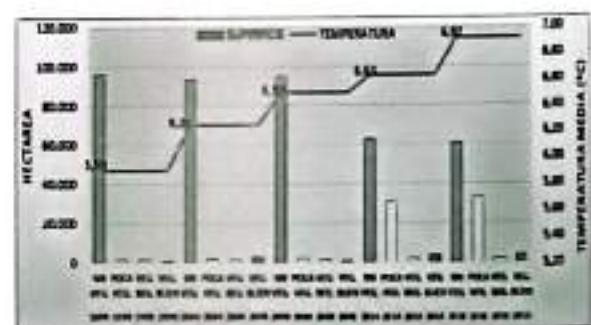
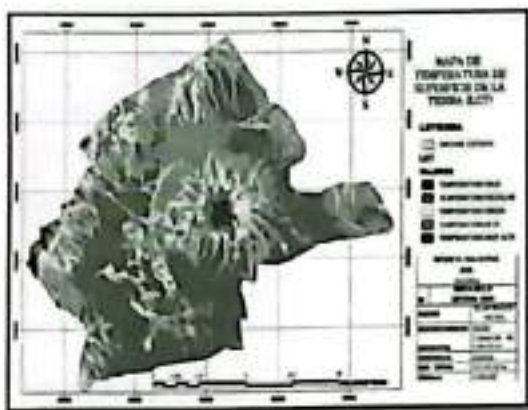
Mapa de LST de la zona de estudio.



Relaciones de índices de vegetación, temperatura media y precipitación.

Los resultados muestran la interacción de los índices de vegetación y la temperatura media. Estos indican cuando la temperatura es menor existe menos vegetación y la superficie con suelo desnudo incrementa. Cuando la temperatura aumenta existe mejores condiciones para el crecimiento de la vegetación buena y regular, la superficie con suelo desnudo disminuye.

Tabla comparativa de índices de vegetación y temperatura.

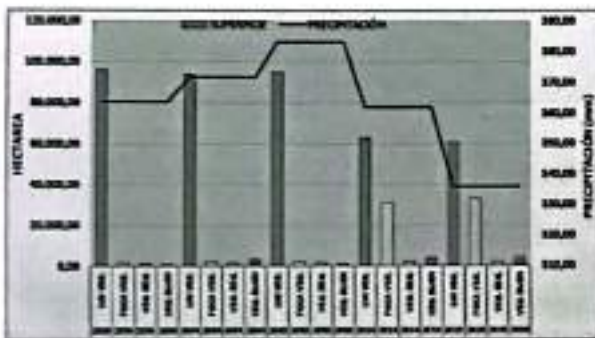


Fuente: Elaboración propia.

La interacción de los índices de vegetación y precipitación, indican que a mayor precipitación menor crecimiento vegetativo, aumento de la superficie sin

La interacción entre los datos climáticos y los índices de vegetación muestran que los factores climáticos intervinieron en el desarrollo de la vegetación, donde a mayor temperatura y precipitación la vegetación disminuye y aumenta la superficie sin vegetación.

Tabla comparativa de índices de vegetación y precipitación.



Referencias bibliográficas

Agua Sustentable, 2013. Plan de Adaptación al Cambio Climático del Parque Nacional Sajama. (1, 2013, Oruro, Bolivia). Oruro, Bolivia. Imprenta Bolivia. 110 p.

Ancasi, D. 2012. Evaluación de la composición florística, química y carga animal de canapas de la comunidad Jilauta Manasaya, provincia Sajama, Oruro. Tesis de grado UMSA. La Paz.

Beck, S. Dominic, A. Garcia, C. Meneses, R. Yager, K. Halloy S. 2010. El Parque Nacional Sajama y sus Plantas. Departamento de Oruro, Bolivia. Weinberg SRL, La Paz.

GISBeers, (2019). Calculo de temperatura superficial lst con landsat. [en línea]. Consultado en fecha 21/07/2021.
Disponible:<http://www.gisandbeers.com/c>
alculo-de-temperatura-superficial-lst-con-

landsat-8/#more-8214.

Gonzaga, C. (2014). Aplicación de Índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja, Ecuador. Tesis M. Sc. Ing. Agro. Universidad Nacional de la Plata. Ecuador.

GreenFacts. 2007. Cambio climático. [en línea]. Consultado en fecha 20/04/2021. Disponible en <https://www.greenfacts.org/es/glosario/ab/c/cambio-climatico.htm>.

Leonardo F. 2018. Calcular la temperatura de la superficie terrestre con imágenes Landsat. Arcgeek. [En línea]. Consultado en fecha: 19/05/2020. Disponible en <https://www.acolita.com/calcular-temperatura-superficie-tierra-imagenes-landsat-8/>.

Mamani, E. 2016. Evaluación de los recursos forrajeros nativos con imágenes satelitales en la comunidad alto Peñas del municipio de Batallas provincia los Andes. Tesis Ing. Agro. La Paz.

OMS, 2018. Organización mundial de la salud. Cambio climático y salud. [en línea]. Consultado en fecha 20/04/2020. Disponible <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.

ONU, 2019. Organización de las Naciones Unidas. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. [en línea]. Consultado en fecha 20/04/2020. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>.

SERNAP, 2020. Parque Nacional Sajama. [en línea]. Consultado en fecha 13/07/2021. Disponible en <http://sernap.gob.bo/sajama/>.

SGM, 2017. Sistema de información geográfica. [en línea]. Consultado en fecha 18/04/2021. Disponible en <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html>.

Vargas, R. 2011. Introducción a la Teledetección. Aplicación a las ciencias agropecuarias forestales y ambientales. Cochabamba- CISTEL Bolivia.

Zeballos, M. 2018. Título: Parastrephia lepidophylla una especie muy utilizada como combustible y amenazada por la ampliación de la frontera agrícola. Museo nacional de historia. [en línea]. Consultado en fecha 18/07/2021. Disponible en http://www.mnhn.gob.bo/econoticias_proc.php?Seleccion=264

DIAGNÓSTICO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN CUATRO LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CARANAVI

Diagnosis of phytoparasite nematodes of coffee cultivation (*Coffea arabica* L.) in four localities of the municipality of Caranavi

Jose Luis Mamani Villanueva¹

¹ Ingeniero Agrónomo, Investigador, Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia. 2022. Email:

joseluisvillanueva0911@gmail.com

Resumen

La infestación de plantas de café con nematodos fitoparásitos disminuye la producción de café, en tal sentido se planteó la investigación con el objetivo de diagnosticar la fluctuación poblacional de nematodos fitoparásitos en cafetales en producción en cuatro localidades del municipio de Caranavi, donde se empleó el combinado de tamizado y centrifugación en azúcar propuesto por la fundación PROINPA, los géneros de nematodos identificados y cuantificados en 25 g fueron: *Meloidogyne* spp., 6063 nematodos, *Pratylenchus* spp. 392, *Helicotylenchus* spp., 147, y menores a 40 nematodos *Tylenchulus* spp., *Xiphinema* spp., *Psilenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Criconemella* spp. En muestras de 200 cc de suelo se identificaron y cuantificaron a *Tylenchulus* spp., con 150 nematodos seguido de *Tylenchus* spp., con 122, *Xiphinema* spp., con 114, *Meloidogyne* spp., con 109, *Helicotylenchus* spp., y con poblaciones menores a 59 nematodos *Pratylenchus* spp., *Criconemella* spp., *Discocriconemella* spp., *Psilenchus* spp., de vida libre, *Ditylenchus* spp., *Leptonchus* spp. En la relación de nematodos en suelo y textura de suelos las texturas arcillosas, franco arcilloso, presentaron mayores poblaciones de nematodos, en la relación de nematodos en suelo y pH de suelo los rangos de pH 4 y 5 presentaron mayor población de nematodos, en la relación población de nematodos en suelo y tipo de zona, la zona alta presento mayor diversidad y población de nematodos, en la relación población de nematodos en raíz y tipo de zona, la zona alta presento mayor población de nematodos.

Palabras clave: Infestación, predominante, Fitoparasitos.

Abstract

The infestation of coffee plants with phytoparasitic nematodes decreases coffee production, in this sense the research was raised with the aim of diagnosing the population fluctuation of phytoparasitic nematodes in coffee plantations in production in four localities of the municipality of Caranavi, d onde was used the combination of sieving and centrifugation in sugar proposed by the PROINPA foundation, the nematode genera identified and quantified in 25 g were: *Meloidogyne* spp., 6063 nematodes, *Pratylenchus* spp. 392, *Helicotylenchus* spp., 147, and less than 40 nematodes *Tylenchulus* spp., *Xiphinema* spp., *Psilenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Criconebella* spp. In samples of 200 cc of soil were identified and quantified *Tylenchulus* spp., with 150 nematodes followed by *Tylenchus* spp., with 122, *Xiphinema* spp., with 114, *Meloidogyne* spp., with 109, *Helicotylenchus* spp., and with populations less than 59 nematodes *Pratylenchus* spp., *Criconebella* spp., *Discocriconebella* spp., *Psilenchus* spp., free-living, *Ditylenchus* spp., *Leptonchus* spp. In the relationship of nematodes in soil and texture of soils the clay textures, clay loam, presented greater populations of nematodes, in the ratio of nematodes in soil and soil pH the ranges of pH 4 and 5 presented greater population of nematodes, in the ratio population of nematodes in soil and type of area, The high zone presented greater diversity and population of nematodes, in the relationship population of nematodes in root and type of zone, the high zone presented greater population of nematodes.

Keywords: Infestation, predominant, phytoparasites

Introducción

El café es el segundo producto de mayor valor en el comercio mundial después del petróleo, esta industria del café mueve en la actualidad cerca de setenta millones de dólares al año, cifra superada únicamente por el petróleo en lo que se refiere a exportaciones a escala mundial, el café es fuente de ingreso económico de países en desarrollo, en lo cual ciento veinte y cinco millones de personas viven del cultivo y veinte y cinco millones de pequeños productores de café, que provee empleos a millones de personas alrededor del mundo en la cadena de valor del café producción, procesamiento, comercio, transportación y mercadeo, Organización Internacional del café (OIC, 2020).

En Bolivia los volúmenes de exportación muestran que el año 2011 se obtuvo un promedio de 26.264 toneladas

respecto a 8.584 toneladas en el año 2019 datos que muestra una caída en la producción de 67%, esto debido a diversos factores internos y externos en la agricultura nacional. Sin embargo, con la implementación del programa Nacional del café con trabajos de innovación tecnológica el objetivo es incrementar en la producción del café. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF, 2020).

A nivel mundial los nematodos fitoparásitos constituyen uno de los principales problemas que afectan la producción de café. Los géneros más importantes son *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. debido a que dañan el sistema radicular de las plantas, permitiendo condiciones para el ataque de enfermedades radiculares, condición que disminuye los rendimientos de parcelas y reduce la vida productiva de las

plantaciones de café. Asociación Nacional del Café (ANACAFE, 2018).

El municipio de Caranavi, es una de las regiones fuertemente afectadas por la infestación de los nematodos en las plantaciones de café, en particular sus principales cantones productores como; Calama, San Lorenzo, Carrasco la Reserva y Taipiplaya siendo las localidades con mayor potencial para el desarrollo de la caficultura de altura, sin embargo, el problema es latente en la zona.

Materiales y métodos

Se empleó la técnica de muestreo dirigido en cafetales en producción donde se colectó muestras de raíz de las plantas con aparente sintomatología.

El muestreo de suelo para diagnóstico de nematodos se realizó empleando la técnica de muestreo dirigido, para lo cual la muestra se tomó a 20 cm del contorno de la planta y 15 cm de profundidad un kg de suelo.

La extracción de nematodos de raíces se lo realizó en el Laboratorio de INIAF Macro región altiplano La Paz, basados en Método de la licuadora, propuesto por la fundación (PROINPA, 2007).

Procedimiento en laboratorio para muestras de 25 g de raíz.

- a) La muestra de raíz se lavó dos veces para desprender los terrones que tenían adheridas
- b) Se procedió a secar las raíces a temperatura ambiente para cortar las raíces a una longitud de 1cm
- c) Una vez cortadas, la muestra se procedió a homogenizar y pesar en

una balanza digital 25 g

- d) Se procedió al licuado para ello se utilizó una licuadora y 500ml de agua a ello se agregó 0.004 g de detergente para romper la tensión superficial, se la licuo en dos tiempos que son la primera a marcha lenta por 15s y a marcha rápida 15 s
- e) Se pasó por el tamizado para ello se utilizó dos tamices uno de 400 mesh y otro de 200 mesh el proceso que pasa es lavar con agua de grifo y una Piceta primero se pasó la muestra por el tamiz de 200 mesh.
- f) Se vació la muestra del tamiz a los vasos de precipitado, luego fueron vaciadas en los tubos de centrifugación, los cuales se pesaron en una balanza digital donde se agregó agua hasta igualar a un solo peso.
- g) Las muestras antes de ser introducidas se las agitó y se programó la centrifugadora a 3 minutos y 3000 r.p.m. con esta primera centrifugación se dejó que la materia orgánica y los nematodos precipiten y este concentrado en la parte baja.
- h) Luego se extrajo las muestras y se desechó el agua que está en la parte superficial.
- i) Se preparó una solución azucarada (sacarosa al 50%), se pesó y de igual manera se homogenizo aun solo peso esta vez utilizando sacarosa.
- j) Se procedió a agitar las muestras e introducir a la centrifugadora por un tiempo de 3 minutos a 3000 r.p.m
- k) Lo que obtuvimos en este segundo proceso de centrifugación fue que la materia vegetal precipite a la parte inferior del tubo y los nematodos

salgan a flote.

- l) Una vez extraída la muestra de la centrifugadora cada muestra se las paso por el tamiz de 400 mesh, lavando con la Piceta se procedió a la extracción de nematodos vaciando en una placa Petri, las cuales se codificaron, observaron y dieron lectura en el Estereoscopio y Microscopio.

Procedimiento en muestra de 200 cc de suelo.

- a) Se tomó 200 cc de la muestra de suelo y en un balde de 5l se añadió agua de grifo, se agitó bien con una espátula para desmenuzar el suelo y para que este se suspenda en el agua.
- b) Se dejó reposar por 30 segundos a fin de que las partículas grandes sedimenten.
- c) Se paso la muestra a través del primer tamiz de 200 mesh, donde quedaron los restos rastrojos terrones y materia orgánica, colocado sobre un segundo tamiz de 400 mesh donde quedan atrapados los nematodos.
- d) Se pasó la muestra a través del tamiz de 400 mesh, con una corriente suave de agua utilizando la Piceta se concentró el suelo y los nematodos en un extremo del tamiz, y se vacio en un vaso de precipitado.
- e) Se vació las muestras en los tubos de centrifugación y en una balanza digital se igualo a un solo peso agregando agua.
- f) Una vez vaciada la muestra en los tubos de centrifugación se igualo con agua hasta llenar el tubo a un solo peso, se agito la suspensión y se

procedió a introducir los 6 tubos de manera intercalada

- g) Se programó la centrifugadora a 3 000 r.p.m. y tres minutos el tiempo, Los nematodos con el suelo quedan en el fondo del tubo, se eliminó el agua y la materia orgánica que queda suspendida en la porción superior del tubo.
- h) En el mismo tubo que contiene el suelo más los nematodos, se añadió la solución de azúcar al 50%, hasta igualar a un solo peso todos los tubos, se agito fuertemente para suspender el suelo más los nematodos.
- i) Una vez lleno el tubo con la solución de azúcar se procedió a la inserción en la centrifugadora y centrifugo por 3 minutos a 3000 r.p.m, las partículas de suelo quedan en el fondo y los nematodos flotan en la solución de azúcar.
- j) Una vez extraído los tubos de la centrifugadora se pasó por el tamiz de 400 mesh con una Piceta con agua, concentro a un costado y con un último lavado se extrae en una placa Petri a la cual se le asigno su código que correspondiente, para luego pasar a ser observada en el Estereoscopio y Microscopio.

Después de haber procesado y obtenido las muestras procedió las cuantificación de los nematodos fitoparásitos presentes en raíz y suelo para ello se vacio la muestra en una placa Petri marcadas con marcador indeleble en 16 centímetros cuadrados de los cuales tres cuadrantes al azar fueron seleccionados para la lectura, luego fue montada al microscopio, para su observación y cuantificación utilizando

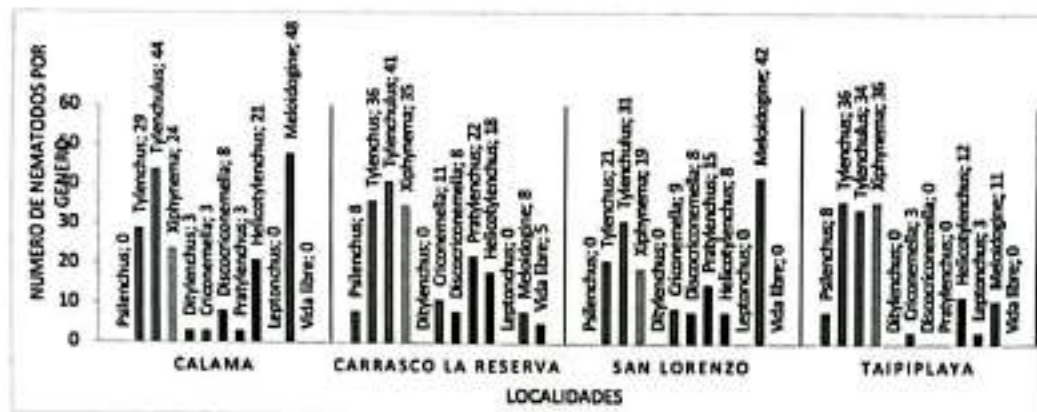
las claves taxonómicas de nematología; Manual de Nematodos Fitoparásitos, Clave para determinar géneros de nematodos del suelo de la república argentina Manual de Identificación de Especies Cuarentenarias

Resultados y discusión

Identificación y Cuantificación de géneros de nematodo en muestras de 200 cc de suelo de cafetales en producción de cuatro localidades del municipio de Caranavi

Figura 1.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodo identificados en 200 cc de suelo de cuatro localidades del municipio de Caranavi



En muestras de suelo de las cuatro localidades se identificaron 12 géneros de nematodos, donde el género *Meloidogyne* spp., predominó en dos localidades Calama y San Lorenzo con poblaciones de 48 y 42 nematodos respectivamente, los géneros *Tylenchus* spp. *Tylenchulus* spp. y *Xiphinema* spp., sobresalieron en las localidades, en Taipiplaya con 36, 34, 36 nematodos respectivamente.

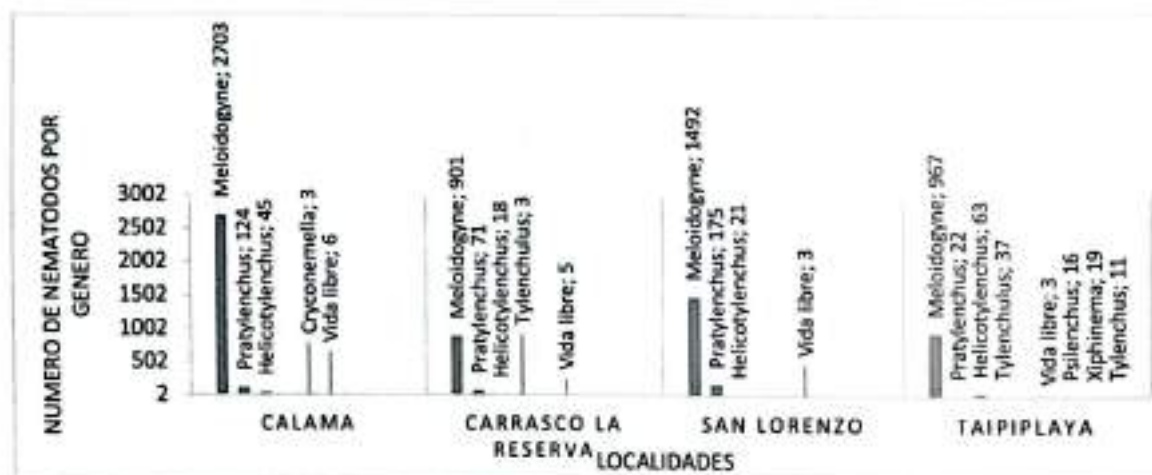
Al respecto Cantos (2020) al evaluar la dinámica poblacional en 100 cc de suelo cuantificó las siguientes poblaciones, el género *Meloidogyne* (13%), *Helicotylenchus* (25%) y nematodos de vida libre (63%) con plantaciones 5 años.

Pérez (2017) en 100 g de suelo identificó los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. *Helicotylenchus* spp., *Criconeimella* spp., todos ellos nematodos fitoparásitos, y también menciona que tales resultados son menores en población en comparación con los encontrados en muestras de raíz.

Identificación y Cuantificación de diferentes géneros de nematodo en 25 g de raíz de cafetales en producción de cuatro localidades municipio de Caranavi

Figura 2.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodos identificados en muestras de 25 g de raíz de cuatro localidades del municipio de Caranavi



En muestras de raíz de las cuatro localidades se identificaron 9 géneros de nematodos, donde el género *Meloidogyne* spp., en las cuatro localidades; Calama, Carrasco la Reserva, San Lorenzo, y Taipiplaya predominó con poblaciones de 2703, 901, 1492, y 967 nematodos respectivamente, seguido del género *Pratylenchus* spp., con 124, 71, 175, y 22 nematodos respectivamente,

Al respecto Escobar (2008), en 200 g de suelo y 25 g de raíz identificó los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Criconemoides* y nematodos de vida libre.

Gómez (2019) en 10 g de raíz se identificaron cuatro géneros en mayor

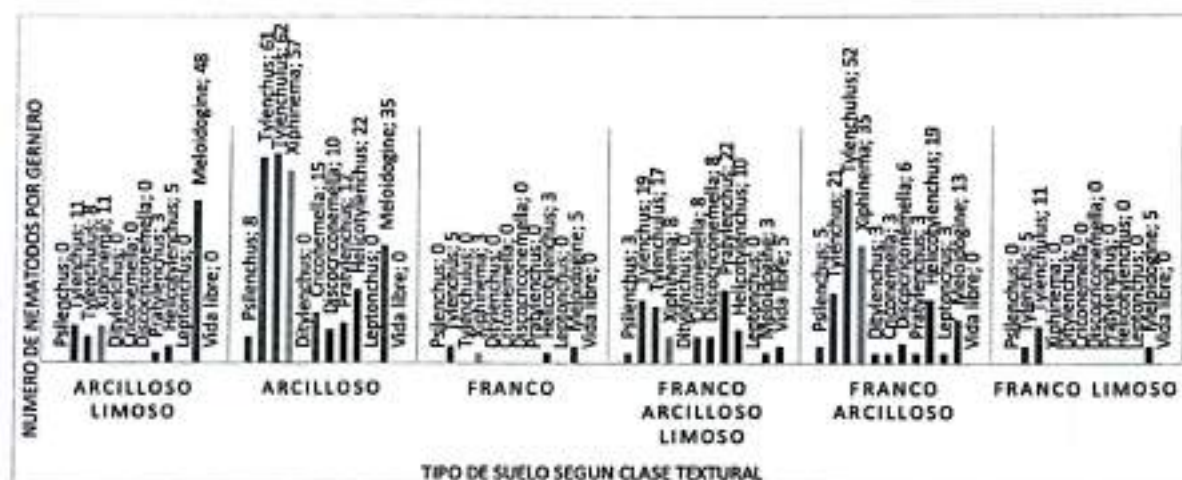
proporción *Pratylenchus* spp., (4433 individuos/10 g de raíces), *Helicotylenchus* sp., (1867 individuos/10 g de raíces) *Tylenchus* sp., (693 individuos/10 g de raíces) y *Xiphinema* sp., (233 individuos/10 g de raíces) resultados que concuerda con lo identificado en la presente investigación.

