

MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL CENTRO DE BIOCONOCIMIENTO – ESPOCH

© VICENTE JAVIER PARRA - LEÓN
SUSANA MONSERRAT ZURITA - POLO
EDMUNDO DANILO GUILCAPI - PACHECO
CRISTIAN SANTIAGO TAPIA – RAMÍREZ



MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL CENTRO DE BIOCONOCIMIENTO – ESPOCH

CBIO un espacio de interaprendizaje

© Vicente Javier Parra - León

Susana Monserrat Zurita - Polo

Edmundo Danilo Guilcapi - Pacheco

Cristian Santiago Tapia – Ramírez



MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL CENTRO DE BIOCONOCIMIENTO – ESPOCH

© Autores

Vicente Javier Parra – León. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Coordinador del Centro de Bioconocimiento.

Susana Monserrat Zurita – Polo. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Miembro activo de Asociación Mundial de Tutores Virtuales.

Edmundo Danilo Guilcapi – Pacheco. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales.

Cristian Santiago Tapia – Ramírez. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales.



Casa Editora del Polo - CASEDELPO CIA. LTDA.
Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo

Sello Editorial: 978-9942-816

Manta, Manabí, Ecuador. 2019

Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420

Web: www.casedelpo.com

ISBN: 978-9942-621-77-1

DOI: <https://doi.org/10.23857/978-9942-621-77-1>

© Agosto - 2024

Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:

Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:

Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:

Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:

Lic. Henry Darío Suárez Vélez

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados.

Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© **Reservados todos los derechos.** Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento. parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.



Comité Científico Académico

Dr. Lucio Noriero-Escalante
Universidad Autónoma de Chapingo, México

Dra. Yorkanda Masó-Dominico
Instituto Tecnológico de la Construcción, México

Dr. Juan Pedro Machado-Castillo
Universidad de Granma, Bayamo. M.N. Cuba

Dra. Fanny Miriam Sanabria-Boudri
Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, Perú

Dra. Jennifer Quintero-Medina
Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, Venezuela

Dr. Félix Colina-Ysea
Universidad SISE. Lima, Perú

Dr. Reinaldo Velasco
Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela

Dra. Lenys Piña-Ferrer
Universidad Rafael Belloso Chacín, Maracaibo, Venezuela

Dr. José Javier Nuvaez-Castillo
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta,
Colombia



Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la científicidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone



TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	11
INTRODUCCIÓN	11
CAPITULO I.....	16
1. MANEJO SUSTENTABLE DEL RECURSO SUELO	16
1.1. La agroforestería y la degradación del recurso suelo en la Estación Experimental Tunshi.....	17
1.1.1. Localización	18
1.1.2. Materiales y métodos	19
1.1.3. Metodología.....	19
1.1.4. Resultados.....	20
1.1.5. Prácticas de Agroforestería	21
1.1.6. Sistemas Agroforestales en el Centro de Bioconocimiento	25
1.1.7. Suelo.....	26
1.1.8. Degradación del suelo.....	26
1.1.9. Tipos de degradación del suelo	27
1.1.10. ¿Cómo evitar la degradación de los suelos? ..	28
1.1.11. Abonos verdes	30
1.1.12. Manejo agroecológico de suelos	30
1.1.13. Aprendizajes Finales.....	31
1.2. Diseño e implementación de terrazas con fines de conservación de suelos en la zona alta de la estación experimental tunshi	32
1.2.1. Metodología.....	35
1.2.2. Resultados.....	37
1.2.3. Identificación de curvas de nivel	42

1.2.4.	Proceso de construcción de terrazas	45
1.2.5.	Implementación de las especies hortícolas	46
1.2.6.	Aprendizajes Finales.....	49
CAPITULO II.....		50
2. INVENTARIO FLORÍSTICO DEL CENTRO DE BIOCONOCIMIENTO		50
2.1.	Inventario florístico del Centro de Bioconocimiento	51
CAPITULO III		115
3. MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO.....		115
3.1.	Parámetros para la programación del riego en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Italica) en la Estación Experimental Tunshi.....	116
3.1.1.	Marco Teórico	117
3.2.	El brócoli	137
3.2.1.	Caracterización	137
3.2.2.	Híbridos	139
3.2.3.	Labores de preparación del suelo	139
3.2.4.	Labores de manejo.....	140
3.2.5.	Plagas y enfermedades que atacan el cultivo	142
3.2.6.	Requerimientos Hídricos	143
3.2.7.	Superficie, producción y rendimiento.....	143
3.2.8.	Metodología.....	146
3.2.9.	Variables y métodos de evaluación	150
3.2.10.	Manejo del ensayo	152
3.2.11.	Resultados y discusiones.....	154
3.2.12.	Conclusiones	162

3.2.13. Recomendaciones	163
CAPITULO IV	164
4. MANEJO COMUNITARIO DE LOS RECURSOS NATURALES	164
4.1. Capacitación a los estudiantes del último año del colegio politécnico para el levantamiento topográfico de la zona 2 del Centro de Bioconocimiento	165
4.1.1. Objetivos.....	166
4.1.2. Generalidades	167
4.1.3. Pasos para planificación de curso de capacitación.....	168
4.1.4. Marco Teórico	172
4.1.5. Resultado	179
4.1.6. Conclusiones	180
4.1.7. Recomendaciones	180
4.2. Diagnóstico rural participativo de la Comunidad Tunshi, San Javier de Tunshi, Cantón Riobamba.	181
4.2.1. Objetivos.....	182
4.2.2. Generalidades	183
4.2.3. Educación ambiental en la comunidad San Javier de Tunshi	187
4.2.4. Conclusiones	193
4.2.5. Recomendaciones	194
4.3. Identificación de las especies vegetales de la zona 1 del Centro de Bioconocimiento	194
4.3.1. Objetivos.....	196
4.3.2. Generalidades	196
4.3.3. Marco teórico	197
4.3.4. Resultados.....	201

4.3.5.	Conclusiones	202
4.3.6.	Recomendaciones	203
4.4.	Diagnóstico rural participativo de la Comunidad Tunshi, San Pedro De Tunshi, Cantón Riobamba	203
4.4.1.	Objetivos.....	205
4.4.2.	Generalidades	205
4.4.3.	Localización	206
4.4.4.	Metodología.....	206
4.4.5.	Conclusiones	208
4.4.6.	Recomendaciones	209
4.5.	Diseño de senderos ecológicos demostrativos de la zona 2 del Centro de Bioconocimiento.	209
4.5.1.	Generalidades	210
4.5.2.	Conclusiones	214
4.5.3.	Recomendaciones	214
	BIBLIOGRAFÍA	216

PRÓLOGO

En el vasto territorio de la investigación y el desarrollo, la necesidad de abordar los desafíos de manera integral se hace cada vez más evidente. Este libro es un testimonio de ese compromiso: un viaje que nos lleva desde la comprensión íntima del suelo hasta el corazón de las comunidades, explorando las interconexiones entre la naturaleza, la ciencia y la sociedad.

Cada capítulo de esta obra representa un eslabón en una cadena de cuidado y comprensión, desde el manejo sostenible del suelo hasta la gestión comunitaria de los recursos naturales. En ellos, encontramos un enfoque que trasciende las fronteras disciplinarias, amalgamando el conocimiento tradicional con las últimas innovaciones científicas.

La obra se erige como un faro de luz en un mundo donde la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad son realidades cada vez más urgentes. Aquí, en estas páginas, encontramos no solo un análisis profundo de los problemas, sino también soluciones prácticas y esperanza renovada.

Este libro no solo es un compendio de conocimientos, sino también un llamado a la acción. Nos desafía a repensar

nuestras relaciones con la tierra y entre nosotros, a adoptar prácticas más responsables y a construir un futuro más sustentable para las generaciones venideras.

En última instancia, estas páginas nos recuerdan que somos guardianes de nuestro entorno, custodios de la vida que nos rodea. Cada paso que damos en armonía con la naturaleza es un paso hacia un mañana más prometedor.

*Que esta obra inspire y guíe a todos aquellos que buscan
cultivar un mundo mejor.*

INTRODUCCIÓN

En la intersección entre la ciencia, la naturaleza y la comunidad, surge el Centro de Bioconocimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) como un faro de investigación y acción en pro de la sustentabilidad. Este libro, titulado "Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en el Centro de Bioconocimiento – ESPOCH", es un testimonio de los esfuerzos concertados y las contribuciones significativas de esta institución para la preservación y el manejo responsable de los recursos naturales en la región.

Cada página de esta obra es un tributo al compromiso inquebrantable de la comunidad académica del Centro de Bioconocimiento por comprender, proteger y potenciar los ecosistemas que nos rodean. A través de una exploración detallada y meticulosa, este libro desglosa los diversos aspectos del manejo sustentable de los recursos naturales, desde el suelo fértil hasta la riqueza botánica, el vital recurso hídrico y la interacción con las comunidades locales.

El viaje comienza con el Capítulo I, donde se sumerge en el delicado equilibrio del suelo, presentando desde prácticas de agroforestería hasta la implementación de terrazas para la conservación del suelo, proporcionando

un compendio de métodos y técnicas para una gestión responsable y sostenible.

A continuación, el Capítulo II nos adentra en la exuberante diversidad botánica del Centro de Bioconocimiento, ofreciendo un inventario florístico detallado que no solo enriquece nuestro conocimiento, sino que también sienta las bases para la conservación y el estudio de la biodiversidad local.

El Capítulo III nos lleva a explorar el recurso hídrico, detallando parámetros esenciales para la programación del riego en cultivos como el brócoli, junto con prácticas y técnicas para una gestión eficiente y sostenible del agua en la agricultura.

Finalmente, el Capítulo IV nos sumerge en el entorno comunitario, destacando iniciativas de capacitación, diagnóstico participativo y educación ambiental dirigidas a las comunidades circundantes, mostrando cómo el Centro de Bioconocimiento se convierte en un agente de cambio y empoderamiento en su entorno.

Este libro no solo ofrece un análisis exhaustivo de los desafíos ambientales, sino que también presenta soluciones prácticas y esperanza renovada para un futuro más sustentable. Es un llamado a la acción, una invitación

a todos aquellos que buscan preservar y proteger nuestro
preciado entorno natural.

*¡Bienvenidos a este viaje de descubrimiento y compromiso
con la sustentabilidad en el Centro de Bioconocimiento –
ESPOCH!*



CAPITULO I
MANEJO SUSTENTABLE DEL RECURSO
SUELO

1.1. La agroforestería y la degradación del recurso suelo en la Estación Experimental Tunshi

La presente investigación tuvo la finalidad de Evaluar las prácticas agroforestales y la degradación del recurso suelo de la Estación Experimental Tunshi. Para ello se realizó una investigación bibliográfica en fuentes como revistas, sitios web, tesis, revistas científicas y más, además de salidas de campo con la finalidad de observar las prácticas agroforestales implementadas en la Estación Experimental Tunshi (EET) e identificar suelos con degradación. Como resultados se obtuvo que en la EET se tienen implementados cortinas rompevientos y cercas vivas, principalmente en el Centro de Bioconocimiento (Cbio), además se realizan prácticas agroecológicas con la finalidad de evitar la degradación de los suelos implementando asociación de cultivos, rotación de cultivos, aplicación de abonos orgánicos y el uso de abonos verdes. La degradación del suelo es un problema a nivel mundial que está afectando de manera grave al planeta, las prácticas agroforestales ayudan a evitar la degradación del suelo por efecto de los vientos.

En este sentido, el Centro de Bioconocimiento es concebido como un espacio de interaprendizaje, práctica, investigación y difusión del manejo sustentable

de los Recursos Naturales; a través de estas áreas se promueve una producción más amigable con el ambiente, bajo la premisa de aprender haciendo. Para el efecto la ESPOCH- FRN tienen convenios interinstitucionales y relacionamiento con varias instituciones que brindarán soporte en aspectos metodológicos del proyecto: Fundación Ekorural, Trias, Maquita y con universidades como el laboratorio de Ecología Aplicada de la Universidad Federal de Santa Catarina UFSC-Brasil, la carrera de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Guadalajara.

1.1.1. Localización

La investigación se realizó en la Estación Experimental Tunshi (ESPOCH) en el centro de Bioconocimiento, está ubicada en el cantón Riobamba, parroquia de Licto, comunidad Tunshi. El área de este proyecto es de 8000 m², donde se implementa diferentes de manejo ecológico de suelo donde me desempeñe en todas estas áreas con el fin de adquirir conocimiento acerca de este tema.

Figura 1.1. Área de estudio



Fuente: Cbio – ESPOCH

1.1.2. Materiales y métodos

1.1.3. Metodología

Para el desarrollo de los objetivos planteados se realizó una revisión sistemática de literatura acerca de agroforestería y la degradación del recurso suelo, estas consultas se lo obtendrán de revistas, guías, artículos científicos, tesis. También se desarrollaron prácticas en campo en los sistemas agroforestales del Centro de Bioconocimiento.

1.1.4. Resultados

La agroforestería es el conjunto de técnicas de uso y manejo de la tierra que implica la combinación de árboles forestales con cultivos agrícolas (anuales y/o perennes), con animales o con ambos a la vez, en una parcela, ya sea simultánea o sucesivamente, para obtener ventajas de la combinación. (Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales, 2019), además se puede entender como la integración intencionada de árboles y arbustos con cultivos o sistemas de producción animal para obtener beneficios ambientales, económicos y sociales de forma ecológicamente sustentable.

Adicionalmente, se puede decir que es una forma de trabajar la chacra en donde se maneja muy bien la tierra. El fundamento principal de la Agroforestería se basa, en primer lugar, en la recuperación y protección del suelo para un manejo integral de la finca.

Las prácticas de agroforestación incluyen entre otros: rompevientos, bosques ribereños de amortiguación adyacentes a cuerpos de agua; sistemas silvopastoriles con árboles, ganado y forrajes; siembras en callejones que integran cultivos entre hileras de árboles; y manejo del bosque en donde podemos obtener productos de madera, especias, plantas medicinales, flores y otros que

se cultivan bajo el dosel del bosque. Las prácticas de agroforestería pueden seleccionarse para atender problemas específicos tales como secuestro de carbono y protección de cuencas. (USDA, 2013)

1.1.5. Prácticas de Agroforestería

Bosques Ribereños de Amortiguación: esta práctica usa árboles, arbustos y otras plantas adyacentes a cuerpos de agua tales como quebradas, charcas, lagos y humedales, con el objetivo de proteger la calidad del agua de potenciales impactos negativos provenientes de tierras agrícolas. Estos amortiguadores pueden diseñarse para producir ingresos al tiempo que conservan los recursos naturales.

Rompevientos: los rompevientos protegen al suelo mientras mejoran el rendimiento de los cultivos y ofrecen otras oportunidades de ingreso. Estos pueden diseñarse para mitigar olores, bajar temperaturas y costos de energía, controlar la nieve y mejorar el hábitat para la vida silvestre.

Agricultura Forestal: en agricultura forestal se siembran y manejan especies de plantas de alto valor comercial bajo el dosel de los árboles, tales como ginseng, hongos comestibles como el “shiitake”, especies de vegetales

salvajes como “ramp”, hierbas medicinales como “goldenseal” y aserrín de pino.

Cultivo en Callejones: este sistema integra cultivos tales como vegetales sembrados en hileras entre filas de árboles o arbustos de alto valor comercial. El cultivo provee un ingreso anual hasta que los árboles estén listos para cosechar.

Silvicultura: consiste en mezclar y manejar árboles, ganado y forrajes en un mismo predio. El árbol provee sombra al ganado mientras crece y puede ser cosechado, o puede mantenerse de forma permanente en el predio.

Aplicaciones Especiales: Los árboles pueden usarse para alcanzar los objetivos de los usuarios de tierras como es la producción de materia prima para bioenergía. Cualquier sistema agroforestal puede diseñarse para incorporar necesidades de hábitat para vida silvestre, secuestro de carbono simplemente como un ingreso adicional. (USDA, 2013)

Agroforestería puede proveer:

- Ingreso adicional
- Aire y agua más limpia
- Hábitat para la vida silvestre

- Mejorar la salud del suelo
- Comida saludable y sana
- Conservación de energía
- Producción de bio-energía
- Aumentar el bienestar de comunidades rurales
- Fincas, ranchos y bosques sostenibles

Ventajas de los SAF

- Mantenimiento y recuperación constante de la fertilidad del suelo. Menos necesidad de comprar fertilizantes.
- Mayor protección de los suelos agropecuarios contra la erosión y la degradación.
- Protección de los animales y cultivos contra el viento, el calor y frío extremo, granizadas, etc.
- Diversificación de la producción.
- Autoabastecimiento con productos maderables y no maderables.
- Total, aprovechamiento espacial (vertical y horizontal) de la finca para la producción.
- Permite la asociación de los rubros de ciclo corto, mediano y largo plazo.
- Aumento de la producción total por área y crecimiento acelerado de los árboles por el

aprovechamiento mayor del espacio aéreo y subterráneo.

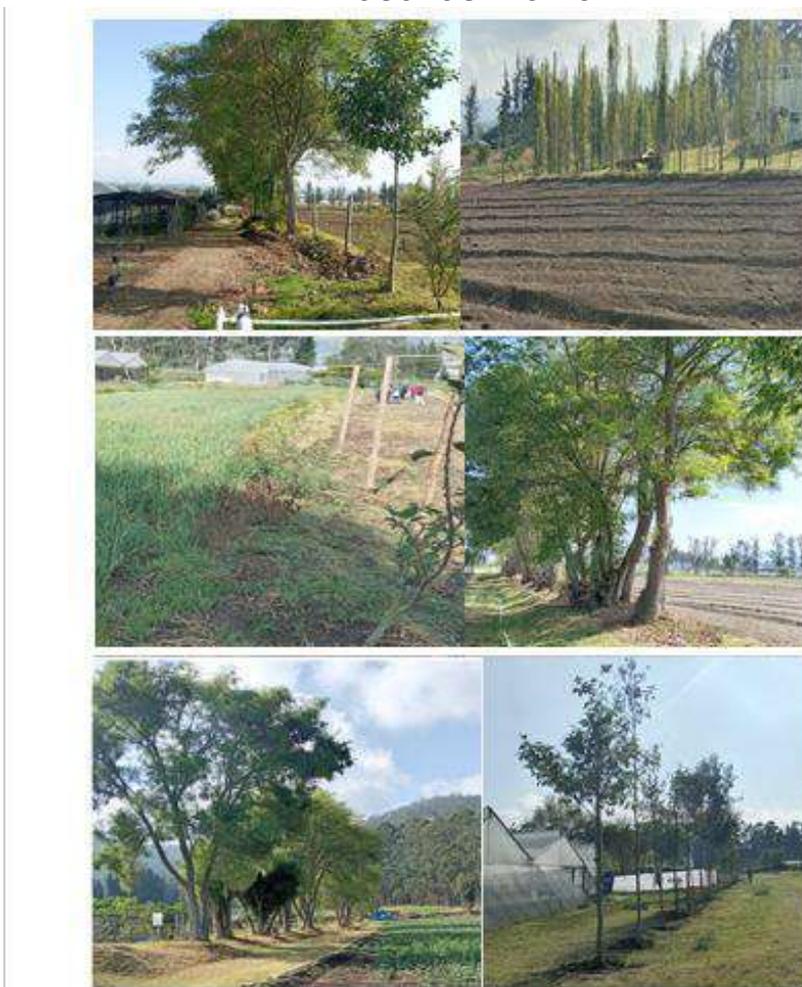
- El árbol forma parte de la producción (es un cultivo más de la chacra).
- Proporciona seguridad y diversidad alimentaria a la familia.
- Ingresos por diversidad de rubros de renta en diferentes épocas.
- Sustentable económica, ambiental y socialmente.
- Economía familiar creciente y permanente.
- Satisfacción en el seno familiar.