Cantos (2020) en raíces 10 g cuantificó los géneros *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* spp., con 20%, 20% y 60% respectivamente en plantaciones con 7 años de edad.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodos identificados en suelo según textura de suelo de cuatro localidades del municipio de Caranavi

Figura 3.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodos identificados en muestras de 200 cc de suelo, según textura de suelo de cuatro localidades del municipio de Caranavi



Las poblaciones de nematodos fitoparásitos identificados en 200 cc de suelo se relacionaron con las texturas de suelo caracterizadas en las cuatro localidades. En cuanto a población de nematodos fitoparásitos en las texturas arcilloso, franco arcillo limoso y franco arcilloso se identificó mayor diversidad de géneros de nematodos fitoparásitos 9, 10 y 11 géneros respectivamente. Las texturas con menor cantidad de géneros de nematodos fitoparásitos identificados fueron: arcilloso limoso, franco y franco limoso con 6, 4 y 3 géneros respectivamente.

Al respecto Castilla (2015), en su trabajo de investigación concluye que los suelos arenosos generalmente contienen mayores poblaciones de nematodos fitófagos que los suelos arcillosos, debido a que la porosidad es mayor, por ende, la aireación es más eficiente en suelo arenoso favoreciendo el metabolismo de estos organismos aerobios y, además, los nematodos se mueven con facilidad a través de la rizosfera.

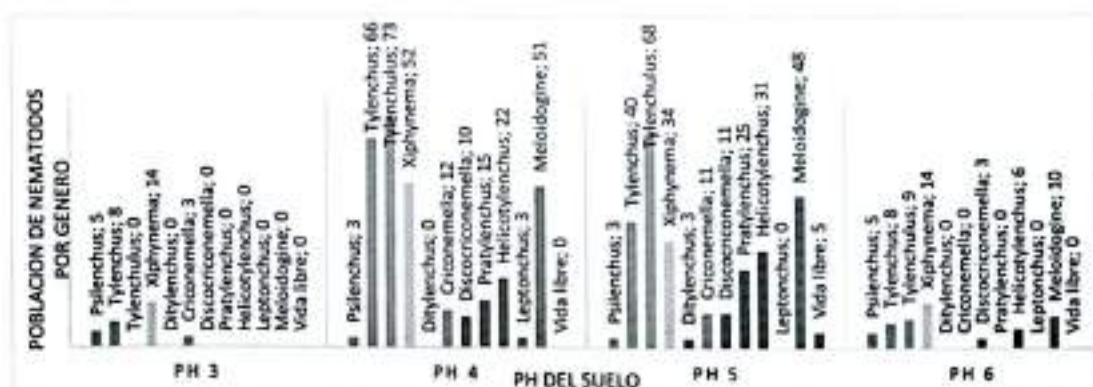
De acuerdo al porcentaje de arcilla Rodríguez et. al. 2011 considera que las condiciones de los suelos arcillosos hacen que los niveles de oxígeno sean más bajos y, en consecuencia, el metabolismo, movimiento e infectividad de los juveniles se afecte, además del efecto negativo sobre el crecimiento y reproducción de las hembras.

Por otra parte, Castilla et al. (2017) mencionan, que el ciclo de nematodos fitoparásitos es afectado debido al desarrollo de organismos antagónicos como bacterias y hongos entomopatógenos, así como también a la competencia por espacio y alimento de los nematodos de vida libre. Lo cual llega a concluir que niveles elevados de materia orgánica influye como factor limitante en el desarrollo de los nematodos fitoparásitos, lo cual podría estar influyendo que los nematodos estén presentes en texturas más finas.

Fluctuación poblacional de géneros de nematodos fitoparásitos según rango de pH de suelos de cuatro localidades municipio de Caranavi.

Figura 4.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodos identificados en muestras de 200 cc de suelo, según rango de pH de cuatro cantones del municipio de Caranavi



En la relación de poblaciones de géneros de nematodos fitoparásitos identificados en 200 cc de suelo y los rangos de pH de suelo determinados en las cuatro localidades, los rangos de pH 4 y 5 presentaron mayor diversidad y población de nematodos, en el rango 4 de pH predominó el género *Tylenchulus* spp., con 73 nematodos seguido de *Tylenchus* spp., *Xiphinema* spp., y *Meloidogyne* spp., con 66, 52 y 51 nematodos el resto de los géneros presentaron poblaciones menores a 22 nematodos. En el rango de pH 5 los géneros con mayor población fueron *Tylenchulus* spp., con 68 nematodos seguido de *Meloidogyne* spp., *Tylenchus* spp., *Xiphinema* spp., y *Helicotylenchus* spp., con 48, 40, 34 y 31 nematodos respectivamente.

Los rangos de pH 3 y 6 presentaron menor población y diversidad de géneros de nematodo identificados en 200 cc de suelo, donde el rango de pH 3 presentó al género *Xiphinema* spp., con 14 nematodos seguido de *Tylenchus* spp., *Psilenchus* spp., y *Criconemella* spp., con 8, 5 y 3 nematodos respectivamente, el rango de pH 6 presentó a *Xiphinema* spp., con 14 nematodos seguido de *Meloidogyne* spp., *Tylenchulus* spp., y

Tylenchus spp., con 10, 9 y 8 nematodos respectivamente.

Al respecto Guzmán (2008) indica que la variación del pH, de 5.0 hasta 7.6, no influye sobre la población de nematodos en suelo y la diversidad, resultados que concuerdan con la baja diversidad y poca población de nematodos identificados en los rangos de pH 6.

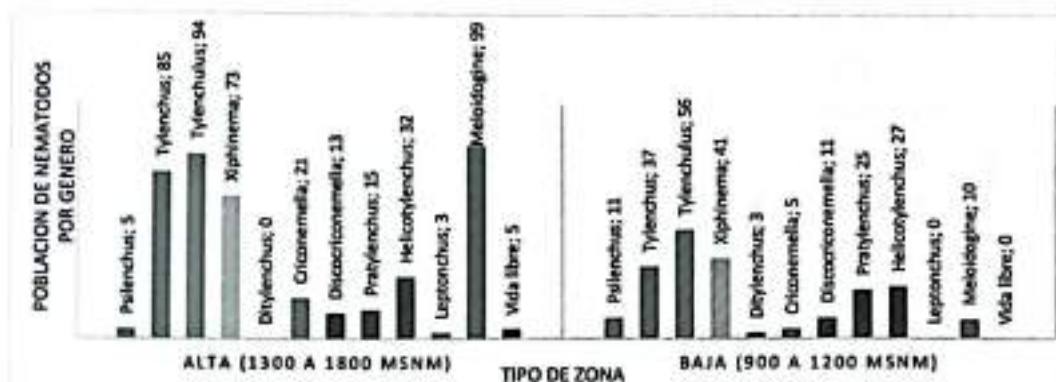
En su estudio de relación de parámetros edáficos sobre la diversidad y distribución espacial de nematodos de vida libre Castilla et al. (2017) mencionan, que el pH registrado entre rangos de 6.33 a 7.42 llega a clasificar a los suelos analizados en ligeramente ácidos y ligeramente alcalino, donde no encontraron relación de nematodos con los valores de pH. Resultado que coincide con lo identificado en el presente estudio.

Martínez et al. (2015) en un estudio que realizaron donde obtuvieron un pH que varió de 6.2 a 7.5, y no se observó una relación importante entre la distribución de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, lo cual concuerda con los resultados del presente estudio de investigación.

Fluctuación poblacional de géneros de nematodos identificados en suelo según tipo de zona de cuatro localidades del municipio de Caranavi

Figura 5.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodo identificados en muestras de 200 cc de suelo, según tipo de zona alta y baja de cuatro localidades del municipio de Caranavi



En las cuatro localidades ambas zonas alta y baja presentaron diversidad de géneros, respecto a población de nematodos la zona alta fue superior donde *Meloidogyne* spp., presentó 99 nematodos seguido de *Tylenchulus* spp., *Tylenchus* spp., *Xiphinema* spp., y *Helicotylenchus* spp., con 94, 85, 73 y 32 nematodos respectivamente el resto de los géneros presentaron poblaciones menores a 21 nematodos. En la zona baja *Tylenchulus* spp., presentó 56 nematodos seguido de *Xiphinema* spp., *Tylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., y *Pratylenchus* spp., con 41, 37, 27, y 25 nematodos respectivamente, el resto de los géneros presentaron poblaciones menores a 11 nematodos.

Al respecto Pérez (2017) en relación con zonas altitudinales menciona que predominó el género *Meloidogyne* spp., con predominancia de 24,0% y 17,72 % en las zonas bajas y altas seguido por *Pratylenchus* spp., con 12,0% y 11,03 % dejando en un tercer lugar los géneros *Criconeimella* spp., 8,9% y 12,6% y *Helicotylenchus* spp., con

9,7% y 7,91% resultados que confirman lo identificado en el presente estudio respecto a la mayor población en la zona alta respecto a la diversidad de nematodos en ambas zonas.

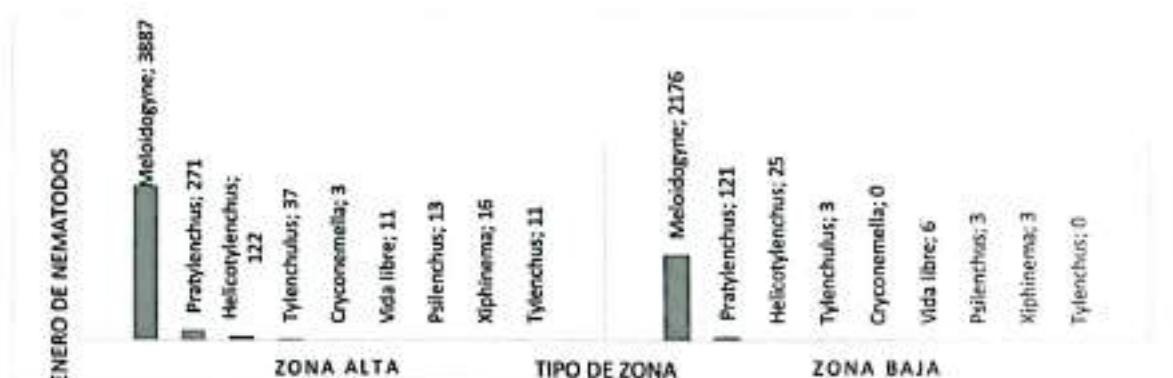
Así mismo respecto a la evaluación de poblaciones por altitud, Wingching y Salazar (2011) señalan que los géneros *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchus* spp., y *Pratylenchus* spp., se encuentran presentes en altitudes de 500 a 1100 m.s.n.m. los cuales en el presente estudio se observaron con mayor población en la zona alta

Así mismo, Garambel (2022) sobre el efecto de la altitud en las poblaciones de nematodos, indica que el total de nematodos fitoparásitos disminuye su población conforme aumenta la altitud, se describió que el mayor promedio del total de nematodos fitoparásitos y nematodos de vida libre fue reportado en las altitudes de 800 a 1000 m.s.n.m. y menor promedio a altitudes de 1001 a 1200 y 1201 a 1400 m.s.n.m. resultado que no concuerda con lo identificado en el presente estudio.

Fluctuación poblacional de géneros de nematodo identificados en muestras de 25 g de raíz según tipo de zona alta y baja de cuatro Localidades

Figura 6.

Fluctuación poblacional de diferentes géneros de nematodo identificados en muestras de 25 g de raíz según tipo de zona alta y baja de cuatro localidades del municipio de Caranavi



El género *Meloidogyne* spp. fue predominante en ambas zonas con una población de 3887 nematodos en la zona alta y 2176 nematodos en la zona baja, seguido de *Pratylenchus* spp. que presento una población de 271 nematodos en la zona alta y 121 nematodos en la zona baja, *Helicotylenchus* spp. presentó 122 nematodos en la zona alta y 25 nematodos en la zona baja, *Tylenchulus* spp. presentó 37 nematodos en la zona alta y 3 nematodos en la zona baja seguidos de *Xiphinema* spp, *Psilenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Cryconemella* spp., y nematodos de vida libre.

En la comunidad de Alto Lima del municipio de Caranavi en una investigación de tesis Pérez (2017) indica que las mayores poblaciones de nematodos correspondieron al género *Meloidogyne* spp., con 81.5% en la zona baja, respecto a 72.16%, en la zona alta. Seguido de los géneros *Pratylenchus* spp., y *Helicotylenchus* spp., con 9.2%, en la

zona baja y 14.66%, presentes en la zona alta y 7.9%, en la zona baja, respecto a 11.0%, en la zona alta. *Cryconemella* spp. pasa muy desapercibida al interior de las raíces.

Del mismo modo Gómez (2019) indica, que los géneros de nematodos identificados en tres diferentes pisos altitudinales son: *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Tylenchulus* spp., *Cryconemoides* spp., *Psilenchus* spp., *Xiphinema* spp., *Aphelenchoides* spp. y *Aphelenchus* spp. Así mismo, en Perú, Mayta (2017) indica que los sectores de un rango altitudinal de 1300 a 1500 m.s.n.m. hay mayor población de *Meloidogyne* Lo que confirma que está presente tanto en zonas altas y bajas.

Conclusiones

- En la identificación y cuantificación de nematodos presentes en 200 cc

- de suelos recolectados en cuatro localidades del municipio de Caranavi se identificaron los siguientes géneros en orden descendente acorde a la población de nematodos, *Tylenchulus* spp., con 150 nematodos, seguido de *Tylenchus* spp., con 122 *Xiphinema* spp., con 114, *Meloidogyne* spp., el resto de los géneros tuvieron nematodos menor a 109, *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Criconemella* spp., *Discocriconemella* spp., *Psilenchus* spp., Vida libre, *Ditylenchus* spp., *Leptonchus* spp., con 3 nematodos.
- En la identificación y cuantificación de nematodos presentes en 25 g de raíz de cuatro localidades del municipio de Caranavi, se identificó los géneros *Meloidogyne* spp., con 6063 nematodos seguido de *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchulus* spp., *Xiphinema* spp., Vida libre, *Psilenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Criconemella* spp., con 392, 147, 40, 19, 17, 16, y 11 nematodos respectivamente.
 - En la relación población de nematodos en suelo y textura de suelo en cuatro localidades, dos clases texturales presentaron mayor diversidad y población de nematodos, textura Arcilloso y Franco Arcilloso donde cuatro géneros presentaron mayores poblaciones *Tylenchulus* spp., *Tylenchus* spp., *Xiphinema* spp., y *Meloidogyne* spp.
 - Según la relación población de nematodos en suelo y pH de suelo, se observó que en los rangos de pH 4 y 5 hay mayor diversidad y población de nematodos, en suelos de pH 4 donde predominó *Tylenchulus* spp., con 73

nematodos seguido de *Tylenchus* spp., *Xiphinema* spp., y *Meloidogyne* spp., con 66, 52 y 51 nematodos respectivamente, y en suelos con pH 5 predominó, *Tylenchulus* spp., con 68 nematodos seguido de *Meloidogyne* spp., *Tylenchus* spp., y *Xiphinema* spp., con 48, 40 y 34 nematodos respectivamente.

- En la relación de nematodos de suelo y tipo de zona alta y baja, la zona alta presentó géneros de nematodos con mayor población *Meloidogyne* spp., con 99 nematodos seguido de *Tylenchulus* spp., *Tylenchus* spp., y *Xiphinema* spp., con 94, 85, y 73 nematodos respectivamente.
- En la relación nematodos en raíz y tipo de zona alta y baja, la zona alta tuvo mayor población donde *Meloidogyne* spp., fue predominante con 3887 nematodos seguido de *Pratylenchus* spp., y *Helicotylenchus* spp., con 271 y 122 nematodos respectivamente el resto de los géneros presentó poblaciones menores a 37 nematodos.

Referencias bibliográficas

- Arcila, P. 2017. Crecimiento y desarrollo de la planta de café: Sistema de producción de café (*Coffea arábica*) en Colombia. Disponible en: <https://cenicafe.org/es/documents/librosistemasproduccioncapitulo2.pdf>.
- ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 25 años Congreso Nacional del Café, Guatemala. 2014. Control Integrado de Nematodos Parte 1 (en línea). Guatemala. Consultado 26 de abr. 2022 Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=TjI9jAncdrY>

- Castilla, E., Millán, E., Mercado, J. & Millan, C. 2017. Relación de los parámetros edáficos sobre la diversidad y distribución espacial de nematodos de vida libre. *Tecnología en Marcha* 30(3): 24-34.
- Cantos Alvarado, EM. 2020. Caracterización de géneros de nematodos fitoparásitos del suelo y raíz en café caturra rojo (*Coffea arabica*) 24 de mayo-Manabí. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guayaquil, Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador.
- Escobar Medrano, MM. 2008. Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua Nicaragua, Universidad Nacional Agraria.
- Gómez Guayllas, ET. 2019. Identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la provincia de Loja: Población de nematodos fitoparásitos en suelo y raíces. Tesis Ingeniero agrónomo. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja.
- Garambel Acurio, S. I. (2017). Caracterización de poblaciones del nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* Spp) de las zonas productoras de café (*Coffea arabica* L.) de Puno.
- Guevara Heredia, E. (2015). Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (*Coffea arábica* L.) en el distrito de Cuispes, Bongará Amazonas.
- Guzmán, PA; Castaño, ZJ; Villegas, EB. 2012. Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Agronomía*.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2017. Caranavi, Capital cafetalera de Bolivia.
- INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2020. Manual de producción de café yungas de Bolivia. La Paz, Bolivia. Libro completo
- Martínez Gallardo, J. Á., Díaz Valdés, T., Partida Ruvalcaba, L., Allende Molar, R., Valdez Torres, J. B., & Carrillo Fasio, J. A. (2015). Nematodos fitoparásitos y su relación con factores edáficos de papaya en Colima, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 251-257.
- Mayta Mamani, M. M. (2017). Caracterización isoenzimática y distribución del nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de café (*Coffea arábica* L.) en San Juan del Oro-Sandia, Puno.
- OIC. Organización Internacional del Café. Informe del mercado del café 2018. Ligera recuperación del mercado de café después de la baja de diciembre.
- PerezQuispe, F. Evaluación del uso de residuos agrícolas como biofumigantes en el café (*Coffea arabica* L.) para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.) en la sub-central agraria Alto Lima Caranvi La Paz.

Rodríguez, A., Muñoz, Y. E., & Pocasangre, L. E. (2011). Evaluación de nematodos de vida libre como indicadores de calidad y salud de suelos en tres sistemas de producción de banano. *Tierra Tropical*, 8(1), 115-125.

Wingching-Jones, R. y L. Salazar-Figueroa. 2011. Población de nematodos en forrajes tropicales en dos rangos de altura en El Cantón de San Carlos, Alajuela. *Agronomía Costarricense* 35(1):

ESTUDIO DE LOS INDICADORES CLIMÁTICOS COMO UN SABER DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN LA COMUNIDAD TAYPI DE LA CUENCA CORPUMA

Study of climate indicators as an early warning knowledge for potato (*Solanum tuberosum*) production in the Taypi Community of the Corpuma Basin

Rodrigo Velasquez Paucara¹; Juan San Martin Morales²; Marizol Cruz Mamani³

1. Ingeniero Agrónomo, Investigador Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia, 2022. Email: rodrigovelasquez@gmail.com

2. Ingeniero Agrónomo, Docente Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto

3. Ingeniero Agrónomo, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto

Resumen

El objetivo del actual trabajo fue estudiar la importancia de los indicadores climáticos como un saber de alerta temprana para la producción de papa en la comunidad Taypi de la cuenca Corpuma del municipio Jesús de Machaca del departamento de La Paz, por medio de la identificación y sistematización de los Indicadores climáticos de la Comunidad Taypi en la producción de papa; y la recopilación de la interpretación de las señales emitidas por los indicadores que existen en el medio ambiente. El diseño metodológico ha sido cualitativo y cuantitativo de carácter descriptivo. Las técnicas de recolección de datos han sido la encuesta y la entrevista estructurada. Los resultados expresan que se identificó 14 indicadores climáticos: thola, qhut'a, añawayá, ch'illiwa, sewenka, laq'u, totora, liqi liqi, zorro andino, lagarto, la Cruz del sur, las Siete cabrillas, las nubes y el arco iris. Se las clasificó en cuatro tipos de indicadores: fitoindicadores, zooindicadores, astronómicos y atmosféricos. Se logró recopilar la interpretación de los indicadores climáticos a través de 4 interrogantes: ¿cuándo se observa?, ¿qué significa?, ¿qué pronostica? y ¿qué significa? Según los comunarios, los identificadores climáticos con mayor confiabilidad para la siembra de papa son la t'ula con 90%; el liqi liqi con 88%; y el zorro andino con 84%. Los indicadores climáticos se observan en determinados meses, mediante la lectura del comportamiento de los indicadores, los comunarios pueden pronosticar sequías, lluvias, vientos, heladas y granizadas, y así, tomar medidas de prevención y evitar perjuicios a los cultivos de papa.

Palabras clave: indicadores climáticos, zooindicadores, fitoindicadores, producción de papa.

Abstract

The objective of the current work was to study the importance of climatic indicators as an early warning knowledge for potato production in the Taypi community of the Corpuma basin of the Jesús of Machaca municipality of the department of La Paz, through the identification and systematization of the climatic indicators of the Taypi Community in potato production; and the compilation of the interpretation of the signals emitted by the indicators that exist in the environment. The methodological design has been qualitative and quantitative of a descriptive nature. The data collection techniques have been the survey and the structured interview. The results show that 14 climatic indicators were identified: thola, qhut'a, añawayá, ch'illiwa, sewenka, laq'u, totora, liqi liqi, Andean fox, lizard, the Southern Cross, the Seven Whiteheads, the clouds and the Rainbow. They were classified into four types of indicators: phytoindicators, zooindicators, astronomical and atmospheric. It was possible to compile the interpretation of the climatic indicators through 4 questions: when is it observed?, what does it mean?, what does it forecast? and what does it mean? According to the community members, the most reliable climatic identifiers for potato planting are t'ula with 90%; the liqui liqui with 88%; and the Andean fox with 84%. The climatic indicators are observed in certain months, by reading the behavior of the indicators, the community members can forecast droughts, rains, winds, frosts and hailstorms, and thus, take preventive measures and avoid damage to potato crops.

Keywords: natural climatic indicators, potato production, Andean region.

Introducción

La pérdida y erosión del conocimiento local y ancestral sobre los Indicadores naturales del Clima, en los últimos años, por la migración de gente rural hacia las zonas urbanas, hace que se vaya perdiendo ese hábito cultural de observar y dialogar con la naturaleza a través de los indicadores climáticos en la producción de cultivos.

Desde tiempos ancestrales, en la región andina, para el proceso de la producción de papa, el agricultor se guiaba a través de las señales de plantas (waych'a, t'ula, sewenka, flor del lirio), animales (vicuña, huevo del liqi liqi, etc.), formaciones astronómicas y otros tipos de indicadores observados en la naturaleza. Mediante ellos pronosticaban en qué temporada debía ser la siembra, o bien en la primera (nayra sata), la

intermedia (taypi sata) o en la última siembra (qipa sata), de esta manera, obtenían buena producción agrícola sin la utilización de químicos y fertilizantes (Condori, 2017).