Desventajas de los SAF

- Competencia de los árboles con los cultivos por espacio, luz, agua y nutrientes.
- Dificultad de mecanizar la producción.
- Manejo más complicado que con monocultivos.
- A veces se dan rendimientos menores del componente agropecuario.
- Condicionado a un manejo adecuado (Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales, 2019).

1.1.6. Sistemas Agroforestales en el Centro de Bioconocimiento

Figura 1.2. Sistemas Agroforestales en el Centro de
Bioconocimiento



Fuente: Cbio – ESPOCH

1.1.7. Suelo

El suelo es la capa superficial de la tierra en donde crece la flora. Además, es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan (INIA, 2015, p.6).

El suelo proviene nuestro alimento, ya que en él se almacenan los nutrimentos, además el suelo es una delicada alfombra que recubre la corteza del planeta y que varía en grosor desde unos pocos centímetros hasta varios metros, contiene minerales (45%) derivados de la roca (arenas, limos y arcillas), aire (25%), agua (25%) y materia orgánica (5%) que resulta de la descomposición de restos vegetales, animales y microbianos (Montaño et al. 2017 p.).

1.1.8. Degradación del suelo

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema (FAO, sf).

La degradación del suelo es un fenómeno por el cual el suelo de un determinado lugar pierde algunas de sus propiedades más importantes, lo que se traduce en una disminución de su capacidad para brindar servicios ecosistémicos y otro tipo de servicios. Antes de proceder profundamente en el proceso, es recomendable hacer un repaso de qué es el suelo.

Erosión. - es un término que existe confusión con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo. La erosión del suelo se refiere a una causa natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo que día a día se practica (FAO, 2022, párrafo.3). Otra definición es cuando se produce desgaste de suelo, y ésta puede ser mínimamente progresiva. El agente del clima que tiende a mover al suelo es agua a lo que sería una erosión hídrica, otro factor climático es el viento que sería una erosión eólica (Piscitelli, 2015, párrafo .4).

1.1.9. Tipos de degradación del suelo

- **Erosión:** la erosión de los suelos se produce siempre de forma natural, debido a distintos factores como el agua o el viento. Hablamos de un problema de erosión cuando ésta es más intensa de lo habitual. En este

caso, la capa superior del suelo, la más importante para la vida, se ve muy disminuida o desaparece totalmente.

- **Salinización:** se da especialmente en zonas de costa. Ocurre cuando se sobreexplotan las aguas dulces subterráneas cercanas al mar. Cuando desaparece esta corriente, el mar percola hacia tierra, bañándola con agua salada.
- **Contaminación:** en la contaminación se introduce algún elemento externo al ecosistema que además resulta perjudicial para el equilibrio ecológico. No sólo puede producirse por residuos sólidos o vertidos de aguas contaminadas, sino también por lluvias que arrastran elementos dañinos.
- **Sequías:** especialmente bajo la óptica del cambio climático. Los suelos necesitan una cierta proporción de agua para poder seguir albergando vida. Cuando se producen sequías se pierde una gran parte de las especies que viven allí (INDUANALISIS, 2018).

1.1.10. ¿Cómo evitar la degradación de los suelos?

Cuando se destruye el suelo, el proceso natural de recuperación es muy lento y si se trata de acelerarlo muy costoso, por lo que la prevención es la mejor herramienta.

En cualquier caso, existen una serie de medidas que pueden realizarse tanto en la prevención como en la recuperación de suelos degradados:

- Planificar adecuadamente el uso del suelo, manteniendo el resto del territorio lo más inalterado posible para no acelerar su degradación.
- Prevenir el avance de la erosión y el deterioro de la vegetación.
- Realizar actividades agrícolas respetuosas con el medio ambiente y conservar el suelo potencialmente agrícola.
- Utilizar sistemas de riego que eviten los peligros de sedimentación y salinización.
- Luchar contra la sequía, desarrollando variedades de vegetales resistentes o mejorando los pronósticos de sequía a largo plazo y sistemas de alerta.
- Conservar los bosques y reforestar, especialmente en aquellos lugares con problemas de erosión.
- Evitar la contaminación de los suelos y en su caso, llevar a cabo prácticas de tratamiento de residuos efectivos.

1.1.11. Abonos verdes

Figura 1.3. Abonos verdes



Fuente: Cbio – ESPOCH

1.1.12. Manejo agroecológico de suelos

Se define como el mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo a fin de salvaguardar su salud y su calidad con el propósito de conservar su capacidad productiva de manera indefinida para alcanzar la sostenibilidad agrícola. Un suelo sano y de calidad es entonces sinónimo de cultivos sanos y cosechas de gran rendimiento, de sanidad y calidad nutricional de los productos destinados a la alimentación, ornamentales o de otra índole (Suquilanda Valdivieso, 2017, p.55)

1.1.13. Aprendizajes Finales

- La agroforestería es una práctica de mucha importancia debido al uso y manejo de la tierra y cultivos de especies arbóreas lo que ayuda exponencialmente al cuidado de los cultivos, mejorando la calidad del suelo, mantenimiento y recuperación constante de la fertilidad del suelo. Las barreras vivas constituyen parte de diversas actividades y técnicas dentro del manejo integrado de plagas (MIP) que tienen como principal función el control de plagas. Estas son obstáculos físicos, que además de esa función, protegen los cultivos contra la acción del viento.
- La degradación del suelo es un problema grande de hoy en día, ya que al no tener cuidado de este en las labores agrícolas el suelo va perdiendo su fertilidad y queda un suelo inorgánico sin nutrientes y por ende comienza la erosión del suelo lo que provocará una pérdida importante. En el centro de bioconocimiento se trata de evitar la erosión del suelo con la implementación de prácticas agroecológicas mismas que ayudan a contrarrestar y hacer un cuidado del suelo de manera sustentable sin dañar al suelo.
- Sembrar más especies nativas en las barreras vivas y cortinas rompe vientos en la Estación Experimental

Tunshi colocadas estratégicamente para proteger los suelos evitando la erosión del suelo, además que puede servir para el estudio de estudiantes de la carrera en las asignaturas que reciben.

1.2. Diseño e implementación de terrazas con fines de conservación de suelos en la zona alta de la estación experimental Tunshi

Es importante considerar la conservación de los suelos en la Estación Experimental Tunshi mediante el diseño e implementación de terrazas hortícolas, asimismo brindar una guía para la construcción de terrazas. Para el diseño e implementación de las terrazas, se realizó una caracterización edáfica, con lo cual se identificó el lugar a implementar las terrazas, posteriormente se desarrollaron las curvas de nivel con ayuda del Nivel en A, con lo que se obtuvo la pendiente y las curvas de nivel que en total se identificaron 6. Después se desarrolló la construcción de las terrazas donde se elaboró 5 andenes a lo largo de las curvas de nivel, con ayuda de materiales como son el azadón y pala. Seguidamente se implementó las especies hortícolas (Lechuga Icerberg, Lactuca sativa, Brassica oleracea var. viridis L, Brassica oleracea var. capitata f. rubra, Beta vulgaris).

Con toda la información recolectada y la experiencia adquirida en la construcción de terrazas se desarrolló una propuesta para el diseño e implementación de terrazas hortícolas en la zona alta de la EETS, Como resultados obtuvimos los análisis de suelo que fueron el potencial hidrógeno=7,60. En la textura se obtuvo una clase textural de un suelo franco arenoso. Parar el contenido de materia orgánica=2,9%. Mientras que en la conductividad eléctrica=0,22mmhos/cm. Así mismo se presentó la propuesta para la construcción de terrazas y en los 5 andenes de desarrollaron las especies en un 95% del total plantadas.

Actualmente se sabe que la erosión de los suelos es ampliamente una amenaza para la agcultura y los humanos, al punto de ser un problema extremadamente grave, por lo que muchos gobiernos de diferentes países especialmente los europeos están constantemente apoyando programas de conservación y manejos de suelos. Tomando en cuenta lo mencionado es importante saber manejar y conservar los suelos, para prevenir problemas que serán desastrosos para la sociedad en un futuro, por lo que imprescindible hablar de las prácticas agroecológicas que ayudan a los suelos.

Las prácticas agroecológicas consisten en el desarrollo de técnicas de uso del suelo que previamente ha sido agotado y ampliamente utilizado, se basa en la integración de prácticas de conservación y mejoramiento del recurso suelo. Su principal objetivo es implementar la sostenibilidad en los terrenos de los agricultores, mediante la aplicación de sistemas forestales y mejorar la agricultura actual.

Hoy en día muchas zonas de la serranía ecuatoriana se ven afectadas por problemas de erosión ya sea por el uso indiscriminado de sustancias químicas para la producción agrícola como también por el inadecuado manejo de suelos con pendientes, los cuales han sufrido una erosión paulatina sumado a la deforestación de estos, causando una subutilización de los suelos llegando al punto de causar un deterioro de los suelos fértiles. Ante lo mencionado se pretende realizar el diseño e implementación de terrazas hortícolas con fines de conservación de suelos en la estación experimental Tunshi.

Ante la continua pérdida de la calidad de los suelos como es la erosión y todos los diferentes problemas que tienen los agricultores, es un tema de análisis profundo sobre lo que está ocurriendo en la actualidad, las terrazas hortícolas son de mucha importancia en la agricultura ya

que es una solución única y muy eficaz para cultivar en terrenos que están accidentados, cabe mencionar que lamentablemente es una práctica poco desarrollada e implementada esto por el desconocimiento de todos los beneficios que puede dar a los suelos la implementación de esta práctica agroecológica.

La presente investigación surge con la necesidad de realizar un diseño e implementación de terrazas hortícolas con el propósito de conservación de los suelos, además de un análisis actual del uso de terrazas hortícolas en el Ecuador. Se pretende proporcionar información de cómo desarrollar terrazas hortícolas para que los agricultores tengan una guía de como implementar y usar las terrazas con ello se busca la conservación de los suelos para evitar problemas como la erosión e impulsar prácticas agrícolas sustentables.

1.2.1. Metodología

Cálculo de la pendiente

Se tomó los siguientes puntos:

Tabla 1.1. Cálculo de la pendiente

Puntos	Distancia (cm)
P1	29
P2	25
P3	28
P4	54
P5	38
P6	44
P7	36
P8	32
P9	25
P10	33
P11	31
P12	28

Fuente: Cbio – ESPOCH

$$S = 403 \text{ cm}$$

Fórmula de la pendiente:

$$\text{Pendiente}(\%) = \frac{\text{Altura}}{\text{Distancia}} \times 100$$

Altura: suma de las alturas dividido para el numero de muestras

$$403\text{cm}/12= 33,58 \text{ cm}$$

$$\text{Pendiente}(\%) = \frac{33,58 \text{ cm}}{200} \times 100$$

$$\text{Pendiente}(\%) = 16,79\% \text{ redondeando a } 17\%$$

El terreno cuenta con una pendiente moderada del 17%

Trazado de curvas de nivel

Para el trazado de las curvas de nivel se utilizó el nivel en "A", posteriormente se realizó el trazado de las curvas de nivel, en función de la pendiente del terreno. Se señaló con estacas y piola para posteriormente marcar con cal para una mejor vista del terreno y sus curvas de nivel.

Figura 1.4. Trazo de las curvas de nivel



Fuente: Cbio – ESPOCH

1.2.2. Resultados

Diseño de terrazas para la conservación de suelo en la zona alta de la Estación Experimental Tunshi

Para la construcción de las terrazas, se tomó el diseño realizado por las curvas de nivel, posteriormente se procedió a trazar una zanja al borde de cada curva de

nivel para poder mover la tierra y pasarlo al siguiente nivel e ir formando las terrazas y así se procedió con todas las curvas de nivel, las terrazas se construyeron de arriba hacia abajo.

Figura 1.5. Construcción de las terrazas



Fuente: Cbio – ESPOCH

Implementación de las especies hortícolas

Para la implementación de las especies hortícolas, como el terreno cuenta con una cantidad de 4 % de materia orgánica, es necesario aportar materia orgánica para que las plántulas hortícolas se desarrollen con mucha más facilidad en el terreno y con ello obtener los resultados esperados.

Figura 1.6. Implementación de las especies hortícolas



Fuente: Cbio – ESPOCH

Control de malezas

El control de malezas se efectuó de forma manual, varias veces durante el ciclo vegetativo de los cultivos.

Figura 1.7. Control de malezas



Fuente: Cbio – ESPOCH

Implementación

Una vez realizados los análisis correspondientes de suelos en la zona de estudio, y teniendo todo listo se prosiguió a implementar las terrazas hortícolas, claramente tomando en cuenta cada uno de los parámetros que son necesarios para la elaboración de las terrazas y todas las complicaciones, imprevistos que traen consigo la elaboración de terraza.

Identificación de la pendiente del terreno

La pendiente del terreno es la primera actividad que se desarrolló antes de realizar las curvas de nivel ya que es el punto de partida de las terrazas, en donde se van a implementar las demás actividades y es muy importante para identificar cuanta pendiente tiene el terreno en el que se va a realizar las terrazas.

Para ello se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 1.2. Cálculo de la pendiente

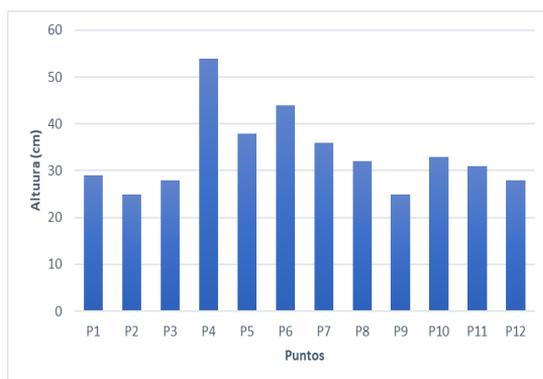
Puntos	Distancia (cm)
P1	29
P2	25
P3	28
P4	54
P5	38
P6	44

P7	36
P8	32
P9	25
P10	33
P11	31
P12	28

Fuente: Cbio – ESPOCH

$$S = 403 \text{ cm}$$

Figura 1.8. Pendiente del terreno



Fuente: Cbio – ESPOCH

Fórmula de la pendiente:

$$\text{Pendiente}(\%) = \frac{\text{Altura}}{\text{Distancia}} \times 100$$

Altura: suma de las alturas dividido para el número de muestras

$$403\text{cm}/12 = 33,58 \text{ cm}$$

$$Pendiente(\%) = \frac{33,58 \text{ cm}}{200} \times 100$$

$$Pendiente(\%) = 16,79\% \text{ redondeando a } 17\%$$

El terreno cuenta con una pendiente moderada del 17%

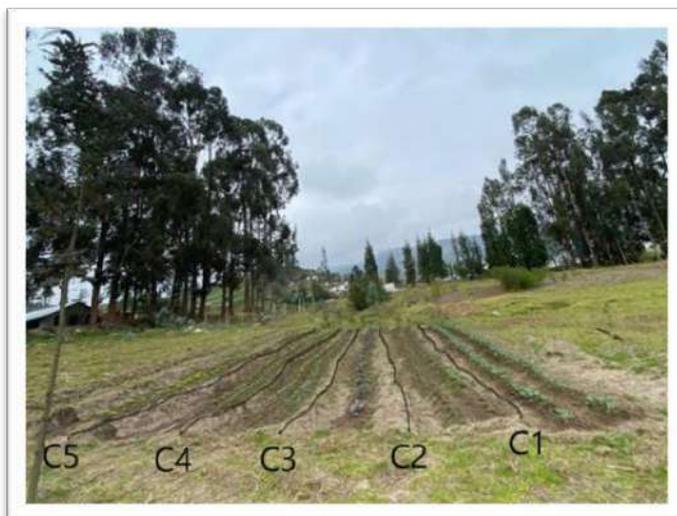
Como se puede observar en el gráfico 1.9 las alturas de los 12 puntos que se tomaron varían en gran medida con respecto a la anterior, por lo que se puede decir que esto sucede principalmente por que el terreno no es homogéneo y claramente por la pendiente que presenta en cada trazo que se realizó con el nivel en A. Cabe mencionar que la distancia del nivel en A fue de 2 metros, por lo que cada punto tiene una distancia de 2 metros.

1.2.3. Identificación de curvas de nivel

Las curvas de nivel son la base principal de las terrazas ya que mediante este proceso se identifica el nivel correcto del suelo.

Una vez identificado la pendiente se prosiguió a realizar las curvas de nivel, dentro del cual se identificaron 6 curvas de nivel para que se desarrollen 5 taludes o terrazas.

Figura 1.9. Trazado de curvas de nivel



Fuente: Cbio – ESPOCH

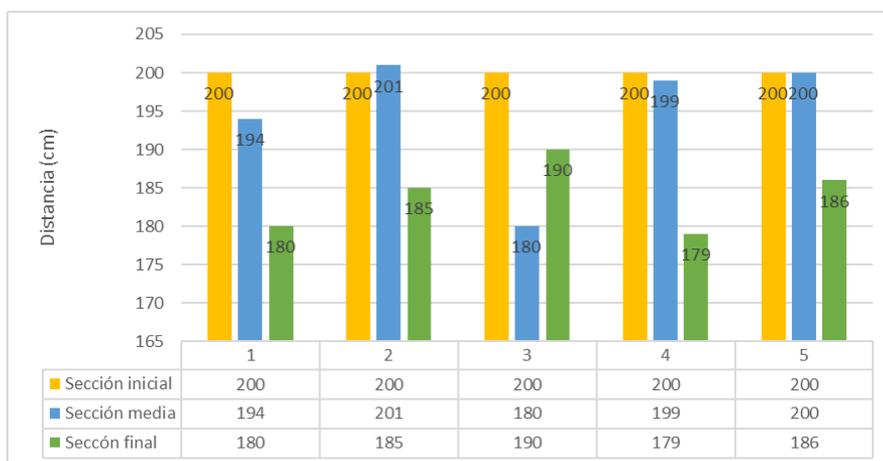
Diseño de terrazas

Posteriormente a la identificación de las curvas de nivel se procedió a señalar con cal y sacar el diseño de las terrazas con sus respectivas camas que en este caso fueron 5. Tomando cada una de las medidas de las curvas de nivel

Ancho de la terraza

Para el ancho de la terraza se tomó en cuenta la distancia del aparato en A, que fue de 2 metros, pero al momento de sacar las curvas de nivel las distancias fueron variando como muestra la figura 1.10.

Figura 1.10. Anchura de terrazas



Fuente: Cbio – ESPOCH

Las anchuras de las terrazas dependen mucho del terreno y la inclinación que este posee, como se puede observar en la tabla en la sección inicial no varía en lo más mínimo pero en la sección del medio las medidas van cambiando notablemente esto porque las curvas de nivel nos arrojaron estos datos y el terreno no es uniforme, por lo que las curvas de nivel van a cambiar conforme se vaya trazando, y en la sección final tenemos una variación total esto se debe a que en el terreno las curvas de nivel tomaron una dirección hacia arriba esto porque el terreno es desigual.

1.2.4. Proceso de construcción de terrazas

Construcción de las terrazas

Dentro del proceso de construcción de las terrazas se debe tomar en cuenta cada uno de los procesos que se siguió para la elaboración de estas terrazas, a continuación, detallaremos todo lo que se necesitó.