De acuerdo a Quispe (2014), ellos sabían observar, escuchar y descifrar lo que la misma naturaleza les predecía para obtener una buena siembra, cosecha y post-cosecha de un producto, en este caso la papa. Era tan natural leer y comprender las señales enviadas por la Pachamama y, así, se mantenía la relación armónica con la Madre Tierra y el Cosmos. La papa es el cultivo que inicia la rotación de varios de los sistemas de producción agrícola de la región Andina. Por este motivo, el cultivo de papa año tras año es una de las actividades más importantes de la población rural, que involucra, además, la participación parcial de un importante segmento de población urbana

migrante (Quispe, 2014).

Asimismo, los Bioindicadores, también, son denominados indicadores biológicos o conocimientos ancestrales y locales (Quispe 2014).

Esta práctica de la observación de la naturaleza en procura de hallar indicadores naturales de predicción o explicación climatológica, no es nueva en la cultura campesina andina, especialmente para los habitantes en las orillas del Lago Titicaca; sino que los pueblos andinos han ido practicando esta sabiduría desde los tiempos prehispánicos y actualmente está aún en plena vigencia, pero no con tanta intensidad como antes (Condori 2017).

Las plantas y los animales al adaptarse a estas condiciones climáticas andinas como a la altitud y latitud, además, tuvieron que desarrollar mecanismos de comportamiento muy finos y precisos para poder sobrevivir en esas condiciones tan adversas, no sólo ante los cambios climáticos regulares como son las estaciones o el día y la noche, sino también ante cambios irregulares como son las sequías en la época que debería ser de lluvias o heladas, las granizadas y vientos son mucho más intensos que en la épocas normales. Estos cambios afectan en gran medida a la producción agrícola y ganadera, como a la misma población humana (Claverias, 1994).

Por lo tanto, el objetivo del actual trabajo es estudiar los indicadores climáticos como un saber de alerta temprana para la producción de papa en la comunidad Taypi de la Cuenca Corpuma del Municipio Jesús de Machaca del departamento de La Paz, por medio de la identificación y sistematización de

los Indicadores climáticos en la producción de papa; y la recopilación de la interpretación de las señales emitidas por los indicadores que existen en el medio ambiente de la comunidad Taypi.

Materiales y métodos

El presente estudio será llevado a cabo en la cuenca Corpuma del municipio de Jesús de Machaca. Al encontrarse en plena meseta andina altiplánica, está flanqueada por la Cordillera Occidental y por la Cordillera Oriental. La temperatura media ambiente anual es de 8.5 °C, la máxima media anual es de 17.6 °C, la mínima media anual es de -0.5 °C, la máxima extrema anual es de 22.0 °C (diciembre) y la mínima extrema anual es de -11.0 °C (agosto) (SENAMHI, 2010).

El municipio Jesús de Machaca, cuenta con una superficie territorial aproximada de 939 Km² (93.900 hectáreas) y representa aproximadamente el 35% del territorio de la provincia Ingavi.

Los materiales utilizados fueron de escritorio: equipo de computación, impresora, flash memory, papel bond, lápices bolígrafo; de campo: cámara fotográfica, libreta y cuaderno de campo, tablero de campo, y hojas de encuestas.

El diseño metodológico fue cualitativo y cuantitativo, el alcance de estudio descriptivo. Los datos fueron obtenidos mediante las técnicas de la entrevista semiestructurada, la observación y la encuesta. Además, se obtuvo informaciones de las reuniones y los cursos talleres en los que participan, directamente, los comunarios (de 45 años en adelante).

El procedimiento fue hecho en tres etapas. En la primera, pre-campo, se hizo

la visita y presentación ante las autoridades originarias (Jiliri Mallku Originario, Jiliri Mallku Tayka, Sulca Mallku de K'ora K'ora y Taypi) y comunarios para dar a conocer las metas de la investigación.

En la segunda etapa, de campo, se identificó personas clave (autoridades). Se asistió a reuniones y talleres de comunarios, donde se realizó las encuestas y entrevistas a los comunarios a fin de obtener información pertinente.

En la tercera etapa, de gabinete, se elaboró el documento final según los objetivos planteados.

Resultados y discusiones

Identificación de los indicadores climáticos de la Comunidad Taypi

Se ha identificado 14 indicadores climáticos identificadas en plantas, animales, cuerpos astronómicos y fenómenos atmosféricos y son las siguientes: thola, qhut'a, añawaya, ch'illiwa, sewenka, laq'u, totora, liqi liqi, zorro andino, lagarto, la Cruz del sur, las Siete cabrillas, las nubes y el arco iris.

Sistematización de los indicadores climáticos

En el siguiente cuadro 1, se clasifica a los indicadores climáticos en 4 tipos: fitoindicadores, zooindicadores, indicadores astronómicos, indicadores atmosféricos, asimismo, contiene el nombre común y científico de las plantas y animales.

Cuadro 1.

Indicadores climáticos de Taypi

INDICADORES CLIMÁTICOS DE TAYPI	
Fitoindicadores (plantas)	
Nombre común	Nombre científico
T'ula	(<i>Parastrephia lepidophylla</i>)
Qhut'a	(<i>Junellia minima</i>)
Añawaya	(<i>Adesmia spinossima</i>)
Ch'illiwa	(<i>Festuca dolichophylla</i>)
Siwinqa	(<i>Cortaderia quila bolivianum</i>)
Laqhu	(<i>Clorophyceae</i>)
Totora	(<i>Schoenoplectus californicus</i>)
Zooindicadores (animales)	
Nombre común	Nombre científico
Liqi liqi	(<i>Vanellus resplendes</i>)
Zorro andino	(<i>Licolapex inca</i>)
Lagarto	(<i>Loliaemus sp.</i>)
Indicadores astronómicos	
Cruz del Sur	
Siete cabrillas (Qutu, estrellas mañaneras)	
Indicadores atmosféricos	
Nubes	
Arco Iris	

Recopilación de la interpretación de las señales emitidas por los indicadores climáticos en la producción de papa

Los indicadores climáticos son de 4 tipos: fitoindicadores, zooindicadores, indicadores astronómicos e indicadores atmosféricos.

Fitoindicadores

La t'ula (*Parastrephia lepidophylla*) es la planta de la familia de las asteráceas, una especie arbustiva erecta que mide de 1 a 2 metros de alto, sus hojas se encuentran dispuestas en espiral en forma de escamas, las flores son marginales y de color amarillo. Los tallos basales son más duros porque

la visita y presentación ante las autoridades originarias (Jiliri Mallku Originario, Jiliri Mallku Tayka, Sulca Mallku de K'ora K'ora y Taypi) y comunarios para dar a conocer las metas de la investigación.

En la segunda etapa, de campo, se identificó personas clave (autoridades). Se asistió a reuniones y talleres de comunarios, donde se realizó las encuestas y entrevistas a los comunarios a fin de obtener información pertinente.

En la tercera etapa, de gabinete, se elaboró el documento final según los objetivos planteados.

Resultados y discusiones

Identificación de los indicadores climáticos de la Comunidad Taypi

Se ha identificado 14 indicadores climáticos identificadas en plantas, animales, cuerpos astronómicos y fenómenos atmosféricos y son las siguientes: thola, qhut'a, añawayá, ch'illiwa, sewenka, laq'u, totora, liqi liqi, zorro andino, lagarto, la Cruz del sur, las Siete cabrillas, las nubes y el arco iris.

Sistematización de los indicadores climáticos

En el siguiente cuadro 1, se clasifica a los indicadores climáticos en 4 tipos: fitoindicadores, zooindicadores, indicadores astronómicos, indicadores atmosféricos, asimismo, contiene el nombre común y científico de las plantas y animales.

Cuadro 1.

Indicadores climáticos de Taypi

INDICADORES CLIMÁTICOS DE TAYPI	
Fitoindicadores (plantas)	
Nombre común	Nombre científico
T'ula	(<i>Parastrephia lepidophylla</i>)
Qhut'a	(<i>Junellia minima</i>)
Añawayá	(<i>Adesmia spinosissima</i>)
Ch'illiwa	(<i>Festuca dolichophylla</i>)
Siwinqa	(<i>Cortaderia quila bolivianum</i>)
Laqhu	(<i>Clorophyceae</i>)
Totora	(<i>Schoenoplectus californicus</i>)
Zooindicadores (animales)	
Nombre común	Nombre científico
Liqi liqi	(<i>Vanellus resplendes</i>)
Zorro andino	(<i>Licolapex inca</i>)
Lagarto	(<i>Loliaemus sp.</i>)
Indicadores astronómicos	
Cruz del Sur	
Siete cabrillas (Qutu, estrellas mañaneras)	
Indicadores atmosféricos	
Nubes	
Arco Iris	

Recopilación de la interpretación de las señales emitidas por los indicadores climáticos en la producción de papa

Los indicadores climáticos son de 4 tipos: fitoindicadores, zooindicadores, indicadores astronómicos e indicadores atmosféricos.

Fitoindicadores

La t'ula (*Parastrephia lepidophylla*) es la planta de la familia de las asteráceas, una especie arbustiva erecta que mide de 1 a 2 metros de alto, sus hojas se encuentran dispuestas en espiral en forma de escamas, las flores son marginales y de color amarillo. Los tallos basales son más duros porque

llevan en su interior el compuesto llamado lignina, las ramas terminales son de color verde cenizo (Condori 2017).

A la t'ula, se la observa en cada momento de su floración y en la producción de sus semillas. Cada floración de la planta se relaciona con las tres épocas de siembra de la papa: primera, segunda y tercera siembra (Quispe, 2014).

Si durante la primera floración de la t'ula se presenta la lluvia o helada y las flores de la planta son dañadas, es el anuncio de que se presentará lluvia o helada que afectará a la primera siembra de papa. Por el contrario, si las flores no son dañadas por la lluvia o helada, pronostica que no habrá lluvia o helada que afecte a la siembra del tubérculo. Este mismo comportamiento se observa en la segunda y tercera floración de la t'ula relacionada con la siembra intermedia y la última siembra de papa.

Además, si en la primera, segunda o tercera floración de la t'ula, se presenta buena cantidad de semillas, es el anuncio de que habrá buena producción de papa, caso contrario, significa que no habrá buena producción de papa.

Este indicador biológico es observado a finales del mes de agosto y septiembre.

Según las encuestas, sólo el 65,6% de los comunarios observan y confían en este indicador, el 12,5% lo observa eventualmente y el 21,9% no observa el indicador.

La **Qhut'a** (*Junellia minima*) es un género de plantas fanerógamas pertenecientes a la familia de las verbenáceas y nativa de Sudamérica e Islas Malvinas. Es una plántula pequeña, forma cojines de entre 1 y

2 cm de altura, hojas lanceoladas, opuestas y diminutas, la Flor hermafrodita de blanca a lila, inflorescencia de 2 a 3 flores (Tapia, 2012).

En la qhut'a se observa la floración. Si la flor se marchita, indica que habrá riesgo de heladas. En cambio, cuando la planta florece es el presagio de realizar la siembra de papa y, además, si la floración es abundante y tupida, vaticina que habrá buena producción de papa.

Esta planta es observada en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero.

De acuerdo a las entrevistas, el 56,3% de los productores observa y confía en la qhut'a como guía en la siembra de papa; el 10% lo hace eventualmente; y el 34% de los comunarios no se basan este indicador.

La **Añawayá** (*Adesmia spinossima*) es una especie de planta con flores, arbustiva de leguminosas de la subfamilia Faboideae. Vive entre 2000 y 3500 m.s.n.m., en el sur de la cordillera de los Andes. Es un arbusto que no alcanza 160 cm de altura, perenne, ramas erectas, corteza parda, poco espinoso, hojas aciculares de 1, 2 y 5 cm de largo, enmanojadas, flores diminutas, amarillas; frutos muy plumosos (Condori 2017).

En la añawayá se observa su floración. Cuando florece en gran cantidad, indica que es tiempo de sembrar la papa. Si la floración es en toda la planta, significa que será un buen año en la producción de papa. Por el contrario, si presenta poca floración, vaticina un mal año para la producción del tubérculo.

Este indicador biológico se puede observar entre los meses de septiembre a octubre.

Según las encuestas, el 56% de los comunarios de Taypi observa y confía en este indicador, el 28% no lo observa, el 12,5% lo hace eventualmente y el 3% no conoce al indicador.

La **Ch'illiwa** (*Festuca dolicophylla*), es una especie botánica de gramínea cespitosa, dura, salificada, de la familia de las Poaceae (Tapia, 2012).

En la chilliwa se observa el tallo y las semillas. Si el tallo es de color transparente y, además, parece como si tuviera escamas, significa que las lluvias serán normales, por lo tanto, se espera tener una buena producción de papa.

Si las semillas son granos grandes, abundantes y han madurado bien, significa que la producción de papa será buena.

La ch'illiwa se observa en los meses de octubre hasta diciembre (maduración de la semilla).

De acuerdo a las entrevistas, el 40,6% de los productores de papa observa y confía en este indicador, el 34% lo hace eventualmente, el 19% no lo observa y el 6% de los comunarios no conoce el indicador.

La **Siwinka** (*Cortaderia quila bolivianum*) crece en densa masa, puede alcanzar 3 m de altura, tiene hojas perennes, largas y finas de 1–2 m de largo y 1 cm de ancho, con bordes muy afilados (debiéndosela manipular con cuidado), color verde azulinas, que pueden llegar a gris plateadas. Las flores son en densa panícula blanca. Las

flores masculinas tienen 3 estambres, ovario rudimentario; las femeninas con un ovario desarrollado y dos estilos plumosos. Florece a fines del verano (Condori, 2017).

En la Siwinka se observa la floración. Si la floración se da en los meses de enero y febrero, que coincide con la época de lluvias, y cuando se produce el segundo momento de la floración, significa que la época de lluvias está por terminar.

Según las encuestas, el 37% de los comunarios observa y confía en este indicador, el 35% lo observa eventualmente, el 22% no la observa y el 6% no lo conoce.

El **Laqhu** (*Clorophyceae sp.*) es una clase de algas verdes, que se distinguen básicamente por su morfología ultraestructural. Por ejemplo, la cloroficea "clado CW" y la cloroficea "clado DO", se definen por la disposición de sus flagelos. Los miembros del clado CW tienen el flagelo desplazado en el sentido dextrógiro u horario de su nombre en inglés clock wise, CW, por ejemplo, Chlamydomonadales. Los miembros del clado DO tienen los flagelos opuestos, por ejemplo, Sphaeropleales (Tapia, 2012).

En el Laq'u se observa lo siguiente, si posee un color verde intenso, se pronostica un año con buena producción de papa, pero si es de color marrón, vaticina poca producción.

Esta alga se la observa en los meses de septiembre a octubre.

De acuerdo a las entrevistas, el 50% de los comunarios observa el Laq'u como un indicador con credibilidad; el 16% lo observa eventualmente, el 22% no lo observa, y el 12% no lo conoce.

La **Tatora** (*Schoenoplectus californicus*) es una hierba perenne de escaso porte, fasciculada, con raíces fibrosas. El tallo es cespitoso, erecto, liso, trigono, acostillado, sin presentar tuberosidades en la base. Las hojas de la sección inferior presentan vainas foliares carentes de láminas y las hojas superiores las desarrollan ocasionalmente. La inflorescencia es un agregado simple y pseudolateral de espiguillas. Tiene una bráctea erecta que semeja una continuación del tallo. Las espigüelas son hermafroditas, abundantes, sésiles, ovoides u oblongas. Presenta glumas espiraladas, deciduas, ovadas, redondas en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral in-conspicua u obsoleta; la raquilla es persistente. (Quispe 2014).

Tiene una bráctea erecta, que semeja a una continuación del tallo. Las espigüelas son hermafroditas, abundantes, sésiles, ovoides u oblongas. Presenta glumas espiraladas, deciduas, ovadas, redondas en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral inconspicua u obsoleta; la raquilla es persistente. Las flores son hermafroditas; el perianto tiene entre 2, 7 y 6 escamas. Los estambres son tres, y los estilos dos. Los frutos son aquenios lenticulares, biconvexos o aplanadoconvexo, lisos o transversalmente rugosos (Condori, 2017).

En la tatora se observa la altura, la flor y el fruto. Si la tatora crece alta, y en consecuencia su flor y fruto se sitúan muy arriba, significa que será un año lluvioso.

La tatora se la observa en los meses de agosto a octubre.

Según las encuestas, el 56% de los comunarios observa y confía en este indicador

biológico, el 19% la observa eventualmente, el 16% no la observa y el 9% no la conoce.

Zooindicadores

El **Liqi liqi** (*Vanellus resplendes*) es un ave pequeña de color plumizo que tiene la cabeza plana, patas rojizas, y plumas de la cara de color oscuro, como si tuviera lentes, y las plumas de la espalda son de color verde translucido, típica de la eco región andina que pone sus huevos entre septiembre a enero (Tapia 2012).

En el liqi liqi se observa la forma, lugar del nido, además, la cantidad y color de los huevos. Cuando el ave construye su nido en el suelo plano, vaticina que habrá un año seco con pocas lluvias y, por lo tanto, la producción de papa será baja.

Si construye el nido en promontorios, es para un año con lluvias normales y, por lo tanto, la producción podría ser abundante.

Para un buen año con lluvias normales, el huevo se presenta de color verde, pero para un mal año sin lluvias, se muestra todo descolorido y opaco.

Cuando el nido está construido con estiércol de oveja o de alpaca y con pequeñas piedras, además de pedazos de alambre o agujas, anuncia que será un año con fuerte presencia de granizadas durante el crecimiento de los cultivos.

Si el nido está hecho sólo con pajas o rastrojos significa que habrá lluvias.

Para un buen año con lluvias normales, el huevo se presenta de color verde, pero para un mal año sin lluvias, se muestra todo descolorido y opaco.

Si las manchas en el huevo son menudas, habrá buena producción de papa.

Este indicador se lo observa de septiembre a diciembre.

De acuerdo a las entrevistas, el 87,5% de los comunarios observan y confían en este indicador, el 9,4% lo observan eventualmente y el 3,1% no observa el indicador.

El Zorro andino (*Licolapex inca*) es un animal astuto que habita en la eco región alto andina, presenta una longitud de 70 cm aproximadamente del hocico al nacimiento de la cola, con cola larga y coposa, las orejas son puntiagudas, su color es pardo grisáceo que le permite mimetizarse con su entorno. Vive en madrigueras, caza aves de corral y animales pequeños. Suele vivir hasta doce años. El grito del zorro es una especie de ladrido agudo (Condori 2017).

Lo observado en el zorro: Si el aullido que emite el zorro es entrecortado o atorado y ronco es un presagio de un mal año con pocas lluvias, cuya consecuencia es la escasa producción de papa. En cambio, cuando el aullido que produce es en forma fluida o completo, es el augurio de que será un buen año, con lluvias normales, por tanto, podría haber buena cosecha de papa.

Cuando el zorro aúlla en la punta del cerro, es una señal para que la siembra sea adelantada (nayra sata). Si aúlla en el medio de la ladera, es un signo de que la siembra deba ser intermedia (siembra taypi). Y si aúlla en las planicies, significa que las siembras deben ser atrasadas (qipa sata).

O si el zorro se encuentra caminando en la pampa y cerca de las casas, significa que la siembra de papa se debe realizar en las pampas.

Cuando sus heces fecales son de color blanco significa que habrá buena producción de tunta.

Al zorro se lo observa en los meses de septiembre a octubre.

Según las encuestas, el 84,4% de los hermanos productores observan y confían en este indicador climático, el 12,5% no observa el indicador y el 3,1% lo observa eventualmente.

El Lagarto (*Loliaemus sp.*) tiene cuatro patas, oído con apertura externa y párpados móviles. El rango de longitudes va de unos pocos centímetros de algunos geckos del Caribe, hasta los cerca de 3 metros del dragón de Komodo (Tapia 2012).

Al lagarto se lo observa de agosto hasta diciembre.

En el lagarto se observa la forma de las colas de las crías. Si las crías del lagarto nacen en agosto y conservaron sus colas, indica que la producción, en la primera siembra, será buena, pero si en el mes octubre pierden sus colas por el frío, significa que habrá heladas y que la primera siembra no será buena. Si para octubre (tercera siembra) las crías conservan su cola, significa que esta época es la más adecuada para la siembra.

De acuerdo a las entrevistas, el 68,8% de los productores observan y confían en este indicador, el 18,8% lo observa eventualmente, el 9,4% no observa el indicador y el 3,1% no lo conoce.

Indicadores Astronómicos

La Cruz del sur

En la Cruz del sur se observa lo siguiente: si la Cruz del Sur se oculta en medio de las nubes, es un presagio para un año lluvioso; y si se esconde en el cielo despejado, es señal para un año de poca lluvia o sequía. Cuando la Cruz del Sur se oculta en medio de las nubes, es un presagio para un año lluvioso; y si se oculta en el cielo despejado, es señal para un año de escasez de lluvias.

A la cruz del sur se la observa el 3 de mayo.

Según las encuestas, el 84,4% de los productores observan y confían en este indicador, el 15,6% no lo observa.

Siete cabrillas (qutu)

Es un conjunto de estrellas que se la conoce como pleyades o siete cabrillas (qutu en aymara). El comunario dialoga con el qutu durante la temporada de heladas (Quispe 2014).

En siete cabrillas, se observa la intensidad, tamaño y agrupación de las estrellas. Estas señales permiten pronosticar la presencia de un año bueno o malo en la producción de papa. Cuando las estrellas aparecen en conjunto, más brillantes y grandes, significa que las producciones de papa serán grandes y muy buenas; y si las estrellas aparecen opacas o pequeñas, significa que la producción de papa será regular.

El mes de junio es la temporada de su aparición.

De acuerdo a las entrevistas, el 93,8% de los comunarios observa y confía en este indicador y el 6,3% no observa este indicador.

Indicadores atmosféricos

Las nubes

Las nubes se observan del 18 al 21 de marzo y en el mes de agosto para la siembra.

Lo que se observa en las nubes es que: Cuando no se presenta nubes en las festividades tradicionales o se exponen en escasa cantidad, es el presagio de un año malo y con dificultades para los cultivos.

También se observa la postura de las nubes es su parte apical, es decir, cuando la parte alta de la nube tiene una orientación de sudoeste hacia el este, es el presagio de presencia de lluvias.

Cuando las nubes se muestran negras es el indicio de la llegada de lluvias o la continuación de las lluvias. Cuando las nubes se presentan de color plomo significa que habrá vientos. Si el día 1 de agosto se presentan nubes, significa que las lluvias se adelantarán, entonces se debe tomar previsiones para una siembra adelantada. Si se nubla el 2 de agosto, es el indicio de que las lluvias y siembras deben ser "en el tiempo medio, ni muy adelantadas ni muy atrasadas". Si aparecen las nubes el 3 de agosto, son indicios de que las lluvias y las siembras serán tardías.

Según las encuestas, el 78% de los comunarios observa y confía en las nubes para predecir el tiempo, el 16% lo hace de vez en cuando y el 6% no las observa.

El Arco iris

Es un fenómeno óptico atmosférico que aparece después de la lluvia en el cielo con forma de aro o anillo, coloreado y luminoso (Condori 2017).

Al arco iris, se la observa en el mes de mayo para predecir la producción de papa.

Cuando al Arco iris se lo observa en el cerro, significa que la mejor producción estará en el cerro o las laderas; y si aparece en la pampa, es el presagio de que la producción será mejor en las planicies.

Por otro lado, si el arco iris, en épocas de lluvia, aparece a una altura pronunciada significa que las lluvias cesarán; y si el arco iris se presenta con una altura baja, es el presagio de que las lluvias continuarán.

De acuerdo a las entrevistas, el 97% de los productores observa y confía en este indicador para predecir el comportamiento de las lluvias y el 3% no lo observa.

Conclusiones

En la comunidad Taypi, se ha logrado identificar 14 indicadores climáticos: thola, qhut'a, añawayaya, ch'illiwa, sewenka, laq'u, totora, liqi liqi, zorro andino, lagarto, la Cruz del sur, las Siete cabrillas, las nubes y el arco iris.

Se logró clasificar los indicadores climáticos según su tipología: Fitoindicadores: Th'ola, Qhuta, Añahuaya, Sewenka, ch'illiwa, laqhu y totora; Zooindicadores: Zorro, Leque leque y Lagarto; Indicadores Atmosféricos: Nubes y el arco iris; e Indicadores Astronómicos: Siete cabrillas y la Cruz del Sur.

Se consiguió recopilar la interpretación de los indicadores climáticos a través de 4 interrogantes: ¿cuándo se observa?, ¿qué significa?, ¿qué pronostica? y ¿qué significa?

Los identificadores climáticos con mayor confiabilidad para la siembra de papa, según los comunarios, son la th'ola con 90%; el liqi liqi con 88%; y el zorro andino con 84%.

Los indicadores climáticos se observan en determinados meses. Mediante la lectura del comportamiento de los indicadores, los comunarios pueden pronosticar sequías, lluvias, vientos, heladas y granizadas, y así, tomar medidas de prevención y evitar perjuicios a los cultivos de papa.

Referencias bibliográficas

Claverias, R. 1994. Conocimientos de los campesinos andinos sobre los predictores climáticos: Elementos para su verificación.

Condori, L. 2017. Gestión de datos de bioindicadores en la producción agrícola de la papa en las comunidades rurales del sector del lago Titicaca del departamento de la paz. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C; Baptista Lucio, P. 2010. Metodología de la investigación. México: McGraw-HILL/Interamericana Editores. 613 p.

Layme Pairumani, F. 1997. Diccionario Bilingüe Aimara – castellano, Castellano – aimara. Editora Atenea SRL, Ediciones Graficas, La Paz, Bolivia. 421 p.

Pacosillo, A. 2019. "Evaluación del riesgo por erosión hídrica del suelo en la Cuenca

Pedagógica Corpuma del municipio Jesús de Machaca, aplicando el modelo U.S.L.E. mediante herramientas S.I.G.". Tesis Ing. El Alto, Bolivia, UPEA. 85 p.

Quispe, G. (2014). Pronósticos basados en los bioindicadores locales, Para una producción sostenible en la región andina. El Diario.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2010. Balance hídrico, las condiciones de humedad y condición climática de 124 estaciones meteorológicas. Bolivia.

Tapia, N. 2012. Indicadores del tiempo y la predicción climática. Estrategias agroecológicas campesinas para la adaptación al cambio climático en la puna Cochabambina. AGRUCO.

Velásquez Paucara, RA. 2021. Estudio de los indicadores climáticos como un saber de alerta temprana para la producción de papa (*Solanum tuberosum*) en la comunidad Taypi de la Cuenca Corpuma. Tesis Ing. El Alto, Bolivia UPEA. 89 p.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) CON LA INCORPORACIÓN DEL BIOCARBÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO, COMUNIDAD UYPACA MUNICIPIO DE ACHOCALLA

Evaluation of tomato (*Solanum lycopersicum*) production with the incorporation of biochar coal under greenhouse conditions, Uypaca community, Achocalla municipality

Angela Ruth Valda Alipaz.¹, Reinaldo Mendoza Segovia.², Juan José Vicente Rojas.³

1 Ingeniera Agrónoma Investigador Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto - Bolivia. El Alto, Bolivia. 2022. Email: ruthvalda6@gmail.com

2 Ingeniero Agrónomo, Docente investigador, Instituto de Investigación, Extensión Agrícola y Posgrado (IINEAP). Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.

3 Ingeniero Agronomo, Docente Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto

Resumen

La investigación se realizó en el Municipio de Achocalla, comunidad Uypaca, departamento La Paz, durante la gestión 2019. El objetivo fue: Evaluar la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) incorporando biocarbón, en condiciones de invernadero, donde se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos, cuatro repeticiones, en un periodo de 5 meses. El biocarbon se aplicó de forma localizada en cada planta a 40 cm de profundidad (T1) en el (T2) se aplicó al voleo en ambos tratamientos se colocó 5 kg de biocarbón activado y como T3 sin aplicación, las variables de respuesta fueron: longitud, diámetro, peso, número de fruto y rendimiento. Los resultados en la longitud obtenidos fueron: T1 (biocarbón localizado) de 4.43 cm, un diámetro de 5.05 cm, cantidad de frutos por planta promedio de 16.96 y 80.86 g de peso por fruto, en el T2 (biocarbón al voleo) mostró 4.55 cm longitud, 4.95 cm diámetro, 18.08 frutos/planta y 73.21 gramos de peso/fruto y el tratamiento T0 (testigo) presentó 4.15 cm longitud, 4.85 cm diámetro, 14.08 frutos/planta y 64.48 gramos de peso/fruto. Respecto al rendimiento el T1 mostró 1.37 kg/planta, T2 con 1.32 kg/planta y el T0 con 0.91 kg/planta y en relación al beneficio costo el mejor tratamiento fue el T1 (biocarbón localizado) con 1.47, seguido por el T2 (biocarbón al voleo) con 1.41 y por ultimo T0 (Testigo) con 1.16.

Palabras claves: biocarbón, *Solanum lycopersicum*, producción

Abstract

The research was carried out in the Municipality of Achocalla, Uypaca community, La Paz department, during the 2019 administration. The objective was: To evaluate the production of tomato (*Solanum lycopersicum*) incorporating biochar, under greenhouse conditions, where a completely random design was used, random (DCA), with three treatments, four repetitions, in a period of 5 months. The biochar was applied in a localized way in each plant at a depth of 40 cm (T1) in (T2) it was applied by broadcasting in both treatments 5 kg of activated biochar was placed and as T3 without application, the response variables were; length, diameter, weight, number of fruit and yield. The results in length obtained were: T1 (localized biochar) of 4.43 cm, a diameter of 5.05 cm, average number of fruits per plant of 16.96 and 80.86 g of weight per fruit, in T2 (biochar broadcast) it showed 4.55 cm length, 4.95 cm diameter, 18.08 fruits/plant and 73.21 grams of weight/fruit and treatment T0 (control) presented 4.15 cm length, 4.85 cm diameter, 14.08 fruits/plant and 64.48 grams of weight/fruit. Regarding the yield, T1 showed 1.37 kg/plant, T2 with 1.32 kg/plant and T0 with 0.91 kg/plant and in relation to cost benefit, the best treatment was T1 (localized biochar) with 1.47, followed by T2 (localized biochar) with 1.41 and finally T0 (Witness) with 1.16.

Keywords: biochar, *Solanum lycopersicum*, production.

Introducción

Dentro de la horticultura mundial, el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los rubros con mayor dinamismo cuyo hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado y sobre esta base, ser cultivada de diversas formas, planificándose la cosecha según objetivo, encontrándose producciones destinadas a procesos industriales o a consumo fresco, siendo esta última la de mayor diversificación productiva, debido a que el tomate puede ser cultivado en una alta gama de condiciones durante todo el año (INIA; INDAP, 2017).

El tomate es una planta compleja que pertenece a la familia de las Solanáceas y actualmente es cultivada en todo el mundo. La superficie de tomate rojo a nivel mundial durante 2007-2017 aumentó a una tasa promedio anual de 1.4%, colocándose en 4.8 millones de hectáreas, el rendimiento durante

este periodo fue de 1.5% promedio anual, con 37.6 toneladas por hectárea (FAO, 2019).

La producción de tomate en Bolivia está concentrada en 61.531 toneladas y la importación del mismo alcanza a 6.943 toneladas es decir que se importa 11,28% de lo que se produce por cada 100 toneladas de tomates producidos se importan 11 (INE, 2017).

En regiones de cabecera de valle seco del municipio de Achocalla la producción del cultivo es mínima debido a las exigencias nutricionales del tomate ya que los suelos de la zona están reduciendo al mínimo la materia orgánica, estos factores sumados al cambio climático son los que influyen a la baja producción siendo necesario el uso de insumos orgánicos e inorgánicos para sostener la producción.

Ante esta realidad, existen dentro las técnicas de la agroecología que pueden

solucionar estos problemas como la elaboración del biocarbón.

Debido a la demanda creciente de alimentos producidos de forma orgánica, cultivar tomate en carpas solares o ambientes protegidos atemperados con la incorporando del biocarbón por sus propiedades físico-químicas únicas que permiten mejorar el suelo a corto y largo plazo, se presenta como una nueva alternativa de producción en la zona de estudio Achocalla comunidad Uypaca.

Razón por la cual el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del biocarbón activado en la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*), a la vez verificar la mejora del suelo con el análisis en un antes y después de incorporar el biocarbón

Materiales y métodos

Material vegetal

Para la investigación utilizó semilla certificada de tomate de la variedad Floradade, adquirida de la semillería Los Andes de la ciudad de La Paz.

En la elaboración del biocarbon se utilizó material local como Ramas de eucalipto y Acacia (Carbón) activado con orina de bovino y en el control de hongos se aplicó como medio de control con Caldo sulfocálcico

La investigación se realizó en un área de 78 m² en el Municipio de Achocalla comunidad Uypaca en un ambiente protegido, perteneciente a la finca Ave María – La Paz. Con un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos, como variables de respuesta fueron: longitud, diámetro, número de frutos por planta, peso, rendimiento y análisis de costo de producción.

La aplicación del biocarbon fue por dos métodos localizada a una profundidad de 40 cm y al voleo disperso en todo el tratamiento. Debido a las exigencias del cultivo se incorporó abono de bovino 30 t/ha, 3 kilos por m² con el fin de recompensar al suelo los nutrientes adsorbidos por el cultivo. Posterior a ello se prosiguió con el plantado de tomate.

Para el análisis del suelo se realizó el método muestra simple, las muestras se tomaron a una profundidad de 20 cm por tratamiento y sus repeticiones, su interpretación se realizó según los parámetros planteados por CETABOL, (2022).

Resultados y discusión

Análisis de suelo

Cuadro 1

Análisis físico químico de suelo

Parámetro	Testa bs.	T0 Test	T1 loc al	T2 voleo	Unidad
Arena	42	62.8	60.8	54.8	%
Limo	29	20	14	18	%
Arcilla	29	17.2	25.2	27.2	%
pH	7.37	7.72	7.64	6.91	-
C.E.	0.10	0.45	0.48	0.9	dS/m
Ca	6.12	9.51	10.3	17.8	Meq/100 g
Mg	2.06	3.67	3.96	4.59	Meq/100 g
Na	-	1.99	2.04	2.7	Meq/100 g
K	0.35	1.71	1.29	4.65	Meq/100 g
C.I.C.	8.98	17.5	18.9	30.5	Meq/100 g
M.O.	1.48	2.46	3.41	3.97	%
N	0.14	0.44	0.45	1.6	%
P	-	18.5	20.6	24.6	ppm

Fuente: IBTEN y Laboratorio de Suelos Facultad de Agronomía UMSA (2019).

Cuadro 1 muestra los resultados del análisis de suelo al inicio y a final del ensayo, en cuanto al pH en el testigo absoluto es 7.37, T0 (testigo) 7.72, T1 (biocarbón localizado) 7.64 y el T2 (biocarbón al voleo) con 6.91. Según los parámetros son levemente alcalinos y muestra una diferencia mínima en los tratamientos aplicados con el biocarbon.

La conductividad eléctrica (C.E.) al inicio del ensayo fue 0.101 dS/m en el testigo absoluto y al final del ensayo T0 (testigo) obtuvo 0.45 dS/m, T1 (biocarbón localizado) fue 0.48 dS/m y el T2 (biocarbón al voleo) con 0.9 dS/m. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto y T0, T1 y el T2 son no salinos.

El contenido de calcio intercambiable al inicio, el testigo absoluto mostro 6.12 meq/100g. Al final del ensayo el T0 (testigo) presento 9.51 meq/100g, el T1 (biocarbón localizado) con 10.32 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) con 17.61 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es alto, T0, T1 y T2 son muy altos.

El contenido de magnesio intercambiable al inicio mostro 2.06 meq/100g testigo absoluto. Al final del ensayo el T0 (testigo) presentó 3.67 meq/100g, el T1 (biocarbón localizado) con 3.98 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) con 4.59 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto, T0, T1 y T2 son muy altos.

El contenido de potasio intercambiable al inicio el testigo absoluto mostro 0.35 meq/100g. Al final del ensayo el T0 (testigo) 1.71 meq/100g, T1 (biocarbón localizado) con 1.29 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) con 4.65 meq/100g. Según los parámetros

de CETABOL (2022), el testigo absoluto es moderado y T0, T1 y el T2 son muy altos.

La capacidad de intercambio catiónico al inicio del ensayo mostró un valor de 8.98 meq/100g (testigo absoluto). Al final del ensayo el T0 (testigo) presento 17.5 meq/100g, T1 (biocarbón localizado) con 18.9 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) 30.5 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto, T0 y T1 son moderado pero el T2 alto.

El contenido de materia orgánica del suelo al principio fue 1.48 % testigo absoluto. Al final del ensayo T0 (testigo) presento 2.46 %, el tratamiento T1 (biocarbón localizado) mostró un valor de 3.41 % y el T2 (biocarbón al voleo) con 3.97%. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es bajo en materia orgánica y T0, T1 y el T2 moderado.

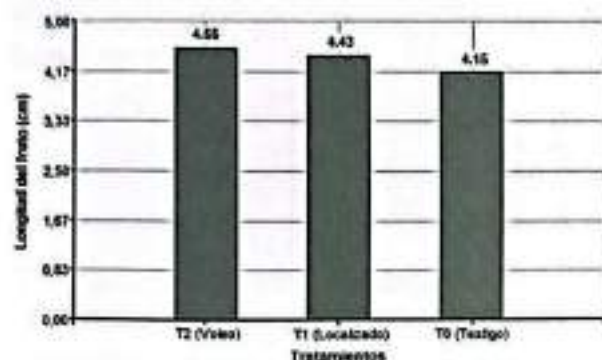
El contenido del nitrógeno total del suelo al principio presento 0.14 % N (testigo absoluto) al final del ensayo el T0 (testigo) presenta 0.44% N, T1 (biocarbón localizado) mostro 0.45 % N y el T2 (biocarbón al voleo) con 1.06 % N. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es moderado y T0, T1 y el T2 muy alto.

El contenido de fósforo disponible en el T0 (testigo) presento 18.5 ppm., T1 (biocarbón localizado) mostro 20.59 ppm. y el T2 (biocarbón al voleo) con 24.6 ppm. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo T0, T1 y el T2 es alto.

Longitud del fruto

Figura 1.

Longitud del fruto por tratamientos



La Figura 1, muestra una semejanza entre tratamientos. Podemos observar que el valor en promedio de la longitud de fruto el T2 obtuvo 4.55 cm, seguidamente T1 con 4.43 cm y por ultimo T0 con 4.15 cm, y son iguales estadísticamente. García, (2019) con la aplicación de Quitosano mejoró la longitud de frutos siendo la dosis de 2g/L en la variedad Flora dade, con promedios de 4,76 cm, mientras que los promedios de longitud con otras dosis los frutos para esta variedad oscilaron entre 4,47 y 4,49 cm. Datos muy similares obtenidas en la presenta investigación.

Según Arbaz, (2011), la utilización de biocarbón en la agricultura tiene el potencial de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, por el empleo del biocarbón puede aumentar la fertilidad del suelo. Debido a sus beneficios únicos se fue empleando a un principio en las especies frutales y forestales

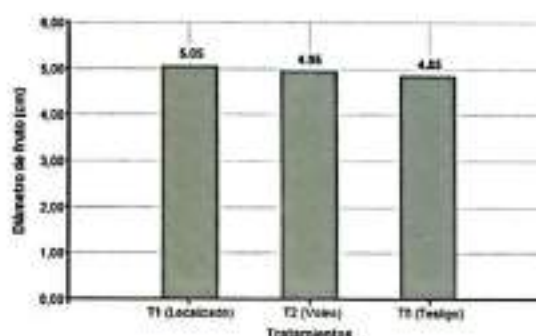
Diámetro del fruto

De la Figura 2, los tratamientos T1 con 5.05 cm, seguidamente T2 al voleo) con 4.95

cm y T0 con un valor de 4.85 cm, son iguales en los promedios y que estadísticamente no son significativos. Gonzales (2006), indica que esta variable de evaluación es considerada de importancia, puesto que influye en la comercialización, debido a que los consumidores de esta hortaliza buscan de tamaño mediano a grande.

Figura 2.

Diámetro de fruto por tratamientos

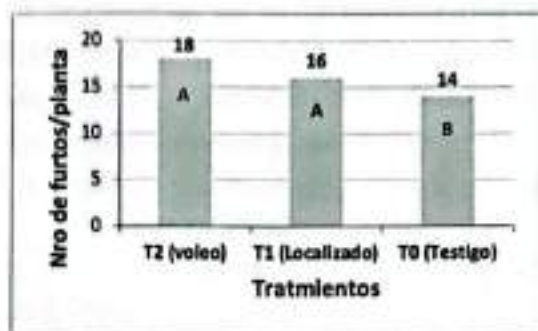


Número de frutos por planta (NFP)

En la Figura 3, se observa diferencias significativas, entre tratamientos que fueron aplicados con biocarbón activado frente al testigo. El T0 (testigo) llego a obtener 14.08 frutos/planta en promedio, como dato mínimo, en comparación de los tratamientos T1 con 16.96 frutos/planta y T2 con 18.08 frutos/planta que fueron incorporados biocarbón, que estadísticamente son similares, a esto se podría decir, que el biocarbon activado, influye en el número de frutos, por sus propiedades. Según Corazón (2008), menciona que los tomates se producen en racimos que normalmente contienen de 4 a 8 frutos, esta característica fundamentalmente está definida por la variedad que se esté utilizando ya que en algunos casos pueden tener frutos de más de 8 como es en el caso del tomate cherri.

Figura 3.

Número de frutos/planta



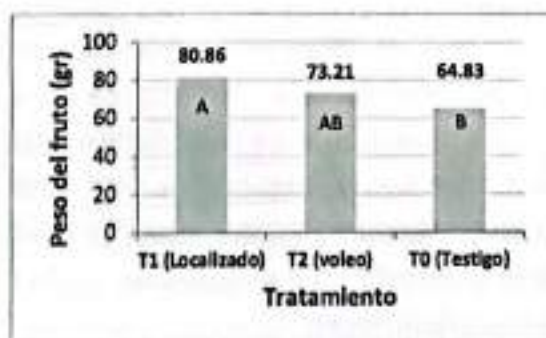
Peso del fruto

En la Figura 4, podemos observar gráficamente las diferencias en promedio de peso de frutos halladas en los tratamientos. Se podría indicar que el T1 (biocarbón localizado) obtuvo frutos de mayor peso en promedio 80.86 g, pero el T0 (Testigo) solo obtuvo un promedio de 64.83 g como dato mínimo y que estadísticamente ambos tratamientos son diferentes, incluyendo el T2 (biocarbón al voleo) con 73.21 g.

Condori (2009), existen variedades locales que tienen pesos entre 95 g y 200 g de peso, en el primer caso pertenece a tomates de tipo pera y el segundo a tomates de forma redonda. En nuestro caso encontramos pesos de 80.86 g a 64.83 g.

Figura 4

Peso del fruto en gramos.

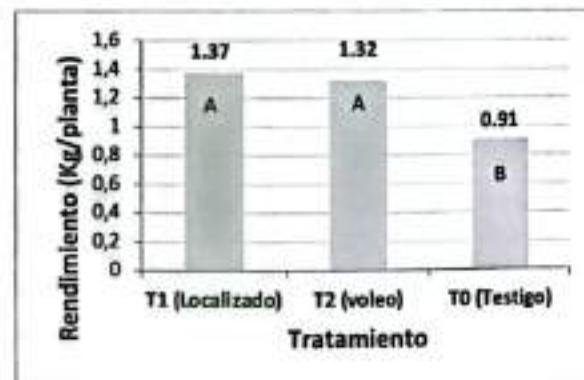


UPEA - DICYT

Rendimiento por planta en kilogramos

Figura 5.

Rendimiento kilogramos por planta



En la Figura 5, se observa que T1 (biocarbón localizado) alcanza un promedio de 1.37 kg/planta y T2 (biocarbón al voleo) con 1.32 kg/planta, ambos tratamientos muestran datos similares estadísticamente. Estos resultados posiblemente se deban a los nutrientes existentes en el suelo, el estiércol de bovino y más la orina que fue utilizada como activador del biocarbón y sus propiedades de el mismo, el T0 (testigo) con 0.91 kg/planta obtuvo un dato mínimo y muy diferente a los demás tratamientos. Al respecto Arbaz (2011), señala que el biocarbón mejora las condiciones del suelo y la dinámica de los nutrientes, pero no es un abono en sí mismo.

Gonzales (2006), con la aplicación de abono orgánico líquido a dosis 2.5 kg de estiércol de ovino en 20 litros de agua en la variedad Flora dade (V3) halló un promedio de 1.47 kg fruto/planta, el mismo autor indica que se recomienda para la zona del Altiplano la variedad Tropic ya que necesita menor cantidad de insumo para un máximo rendimiento a comparación de las variedades Ace y Flora dade.

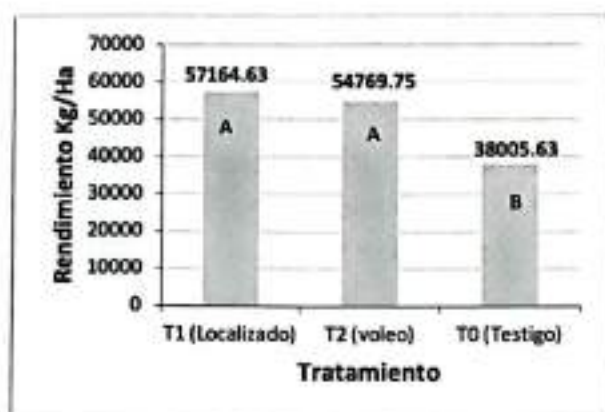
Rendimiento toneladas por hectárea

En la Figura 6, se puede ver que T1 (biocarbón localizado) y T2 (biocarbón al voleo) son similares estadísticamente pero el testigo T0 (testigo) llegó a obtener el dato menor en cuanto al rendimiento kg/ha siendo muy diferente a los demás tratamientos.

La aplicación del biocarbón activado estimuló en un incremento al rendimiento de los tratamientos evaluados, pero los métodos de aplicación tanto localizado y al voleo no presentaron diferencias en la producción, cabe mencionar que no influye en el rendimiento.

Figura 6.

Rendimiento kilogramos por hectárea



Costo de producción

Cuadro 2.