Tabla 1.3. Materiales para la construcción de terrazas

MATERIAL	CANTIDAD
Pala	2
Piola	1
Azadón	2
Estacas	50

Fuente: Cbio – ESPOCH

El contorno de las terrazas se basó en las curvas de nivel realizadas previamente, y se comenzó a construir las terrazas.

Para la construcción se contó con la participación de 2 personas

El tiempo de construcción fue de 3 días lo que se dividió en 3 partes que a continuación lo detallaremos.

Tabla 1.4. Tiempo de construcción de terrazas

Día	Actividad
1	Limpieza del terreno
2	Formación de las terrazas 50%

3	Formación de las terrazas 100%
---	--------------------------------

Fuente: Cbio – ESPOCH

Al finalizar la construcción de las terrazas los resultados que se obtuvieron son 5 andenes, los cuales como se puede observar en el gráfico se tardó en elaborarlos un total de 3 días tomando en cuenta cada uno de los pasos que se deben seguir para la elaboración de estas terrazas y finalmente quedaron listos para la implementación del sistema de riego y las especies hortícolas.

1.2.5. Implementación de las especies hortícolas

Para la implementación de las especies hortícolas se seleccionaron 3 especies como son:

Tabla 1.5. Especies plantadas

N. Común	N. Científico
Lechuga normal	<i>Lechuga Icerberg</i>
Lechuga de hoja	<i>Lactuca sativa</i>
Col	<i>Brassica oleracea var. viridis L.</i>
Col morada	<i>Brassica oleracea var. capitata f. rubra</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>

Fuente: Cbio – ESPOCH

Por lo que se prosiguió a la plantación de estas especies en el terreno que previamente fue intervenido con materia orgánica necesaria. Para la plantación se lo realizó con 2 personas y se tardó un total de 5 horas en dejar todas las especies plantadas y listas en la zona de estudio.

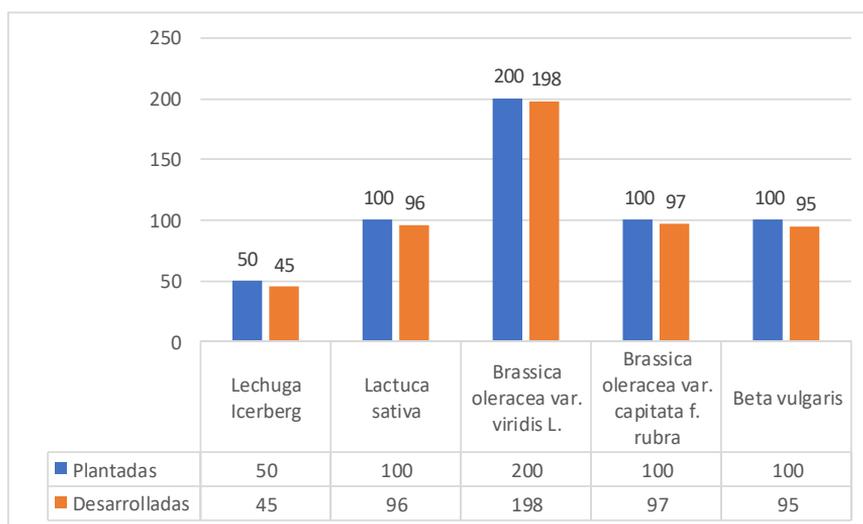
El total de las especies plantadas y las que se desarrollaron se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1.6. Plantas

ESPECIES	ESPECIES PLANTADAS	ESPECIES DESARROLLADAS
<i>Lechuga Icerberg</i>	50	45
<i>Lactuca sativa</i>	100	96
<i>Brassica oleracea var. viridis L.</i>	200	198
<i>Brassica oleracea var. capitata f. Rubra</i>	100	97
<i>Beta vulgaris</i>	100	95

Fuente: Cbio – ESPOCH

Figura 1.11. Plantas desarrolladas



Fuente: Cbio – ESPOCH

La variación de las especies plantadas vs desarrolladas no es igual esto debido a factores como, el mal cuidado, instrucción de seres externos y mala técnica de plantado. Es por todo lo mencionado que no se obtuvo el 100% de los cultivos, pero la variación no es muy alta así que se puede decir que todo lo desarrollado fue correcto.

Mantenimiento

Se debe mantener el área de construcción de las terrazas para prolongar su vida útil. El mantenimiento de las terrazas consistió en limpiar de forma manual especies que no se requieren en el área de estudio.

Esto se realizó cada 2 semanas con herramientas como el azadón y pala.

1.2.6. Aprendizajes Finales

- Para realizar el trazado de las curvas de nivel el terreno debe estar previamente limpio, además que el aparato A que se utiliza debe estar correctamente calibrado para poder identificar de mejor manera las curvas de nivel que presenta el terreno, una vez sacada las curvas se debe marcar con estacas y piola.
- Para la construcción de las terrazas se debe tener en cuenta que el terreno es muy duro y utilizar los materiales necesarios para así poder facilitar el trabajo
- Identificar de manera correcta las curvas de nivel ya que el terreno puede presentar irregularidades, ante esto se debe corregir.



CAPITULO II

**INVENTARIO FLORÍSTICO DEL CENTRO
DE BIOCONOCIMIENTO**

2.1. Inventario florístico del Centro de Bioconocimiento

¡La biodiversidad del Ecuador es fascinante! El país es conocido por su increíble riqueza natural, que se debe en parte a su ubicación en la región de América del Sur, entre la Cordillera de los Andes y la región amazónica. Los Andes ecuatorianos albergan una gran diversidad de ecosistemas, desde páramos en las altas montañas hasta bosques nubosos en las laderas. Esta región es hogar de una variedad de especies de plantas y animales, muchas de las cuales son endémicas.

Los páramos son uno de los ecosistemas más característicos de la región Sierra ecuatoriana. Estas altiplanicies están ubicadas en altitudes elevadas y son el hogar de una gran variedad de plantas, muchas de las cuales son endémicas. Las frailejonas, por ejemplo, son plantas emblemáticas de los páramos ecuatorianos. Bosques Nubosos: También conocidos como bosques montanos, estos ecosistemas se encuentran en las laderas de las montañas de la región Sierra.

Estos bosques están cubiertos por una neblina constante que crea un ambiente húmedo y fresco, ideal para una gran diversidad de especies vegetales y animales, incluyendo orquídeas, bromelias, osos de anteojos y aves como el tucán. Bosques de Neblina: Estos bosques se

caracterizan por su ubicación en áreas de alta humedad y constante neblina, lo que contribuye a una biodiversidad única. Están presentes en las partes más altas de las montañas de la región Sierra y albergan una gran cantidad de especies vegetales y animales adaptadas a estas condiciones específicas.

Lagos y Lagunas: La región Sierra también cuenta con una serie de lagos y lagunas, muchos de los cuales se formaron en cráteres volcánicos. Estos cuerpos de agua son hábitats importantes para una variedad de especies acuáticas, incluyendo truchas y anfibios.

Especies Endémicas: La región Sierra del Ecuador alberga muchas especies endémicas, es decir, especies que se encuentran exclusivamente en esta área y no se encuentran en ningún otro lugar del mundo. Esto incluye una variedad de plantas, aves, anfibios e insectos que han evolucionado en este ambiente único.

Por tanto, la región Sierra del Ecuador es una parte vital del paisaje natural del país, con una biodiversidad excepcional que merece ser protegida y conservada, donde la misma es fundamental para el funcionamiento saludable de los ecosistemas y es de vital importancia para la vida en la Tierra.

Tabla 2.1. *Acacia farnesiana* (L.) Willd

Categoría: Introducido

***Acacia farnesiana* (L.) Willd**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Acacia

Rango altitudinal: 2400 – 2600 msnm.

Figura 2.1 *Acacia*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Originaria de América tropical, desde el sur de Estados Unidos hasta Brasil y Colombia y Perú. Habita en las zonas tropicales y calientes (Rojas, 2012).

Descripción botánica: Hierba terrestre de gran tamaño, formando macollas de más de 1 m de diámetro. Las hojas son muy delgadas y largas, de consistencia tiesa, rasposa,

y con los bordes muy cortantes. La inflorescencia es una espiga grande y vistosa, de color gris rosado, de más de 50 cm, que se dispone sobre un eje alargado y hueco y se encuentra por encima de las macollas. Las flores individuales son muy pequeñas y numerosas, con las estructuras modificadas a manera de escamas con pelos blanquecinos.

Usos: Anteriormente las hojas servían para cortar el cordón umbilical, y en infusión se usan para lavar pies sudorosos. El zumo del tallo es bueno para tratar afecciones en los ojos de los recién nacidos. En la construcción, las hojas se usaban para el techo de las viviendas.

Tabla 2.2. *Alnus acuminata* Kunth

Categoría: Introducido

***Alnus acuminata* Kunth.**

Familia: Betulaceae

Nombre común: Aliso

Rango altitudinal: 2200 – 3200 msnm.

Figura 2.2 Aliso



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Habita en la mayor parte de Europa, Asia y noroeste de África. En la Península Ibérica es una especie común y la encontramos más abundante al occidente. Escasea o desaparece en las regiones más secas, hacia el este y sureste, y está ausente en Baleares (Agualzaca , 2021).

Descripción botánica: El aliso es un árbol esbelto que llega a medir 25 m, de corteza gris y escamosa y que a menudo tiene la copa cónica, como las coníferas. Las hojas son caducas, simples, alternas, redondeadas, oblongas e incluso acorazonadas, de 4-14 cm, de contorno algo irregular y sinuado, con el margen finamente serrado o dentado y generalmente con el ápice escotado y no en

punta. Las flores masculinas se disponen en largos pedúnculos colgantes denominados amentos que albergan el polen. Y no queda aquí el parecido con las coníferas, pues las flores femeninas forman al madurar unas estructuras semejantes a pequeñas piñas que contienen las semillas (Agualzaca , 2021).