Relación beneficio/costo

Tratamiento	IB (Bs/Kg)	CP (Bs/Kg)	IN (Bs/Kg)	B/C (Bs)
T1 (Localizado)	731.5	497	234.5	1.47
T2 (Voleo)	598.5	423	175.5	1.41
T0 (Testigo)	347.23	300	47.23	1.16

Se observa la relación beneficio/costo en el Cuadro 2, se ve a los tratamientos con mayor retorno económico T1 (biocarbón localizado) con un beneficio costo de 1.47,

es decir en este tratamiento de cada 1 Bs invertido se gana 0,47 centavos, frente al tratamiento T2 (biocarbón al voleo) en este tratamiento de cada 1 Bs invertido se gana 0,41 centavos y en el T0 (testigo) de cada 1 Bs invertido se ganó 0,16 centavos, por lo que se podría decir, estos tratamientos son una buena opción para los agricultores para tener adecuados retornos económicos

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos de las propiedades físicas y químicas del suelo se determinó que existen mayor incremento en la concentración de N, P, K Na, Mg, Ca, M.O, C.E, C.I.C de los tratamientos (T1 y T2), y son nutrientes, parámetros que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta y fruto del tomate.

El pH, se neutralizó en el T2 y en el T1 fue moderadamente alcalino. Se podría indicar que el biocarbón aplicada al voleo es la mejor alternativa para neutralizar suelos alcalinos en extensión.

La mayor longitud de fruto se obtuvo con el tratamiento T2 (voleo), con un promedio de 4.55 cm, seguido por el tratamiento T1 (localizado) con un promedio de 4.43 cm, y finalmente el tratamiento T0 (testigo) que obtuvo un promedio bajo a los demás con 4.15 cm.

Los mejores diámetros de fruto se presentaron en T1 y T2 superando por un porcentaje mínimo a T0. Al realizar el análisis comparativo en la presente investigación se obtuvieron valores de 5.05 cm y con la aplicación de biocarbón activado de forma localizada, 4.95 cm.

En el número de frutos en promedio se obtuvo, con el T2 (biocarbón al voleo) de 18.08, T1 (biocarbón localizado) con 16.96 y por último el T0 (testigo) con 14.08 frutos/planta.

El peso del fruto, el tratamiento T1 tuvo un peso promedio de 80.86 g/fruto, T2 con un peso promedio de 73.21 g/fruto, y finalmente el tratamiento T0 que obtuvo un peso promedio bajo a los demás con 64.83 g/fruto, la disponibilidad de nutrientes presentes en biocarbón activado con orina y aplicada de manera localizado resulta ser más sobresaliente.

Los mejores rendimientos kg/planta se obtuvo en el tratamiento T1 (biocarbón localizado) con un promedio de 1.37, el tratamiento T0 que obtuvo un promedio bajo en comparación con los demás con 0.91 kg/planta

El rendimiento por hectáreas, el T1 con 57164.63 kg/ha seguido el T2 con 54769.75 kg/ha y con un dato mínimo de 38005. 63 kg/ha el T0.

En el análisis económico con relación de Beneficio/costo todos los tratamientos son rentables, pero se observa que el tratamiento T1, logro obtener un valor alto de 1.47.

Referencias bibliográficas

Arbaz, N. 2011. *El biocarbón como material orgánico para la mejora del suelo* (en línea). Consultado el 13 de octubre de 2021. Disponible en: http://www.dc.delinatitut.org/doc/es_pagnol/biocarbon-como-material-para.pdf.

CETABOL, (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia). 2022. Laboratorio de suelos ubicado en Santa Cruz. Bolivia. info@cetabol.bo.

Corazón, Q, F, w. 2008. *Efecto de dos métodos de trasplante en la producción de dos variedades de tomate (Lycopersicon esculentum Miller) en la provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz. Bolivia. 63 p.

Condori, Q, H, F. 2009. *Evaluación Agronómica de diez híbridos de tomate (Lycopersicon esculentum Miller) en la localidad de Mizque*. Tesis de Grado Fac. De Agronomía UMSA. La Paz. Bolivia. 26 p.

FAO, 2019. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/>

García, B, E, L.; 2019. *Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (Solanum lycopersicum L) bajo condiciones controladas*. Facultad de Ciencias Agrarias Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo Los Ríos. Ecuador. 31-32 p.

Gonzales, M, A. 2006. *Aplicación de abono orgánico líquido en el cultivo de tomate (Lycopersicun sculentum L.) bajo ambiente protegido en la localidad de Choquenaira*. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz. Bolivia. 29, 75-77 p.

INIA, (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) e INDAP, (Instituto de Desarrollo Agropecuario) 2017. Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. ITP A. Santiago, Chile. 11 p.

INE, (Instituto Nacional de Estadística). 2017. *Producción de papa, tomate y cebolla en Bolivia*. Consultado el 20 de ener del 2022. Disponible en <https://www.ine.gob.bo.>index.php>.

IBTEN, (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear) 2019. Unidad de análisis y calidad ambiental, para el análisis físico y químico del suelo. La Paz – Bolivia.

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLÓGICAS DEL Q'AWCHI (*Suaeda foliosa* Moq.) EN BASE A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ESTIÉRCOL DE LLAMA, EN CONDICIONES CONTROLADAS, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KIPHAKIPHANI – VIACHA

Evaluation of the agromorphological characteristics of the q'awchi (*Suaeda foliosa* Moq.) based on the application of different levels of llama manure, in the nursing room

Maria Dolores Mamani Cruz¹

¹ Ingeniera Agrónoma Investigador Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia. 2022

Email: mariadoloresmamani@gmail.com

Resumen

En la Estación Experimental de Kiphakipani de la Fundación PROIMPA, se investigó, las características agromorfológicas del q'awchi (*Suaeda foliosa* Moq.), en base a la aplicación de diferentes niveles de estiércol de llama, en condiciones controladas. Los niveles de estiércol fueron 0 t/ha (T1, Testigo), 3t/ha (T2), 6 t/ha (T3) y 9t/ha (T4). El estiércol de llama fue obtenido en el mismo centro de investigación (módulo de camélidos), previamente descompuesto. Los resultados de la investigación mostraron que, mediante la incorporación de estiércol de llama, las variables cuantitativas han tenido resultados favorables, hubieron diferentes estadísticas significativas en la altura de planta, con 10.61 cm, 10.35 cm y 10.16 cm, frente al testigo con 8.10 cm, y el diámetro de tallo, con adición de estiércol fue de: 1.23mm, 1.19mm y 1.16 mm, frente al testigo de 1.03 mm, y el rendimiento de materia verde fue de 1719 kg/MV/ha con incorporación de estiércol, frente al testigo que reportó 679.5 kg MV/ha. Para el (RMS), el mayor promedio con 378 kg/MS/ha (T4), frente al testigo con 171 kg /MS/ha. En cuanto a las variables cualitativas, solo el hábito de crecimiento mostró diferencias, con 83.33% de crecimiento erguido y 16. 67% crecimiento pre decumbente. Se ha evidenciado que el estiércol de llama, ha tenido un efecto favorable en el hábito de crecimiento, mientras en las demás variables no mostró diferencia llegando a ser homogéneos.

Palabra clave: Q'awchi, estiércol de llama, rendimiento de materia verde, materia seca.

Abstract

At the Kiphakipani Experimental Station of the PROIMPA Foundation, the agromorphological characteristics of q'awchi (*Suaeda foliosa* Moq.) Were investigated, based on the application of different levels of llama manure, under controlled conditions. The manure levels were 0 t / ha (T1, Control), 3t / ha (T2), 6 t / ha (T3) and 9t / ha (T4). The llama manure was obtained in the same research center (camelid module), previously decomposed. The results of the research showed that, through the incorporation of llama manure, the quantitative variables have had favorable results, there were different significant statistics in the plant height, with 10.61 cm, 10.35 cm and 10.16 cm, compared to the control with 8.10 cm , and the diameter of the stem, with the addition of manure was: 1.23mm, 1.19mm and 1.16 mm, compared to the control of 1.03 mm, and the yield of green matter was 1719 kg / MV / ha with incorporation of manure, against to the witness who reported 679.5 kg MV / ha. For the (RMS), the highest average with 378 kg / DM / ha (T4), compared to the control with 171 kg / DM / ha. Regarding the qualitative variables, only the growth habit showed differences, with 83.33% upright growth and 16. 67% pre-decumbent growth. It has been shown that llama manure has had a favorable effect on the growth habit, while in the other variables it did not show a difference, becoming homogeneous.

Keyword: Q'awchi, llama manure, green matter yield, dry matter.

Introducción

El q'awchi (*Suaeda foliosa* Moq.) es una planta halófila, nativa del altiplano central, la característica más importante de esta planta es resistente a suelos salinos, además que es un alimento nutricional para el ganado ovino, vacuno y camelido (Bustamante y Ruiz, 1988).

El cultivo q'awchi, aun presenta escasa información, sin embargo, esta planta se ha vuelto una alternativa para recuperación de suelos marginales, también es un sustento para animales que viven en estas zonas, donde abunda la sal (Ayala *et al.* 2009). Es por ello que se siguen buscando estrategias para recuperación de suelos, dentro de estas estrategias esta la producción de plantas halófitas como es el q'awchi utilizando diferentes alternativas orgánicas para fertilizar, esto con el fin de mejorar su rendimiento.

La utilización de fertilizantes orgánicos, tiene muchos beneficios, no solo para el suelo, sino también favorece en el rendimiento de los cultivos.

Para el cultivo de q'awchi, se ha realizado pruebas de incorporación de estiércol de llama, en diferentes niveles para ver el efecto que tiene en las características agromorfológicas; y aun se sigue buscando alternativas para mejorar su producción de q'awchi, con el fin de poder preservar y utilizar el q'awchi como un material biológico contra los suelos salinos y a la vez asegurar la alimentación para el ganado.

Materiales y métodos

Material de estudio

Para la presente investigación se utilizó 96 plantines de q'awchi (*Suaeda foliosa* Moq.) de aproximadamente 3 meses

de edad, con una altura promedio de 4 a 5 (cm). Los plantines fueron obtenidos a partir de semilla adquirida de la localidad de Toledo, Oruro.

Sustrato e insumos

Tierra del lugar

Estiércol maduro de llama.

Material de campo

Pala

Picota

Cernidor ($\frac{1}{2}$ pulgada)

Malla cernidor (20 mm)

Carretilla

Cámara fotográfica

Regla graduada (cm)

Vernier

Termómetro

Letreros y marbetes

Agrofilm

Bolsas de plástico

Bolsas macetas

Material de escritorio

Lápiz, bolígrafo

Cuaderno de registro

Calculadora

Computadora e impresora

Sobre manila

Metodología

Preparación del sustrato

Para la preparación del sustrato se utilizó: tierra del lugar, y estiércol maduro de llama en diferentes niveles.

Primero se realizó la extracción del suelo agrícola, empleando una picota y pala, luego se realizó el tamizado de la tierra con un tamiz de $\frac{1}{2}$ pulgada, con el fin de retirar las piedras, pajas y terrones.

Desinfección del suelo

Para la desinfección de la tierra se realizó, una solarización al aire libre, para esto se utilizó un agrofilm

El agrofilm fue puesto debajo, y encima la tierra del lugar, esta desinfección se realizó por una semana, con el fin de eliminar los fitopatógenos del suelo.

Procedencia del estiércol de llama

El estiércol de llama empleado en el estudio, es proveniente del módulo de cría de llamas de la Estación Experimental de Kiphakipani de la Fundación PROIMPA.

El estiércol fue cernido, para retirar terrones, piedras y otros, después se realizó el secado, ya que se encontraba húmedo. Este secado se realizó en un tiempo de dos semanas, en condiciones de ambiente controlado.

Después de secar el estiércol se realizó el tamizado con una malla cernidor, de 20 mm para retirar los elementos no deseados

Procedencia de la semilla

La semilla de q'awchi fue obtenida de la localidad de Toledo, Oruro. Los plantines fueron plantados en bandejas de 200 hoyos, de los cuales 96 plantines fueron seleccionados, con una edad de 3 meses y una altura de 4 cm.

Estos fueron trasplantados a las bolsas macetas de 15 cm de diámetro por 15 cm de altura.

Trasplante a bolsas-macetas y aplicación del estiércol de llama

Con la desinfección del suelo y después de realizar el secado del estiércol de llama, se realizó el pesaje. Con la ayuda de una balanza digital se pudo pesar el estiércol de llama según los niveles de tratamientos.

Cada bolsa se llenó con la cantidad de estiércol considerado para cada tratamiento: que son el testigo = 0 g/bolsa de estiércol de llama (T1), 3 t/ha = 25 g/bolsa de estiércol de llama (T2), 6 t/ha = 50 g/bolsa de estiércol de llama (T3) y 9 t/ha = 75 g/bolsa de estiércol de llama (T4). Se mezcló y homogenizó el estiércol con suelo del lugar.

Registro de las variables

El registro de las variables comenzó la primera semana de julio, (después de 7 días del trasplante), se evaluaron los 96 plantines de q'awchi. Para la variable altura de planta, se tomó como referencia la altura de planta previa al trasplante y posteriormente se evaluaron a la primera semana para ver su desarrollo.

Ambiente controlado (invernadero)

Los plantines de q'awchi, durante su proceso de crecimiento desde la siembra de la semilla, hasta cumplir los 3 meses se encontraban en ambiente controlado, logrando un desarrollo óptimo, después de realizar el trasplante los plantines continuaron en el mismo ambiente controlado para poder lograr una adaptación del suministro de abono de llama y también así poder evaluar con mayor seguridad las variables cualitativas y cuantitativas.

Cuando los plantines de q'awchi lograron una altura y un diámetro de tallo óptimo se cambió a un vivero para poder atemperarlos y posteriormente llevarlo a campo abierto.

Labores culturales

a) **Deshierbe.** Se realizó manualmente cuando en las macetas nacieron malezas, se extrajo las mismas desde la raíz, teniendo cuidado de no maltratar las plántulas de q'awchi.

b) **Riego.** Se regaron con regaderas caseras que se hicieron de forma manual con una frecuencia máxima de 3 a 4 veces por semana durante todo el experimento. Esta práctica cultural se realizó por las mañanas (9:30 – 10:30 a.m.) a fin de que la planta no sufra de estrés por sequía.

c) **Fumigado.** No se realizó ningún fumigado ya que la planta no presentaba ningún ataque de plaga.

Resultados y Discusiones.

Curva de crecimiento

La Figura 1 muestra la curva de crecimiento del q'awchi con el tratamiento T1(0 t/ha de estiércol de llama), el cual

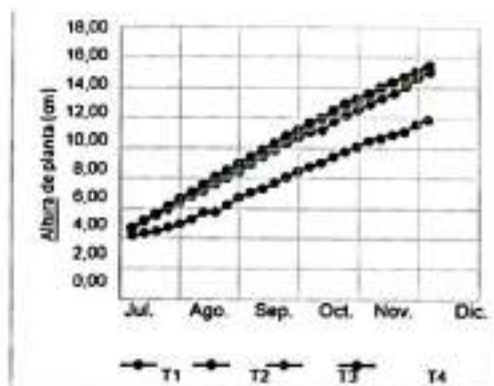
muestra una curva ascendente, con un crecimiento continuo.

El T1 como no tuvo ninguna incorporación de estiércol de llama, su crecimiento fue constante, sin variaciones, mostrando claramente un crecimiento paulatino.

También en la misma Figura 1 se muestra la curva de crecimiento del T2 (3 t/ha), T3 (6 t/ha) y T4 (9 t/ha). Mostrando curvas ascendentes, a diferencia del T1, su crecimiento fue aumentando de un promedio de 4 mm a 5 mm por semana en los tres tratamientos, atribuyendo que tuvo efecto la incorporación del estiércol de llama, aunque a veces hubo variaciones, que podría ser atribuido a factores ambientales.

Figura 1.

Curva de crecimiento para el q'awchi con diferentes niveles de estiércol de llama.



Cuadro 1.

Análisis de varianza de la altura de planta, con incorporación de estiércol de llama.

FV	SC	GL	CM	F	Pr > F
Bloque	0.50	3	0.17	3.67	0.0564
Niveles	15.89	3	5.30	116.84	<0.0001
Error	0.41	9	0.05		
Total	16.79	15			

El análisis de varianza para la altura de planta (Cuadro 1) muestra que existen diferencias altamente significativas en la altura de planta, con la incorporación de estiércol de llama, en cuanto a los bloques no existe diferencias significativas.

El análisis de varianza tiene un coeficiente de variación de 2.17% lo que demuestra que los datos son confiables.

La prueba de Duncan para la altura de planta (Cuadro 1), muestra que el T4 es el que presentó mayor altura, en un promedio de 10.61 cm, seguido del T3 con una altura de 10.35, el T2 presentó una altura de 10.16 cm, los T3 y el T2 son intermedios y son de medias similares, por último, el testigo con una altura de 8.10 cm, fue la menor altura alcanzada y muy diferente a los demás resultados.

Chilon (1997) menciona que cuando se suministra mayor cantidad de estiércol, indirectamente se está aplicando nitrógeno en cantidades elevadas lo cual favorece a la planta.

Para su alta velocidad de crecimiento, sucede lo contrario con una adición de menor cantidad de estiércol donde la altura es inferior, como también a un aumento de suministro de nitrógeno hace crecer más la parte aérea y no así las raíces de la planta.

Cuadro 2.

Análisis de índice de esbeltez, incorporando el estiércol de llama

FV	SC	GL	CM	F	Pr > F
Bloque	4.11	3	1.37	3.27	0.0732
Niveles	2.01	3	0.67	1.60	0.2575
Error	3.78	9	0.42		
Total	9.90	15			

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 2) para la índice esbeltez, el coeficiente de variabilidad 7.59%, se considera que esta en el rango de confiabilidad.

De la misma manera para el factor tratamiento el resultado es no significativo.

Cuadro 3.

Prueba de Duncan (5%) para el Índice de esbeltez

Tratamiento	Niveles	Promedio	Duncan ($\alpha = 5\%$)
T3	6 t/ha	8.78	A
T2	3 t/ha	8.76	A
T4	9 t/ha	8.67	A
T1 (Testigo)	0 t/ha	7.92	A

Mediante la prueba de Duncan se puede ver que el "T3", presenta un 8.78, seguido del "T2" con 8.76, "T4" con un promedio de 8.67 y por último el testigo con un promedio de 7.92. Los cuatro tratamientos son similares.

A pesar de que son estadísticamente iguales los cuatro tratamientos, el "T3" (8.78) posee un promedio mayor y el testigo con un promedio menor (7.92).

Cuadro 4.

Rendimiento de materia verde, incorporando el estiércol de llama.

FV	SC	GL	CM	F	Pr > F
Bloque	528.93	3	176.31	1.33	0.3233
Niveles	22392.45	3	7464.15	58.48	<0.0001
Error	1189.89	9	132.21		
Total	24111.27	15			

De acuerdo al análisis de varianza realizado para el peso seco el coeficiente de variabilidad obtenido alcanzo un 9.21%, por ello se considera que se encuentra dentro del rango de confiabilidad para una investigación de esta naturaleza.

Se observa que los análisis de varianza Cuadro 4 que el análisis de varianza no presenta diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamiento existe diferencias significativas, lo que significa que el factor estiércol tiene efectos diferentes sobre el crecimiento de la planta con relación a la materia verde.

De acuerdo al (Cuadro 4) del análisis de varianza para el peso verde, existe diferencias significativas entre tratamientos, los diferentes niveles tuvieron efecto sobre el crecimiento del q'awchi, por tanto, se realiza el análisis de comparaciones de medias de rango múltiple de DUNCAN al 5%.

Cuadro 5.

Prueba de Duncan (5%) para el rendimiento de materia verde

Tratamiento	Niveles	Peso verde (g/m ²)	Peso verde (kg/ha)	Duncan ($\alpha = 5\%$)
T4	9 t/ha	171.90	1719	A
T2	3 t/ha	136.80	1368	B
T3	6 t/ha	122.85	1228.5	B
T1 (Testigo)	0 t/ha	67.95	679.5	C

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable rendimiento de materia verde (Cuadro 5) se aprecia que el mejor rendimiento está en el T4 con 171.90 g/MV/m², convertido en 1719 kg/MV/ha, seguido

del T2 con 136.80 g/MV/m², convertido a kg es: 1368 kg/MV/ha, el T3 con 122.85 g/MV/m², convertido a kg es: 12285 kg/MV/ha y por último el menor rendimiento lo obtuvo el testigo con un promedio de materia verde 67.95 g/MV/m², convertido a kg es: 6795 kg/MV/ha (Gráfico 5).

Para Quispe (2019), muestra los resultados de la prueba de Duncan, explicando el rendimiento de materia verde: 103,48 g/MV/m², para el tratamiento T8 (1 suelo de ayamaya:1 turba) convertido a kg/ha es de 1034,8 Kg/MV/ha y el menor promedio lo obtuvo el tratamiento T1 (1toledo: 0 turba) donde su promedio resulto de 25,30 g/MV/m², convertido a Kg/ha es de 253,0 Kg/MV/ha, esto es debido a su tipo de suelo, que tienen un alto contenido de limo y bajo porcentaje de N y materia orgánica.

Cuadro 6.

Rendimiento de materia seca, incorporando el estiércol de llama

FV	SC	GL	CM	F	Pr > F
Bloque	151.27	3	50.42	1.30	0.3342
Niveles	914.29	3	304.76	7.83	0.00070
Error	350.12	9	38.90		
Total	1415.68	15			

De acuerdo al análisis de varianza realizada para el peso seco el coeficiente de variabilidad obtenido es de un 21.74%, por ello se considera que se encuentra dentro del rango de confiabilidad para una investigación agrícola.

Se puede observar en el análisis de varianza (Cuadro 6), la diferencia observada

entre bloques no presenta significación estadística, pero entre tratamiento las diferencias observadas en el rendimiento de materia seca para los tratamientos son altamente significativas, lo cual significa que al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado del resto de los tratamientos expresado en rendimiento de materia seca.

Cuadro 7.

Pruebad de Duncan (5%) para el rendimiento de materia seca

Tratamiento	Niveles	Peso seco (g /m2)	Peso seco (kg/ha)	Duncan (α = 5%)
T4	9t/ha	37.80	378	A
T2	3 t/ha	31.95	319.5	A
T3	6 t/ha	27.90	279	A
T1 (Testigo)	0 t/ha	17.10	171	B

Mediante la prueba de Duncan al 5% (Cuadro 7) se puede observar que el tratamiento T4 (9 t/ha), T2 (3t/ha) y el T3 (6t/ha) son estadísticamente iguales, mientras que el testigo es diferente a los demás.

De acuerdo al análisis de comparaciones de medias de rango múltiple de Duncan al 5% para la variable rendimiento de materia seca (Cuadro 8) se aprecia que el mejor rendimiento está en el T4 con 37.80 g/MS/m², equivalente a 378 kg kg/MS/ha, seguido del T2 con 31.95 g/MS/m², equivalente a 319.5 kg/MS/ha, el T3 con 27.90 g/MS/m², equivalente a 279 kg/MS/ha y por último el menor rendimiento se obtuvo con el testigo con un promedio de materia seca de 17.10 g/MS/m², equivalente a 171 kg/MS/ha.

Cuadro 8.*Hábito de crecimiento.*

Descriptor de la variable: Hábito de crecimiento	Número de plantas	porcentaje
Erecto	80	83.33%
Pre decumbente	16	16.67%
Decumbente	0	0
Postrado	0	0
Total general	96	100%

En el Cuadro 8 se aprecia la evaluación del carácter de hábito de crecimiento, en el cual se registraron 80 plantas de crecimiento Erguido representando un porcentaje del (83,33%), seguido de 16 plantas de crecimiento pre decumbente, representando un porcentaje (16.67%), el crecimiento decumbente y el postrado, no presentaron ninguna de las plantas.