Usos: Su corteza contiene tanino, utilizado para rebajar los niveles de colesterol y La decocción de su corteza se utiliza haciendo gargarismos contra las anginas y las faringitis.

Tabla 2.3. *Thymus L.*

Categoría: Introducido

Thymus L.

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Tomillo

Rango altitudinal: 800 – 1000 msnm.

Figura 2.3 Tomillo



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Se encuentra en toda Península ibérica excepto en zonas de la cornisa cantábrica y algunas provincias del litoral mediterráneo y hábitat en pendientes secas y matorrales en los encinares del interior peninsular. Aceptando todo tipo de suelos siempre que no se encharquen (Gasea, 2001).

Descripción botánica: Hierba aromática de base leñosa, ramificada, cubierta de pelos cortos dirigidos hacia abajo. Tallos de hasta 40cm, erectos, a veces rojizos y de sección cuadrangular. Hojas pecioladas opuestas de hasta 3,5-13 x 1-4 mm, elípticas o lanceoladas, planas y con glándulas esféricas amarillas. Flores unidas en inflorescencias terminales densas y globosas. Corola blanca o amarilla. De sus cuatro frutos (que pueden verse en el fondo del Cáliz) de hasta 1mm, normalmente solo se desarrollan 1 o 2 (Gasca, 2001).

Usos: Es una planta muy aromática empleada en perfumería. Tiene propiedades antisépticas, digestivas y expectorantes. Las flores son muy apreciadas por las abejas para elaborar su miel. Sus hojas sirven como condimento culinario.

Tabla 2.4. *Aloysia citriodora* Palau

Categoría: Introducido

***Aloysia citriodora* Palau**

Familia: Verbenaceae

Nombre común: Cedrón

Rango altitudinal: 2200 – 3200 msnm.

Figura 2.4 Cedrón



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Nativa de América del Sur, comprendiendo países como Chile, Paraguay, Brasil, Uruguay, Argentina, Bolivia, Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador. En el siglo XVII, tras las expediciones de conquista fue llevada a Europa, donde empezó a cultivarse en las zonas templadas (Gil , 2022).

Descripción botánica: arbusto 3 - 3,5 m de altura, tallo

leñoso. Hojas angostas y alargadas, ásperas, delgadas, de 5 - 10 cm de largo, de olor agrídulce muy característico, que se caen en otoño. Flores pequeñas, blancas o violeta pálido, dispuestas por lo general en espigas terminales (Gil , 2022).

Usos: Ayuda en trastornos digestivos (diarrea, cólicos, indigestión, náusea, vómitos y flatulencia); en trastornos del sistema nervioso (insomnio y ansiedad); en estados gripales (resfriados con fiebre).

Tabla 2.5. *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels

Categoría: Nativo

***Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels**

Familia: Myrtaceae.

Nombre común: Cepillo rojo

Rango altitudinal: 2400 – 2600 msnm.

Figura 2.5 Cepillo rojo



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Árbol pequeño o Arbusto

Distribución y hábitat: Nativa de Australia, específicamente de los territorios de Queensland, Nueva Gales del Sur y Victoria. Su hábitat natural se localiza en bosques templados en asociación con eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) cerca de arroyos, quebradas y pantanos (Gilman, 2014)

Descripción botánica: Árbol de hasta 10 m de alto o arbusto, con tronco pequeño. Copa globosa y follaje permanente. Hojas alargadas de 3 x 5 hasta 7 x 8 cm. Flores rojas bisexuales, tubulares, crecen agrupadas formando escobillones en las puntas. Polinizado por insectos y aves que se alimentan de su néctar. Sus frutos son cápsulas redondas con hendiduras, liberan muchas semillas pequeñas (Vecinos Verdes, 2016)

Usos: El escobillón rojo es una planta muy decorativa que se utiliza en jardinería en agrupaciones para formar setos o de manera solitaria. De hecho, estos extractos tienen propiedades antioxidantes y quimiopreventivas contra ciertos tipos de cáncer, como el de colon.

Tabla 2.6. *Melissa officinalis* L.

Categoría: Introducido

***Melissa officinalis* L.**

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Toronjil

Rango altitudinal: 1500 – 3200 msnm.

Figura 2.6 Toronjil



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Es originaria de la cuenca del Mar Mediterráneo. Difundida por el cultivo, se ha naturalizado en toda la Europa templada. Crece de forma silvestre en prados húmedos, claros de bosque, a la vera de los ríos o en setos y campos cultivados, sobre suelos ricos en materia orgánica.

Descripción botánica: Hierba siempreverde, cuya parte

aérea se renueva anualmente, de 15 - 70 cm de alto, de característico olor cítrico. Tallos cuadrangulares vellosos, con hojas opuestas, de base redondeada o ligeramente acorazonada, aovadas, rugosas, de borde dentado. Flores en espiga de hasta 20 cm, de inicial color amarillento que cambia a blanco rosáceo.

Usos: Las hojas son utilizadas para afecciones nerviosas (depresión, nerviosismo, palpitaciones, insomnio); dolor de cabeza; molestias estomacales y respiratorias.

Tabla 2.7. *Sambucus canadensis* L.

Categoría: Introducido

***Sambucus canadensis* L.**

Familia: Adoxaceae

Nombre común: Sauco

Rango altitudinal: 22500 – 3100 msnm.

Figura 2.7 Sauco



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Originario en América como Eurasia. La variedad canadensis se extiende de Canadá hasta Panamá y las Antillas (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Su hábitat es ampliamente cultivado en huertos y se encuentra con frecuencia en las orillas de parcelas. Distribución por tipo de zonas bioclimáticas (Castillo, 2011).

Descripción botánica: Se trata de un arbusto de hoja caduca que alcanza hasta los 3 m de altura o más. Las hojas están dispuestas en pares opuestos, son pinnadas con cinco a nueve folíolos, de 10 cm de largo y 5 cm de ancho. En verano, aparecen las inflorescencias de gran tamaño (20-30 cm de diámetro) en forma de corimbos con flores de color blanco sobre el follaje, las flores individuales tienen 5-6 mm de diámetro, con cinco pétalos. El fruto es una baya de color púrpura oscuro a negro de 3-5 mm de diámetro, se producen en racimos colgantes en el otoño. Las bayas y las flores son comestibles, pero otras partes de la planta son venenosas, tóxicas que contienen cristales de oxalato de calcio (Castillo, 2011).

Usos: Las hojas hervidas son utilizadas contra dolores de cabeza. La planta entera se utiliza como ornamental y melífera.

Tabla 2.8. *Acacia baileyana* F. Muell.

Categoría: Introducido

***Acacia baileyana* F. Muell.**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Mimosa de Bailey

Rango altitudinal: 2400 – 2600 msnm.

Figura 2.8 *Mimosa de Bailey*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Es endémica de un área reducida al sur de Nueva Gales del Sur, aunque ha sido plantada en otros estados australianos. Hábitat generalmente en suelos ácidos, ya que trata de una planta que requiere directamente de la luz del sol para desarrollarse, motivo por el cual se establece en lugares con terrenos donde no abunde una vegetación densa (Álvaro, 2020).

Descripción botánica: Es un árbol o a veces arbusto que alcanza un tamaño de 3-10 m de altura, de corteza lisa, gris o marrón; ramitas teretes con cantos, en ángulo hacia el ápice, pruinose, peluda o lampiña. Hojas sésiles en pulvino, ceniza de color gris verdoso o azulado, con el raquis, pilosos a glabros, glándulas prominentes se presentan más bajas. Las inflorescencias en racimos axilares o en panículas, de color amarillo brillante (Alvarado, 2003).

Usos: Plantados en parques, calles, paseos, aunque el uso más extendido es la jardinería por el color de sus flores y el número de ellas, ofreciendo conjuntos de gran belleza.

Tabla 2.9. *Dimocarpus logan*

Categoría: Introducido

Dimocarpus logan

Familia: Sapindaceae

Nombre común: Ojo de dragón

Rango altitudinal: 800 – 3000 msnm.

Figura 2.9 Ojo de Dragón



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbórea

Distribución y hábitat: Es una planta originaria de China y muy extendida en el este de Asia, China, India, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, Camboya, Laos, Vietnam, Malasia, Indonesia, Filipinas. Su hábitat es el de los bosques húmedos de montaña; generalmente se encuentra en la maleza de los bosques primarios, a veces en formaciones secundarias (Cruz, 2016).

Descripción botánica: Es un árbol de hoja perenne erguido, de rápido crecimiento y aspecto ornamental con un dosel ramificado, que generalmente crece de 9 a 14 metros de altura, pero puede alcanzar una altura de 25 metros o más. Las hojas son de color verde, lanceoladas y de forma opuesta. Las flores son pequeñas, llevadas en inflorescencias. Los frutos que maduran en octubre son globosos, tienen un diámetro entre 12 y 25 mm, con una

cáscara fina y quebradiza, de color amarillo-marrón a ligeramente rojizo-marrón y con una pulpa translúcida por donde pasa la semilla negra de forma redonda. y duro (Cruz, 2016).

Usos: Es de uso comestible el fruto, las hojas también ayuda a la pérdida de memoria y mareos.

Tabla 2.10. *Begonia x tuberhybrida*

Categoría: Introducido

Begonia x tuberhybrida

Familia: Begoniaceae

Nombre común: Begonia

Rango altitudinal: 600 – 1375 msnm.

Figura 2.10 *Begonia*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Las begonias son originarias de zonas tórridas y subtropicales de América, Asia y África. Crece en los bancos de tierra húmeda y paredes rocosas, a menudo formando grandes colonias y se encuentra con frecuencia en los taludes de carreteras y caminos (Rünger, 2019).

Descripción botánica: Son plantas terrestres (a veces epífitas) herbáceas, algunas de porte semiarbustivo o incluso pequeños árboles y otras trepadoras, perennes excepto en climas fríos, es el aérea donde la planta muere. Las flores son muy diversas tanto en forma y tamaño como en color; son unisexuales, la masculina contiene numerosos estambres, la femenina posee un ovario inferior con 2 o 4 estigmas ramificados. El fruto es una cápsula alada que contiene gran cantidad de diminutas semillas. Las hojas son asimétricas y al igual que las flores, difieren mucho de una a otra especie, desde variadas como las de *Begonia brevirimosa* a verde brillante en *Begonia ulmifolia* (Rünger, 2019).

Usos: Su uso es meramente ornamental. Es una planta muy valorada gracias a sus flores coloridas que embellecen cualquier lugar donde estén, ya sea en jardines o macetas, es perfecta para decorar cualquier espacio.

Tabla 2.11. *Inga spuria* Humb. & Bonpl

Categoría: Introducido

***Inga spuria* Humb. & Bonpl.**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Guajinicuil

Rango altitudinal: 400 – 2600 msnm.

Figura 2.11 *Guajinicuil*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Su área de distribución es México, Centroamérica y Sudamérica, algunos ejemplares se encuentran en Venezuela. Crece en áreas altamente intervenidas y en zonas de bosque siempre verde, bosque macro térmico (zona de ribera), bosque deciduo, bosque semi deciduo y en zona de actividad agropecuaria (Forzza, 2010).

Descripción botánica: Árbol de 4 a 15 m de altura, con copa redondeada y umbelada. Tronco recto, cilíndrico, lenticelado, con corteza exterior castaña, la interna es rojiza o rosada. Ramas terminales ferrugíneas, pubescentes, con lenticelas blancas. Hojas paripinnadas, Inflorescencias en espigas y las flores se encuentran en racimos. Fruto es una legumbre (vaina) (Forzza, 2010),

Usos: Su madera se ha caracterizado por ser de gran valor como leña, uso alimenticio, uso medicinal.

Tabla 2.12. *Prunus serótina* Ehrh

Categoría: Nativo

***Prunus serótina* Ehrh.**

Familia: Rosaceae

Nombre común: Cerezo negro

Rango altitudinal: 800 – 2600 msnm.

Figura 2.12 Cerezo negro



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Mata

Distribución y hábitat: Se le encuentra en las regiones montañosas del Valle de México, Guanajuato, Jalisco y Chiapas. Se encuentra en otros países como la parte este de Canadá y los E.U. Fue introducido a Europa en el siglo XVII y actualmente en todo el continente europeo. Se desarrolla sobre pendientes acentuadas y se le encuentra en zonas de cultivo. Habita en lugares templados y fríos de México, prospera en suelos pedregosos, someros y profundos abundante materia orgánica (Guzmán, 2020).

Descripción botánica: Árbol o arbusto, caducifolio, de 5 a 15 m de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.2 m. Hojas, simples, alternas, cortamente pecioladas, ovadas a lanceoladas y de margen aserrado. Corteza café o grisácea casi lisa, exceptuando las ramas tiernas que a veces son pubescentes. Flores hermafroditas, numerosas, pequeñas y blancas, agrupadas en racimos axilares colgantes y largos, de 10 a 15 cm. El fruto es una drupa globosa de aproximadamente 1 centímetro de diámetro, de color negro rojizo en la madurez, sabor agridulce y algo astringente conteniendo una sola semilla. Semilla esférica y rodeada por un hueso leñoso (almendra) de sabor amargo (Guzmán, 2020).

Usos: Las hojas y los cogollos de esta planta se utilizan

para calmar los cólicos, y las molestias del reumatismo. Se lo considera efectivo para combatir el malestar de la gripe, alivia los accesos de tos, por lo que se usa para la bronquitis, tos, ahogo y el catarro de las vías respiratorias.

Tabla 2.13. *Inga edulis* Mart

Categoría: Introducido

***Inga edulis* Mart.**

Familia: Fabaceae

Nombre común: Guaba

Rango altitudinal: 2400 – 2600 msnm.

Figura 2.13 *Guaba*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbórea

Distribución y hábitat: Es originaria de Centroamérica, el Caribe y la Amazonía, así como de los bosques andinos. Esta planta se desarrolla en temperaturas que van desde

los 15 a los 22 °C. Se desarrolla mejor en suelos alcalinos y ácidos. Igualmente, esta planta puede soportar cierto grado de salinidad (Quijia, 2020).

Descripción botánica: Es un árbol de copa densa, aparasolada y ancha con ramificaciones, que alcanza hasta de 30 m de altura, con diámetros de 30 a 60 cm de tronco. Posee una corteza recta, cilíndrica y de color marrón claro. Sus hojas son compuestas paripinnadas, con una longitud de 15 a 25 cm. Posee un raquis con glándulas en forma de cráter, en el cual se encuentran de 4 a 6 pares de folíolos opuestos. Presenta folíolos con base obtusa, aguda u oblonga de color verde oscuro. Las inflorescencias son racimos terminales que pueden medir entre 7 y 12 cm de diámetro polar. Las flores son hermafroditas, con ovario supero, de color blanco; llegan a medir entre 3.5 a 4 cm de diámetro polar. Posee un cáliz y corona tubular con 5 a 4 lóbulos, en los cuales existen numerosos estambres con filamentos filiformes que presentan un diámetro polar entre 3 a 4 cm (Quijia, 2020).

Usos: En América Latina la guaba es utilizada en la industria maderera y alimenticia.

Tabla 2.14. *Citrus reticulata*

Categoría: Introducido

Citrus reticulata

Familia: Rutaceae

Nombre común: Mandarinino

Rango altitudinal: 0 – 1500 msnm.

Figura 2.14 Mandarinino



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbórea

Distribución y hábitat: Es un árbol originario de China y suroeste de Asia. Introducido hacia el año de 1810 en las regiones mediterráneas occidentales y llevado posteriormente a América y se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Los suelos arenosos suelen ser altamente beneficiosos para el desarrollo tanto del árbol como de sus frutos (Gutierrez, Agricultura y

desarrollo rural, 2014)

Descripción botánica: Son árboles pequeños, hojas unifoliadas, pecíolos con pequeñas alas y articulados con la vaina de la hoja; las flores son de color blanca, simples y ubicadas en las axilas de las hojas, ovario generalmente de 10 a 14 partes; el fruto es un tipo especial de baya (hesperidio), las semillas pueden ser monoembríonicas y poliembríonicas; la raíz pivotante con muchas raíces secundarias (Gutierrez, Agricultura y desarrollo rural, 2014).

Usos: Como en la totalidad de los cítricos, posee alto contenido de vitamina C y por esta razón, tanto las hojas como los frutos son muy utilizadas en la medicina popular para prevenir las gripas. Con los gajos de la planta se prepara un dulce que se conoce como tutifruiti.

Tabla 2.15. *Pyrus calleryana* Decne

Categoría: Introducido

***Pyrus calleryana* Decne.**

Familia: Rosaceae

Nombre común: Peral de flor

Rango altitudinal: 1400 – 3500 msnm.

Figura 2.15 Peral de flor



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbórea

Distribución y hábitat: Árbol nativo de China y Vietnam, frecuentemente cultivado como árbol ornamental en las ciudades de clima cálido o frío. Es muy común verlo plantado en América del norte (Thompson, sf).

Descripción botánica: Es un árbol caducifolio que crece de unos 15 a 20 m, de forma cónica. Las hojas son ovaladas, de 4 a 7 cm de largo, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Las flores se abren a principio de primavera antes de la producción de hojas, son blancas, con 5 pétalos, y miden de 2 a 3 cm de diámetro. Tienen un olor dulce empalagoso. El fruto es menor de 1 cm de diámetro, duro, antes de ablandarse por congelación, momento en que son alimento para los pájaros, que dispersan las semillas en sus excrementos

(Thompson sf.).

Usos: Plantado como árbol ornamental tanto por su abundante floración y produce madera de muy buena calidad.

Tabla 2.16. *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Miers

Categoría: Introducido

***Cyphomandra betaceae* (Cav.) Miers**

Familia: Solanaceae

Nombre común: Tomate de árbol

Rango altitudinal: 2400 – 2600 msnm.

Figura 2.16 Tomate de árbol



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Es una planta originaria de los Andes Peruanos, dispersa en otros países de la región andina como Chile, Ecuador, Bolivia, Brasil y Colombia. También

se cultiva en las zonas montañosas de África, India y Australia (Alvarado, 2003)

Descripción botánica: Planta arbustiva con tallos semileñosos, de follaje grande, alcanzando una altura de 2 a 3 m. Las hojas son cordiformes (forma de corazón), carnosas, levemente pubescentes y muy grandes. Las flores son de color rosa y lavanda, agrupadas en racimos terminales, las cuales florecen de manera escalonada. Los frutos son solitarios o se encuentran agrupados, de colores variables, del amarillo al rojo, de forma ovoidal con ápices puntiagudos, contienen muchas semillas pequeñas en cantidades de 120 a 150. La pulpa es de color variable, del amarillo al anaranjado o al anaranjado rosáceo, cuyo sabor recuerda al tomate.

Usos: Las hojas, previamente calentadas o soasadas, se aplican en forma tópica contra la inflamación de amígdalas. Para la gripe, se consume el fruto fresco en ayunas, dado su alto contenido de ácido ascórbico. Otra propiedad atribuida es como remedio de problemas hepáticos.

Tabla 2.17. *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret

Categoría: Nativo

***Acca sellowiana* (O.Berg) Burret**

Familia: Myrtaceae

Nombre común: Feijoa

Rango altitudinal: 1800 – 2700 msnm.

Figura 2.17 Feijoa



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Es original de América tropical, Brasil y Norte de Argentina. Aguanta los suelos salinos y atmósferas marinas lo que lo hace muy adecuado para el litoral mediterráneo y zonas costeras (Brines, 2016).