Por otro lado, Quispe (2019) muestra los resultados de la prueba de Duncan, explicando que seis grupos son de medias similares. Pero el tratamiento T8 (Ayamaya y turba), alcanza un rendimiento mayor con 34,49 g/MS/m² que convertidos a kg/ha es de 344,9 kg/MS/ha y un menor rendimiento es del tratamiento T1 con 9,52 g/MS/m² que convertidos a kg/ha es de 95,2 kg/MS/ha.

Alzerreca (1986), citado por Hervé et al. (2002) menciona que los arbustales de q'awchi pueden llegar a tener una producción alrededor de 1.300 kg MS/ha; es decir que cuanto más año tiene la planta su producción aumentará. Teniendo datos de la provincia Villarreal, evaluaciones hechas en 1996 a 1998 dan resultados de q'awchiales de dos años, implantados en zanjales espaciadas de

2.5 m, dan una producción de 322 kg MS/ha; es decir un valor similar a la de un Tholar pajonal (392 kg MS/ha).

Conclusiones

El trabajo de investigación sobre la evaluación de las características agromorfológicas del q'awchi (*Suaeda foliosa* Moq.) en base a la aplicación de diferentes niveles de estiércol de llama, en vivero, en la Estación Experimental de Kiphakipani, Viacha, se llegaron a las siguientes conclusiones.

En el análisis de crecimiento de la planta, las incorporaciones de estiércol de llama en diferentes niveles mostraron un resultado favorable en las variables cualitativo (hábito de crecimiento).

Respecto a la altura de planta del q'awchi, el tratamiento T4 (9 t/ha) mostró una altura mayor que los demás tratamientos, con 10.61 cm, y la menor altura fue del testigo con 8.10 cm.

En cuanto al diámetro de tallo, el T4 (9 t/ha) mostró un mayor diámetro con 1.23 mm y el menor fue del testigo con 1.03 mm.

Para el índice de esbeltez, el mayor promedio lo obtuvo el T3 (6 t/ha) con 8.78 cm/mm, y el menor fue del testigo con 7.92 cm/mm.

En cuanto al número de ramas por planta, el mejor resultado lo obtuvo el T2 (3 t/ha) con un promedio de 4.77, y el menor promedio fue el testigo con 3.65.

Para el rendimiento de MV y MS, el mayor promedio fue del T4 (9 t/ha), con 1719 kg/ha MV y 378 kg/ha MS respectivamente, y

el menor promedio fue del testigo con 679.5 kg/ha MV y 171kg/ha MS, respectivamente.

La curva de crecimiento del q'awchi según los niveles de estiércol nos mostró que los tratamientos T2, T3 y milar a la de un Tholar pajonal (392 kg MS/ha).

T4 han tenido un crecimiento ascendente, llegando a mostrar un crecimiento de 4 a 5 mm por semana, mientras que el testigo también mostró un crecimiento ascendente, aunque menor y paulatino.

En cuanto a las variables cualitativas, las plantas evaluadas mostraron variaciones en el hábito de crecimiento, mientras que en los otros factores no mostraron ninguna diferencia, llegando a ser homogéneas.

Referencias bibliográficas

Alzerreca, H. 1982. Recursos Forrajeros Nativos y la Desertificación en las Tierras Altas de Bolivia. Ed rev. La Paz, Bolivia. Estudios especializados. 40 p.

Ayala, G. Tarquichiri, L y Núñez, D. 2009. Recuperación de suelos salinos mediante el cultivo del Qawchi. Secretaría Departamental de Recursos Naturales y Medio Ambiente Programa Educación Ambiental. Oruro, Bolivia. 35 p.

Bustamante, Z. Ruiz, M. C. 1988. Nutrientes del Cauchi (Suaeda foliosa), forrajera del altiplano central de Bolivia. Ecología en Bolivia N 12. La Paz, Bolivia. p (30-36)

Chilon, E. 1997. "Fertilidad de suelos y nutrición de plantas" Ediciones

C.I.D.A.T. La Paz, Bolivia. Pp. (33-100)

Hervé, D; Ledezma R; Orsag V. 2002. Limitantes y manejo de los suelos salinos y/o sódicos en el altiplano boliviano, IRD (Institut de recherche pour le developpement), Ed rev. La Paz, Bolivia. 266 p.

Quispe, R. 2019. Efecto de la escarificación en semilla de q'awchi (Suaeda foliosa Moq.) y desarrollo de plántines en sustratos de suelo natural con turba en Kiphaklphani, Viacha. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía.

ESTRATEGIAS ANCESTRALES EN AGRICULTURA PARA COMBATIR EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA CORPUMA DEL MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA

Ancestral strategies in agriculture to combat the effect of climate change in the Corpuma basin of the Jesus of Machaca municipality

Nestor Mamani Cruz¹; Alfredo Veizaga Medina²

¹ Ingeniero Agrónomo, Investigador Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia. 2022. Email: nestor20mamani@gmail.com

² Ingeniero Agrónomo, Docente Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.

Resumen

El presente trabajo trata sobre las prácticas agrícolas ancestrales con los que se combate los fenómenos naturales que afectaban a los cultivos. El objetivo de la actual labor fue conocer e identificar las estrategias locales y ancestrales en la agricultura para combatir los efectos del cambio climático en la Cuenca Corpuma del Municipio Jesús de Machaca, por medio de la identificación de las buenas prácticas ancestrales de la agricultura andina para el manejo de cultivos; la descripción cualitativa de la aplicación y los efectos de prácticas ancestrales en la agricultura; la identificación de los efectos del cambio climático actual; y la identificación de indicadores climáticos utilizados por las familias de la cuenca. El método aplicado fue el Hipotético - Deductivo. Las técnicas de recolección de información fueron la entrevista, la encuesta y la observación. Según los resultados, para combatir los efectos del cambio climático, hay seis clases de prácticas ancestrales que aún están vigentes en las comunidades Cantuyo, Cruz Pata e Isquillani: qutaña, suka qullu, larqa, cercas de piedra, taqana, barrera de chilliwa o pino. Estas técnicas ancestrales evitan pérdidas de cultivos en un buen porcentaje. Asimismo, los productores pronostican inclemencias temporales a través la lectura de bioindicadores emitidas por los animales y las plantas, los cuales les alertan para tomar medidas de precaución. Las personas mayores de 30 años son las que aplican las técnicas ancestrales en la protección de cultivos, además, utilizan la lectura de los indicadores naturales para tomar medidas ante los efectos del cambio climático.

Palabras clave: Cambio climático, prácticas ancestrales, barrera, sequia, helada.

Abstract

The present work deals with the ancestral agricultural practices with which the natural phenomena that affected the crops are combined. The objective of the current work was to know and identify the local and ancestral strategies in agriculture to combat the effects of climate change in the Corpuma Basin of the Jesús of Machaca Municipality, through the identification of the good ancestral practices of Andean agriculture for the crop management; the qualitative description of the application and effects of ancestral practices in agriculture; the identification of the effects of current climate change; and the identification of climatic indicators used by the families of the basin. The applied method was the Hypothetical - Deductive. The data collection techniques were the interview, the survey and the observation. According to the results, to combat the effects of climate change, there are six classes of ancestral practices that are still in force in the Cantuyo, Cruz Pata and Isquillani communities: qutaña, suka qullu, larqa, stone fences, taqana, chilliwa or pine barrier. These ancestral techniques prevent crop losses in a good percentage. Likewise, producers predict temporary inclement weather by reading bioindicators emitted by animals and plants, which alert them to take precautionary measures. People over 30 years of age are the ones who apply ancestral techniques in crop protection, in addition, they use the reading of natural indicators to take measures against the effects of climate change.

Keywords: Climate change, ancestral practices, barrier, drought, frost.

Introducción

Las estrategias ancestrales, Suka kollus, Tarasukas, Q'utañas, Q'utas, Terrazas, etc., (Veizaga 2014) son técnicas para combatir los efectos del cambio climático: sequías, inundaciones, heladas y granizadas. Estos conocimientos están siendo dejados de practicar por las generaciones actuales (Mayta 2016).

El cambio climático en la actualidad es un tema muy conocido, por lo cual existen autores que realizaron estudios para combatir este efecto negativo en el campo de la agricultura basados en estrategias locales y ancestrales frente al cambio climático. Por ejemplo, Torres (2015) menciona que, la variabilidad climática constituye eventos como: heladas, sequía, inundaciones, granizadas y que las técnicas apropiadas para la mitigación de estos son: quema

de rastrojos, barreras vivas, huachos, uso de especies nativas, surcos en sentido transversal, entre otros, que son técnicas ancestrales eficientes para la adaptación de la variabilidad climática.

En Bolivia las sequías y las inundaciones son los eventos de mayor incidencia afectando la calidad de vida y que generan condiciones de insostenibilidad (Tejada 2013).

Carvalho (2015) señala que, el saber ancestral se denomina a conocimientos y tradiciones de todos aquellos saberes que poseen los pueblos y comunidades indígenas que transmitieron de generación en generación que se conservaron por medio de la transmisión oral, son prácticas y costumbres que caracterizan a nuestros pueblos indígenas: agricultura, gastronomía, artesanía, medicina, silvicultura, transporte.

comunicación entre otros.

Por ello, el objetivo planteado en este trabajo es conocer e identificar las estrategias locales y ancestrales en la agricultura para combatir los efectos del cambio climático en la cuenca Corpuma del Municipio Jesús de Machaca, por medio de la identificación de las buenas prácticas ancestrales de la agricultura andina en el manejo de cultivos; la determinación de los efectos del cambio climático en los aspectos agronómicos y el establecimiento de los bioindicadores climáticos utilizados en la Cuenca Corpuma.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en tres comunidades del ayllu Corpuma: Isquillani, Cantuyo y Cruz Pata de la Marca Corpa de la provincia Jesús de Machaca del Departamento de La Paz. Este municipio está situado en la región del altiplano norte entre los paralelos 16°8' de latitud sur y 68°2' de longitud oeste que oscila una altura entre 3800 a 4741 m.s.n.m. (PDM 2015).

El clima de la cuenca es frío, el cual varía de acuerdo a la topografía y estación del año. Por su variabilidad climática, presenta inundaciones, sequías, heladas y granizadas. Mientras que los suelos son planos, ondulados y ligeramente inclinados, las que se conforman por material sedimentario (iluta y bendonita) y material dentrico (PDM 2015).

La flora presenta una vegetación de praderas alto andinas y de la puna seca y húmeda. La vegetación clásica en praderas nativas son el T'olar, Pajonal, Bofedal entre otros. Los cultivos que presenta Corpuma son la papa, haba, oca, papalisa, cebada y hortalizas (PDM 2015).

Los materiales utilizados fueron: Cámara fotográfica, Grabadora de bolsillo, Papelógrafos, Formulario de entrevistas, Formulario de encuestas, Planillas, Libreta de campo, Fotografías, Computadoras, Planos geográficos, Documentación de la zona de estudio (PDM Y PDTI). Fotocopiadora, Internet, Bibliotecas, Libros impresos, bolígrafos, hojas de papel, cuaderno de apuntes.

El método aplicado fue el Hipotético - Deductivo. Con este método, el investigador propone una hipótesis como consecuencia del conjunto de datos empíricos o de principios de leyes más generales. En primera instancia genera suposición mediante procedimientos inductivos y seguidamente de procedimientos deductivos (Ramos 2008).

Las técnicas de recolección de información fueron las siguientes: La entrevista, la cual se realizó a personas nativas y mayores incluyendo a jóvenes nacidos de lugar que poseen conocimientos ancestrales transferidos por sus abuelos y tatarabuelos, que comprende desde los 20 a más de 60 años de edad; La encuesta, en la que se realizó un cuestionario con preguntas para obtener información sobre prácticas ancestrales para contrarrestar fenómenos naturales; Mientras que en La observación, se efectuó un sondeo por la zona de estudio con el fin de conocer la cultura y las prácticas que se realizan actualmente con referente al efecto del cambio climático.

La población estudiada fue la comunidad de Corpuma con sus tres ayllus: Isquillani con 86 familias, Cantuyo con 71 familias y Cruz Pata con 28 familias, un total de 185 familias. La muestra presenta 125 familias de las tres comunidades, que equivale

UPEA - DICYT

al 58,1%. La muestra fue estratificada por edad, desde los 20 hasta más de 60 años.

Resultados y discusión

Identificación de prácticas ancestrales en la agricultura andina de la Cuenca Corpuma

El siguiente cuadro muestra las prácticas ancestrales que se ha identificado para atenuar inclemencias temporales y el conocimiento de estas técnicas, de acuerdo a la edad del productor, en las tres comunidades de Corpa. Estas construcciones ancestrales aún se siguen utilizando en la cuenca Corpuma.

Cuadro 1.

Prácticas y conocimientos ancestrales de la agricultura andina según la edad de las personas en: Isquillani, Cantuyo y Cruz Pata

Edad de los informantes	Prácticas Ancestrales para atenuar inclemencias climáticas			
	Sequia	Helada	Granizo	Inundación
De 20 a 30	Reservorio de agua	---	---	---
De 30 a 40	Qutaña	Cercas de piedra	Tacanas y barreras	Taqanas
De 40 a 50	Quta, qhucha	Suka qullus	Barreras de pino	Taqanas
De 60 o más	Quta y qutaña	Cercas de piedra	Tacanas y barreras de pino	Larqas y barreras de ch'illiwa

Las qutas o qutañas son reservorios de agua que se realiza en tiempos de lluvia, en el que se compacta el suelo para

que no exista pérdida de agua por filtración. Sirven para el suministro de riego a los cultivos en tiempos de sequía y para bebederos de los animales. Sus formas son circunferenciales y cónicas.

Los muros o cercas de piedra se construyen alrededor de los cultivos para protegerlos de las heladas y, además, para que no ingresen los animales en pastoreo y afecten la producción agrícola. Tienen una altura de 0.80 a 1.20 m, se los hace en lugares planos, semiplanos y en laderas para su estabilidad.

El suka qullu se realiza para combatir las heladas y sequías, en forma perpendicular a la pendiente, es rectangular y alternada, son reservorios de agua con una profundidad menor a 1 m y el ancho y la longitud puede variar desde los 0.50 a 1 m, dependiendo de la pendiente del terreno. Los cultivos se los siembra debajo de los suka qullus para que estos reservorios de agua puedan tener efecto mediante la infiltración para absorber y escurrir la helada del cultivo.

Las barreras sirven para evitar pérdidas a causa del granizo, funcionan como atajos contra el viento, también se las considera rompe-vientos. Estas construcciones son de formación lenta y según el diseño establecido y es permanente para los cultivos. El sentido de estas es contra la pendiente, evita la erosión y degradación de los suelos aptos para el cultivo de papa, oca, cebada, etc. La chilliwa y el pino es usada para las barreras. Sin embargo, se ha observado en la comunidad muchos cultivos sin barreras protectoras, es decir, existen muy pocas construcciones de barreras de diferentes dimensiones no mayores a 20 metros de longitud

Las larqas son zanjas con una declinación para prevenir las inundaciones en épocas de lluvia, estas zanjas presentan una profundidad menor a 0.50 m y un ancho de 0.50 m, la longitud puede variar de acuerdo a la necesidad. Desvía el agua y evita la inundación. Generalmente se los realiza por los linderos, extremos de los cultivos y por lugares que presentan surcos de agua. En Corpuma, esta técnica se aprecia más en lugares planos y semiplanos.

Las taqanas o terrazas son diques de piedra que forman gradientes cultivables en lugares con pendientes. La cuenca presenta en su mayor extensión suelos planos, semiplanos y laderas y a tal efecto esta práctica no es notoria, pero si se los realiza en zonas con mayor pendiente extendiendo así la frontera agrícola cultivable. Los tamaños de estos diques de piedra dependen mucho de la inclinación del terreno para formar la altura y la longitud de dichas construcciones ancestrales.

Los comunarios de las tres comunidades indican que algunas de las prácticas ancestrales, citadas arriba, se están perdiendo en el transcurso de los años y al no existir la transmisión de saberes a las nuevas generaciones por falta de comunicación familiar.

Descripción cualitativa de la aplicación y efectos de las prácticas ancestrales en los cultivos

A continuación, se muestra, en los cuadros siguientes, las técnicas ancestrales utilizadas en las tres comunidades: Isquillani, Cantuyo y Cruz Pata, el porcentaje de uso y la cuantificación porcentual de las pérdidas agrícolas sin prácticas ancestrales que se

determinó en base a las encuestas realizadas y sondeo de verificación, además, de las pérdidas evitadas con el empleo de las técnicas ante el cambio climático.

Cuadro 2.

Prácticas ancestrales en la comunidad Isquillani

Efectos del cambio climático	Prácticas ancestrales	Familias con prácticas ancestrales	Pérdidas sin prácticas ancestrales	Pérdidas evitadas con prácticas ancestrales
Sequías	Qutas o qutañas	40%	50%	40%
Heladas	Suka kollus, Barreras de piedra	70%	100%	20%
Granizadas	Terrazas, barreras de pino	50%	50%	20%
Inundaciones	Taqanas y barreras de chilliwa	30%	50%	80%

La sequía, antiguamente, en Isquillani, era combatida con la construcción de qutas o qutañas. En la actualidad, esta práctica se está perdiendo, porque solo el 40% de los comunarios lo pone en práctica, ya que la comunidad de Isquillani cuenta con un sistema de riego.

Las heladas provocan pérdidas hasta el 100% de los cultivos, por esta razón, el 70% de los productores construyen suka kollus y barreras de piedra, lo cual reduce las pérdidas hasta el 20%.

Las granizadas son combatidas con las barreras de pino y chilliwa y las terrazas. El 50% de los comunarios realizan esta práctica, pero por la migración de la gente joven a las ciudades, la técnica ancestral se está perdiendo.

Las inundaciones son prevenidas con las barreras de chilliwa, que evitan pérdidas

hasta el 80% de los cultivos. sin ellas se pierde el 50% de producción.

El siguiente cuadro 3 presenta los fenómenos del cambio climático en la comunidad Cantuyo, las prácticas tradicionales para atenuar los fenómenos climatológicos, además, muestra los porcentajes: de afiliados con prácticas ancestrales; la pérdida de cultivos sin las practicas ancestrales; la pérdida evitada con la práctica ancestral.

Cuadro 3.

Prácticas ancestrales en Cantuyo

Efectos del cambio climático	Prácticas ancestrales	Familias con prácticas ancestrales (%)	Pérdidas sin prácticas ancestrales (%)	Pérdidas Evitadas con prácticas ancestrales (%)
Sequías	Qutas	30	50	40
Heladas	Suka quillus, Cercas de Piedra.	80	90	15
Granizadas	Terrazas y barreras de pino.	30	60	25
Inundaciones	Taqanas y larkas	50	60	70

El 30% de los comunarios de Cantuyo construyen qutas para combatir las sequias. Las que evitan hasta el 40% de perdida de cultivos. sin embargo, esta técnica se está olvidando, porque la comunidad cuenta con sistema de riego.

Ante las heladas, el 80% de los productores construyen cercos de piedra que reduce pérdidas del 15% de los cultivos, sin ellas, las pérdidas alcanzan el 90% de la producción.

Para combatir las granizadas, solo el 30% de los comunarios tiene realizado los cercos de pino. Las que evitan perdidas hasta el 25%, sin ellas, las perdidas alcanzan al 60% de los cultivos.

Las inundaciones son contrarrestadas con las tacanas y larkas que vitan perdidas hasta el 70% de los cultivos, sin ellas, las perdidas llegan al 60%.

El cuadro 4 (abajo) muestra, primero, los fenómenos del cambio climático que se presentan en Cruz Pata, las prácticas tradicionales, además, expresa los porcentajes de familias afiliadas con prácticas ancestrales; la Pérdida de cultivos sin las practicas ancestrales; la Pérdida evitada con las prácticas ancestrales.

Cuadro 4.

Prácticas ancestrales Cruz Pata

Efectos del cambio climático	Prácticas ancestrales	Familias con prácticas ancestrales (%)	Pérdidas sin prácticas ancestrales (%)	Pérdidas evitadas con practicas ancestrales (%)
Sequías	Qutas	30	50	40
Heladas	Cercas de Piedra y pino	80	90	15
Granizadas	Barrera de pino	30	60	25
Inundaciones	Larkas	50	60	70

En Cruz Pata, el 30% de los productores construyen las qutas para combatir las sequías. Los que evitan pérdidas hasta el 40% de cultivos.

Para contrarrestar las heladas, se realizan cercos de pino y piedra para los cultivos, los que evitan pérdidas hasta el 25%, sin ellas, las pérdidas alcanzan al 85% de la producción.

Las granizadas son combatidas con los cercos de pino que evitan pérdidas de cultivo del 30%, sin ellas, la pérdida alcanza el 50% de la producción.

Las inundaciones, también son contrarrestadas con las larkas en Cruz Pata, ellas evitan pérdidas hasta el 50% de cultivos, sin ellas, las pérdidas alcanzan el 65% de la producción.

Leal (2017) señala que, las prácticas ancestrales como las terrazas agrícolas, killas, sika kollus, tarasukas, q'ochas, q'otas, capanas, entre otras, son utilizadas como estrategia agraria ante el cambio climático por los países de Bolivia, Perú, Colombia, Argentina, Ecuador Y Chile.

En la cuenca Corpuma, estas técnicas ancestrales tienen resultados eficaces en la agricultura familiar. Chilon (2009) divide las actividades ancestrales en dos grupos, el primero, para combatir la escasez de agua y el otro, para contrarrestar el exceso de agua.

Identificación de efectos del cambio climático en aspectos agro-socio-económicos

En las tres comunidades, la agricultura fue afectada por el cambio climático con los eventos externos de las sequías, heladas,

granizadas, e inundaciones y causan los siguientes perjuicios.

Baja producción y rendimiento

Según las encuestas a las familias de las tres comunidades de Corpuma, los cultivos tienen un menor rendimiento que en los años anteriores debido a que la época de lluvia ya no se encuentra bien definida como solía ser en pasados años, esto los lleva a una susceptibilidad en el momento de la siembra. Las granizadas, heladas e inundaciones, muchas veces, encuentran al productor desprevenido para cuidar de sus cultivos, las que afectan al rendimiento de los cultivos.

El efecto de la mala producción repercute en los aspectos socio-económicos. Económicamente, la producción es solo para el consumo familiar, por ello, socialmente, los hijos al ver esto emigran a las ciudades, con el consentimiento de los padres, a realizar actividades que le ayudan a obtener recursos monetarios. Dejando a los padres solos en las labores del agro.

Identificación de bioindicadores climáticos utilizados por las familias de Corpuma

En la cuenca Corpuma, los comunarios usan los indicadores climáticos naturales para guiarse en las actividades agrícolas, es un conocimiento ancestral transmitido por generaciones a través de la tradición oral.

El PDTI de Jesús de Machaca (2015) clasifica los indicadores de dos grupos que son los biológicos y físicos y, a su vez, presenta a los indicadores que son utilizadas en todo el municipio de Jesús de Machaca, tal como se lo grafica en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.*Indicadores climatológicos naturales*

Señales	Indica- dor	Com porta - miento natural	Pronóstico
Biológi- cos	Leke leke (ave)	Pone huevos en serranías	Época de lluvia, Inundación.
	Otras aves	Ponen huevos en qutaña	Sequia
		Sonido de aves	Sequia
	Hierbas	Se marchitan	Sequia
	Zorro	Cuando no existe aullido	Sequia
		Cuando hay aullido	Época de lluvia (buena produc- ción)
		Cuando se congela sus espes	Época de lluvia (buena produc- ción)
	Sancayo	Flor que florece	Época de lluvia (buena produc- ción)
Físicos	Trueno	Aparición	Granizada
	Nubes negras	Aparición	Granizada
	Sol radiante	Aparición	Granizada

A pesar de que los indicadores climáticos son conocimientos ancestrales, se ha visto que algunos comunarios han optado por acudir a los pronósticos de las estaciones meteorológicas, los almanaques y de los yatiris (personas sabias).

Conclusión

En la Cuenca Corpuma, se utilizan seis prácticas ancestrales para el manejo de

cultivos: qutaña, cerca de piedra, suka qullu, barreras de chilliwa y pino, taqana y larqa. Se pronostican eventos climáticos mediante indicadores biológicos y comportamientos climáticos para la prevención de los cultivos.

La aplicación de las prácticas ancestrales en la agricultura, que contrarrestan efectos del cambio climático, evitan y reducen pérdidas de producción agrícola y por lo tanto genera actividad laboral e ingreso económicos a las familias reduciendo el índice de migración a las ciudades.

Referencias bibliográficas

Carvallo, N. (2015). Saberes ancestrales: Lo que se sabe y se siente desde siempre. El Telégrafo.

Chilon, E. (2009). Tecnologías ancestrales y su vigencia frente al cambio climático. CienciaAgro.

Leal, D. (2017). Tecnologías Ancestrales y Ambiente. Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica.

Mamani Cruz, NR. 2020. Estrategias locales y ancestrales en la agricultura para combatir el efecto del cambio climático en Cuenca Corpuma municipio Jesús de Machaca. Tesis Ing. El Alto, Bolivia, UPEA. 67 p.

Mayta, F. (2016). Efectos del cambio climático en el altiplano boliviano. Centro de Investigación y Promoción del Campesino CIPCA notas.

PDM. (2015). *Plan de desarrollo autónomo originario 2011 - 2015*. La Paz, Prov. Ingavi, Bolivia: Gobierno Autónomo Jesús de Machaca.

PDTI Jesús de Machaca, P. (2015). Plan Territorial de Desarrollo Integral. La Paz: Ministerio de Planificación SI-INFO-SPIE.

Ramos Chagoya, E. (2008). Métodos y Técnicas de investigación. Gestipolis.

Tejada, F. (2013). *Experiencias locales en adaptación al cambio climático en Bolivia*. T'inkazos.

Torrez, J. (2015). Experiencias de adaptación al cambio climático, los conocimientos ancestrales, los conocimientos contemporáneos y los escenarios cualitativos en Los Andes. ALCANCES y límites (Perú). Perú: Soluciones Prácticas.

Veizaga, A. (2014). Estudio de conocimientos tradicionales y estrategias de respuesta frente al cambio climático en la cuenca del río Mauri Desaguadero. La Paz.

CARACTERIZACIÓN Y USO DE PLANTAS MEDICINALES EN AFECCIONES HEPÁTICAS EN LA CUENCA CORPUMA MUNICIPIO JESÚS DE MACHACA – LA PAZ

Characterization and use of medicinal plants in liver affections in the Corpuma basin Jesus of Machaca municipality - La Paz

Ericka Huarachi Gutierrez¹

¹ Ingeniero Agrónomo, Investigador de la Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia. 2022.

Email: erickahuarachi06@gmail.com

Resumen

El uso de las plantas medicinales fue parte de la tradición ancestral de la cultura aymara, mediante ellas se trataron enfermedades y lesiones físicas. La meta del presente trabajo fue caracterizar el uso de plantas medicinales para afecciones hepáticas en la Cuenca Corpuma del Municipio Jesús de Machaca del departamento de La Paz, por medio de la descripción y el análisis del proceso histórico del uso de plantas medicinales; la determinación de las formas de uso de las plantas medicinales para curar afecciones hepáticas; y la descripción botánica de las plantas medicinales. La metodología aplicada a la labor fue el cualitativo y el estudio de alcance descriptivo. Según los resultados, los conocimientos sobre plantas medicinales fueron transmitidos de generación en generación a través de la tradición oral y por personas de la tercera edad. Se logró identificar seis plantas medicinales usadas por los comunarios para afecciones hepáticas: añawayá, diente de león, qhanapaqu, Ch'ullku ch'ullku, papa luk'i y verbena blanca. Las tres primeras plantas son las más utilizadas porque se las puede recolectar durante todo el año. La infusión es la forma preferida de preparación. Por ello, hasta la actualidad, los comunarios se curan las afecciones hepáticas con Añawayá, Diente de león y Qhanapaqu ya que crecen durante todo el año.

Palabras clave: Planta medicinal, afección hepática, infusión, diente de león.

Abstract

The use of medicinal plants has been part of the ancestral tradition of the Aymara culture, through which illnesses and physical injuries have been treated. The goal of this work has been to characterize the use of medicinal plants for liver conditions in the Corpuma Basin of the Jesús of Machaca Municipality in the department of La Paz, through the description and analysis of the historical process of the use of medicinal plants; the determination of the forms of use of medicinal plants to cure liver conditions; and the botanical description of medicinal plants. The methodology applied to the work was qualitative and descriptive scope study. According to the results, knowledge about medicinal plants was transmitted from generation to generation through oral tradition through the elderly. It has been possible to identify six medicinal plants used by community members for liver conditions: Añawaya, Diente de Leon, qhanapaqu, Ch'ullku ch'ullku, Papa luk'i and Verbena blanca. The first three plants are the most used because they can be harvested throughout the year. Infusion is the preferred form of preparation. For this reason, until now, community members cure liver conditions with Añawaya, Diente de Leon and Qhanapaqu, which are the most used since they grow throughout the year.

Key words: Medicinal plant, liver disease, infusion, dandelion.

Introducción

El hombre, desde su origen, ha mantenido una estrecha relación con los recursos naturales, por ello, las plantas fueron importantes, no sólo para obtener alimentos, vestidos, utensilios domésticos y materiales de construcción, sino, también, para curar enfermedades y lesiones físicas. A la fecha, se reportaron alrededor de 50.000 especies de plantas medicinales, lo cual corresponde, aproximadamente, al 10% de todas las que existen en el mundo (Maldonado *et al.* 2020).

El uso de plantas medicinales entre los nativos de la América precolombina data de tiempos inmemoriales. Si se considera el grado de civilización alcanzado por los pueblos que crearon culturas admirables como la Maya, Mochica, Chimú, Paraca, Incaica, etc. Además, tanto los cronistas como los descubrimientos arqueológicos han revelado información sobre las enfermedades que aquejaban a los pobladores de aquellas épocas y las diferentes formas de curación

a base de ritos y uso de plantas medicinales (Vidaurre, 2006).

Girault, citado por Vidaurre (2006), menciona que, en el Altiplano y los Valles, el conocimiento Kallawaya reconoce alrededor de 900 especies de plantas, incluidas las introducidas. El conocimiento individual de cada uno de ellos oscila entre 300 y 350 plantas medicinales, de las cuales se conoce su preparación y uso.

La "Medicina Tradicional" es aquella medicina practicada por personas no formadas en universidades. No tiene una base científica, por tanto, está catalogada como "Medicina no Académica". La que por su ubicación histórica pertenece a esa medicina primitiva influenciada grandemente por las creencias religiosas y los mitos del chamanismo, calificada como medicina mágico-religiosa (Urquidí, 2007).

El término "enfermedad hepática" se aplica a muchas enfermedades que impiden

que el hígado funcione de forma adecuada. Los síntomas hepáticos son el dolor abdominal, el color amarillo de la piel y de las conjuntivas (*ictericia*) (MedlinePlus, 2020).

Por otro lado, en 1977 la Organización Mundial de la Salud (OMS) adoptó una resolución y lanzó una promoción mundial de la medicina tradicional. Tal decreto insta, a los gobiernos miembros, a prestar atención a sus sistemas médicos tradicionales (Cruz y López, 2005).

Por esta razón, el objetivo central del presente estudio fue caracterizar el uso de las plantas medicinales para las afecciones hepáticas en la Cuenca de Corpuma del municipio de Jesús de Machaca - La Paz, mediante la descripción y el análisis del proceso histórico en relación al uso de plantas medicinales; la determinación de las plantas medicinales y las formas de uso en las familias del lugar para la curación de afecciones hepáticas; y la realización de la descripción botánica de las plantas medicinales identificadas.

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra establecido en la Cuenca Corpuma, situado en la región del Altiplano Norte, entre los paralelos 16° 35' 53" de latitud sur y 68° 50' 23" de longitud oeste, a una altitud de 3.800 a 4.741 msnm., ubicado al oeste de la ciudad de La Paz y conectado por dos carreteras, la primera por Viacha y la segunda por la carretera asfaltada Río Seco – Desaguadero (PDAO, 2011-2015).

Materiales de estudio: Libros, Computadora, Cámara, Herramientas de campo, Sitios web, Equipo de computación, Impresora, Lápices, goma, tijera, etc... Papel

bond tamaño carta, libros, Bolsas plásticas, Cámara digital, Flexómetro, GPS (Global Positional System), Herborizador y papel periódico, Chuntillo, hoz, pala, Libreta de campo, Sobres de papel, Tablero de campo.

El método utilizado en la presente investigación fue el "cualitativo"; el alcance de estudio fue descriptivo (Fernández et al. 2010). La población de estudio fue la Marka Corpa. La muestra obtenida se compone de yatiris (personas sabias), naturistas y comunarios, de entre 35 y 67 años de edad con conocimientos sobre plantas medicinales. Las técnicas de recolección de datos fueron la entrevista para la encuesta.

En la primera etapa, se hizo el diagnóstico con visitas y diálogos con las familias y grupos de cada comunidad. Así, se obtuvo informaciones primarias referidas al tema de estudio. Además, se identificó a personas claves con conocimientos sobre plantas medicinales. También se diseñó encuestas y entrevistas según los objetivos.

En la segunda fase, con la colaboración de las autoridades originarias, se aplicó las encuestas y entrevistas a personas clave: Yatiris, médicos naturistas. Posteriormente, se hizo un taller con la participación de los comunarios, con el propósito de presentar y socializar el tema de investigación. En dicho taller, se obtuvo información directa de los pobladores sobre las plantas medicinales mediante las encuestas y entrevistas sobre formas de preparación y tratamiento para enfermedades hepáticas.

Luego, con la ayuda del Yapu Mallku, se hizo la recolección de las plantas medicinales, de las praderas, en bolsas para el secado. Las que tienen los datos de la

colecta: fecha, lugar, nombre de la especie, altitud, hábitat, condiciones temporales (Cires, 2020). Posteriormente, se ha caracterizado las plantas, según el Herbario Nacional de Bolivia.

En la tercera etapa, se hizo la investigación bibliográfica referida al tema. Con toda la información obtenida se tabuló los datos para luego ser analizados, según los objetivos planteados.

Resultados y discusión

Descripción y análisis del proceso histórico en relación al uso de plantas medicinales

Los conocimientos sobre el uso de plantas medicinales para afecciones hepáticas han sido transmitidos de generación en generación, es un conocimiento ancestral (precolonial) que se ha transmitido a través de la tradición oral (Garzón 2016).

Del total de los encuestados, entre varones (41.7%) y mujeres (58.3%), el 63 % lo adquirió del abuelo, el 20 % de la madre, el 16 % del padre. Es decir, que los abuelos de las familias son los que juegan el gran rol en la transmisión de saberes sobre plantas medicinales.

Determinación e identificación de las plantas medicinales y formas de uso

En el siguiente cuadro se presenta las plantas medicinales para afecciones hepáticas que se encuentran en la Cuenca Corpuma.

Cuadro 1.

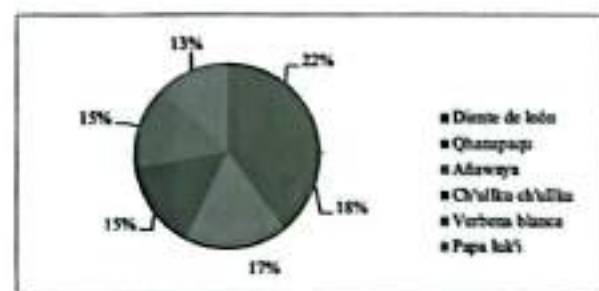
Identificación de plantas medicinales para afecciones hepáticas

N°	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Añawayá	<i>Adesmia spinosissima</i> Meyen ex Vogel.
2	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> .
3	Ch'ullku ch'ullku	<i>Oxalis bisfracta</i> Turcz.
4	Qhanapaqu	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
5	Papa luk'i	<i>Solanum</i> sp.
6	Verbena blanca	<i>Verbena officinalis</i>

El siguiente gráfico muestra el porcentaje de preferencia en el uso de las plantas medicinales para enfermedades hepáticas.

Figura 1.

Porcentaje de Uso de Plantas Medicinales para Afecciones Hepáticas



Según el gráfico 1, el diente de león, el qhanapaqu y la añawayá son los más utilizados, ya que estas plantas se las puede encontrar en épocas húmedas y secas en la Cuenca Corpuma.

El 83.3% de los habitantes recolectan las plantas de las praderas de la cuenca, mientras que el 17% prefiere comprarlas de las chiflerías (tiendas o puestos de venta de plantas medicinales), porque viven en la ciudad. Sin embargo, el comercio de las

plantas medicinales beneficia a comunarios y comerciantes.

Según López (2002), desde la más remota antigüedad hasta la época actual, el hombre ha utilizado, con mayor o menor frecuencia, drogas vegetales con fines terapéuticos. Además, hoy día, al conocer la eficacia, también, se sabe que para cada planta medicinal existen unas formas óptimas de preparación y de empleo, por lo tanto, es conveniente conocerlas y saber aplicarlas adecuadamente con el fin de aprovechar mejor las propiedades de cada una de las plantas y sus partes.

Las partes más utilizadas de las plantas medicinales son la raíz, el tallo, la hoja, la flor y el fruto. Sin embargo, los porcentajes de usos varían de acuerdo a la especie de la planta medicinal en la Cuenca Corpuma.

Diente de león. Según las encuestas, en la Cuenca Corpuma, las hojas del diente de león tienen el 40% de preferencia, la flor con 33% y el tallo en 27% para aliviar malestares hepáticos.

Según Asqui, citado por Tello (2018), antiguamente, en la medicina tradicional china, el diente de león fue empleado para combatir la hepatitis, cirrosis, como un depurativo, laxante y para el estreñimiento. Las hojas son utilizadas en infusiones, por sus propiedades diuréticas, para dolores estomacales.

El diente de león es una de las mejores hierbas para proteger al hígado (Echeverri 2020).

Qhanapaqu. La hoja tiene 32% de preferencia, la flor 26%, la raíz 21%, el tallo 21% de preferencia, el fruto y la raíz tiene

0% de utilidad. Es usada para afecciones del estómago y de la piel, mientras que las hojas son usadas como laxante depurativo.

Añawayá. Los comunarios del lugar optan por utilizar las hojas para realizar mates ya que en las hojas se encuentran las propiedades curativas. Es bueno para malestares del hígado y de la vesícula biliar, así mismo se utiliza la planta completa sin contar la raíz y el fruto, sólo tomando en cuenta el tallo, la hoja, la flor y su semilla.

Los porcentajes de preferencia más usadas de la Añawayá para malestares del hígado y vesícula biliar son las siguientes: el tallo con 22%, la hoja con 34%, la flor con 22%, la semilla con 22%. La parte más usada son las hojas y tallos, aunque toda la planta posee propiedades (Apaza 2006).

Ch'ullku ch'ullku. Las partes utilizadas de esta planta son la hoja con 32% de preferencia, la flor con 26%, la raíz con 21% y el tallo con 21%. Los comunarios prefieren usar las hojas porque posee un sabor a limón, sirve para la acidez estomacal y para malestares del hígado. Aunque hay preferencia en usar la planta completa y fresca en infusiones para mayor efectividad.

Verbena blanca. En la Cuenca Corpuma, la hoja tiene 32% de preferencia, la flor 26%, la raíz 21% y el tallo 21% de preferencia. El uso de las hojas favorece la secreción láctea, es parasimpaticomimética, broncoconstrictora, también tiene efecto antilógico, antitérmico, vasodilatador renal cardiotónico, colerético, antigonadotrópico y potenciador de las prostaglandinas; teniendo como contraindicaciones en el embarazo e hipotiroidismo (Marco, 2002).

En cambio, en la papa luk'i, el porcentaje de preferencia de la semilla es del 33%, la flor 28%, las hojas 22% y el tallo con 17%. El tubérculo crudo es la semilla y se la utiliza licuada para malestares del hígado, mientras que las hojas, el tallo y la flor se la usa para ataques y desmayos en la Marka Corpa.

Descripción botánica de las plantas medicinales

Diente de león (*Taraxacum officinale*)

Clasificación taxonómica

Clasificado por (Linneo, 1780).

Reino: *Plantae*; División: *Magnoliophyta*; Clase: *Magnoliopsida*; Subclase: *Asteridae*; Orden: *Asterales*; Familia: *Asteraceae*; Subfamilia: *Cichorioideae*; Tribu: *Cichorieae*; Subtribu: *Crepidinae*; Género: *Taraxacum*; Especie: *Taraxacum officinale*.

Descripción botánica. Hierba perenne de 10 a 50 cm de alto. Tallo: Escapo uno o varios, erecto, hueco, sin brácteas, glabro a lanoso, llevando una sola cabezuela. Hojas: Arrosetadas en la base, oblongas a oblanceoladas en contorno general, de 2 a 40 cm de largo, más o menos profundamente divididas, glabras a algo pubescentes. Inflorescencia: Involucro campanulado, sus brácteas interiores 13 a 21, lineares a lanceoladas, de 10 a 25 mm de largo, creciendo con la edad de la cabezuela, las exteriores en menor o mayor número, más cortas, más o menos pronto reflejas.

Cabezuela/Flores: Flores 80 a 250, sus corolas amarillas, de 7 a 15 mm de largo, ligula oblonga, más larga que el tubo.

Frutos y semillas: Aquenio fusiforme, tuberculado espinuloso en la parte superior, de 2.5 a 4 mm de largo, glabro, el pico 2 a 4 veces más largo que el cuerpo del aquenio, café amarillento, café claro o verdoso, con numerosas costillas longitudinales con espinas; vilano de 60 cerdas blancas o blanquecinas, de 5 a 8 mm de largo.

La superficie del fruto es casi lisa. Plántulas: Hipocótilo de hasta de 3 mm de largo, con o sin pelos; cotiledones de lámina obovada, de 5 a 10 mm de largo y 2.5 a 6 mm de ancho, sin pelos; sin epicótilo; hojas alternas y en roseta. Raíz: Gruesa y napiforme, a veces ramificada (Linneo 1780).

Distribución y hábitat. Alonso (2004) menciona que, el Diente de León es conocida como una especie silvestre, como maleza o hierba común y corriente que esta diseminada en todo el mundo, comúnmente se encuentra en zonas rusticas y húmedas, en baldíos, praderas, al lado de los caminos entre el pasto, en los cultivos de alfalfa y en cultivos de parcelas agrícolas.

Propiedades químicas. El diente de león es una planta rica en calcio y el calcio es un mineral básico en el desarrollo y fortalecimiento de los huesos. Además, también es rico en vitamina C y luteolina, dos antioxidantes que protegen a los huesos del deterioro asociado a la edad, el cual es debido en gran parte a al efecto de los radicales libres (Psicología y mente 2020).

Otros usos del Diente de León son en la remoción de verrugas. Las raíces, el tallo y las hojas secretan una sustancia blancuzca que lentamente va disolviendo las verrugas al ser aplicada una o varias veces al día sobre éstas (Mariño 2017).

Qhanapaqu (*Sonchus oleraceus* L.)

Clasificación taxonómica. Descrito y clasificado por (Linneo, 1753).

Reino: *Plantae*; División: *Magnoliophyta*; Clase: *Magnoliopsida*; Orden: *Asterales*; Familia: *Asteraceae*; Subfamilia: *Cichorioideae*; Tribu: *Cichorieae*; Subtribu: *Hyoseridinae*; Género: *Sonchus*; Especie: *Sonchus oleraceus*.

Descripción botánica. Es una especie anual o bienal, de 15 - 80 cm, a veces hasta 1,50m, de altura, hierba anual o a menudo persistiendo por más tiempo. Cuando sus tejidos se cortan se observa un exudado lechoso. Tallo: Cilíndrico, hueco, frecuentemente rojizo, erecto, más o menos ramoso, glabro o con pelos glandulosos estipitados conspicuos. Hojas: Muy variables en forma y tamaño, por lo general profundamente pinnatisectas, con frecuencia con una base parecida a un peciolo alado, las hojas del tallo casi siempre con aurículas más o menos prominentes y agudas, hasta de 40 cm de largo, más bien esparcidamente denticulado espinulosas en el margen, las superiores indivisas, más cortas y más anchas.

Inflorescencia: Cabezuelas agrupadas en conjuntos corimbiformes sobre pedúnculos hasta de 5 cm de largo, a menudo densamente blanco tomentosos debajo de la cabezuela; involucreo campanulado, sus brácteas 25 a 35, lanceolado, las más largas de 10 a 12 mm de longitud, glabras blanco-tomentosas y a menudo con uno o varios pelos glandulosos conspicuos; receptáculo plano. Flores: Cabezuelas con 100 a 200 flores, corolas por lo común amarillas, de 10 a 13 mm de largo, la ligula más o menos de la misma longitud que el tubo.

Frutos y semilla: Aquenio comprimido, oblanceolado, de 2.5 a 4 mm de largo, más o menos conspicuamente costillado, por lo general rugoso o tuberculado, glabro, café, vilano 100 cerdas blancas, de 5 a 9 mm de largo. Plántulas: Hipocótilo de hasta 20 mm, sin pelos; cotiledones de lámina aovada o ampliamente elíptica, de 3 a 6 mm de largo y 1.5 a 2.5 mm de ancho, sin pelos; epicótilo de 0.5 a 1.5 mm de largo, sin pelos; hojas alternas (Linneo, 1753).

Distribución geográfica. Florece todo el año y crece en todas las zonas templadas, prospera en la mayoría de posiciones semi soleadas y soleadas siendo típica de suelos fértiles y de huertas (Roman, 2008).

Propiedades terapéuticas. Esta planta también tiene propiedades laxantes, diuréticas, depurativas y digestivas. Pueden sustituir perfectamente a una lechuga en las ensaladas o cocinándolas como cualquier otra verdura (Jardineriaon, 2020).

Añawaya (*Adesmia spinosissima* Meyen ex Vogel.)

Clasificación taxonómica.

Descrita por (Mayen y Vogel, 1835). Reino: *Plantae*; División: *Magnoliophyta*; Clase: *Magnoliopsida*; Orden: *Fabales*; Familia: *Fabaceae*; Subfamilia: *Faboideae*; Tribu: *Adesmieae*; Género: *Adesmia* L.; Especie: *Adesmia spinosissima*.

Descripción botánica. Es una planta arbustiva erecta espinosa de 0.30 - 1.50 m de altura (Apaza, 2006). Raíz: Pivotal y ramificada. Hojas Muy cortas paripinadas de color verde plateado. Tallos: semileñosos, leñosos ramificados perennes. Flores: Pequeñas zigomorfas en racimo de color

amarillo. Presenta dos épocas de floración: noviembre a diciembre y de marzo a abril. Frutos: Frutos muy plumosos.

Distribución y habitat. Según la elevación: Elevación media (hasta el límite del bosque). La elevación absoluta depende de la latitud) Se encuentra a 3.200 y 4.000 m. s. n. m., en la región de la Cuenca del Lago Poopó en el departamento de Oruro, en laderas y quebradas pedregosas o rocosas y secas.

Condiciones de agua: Áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno.

Condiciones de luz: Expuesto. Pleno sol sin ninguna protección. Partes planas o laderas de exposición norte.

Propiedades. La añawayá es una de las especies vegetales que con frecuencia se usa en la medicina como antitusígeno, y empleado contra el sarampión.

Composición química: Los productos de la especie *Adesmia spinosissima* Meyen ex Vogel, están aún en proceso de elucidación.

Ch'ullku chu'llku (*Oxalis bisfracta* Turcz.)

Clasificación taxonómica. Reino: *Plantae*; División: *Magnoliophyta*; Clase: *Magnoliopsida*; Orden: *Oxalidales*; Familia: *Oxalidaceae*; Género: *Oxalis* (Linneo, 1753).

Descripción botánica. Planta perene, humilde **Raíz:** Enraizaste en los nudos, con restos de la base de los peciolos a modo de engrosamientos. **Tallo:** Rastrero,

delgado. Las hojas, con peciolos de hasta 15 cm de altura, son palmeadas, trifoliadas, con folíolos de 10-27 x 15-30 mm, obcordados y emarginados.

Las flores son solitarias, campanuladas, con pedúnculos de 5 a 10 cm. El cáliz está formado por 5 sépalos oblongo-lanceolados membranosos, algo soldados en la base, que alcanzan 5 mm de longitud. La corola consta de 5 pétalos, libres de 8 a 15 mm, blancos con nervios lilas, púrpuras o violáceos. El androceo está formado por 10 estambres con anteras amarillas; el gineceo está formado por un solo ovario coronado por 5 estilos. El fruto es una cápsula ovoide, angulosa, de hasta 10 mm. Al madurar se abre por unas suturas longitudinales y expulsa las pequeñas semillas a modo de proyectiles al mínimo roce.

Distribución y habitat. Está ampliamente distribuida a nivel mundial, particularmente en regiones templadas y tropicales de ambos hemisferios (Duran y Avendaño, 1975).

Propiedades. La presencia del ácido oxálico le aporta ciertas propiedades medicinales de efecto antiinflamatorio, antiescorbútico, antipirético, diurético, purificante, refrescante y tonificante. Además, contiene antraquinonas, minerales, mucilagos, sales ácidas como el oxalato potásico o sal de acedera y vitaminas, en especial la vitamina C.

Composición química. Su principal componente activo es el ácido oxálico, el cual puede resultar tóxico tanto para el hombre como para los animales. Asimismo, su sal soluble u oxalato potásico se combina fácilmente con el calcio y magnesio de la

sangre, ocasionando hipocalcemia a quien lo consume.

Usos medicinales

Para tratar afecciones hepáticas, se procede moliendo los tallos y las hojas y luego filtrar para su posterior consumo. Contiene oxalatos, cuya ingestión en gran cantidad puede suponer un riesgo para la salud (EFSA, 2012).

Verbena blanca (*Verbena officinalis*)

Clasificación taxonómica: Reino: *Plantae*; Clase: *Magnoliopsida*; Orden: *Lamiales*; Familia: *Verbenaceae*; Género: *Verbena*; Especie: *Verbena officinalis*.

Descripción botánica: Planta anual, bienal o perenne, caracterizada por tener una altura oscilante entre 35 y 80 cm (Claros, 2006). Raíz: Fusiforme, blanquecina y ramificada. El tallo es erecto, rígido, cuadrangular y ramificado en la parte superior. Hojas: Opuestas, escasas, pecioladas y lanceoladas de hasta 6 cm de largo, de un color verde apagado y oblongo ovadas. Están divididas profundamente en 3 lóbulos. Presentan la superficie arrugada y tomentosa. Flores: Pequeñas, en espiga alargada y delgada, color lila, aparecen desde el verano hasta finales del otoño.

Distribución y hábitad. La especie *Verbena officinalis* se encuentra en zonas templadas, en lugares secos y húmedos como en los valles de la región de Charazani, altiplano y regiones cercanas al lago. Frecuenta lugares alterados, baldíos, praderas, caminos.

Principios activos. Iridoides heterosídicos, Fenilpropanoides

heterosídicos, Aceite esencial, Flavonoides, Carbohidratos (mucílagos), Beta-caroteno, Saponinas, Ácidos, Alcaloides (vincamina), verbenalina, verbenalol, emulsina, y sustancias amargas.

Usos de plantas medicinales. Se toman 2 - 4 ml (40 - 80 gotas) 3 veces por día de tintura de verbena para el agotamiento nervioso y como estimulante hepático para las digestiones lentas y las intoxicaciones o la ictericia. En infusión, se toma 1 taza de infusión de las partes aéreas 3 veces diarias como estimulante digestivo, (Hogarmania, 2020).

Papa luk'i (*Solanum sp.*)

Clasificación taxonómica. Descrita por (Linneo, 1753). Reino: *Plantae*; División: *Magnoliophyta*; Clase: *Magnoliopsida*; Subclase: *Asteridae*; Orden: *Solanales*; Familia: *Solanaceae*; Subfamilia: *Solanoideae*; Tribu: *Solaneae*; Género: *Solanum*; Subgénero: *Potatoe*; Sección: *Petota*; Especie: *Solanum tuberosum*.

Descripción botánica. Planta *Herrbacea tubererosa* perenne a través de sus tubérculos caducifolia. **Hoja:** Las hojas son compuestas, con 7 a 9 folíolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos. **Tallo:** Presentan tres tipos de tallos, uno aéreo, circular, sobre el cual se disponen las hojas compuestas y dos tipos de tallos subterráneos: los rizomas y los tubérculos. **Fruto:** El fruto de la planta de papa es una baya, de forma semejante a un tomate, pero mucho más pequeña, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica. Su diámetro generalmente fluctúa entre 1 y 3 cm, y su color puede variar de

verde a amarillento, o de castaño rojizo a violeta. **Semillas:** Las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arrionada, y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas (Vikidia 2020).

Distribución y habitat. La especie es *Solanum* el color de la flor es lila con morado, la forma del tubérculo es oblongo aplanado con ojos superficiales, de color de piel negro, color de la pulpa morado salpicado de blanco, su hábito de crecimiento es decumbente, de ciclo vegetativo tardío entre 150 a 180 días, se desarrolla entre los 3500 a 4000 m s.n.m (IBTA, 1994).

Composición Química. Se sabe que la composición química prevaleciente en esta familia son los alcaloides (Salamanca, 2012).

Usos. Esta planta más conocida como contra cáncer es utilizada tradicionalmente para bajar las hinchazones de golpes, en casos heridas abiertas se prepara cataplasmas, parches los cuales son colocados en las partes dañadas (Salamanca, 2012).

Conclusiones

El uso de las plantas medicinales son conocimientos ancestrales transmitidos de generación en generación, los principales actores de este proceso han sido las personas de la tercera edad en la Cuenca Corpuma.

Se ha logrado determinar seis plantas medicinales para afecciones hepáticas, el orden de preferencia es el siguiente: Diente de león, Qhanapaqu, Añawayá, Ch'ullku ch'ullku Verbena blanca y Papa luk'i. Además, las formas de uso de las plantas, en la Cuenca Corpuma, varían según el tipo de planta. Sin embargo, hay preferencia en usarlas en forma de infusión. Otros usos

son el fomento, cataplasma, baños, jugos, gargarismo y la tizana. Por tal razón, el 83% de los comunarios se inclina la medicina natural ancestral, mientras que sólo el 17% acude a la medicina moderna.

Se realizó la descripción botánica de cada una de las plantas medicinales, por medio de revisiones bibliográficas de libros botánicos y del Herbario Nacional de Bolivia. Además, estas plantas, según la descripción botánica, se pueden usar, también, para otros tratamientos.

Referencias bibliográficas

- Cires E. 2020. MANUAL PARA RECOLECCION DE PLANTAS Y HERBORIZACION – Departamento de biología de organismos y sistemas – Área de botánica Universidad de Oviedo pág. 2.
- Fuentes, V. 1996. Especies vegetales. Cuba. Empleadas en la preparación de medicamentos homeopáticos. Instituto de investigación es fundamental es en agricultura tropical. Alejandro. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 1, 3-8 pp.
- Lizara L. 2012 PLANTAS MEDICINALES EN UN PROYECTO DE DESARROLLO HUMANO - Revista Cubana de Plantas Medicinales- Artículo original.
- Ordóñez D; Ruilova, J. 2015. USO DE PLANTAS MEDICINALES POR PERSONAS DE SABIDURÍA DEL CANTÓN SÍGSIG. CUENCA - ECUADOR, UNIVERSIDAD D E CUENCA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICASESUELA DE MEDICINA. Pág. 12.

Perez J. Gardey A. 2008. Definición de entrevista disponible en (<https://definición.de/entrevista/>).

Quecedo R. Castaño C. 2002
INTRODUCCION ALAMETODOLOGIA
DE INVESTIGACION CUALITATIVA –
REVISTA DE PSICODIDACTICA.
Universidad del país vasco pág. 7.

Vidaurre, J. 2006. Plantas medicinales en los Andes de Bolivia. BØ M. Moraes R., L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (ed.). La Paz-Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 269 pag. Disponible en <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2017.pdf>

Vidaurre, J. 2006. Plantas medicinales en los Andes de Bolivia. BØ M. Moraes R., L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (ed.). La Paz-Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 271p.

COMPORTAMIENTO DEL CAFÉ (*Coffea arabica*) SELECCIÓN LOCAL COIPSA CON TOLERANCIA A ENFERMEDADES FUNGOSAS EN DIFERENTES DOSELES DE SOMBRA EN SAN PABLO – CARANAVI

Behavior of coffee (*Coffea arabica*) coipsa local selection with tolerance to fungus diseases in different shade canopies in San Pablo – Caranavi

Windson July Martinez¹

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

Resumen

Se identificaron dos parcelas de estudio con dosel de sombra del 60% y 75 %, y con cultivares de café variedad local COIPSA, de 1.5 años de edad, con referencia de que su progenie tiene características de tolerancia a enfermedades, adaptado a condiciones de sombra. De los resultados obtenidos se puede indicar que la sombra afecta en la productividad del café como fue en la parcela 1 con un 75% de sombra se tuvo un rendimiento de café de 90,90 kg/ha, en su primera cosecha y la parcela 2 con 60% de sombra se tuvo un rendimiento de 103.16 kg/ha, la mayor producción de café tiene la parcela 2. Sin embargo, la parcela que mayor servicios ecosistémicos presenta es la parcela 2. Se recomienda para futuros trabajos de investigación evaluar los servicios ecosistémicos de estas parcelas en esos porcentajes de sombra, incluido los contenidos de materia orgánica en los sistemas. La variedad de café COIPSA, no mostró afecciones por enfermedades y del análisis de la calidad en taza fue homogénea con un puntaje en de 85 (en proceso cosecha y post cosecha a nivel de productor) encontrándose en el rango de café de alta calidad. Por último el consorcio de especies forestales Mara (*Swietenia macrophylla*) Cedro (*Cedrela odorata*) Pacay (*Inga spp*), resultaron adecuadas para el café en un piso ecológico de 1300 m.s.n.m. Asimismo, se evaluó el factor de frondosidad u opacidad de copa para la parcela 1 muestra un resultado de 0.5, y para la parcela 2 resultado de 0.3, con base en la fórmula establecida dentro de la metodología de levantamiento se calculó el factor de frondosidad u opacidad de copa resultado que indica que está dentro del parámetro, que es de 0 a 1. Asimismo, este dato indica que si una parcela aparece sombreada, la distribución de la sombra no es uniforme en toda la parcela, quedando porciones de la parcela expuestas al sol.

Palabras clave: *Coffea arábica*, dosel de sombra, *cedrella odorata*, sistemas agroforestales.

Abstract

Two study plots with shaded canopy of 60% and 75% were identified, and with coffee cultivars local variety COIPSA, 1.5 years old, with reference that their progeny has characteristics of tolerance to diseases, adapted to shade conditions. From the results obtained, it can be indicated that the shade affects coffee productivity, as it was in plot 1 with 75% shade, a coffee yield of 90.90 kg/ha was had, in its first harvest and plot 2 With 60% shade, there was a yield of 103.16 kg/ha, the highest coffee production is found in plot 2. However, the plot that presents the greatest ecosystem services is plot 2. It is recommended for future research to evaluate the services ecosystems of these plots in those percentages of shade, including the content of organic matter in the systems. The COIPSA coffee variety did not show disease effects and the cup quality analysis was homogeneous with a score of 85 (in the harvest and post-harvest process at the producer level), being in the range of high quality coffee. Finally, the consortium of forest species Mara (*Swietenia macrophylla*) Cedro (*Cedrela odorata*) Pacay (*Inga spp.*), were suitable for coffee in an ecological floor of 1300 m.a.s.l. Likewise, the leafiness or canopy opacity factor was evaluated for plot 1 showing a result of 0.5, and for plot 2 a result of 0.3, based on the formula established within the survey methodology, the leafiness factor was calculated u crown opacity result that indicates that it is within the parameter, which is from 0 to 1. Likewise, this data indicates that if a plot appears shaded, the distribution of the shade is not uniform throughout the plot, leaving portions of the plot exposed to the sun.

Keywords: *Coffea arabica*, shade canopy, *cedrella odorata*, agroforestry systems.

Introducción

El café (*Coffea arabica*) fue traído a Bolivia aproximadamente en los años 1780 por los Africanos que huían de la esclavitud de Brasil, los cuales se establecieron en los Yungas de La Paz, específicamente en la región de Coroico; desde ese entonces se fue incrementando y expandiendo la producción de café en los Yungas de La Paz y a partir de 1950 el café boliviano alcanza una producción suficiente para exportarlo, alcanzando en los años 90' su techo máximo de exportación, con un total de 150.000 sacos de 60 kg a países como Alemania, Estados Unidos y Japón.

La producción de café en Bolivia se constituye una actividad económica importante, según datos del Instituto nacional de Estadística (INE), el sector cafetalero involucra a 17.000 familias que cultivan café

en 25.500 hectáreas, llegando a producir un total de 105.000.00 sacos de 60 kg de café verde; según la Cámara de Exportadores (CAMEX) en la gestión 2008 mejor año de producción se exportaron un total de 74.000.00 sacos de 60 Kg de café verde (café en grano) a mercados internacionales como: Alemania, Japón, Estados Unidos, entre los principales, por un valor aproximado de 15 millones de dólares americanos.

La variedad Typica constituye el 80 por ciento de las plantas de café producido bajo sombra, sobre la base de 1.000 a 1.800 metros sobre el nivel del mar, estos niveles permiten que el café sea un producto obtenido en condiciones especiales de producción, delicadamente procesado y con extraordinarios atributos de acidez, cuerpo, aroma, fragancia, resabio y dulzura.

La agroforestería bajo un enfoque de cultivos asociados con especies de servicio que dan nutrientes al suelo y porcentaje de sombra en el cultivo, es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.

Agroforestería es una forma de cultivo múltiple que satisface: 1) al menos dos componentes interactúan biológicamente; 2) al menos un componente es una leñosa perenne; 3) al menos dos especies son manejadas con fines "agrícolas" en el sentido amplio de la palabra (Somarriba) p 2.

El presente trabajo de investigación estudió el comportamiento en diferentes doseles de sombra del café selección local COIPSA (Café Origen Isaac Pablo Salvador), denominación puesta por el propietario Sr. Isaac Quispe Choque, finca donde se encuentra la variedad local. Esta selección local fue seleccionada por la tolerancia que presenta a enfermedades fungosas, principalmente a la roya.

Se generó información importante para validar la selección local COIPSA y el comportamiento en cuanto a productividad y sanidad en sistemas con 70% y 50 % de sombra.

Materiales y métodos

Una primera parcela de café de 1.5 años, superficie de 1/2 ha y pendiente de 40%, distancia de plantación de plantas de café de 2.5 x 1 m. el suelo franco arcillo limoso, especies de estrato medio pacay (*Inga edulis*), Mara (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*), Nogal (*Junglans boliviana*) que hacen al sistema 75 % de sombra.

Segunda parcela de café de 1.5 años, superficie de 1 ha y pendiente de 40%, distancia de plantación de plantas de café de 2.5 x 1 m. el suelo franco arcillo limoso, especies de estrato medio pacay (*Inga edulis*), Mara (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrella odorata*) que hacen al sistema 60 % de sombra.

Se recolectaron datos socioeconómicos del productor y datos sobre el cultivo se diferenciaron por dosel de sombra y consorcio de especies áreas, plantas que serán para evaluación y comparación. Se evaluó pendiente, pedregosidad, ubicación, densidad de cafetos, composición botánica etc. (Somarriba 1999). Se utilizaron 7 variables cuantitativas (Agroforestales, biofísicas y socioeconómicas), para evaluar diferencias en cuanto a productividad y calidad del café, se realizaron estadísticos descriptivos de las variables numéricas y se evaluaron las diferencias entre las dos parcelas.

Se utilizó para describir y analizar las observaciones multidimensionales obtenidas al relevar información sobre varias variables para cada una de las unidades de estudio.

Resultados y discusión

Relación de la productividad con el Dosel de sombra:

La producción de grano de café en guinda, se cosechó, y se pesó y se obtuvieron datos promedios para una superficie de una hectárea donde la mayor producción de granos fue en la parcela dos, 60 % de sombra un rendimiento en café pergamino de 103,16 kg/ha. Asimismo, en la parcela uno con sombra agroforestal del 75 %. un rendimiento de 90,90 kg/ha, resultados comparativos que se muestran en la siguiente tabla comparativa:

Cuadro 1.

Primera Cosecha de café a diferentes doses de sombra.

Parcelas	Peso guinda/ha	Peso pergamino/ha	Nro. de árboles s.	% de sombra
1	173.84 kg	90.90 kg	60	75
2	203.84 kg	103.16 kg	40	60

Fuente: Elaboración. Propia

La tabla muestra los datos de productividad en peso guinda y peso pergamino, donde se puede apreciar diferencias en cuanto al peso, en la parcela 1, el peso en grano guinda fue de 173,84 Kg/ha, peso grano en pergamino de 90,90 Kg/ha, con un porcentaje de sombra de 75 % (60 árboles por ha).

Sin embargo, en la parcela 2, el peso en grano guinda 203.84 Kg, peso en grano pergamino de 103,16 kg/ha, en un porcentaje de sombra de 60 % (40 árboles /ha). La siguiente figura muestra datos comparativos de rendimiento y sombra.

Figura 1.

Gráfico comparativo comportamiento del café vs. dosel de sombra



Fuente: Elaboración propia

La figura que antecede muestra el comportamiento de la productividad de café

con mejores resultados en la parcela 2. Sin embargo, la Parcela 1, presenta mayores servicios ecosistémicos y de sostenibilidad. Lo que coincide con lo citado por (Orozco et. al, 2005), en lo concerniente a los servicios ecosistémicos en mayores densidades de bosque.

El porcentaje de sombra para la Parcela 1, se obtuvo un promedio de sombra del 75 %, con un promedio de 60 árboles/ha, mientras que en la Parcela 2, se promedió un porcentaje de sombra del 60 % con un promedio 40 árboles/ha, con base en estos porcentajes se determinó, que el porcentaje de sombra para las densidades de plantación de la parcela agroforestal, tienen menor productividad, la sombra en el cultivo de café afecta la productividad.

Cuadro 2.

Cobertura Arborea en parcelas de estudio

Variable	Parcela 1	Parcela 2	Obs.
% de sombra	75	60	Pacay, Cedro, Mara y Nogal
Árboles por ha.	60	40	Pacay, Mara y Cedro

Fuente: Elaboración. Propia

Asimismo, se evaluó el factor de frondosidad u opacidad de copa para la parcela 1 muestra un resultado de 0.5, y para la parcela 2 resultado de 0.3, con base en la fórmula establecida dentro de la metodología de levantamiento se calculó el factor de frondosidad u opacidad de copa resultado que indica que está dentro del parámetro, que es de 0 a 1. Asimismo, este dato indica que si una parcela aparece sombreada, la distribución de la sombra no es uniforme en toda la parcela, quedando porciones de la parcela expuestas al sol (Somarriba 2006).

Se tomó como referencia este dato, se pudo explicar la relación existente entre la influencia que tiene el porcentaje de sombra sobre el rendimiento del grano sobre las plantas con influencia solar y bajo sombra en cada estrato (Tabla 3). Con base en el coeficiente de frondosidad y de acuerdo a la fórmula para calcular en número de árboles por hectárea, tenemos que el recomendado para este Sistemas agroforestales es de 60.

Cuadro 3.

Frondosidad u opacidad de copa del sistema Agroforestal

Familia	Nombre científico	Nombre común	Coeficiente de frondosidad	
			Parcela 1	Parcela 2
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mara	0.6	0
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.6	0.6
Mimosaceae	<i>Inga spp.</i>	Siquilí, Pacay	0.3	0.3
			0.5	0.3

Fuente: Elaboración. Propia

Conclusiones y recomendaciones

Se identificaron dos parcelas de estudio con sombra del 60 y 75 %, y con cultivares de café de 1.5 años de edad, con referencia de que su progenie tiene características de tolerancia a enfermedades, lo que permitió su adaptación a condiciones de sombra.

De los resultados obtenidos se puede indicar que la sombra afecta en la productividad del café como fue en la parcela 1 con un 75% de sombra se tuvo un rendimiento de café de 90,90 Kg/ha, en su

primera cosecha y la parcela 2 con 60% de sombra se tuvo un rendimiento de 103.16 kg/ha, la mayor producción de café tiene la parcela 2. Sin embargo, la parcela que mayor servicios ecosistémicos presenta es la parcela dos.

Se recomienda para futuros trabajos de investigación evaluar los servicios ecosistémicos de estas parcelas en esos porcentajes de sombra, incluido los contenidos de materia orgánica en los sistemas.

La variedad de café COIPSA, no mostró afecciones por enfermedades y del análisis de la calidad en taza (Catación) fue homogénea con un puntaje en de 85 (en proceso cosecha y post cosecha a nivel de productor) encontrándose en el rango de café de alta calidad (FECAFEB, 2019)

El mantenimiento de las labores culturales en el sistema productivo y los doses de sombra fue de mucha importancia para el desarrollo adecuado del café en sistemas de sombra.

Por último el consorcio de especies forestales Mara (*Swietenia macrophylla*) Cedro (*Cedrela odorata*) Pacay (*Inga spp.*). En el piso ecológico de 1300 m.s.n.m resultó adecuado, encontrándose una sincronización en época de floración y defoliado de hojas de las especies forestales en comparación al ciclo fenológico del café variedad selección local COIPSA.

Bibliografía

Escalante, M; Somarriba, E. 2001. Diseño y manejo de cafetales en el occidente de El Salvador Agroforestería en las Américas 8 /30), 8-16.

FECAFEB 2019. Manual de Calidad de Café

Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación* 2: 3-37.

Orozco, L; Lopez, A; Rojas, M; Somarriba, E. 2005. Tipologías en fincas cafetaleras con sombra de maderables en Perez Zeledon, Costa Rica. *Agroforesteria en las Americas* 43-44-2005. 86-90.

Somarriba, E. 2006. Diagnostico agroforestal. San José, CR .

Somarriba, E. 1999. Regeneración natural de maderables en Campos Agrícola's. *Agroforesteria en las Américas* 6(24):31-34.



DICyT UPEA
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología

Dirección: Av. Sucre (Villa Esperanza) S/N

Teléfono: (591-2)2844177

Fax: (591-2)2845800

Sitio WEB: www.upea.edu.bo