Descripción botánica: La planta es un arbusto frondoso con la corteza gris pálido; las ramas son extendidas e hinchadas en los nodos, tienen pelos blancos cuando son

jóvenes. Las hojas son, perennes, opuestas, de corto peciolo, francamente elípticas; lisas y brillosas en la superficie superior, finamente venosas y con vello plateado por debajo. Las flores bisexuales, nacen simples o en racimos. La fruta es ovoide o ligeramente en forma de pera, con los segmentos del cáliz adheridos en el ápice (Brines, 2016).

Usos: También se emplea como planta de ornamento. Su uso más usual es aislado, en grupos o manchas de setos libres. A pesar de ser una planta con pocas exigencias no está muy presente en parques y jardines.

Tabla 2.18. *Eriobotrya japonica*

Categoría: Introducido

Eriobotrya japonica

Familia: Rosaceae

Nombre común: Níspero

Rango altitudinal: 900 – 2100 msnm.

Figura 2.18 Níspero



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Es originaria del sureste de China. De igual forma, ha sido naturalizada en India, Pakistán, Australia, Argentina, la cuenca mediterránea y las Islas Canarias o Hawái. Es una especie adaptada a climas templados o templado-fríos, con requerimientos medios de humedad ambiental. Se localiza sobre matorrales, campo de cultivo abandonados, bancales o barbechos, tanto en ecosistemas de monteverde o bajo pinares húmedos (Martínez, 2000).

Descripción botánica: Árbol que alcanza 20 a 40 m de altura y de 50 a 100 cm de diámetro. Copa redondeada y con follaje brillante. Tronco recto y cilíndrico. Corteza externa de color marrón grisáceo. Hojas simples, alternas, agrupadas en los ápices de las ramitas, elípticas a

oblanceoladas, con ápice agudo a veces emarginado, bordes enteros y base cuneada. Flores blancas o crema-amarillentas, visitadas por abejas y otros insectos. Fruto en forma de baya globosa o elipsoide (Martínez, 2000).

Usos: La madera se emplea en la elaboración de objetos torneados. Las hojas se emplean como follaje en arreglos florales

Tabla 2.19. *Psidium guayava* L.

Categoría: Introducido

***Psidium guayava* L.**

Familia: Myrtaceae

Nombre común: Guayaba

Rango altitudinal: 0 – 2.600 msnm.

Figura 2.19 *Guayaba*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Se encuentra silvestre en América tropical, puede encontrarse en otras zonas tropicales y subtropicales del planeta y su distribución al Sur de Florida, México, Centroamérica, Cuba, Puerto Rico, Guatemala, Brasil, Perú, Las Antillas, Hawái, Caribe (Gutierrez, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

Descripción botánica: Es un árbol de porte bajo, arborescente de 3 a 10 m. de altura, presenta un tallo corto y torcido, ramifica libremente cerca del suelo y puede llegar a ser muy denso. Frecuentemente produce chupones de raíces cerca de la base del tronco, en la corteza de su tronco y ramas se producen felógenos que forman capas de corcho que se desprenden en escamas, la raíz destaca por su potencia de anclaje además de que dispone de un gran poder de succión, las hojas son verde oscuro ovals entrecruzadas, las flores son hermafroditas y pediceladas con un diámetro de 3.8 cm., solitarias o en grupo de dos o tres, en las axilas brotan los crecimientos del año y rara vez son terminales, el fruto es una baya esférica, globulosa, sus dimensiones varían enormemente con la variedad, siendo averrugado o liso (Gutierrez, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

Usos: Se utiliza para hacer objetos de artesanía y tornería (cubiertos, peines, etc.). También puede utilizarse para leña y carbón.

Tabla 2.20. *Carissa spinarum* L.

Categoría: Introducido

***Carissa spinarum* L.**

Familia: Apocynaceae

Nombre común: Ciruela de Natal

Rango altitudinal: 1300 – 3400 msnm.

Figura 2.20 Ciruela de Natal



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Esta planta tiene una amplísima distribución en las regiones tropicales que rodean al océano Índico, de manera que se puede encontrar por gran parte de África, el sur de Asia y en Oceanía. Es en

Australia donde la planta es más conocida y abundante. Habita en zonas áridas, preferentemente las cercanas al mar (Smyth, 2022).

Descripción botánica: Esta planta crece como un arbusto de tallo múltiple de 0.5 a 3 m de altura. Las hojas son brillantes, opuestas, estrechas, ovadas a lanceoladas y de 1 - 5 cm de largo. Las ramas tienen espinas de 1 - 3 cm. Las flores blancas en forma de estrella de aproximadamente 1 cm de ancho están acompañadas de bayas verdes ovadas de 1 - 2 cm de largo, que se vuelven negras o moradas oscuras cuando maduran (Smyth, 2022).

Usos: Principalmente se emplea para su uso ornamental, por la rusticidad y fácil cuidado.

Tabla 2.21. *Agave americana* L.

Categoría: Introducido

***Agave americana* L.**

Familia: Agavaceae

Nombre común: Agave

Rango altitudinal: 1500 – 2000 msnm.

Figura 2.21 Agave



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea Mata

Distribución y hábitat: Originaria de México. En Venezuela en todas las regiones áridas y cálidas, prefiriendo terrenos rocosos en la región norte o costera. También la zona sur de los Estados Unidos (Tirado, 2002).

Descripción botánica: Planta en roseta, con hojas carnosas, de color verde gláuco o grisáceo, lanceoladas, de hasta 2 m de longitud, en ocasiones deflexas. Presentan fuertes espinas curvas en sus márgenes y su extremo, de color pardo. Flores grandes con tépalos vistosos, amarillos; se agrupan en panículas situadas sobre largos escapos (hasta 8 m). Fruto en cápsulas cortamente pediceladas (Tirado, 2002).

Usos: Las hojas machacadas se emplean como cataplasma para desinflamar tumores, de ellas se puede obtener papiro e hilo para calzados, telas, vestidos; y el

líquido de sus hojas se usa como desinfectante de heridas y para hacer licor, de las espinas se hace púas, alfileres, agujas y rastrillos para peinar las tramas en la fabricación de las telas.

Tabla 2.22. *Mentha piperita* L.

Categoría: Introducido

***Mentha piperita* L.**

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Menta

Rango altitudinal: 1500 – 3200 msnm.

Figura 2.22 Menta



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Se encuentran los cultivos de la menta en todas las regiones del globo de clima templado. La menta piperita prefiere suelos ligeros y ricos en humus y soleados y se encuentra en Europa, Asia,

África, Oceanía y América (TREVISAN, 2017).

Descripción botánica: Hierba siempreverde muy aromática, de 20 - 100 cm de alto, erecta y lisa. Tallos cuadrangulares, generalmente rojizos. Hojas opuestas, de borde aserrado, de 4,5 - 8,5 cm de largo por 0,8 - 2 cm de ancho. Flores rosado-violáceas o purpúreas, de 4 a 5 cm de largo, dispuestas en espigas terminales. Fruto 2-4-aquenos ovoides, lisos, oscuros, de aprox. 0,8 mm de largo (Trevisan, 2017).

Usos: desórdenes digestivos (gases, náuseas, mal aliento y dolores estomacales. También constituye un buen remedio para los dolores de cabeza y por sus propiedades anti-inflamatorias y relajantes es idónea para las dolencias asociadas con dolor y espasmo. Alivia las molestias de la menstruación.

Tabla 2.23. Aloe vera Mill

Categoría: Introducido

Aloe vera Mill.

Familia: Asphodelaceae

Nombre común: Sábila

Rango altitudinal: 0 – 2800 msnm.

f

Figura 2.23 Sábila



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Es nativo de África, Arabia y Cabo Verde, de países como Marruecos, Sudán, Egipto y Mauritania. Se introdujo a Europa y China en el siglo XVII y su cultivo se extendió hacia muchas otras partes del mundo. En la actualidad, Aloe vera crece en varios países, sobre todo, en las zonas de clima tropical y templado de México, Paraguay, Nigeria, Belice, Australia, Barbados, Paraguay y Estados Unidos (Lizárraga , 2020).

Descripción botánica: Planta siempreverde. Tallo de 1 a 2 m de alto, de unos 10 cm de grosor, aplanado. Hojas carnosas de hasta 40 a 60 cm largo y de aproximadamente 10 a 15 cm de ancho, aplanadas en la base, con aguijón terminal, lisas. Inflorescencia de hasta 1 a 1,2 m de largo, amarillo anaranjado (Lizárraga , 2020).

Usos: Se usada para tratar padecimientos de la piel, para

aliviar o curar las quemaduras solares e hidratar la piel sensible o irritada. Además, el gel es usado también para tratar cortaduras y quemaduras leves.

Tabla 2.24. *Salvia rosmarinus* Spenn

Categoría: Introducido

***Salvia rosmarinus* Spenn.**

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Romero

Rango altitudinal: 2200 – 3800 msnm.

Figura 2.24 Romero



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Su cultivo está extendido por toda el área mediterránea. También ha sido cultivado en zonas como Azores, Islas Canarias, Madeira, Bulgaria, Ucrania y Crimea. Se cría en todo tipo de suelos, preferiblemente los secos y algo arenosos y permeables, adaptándose muy

bien a los suelos pobres. Crece en zonas litorales y de montaña baja (laderas y collados) (Prats, 2022).

Descripción botánica: Arbusto ramoso siempreverde, aromático, de tallo leñoso. Ramas nuevas cuadrangulares, de corteza grisácea cuando adulto. Hojas perennes, opuestas, lineales, verde oscuras, de haz brillante y envés blanquecino velludo. Flores azules o violeta pálido, reunidas en espigas. Florece en primavera y verano (Prats, 2022).

Usos: Los usos más habituales de esta planta son principalmente medicinales y culinarios.

Tabla 2.25. *Ruta graveolens* L.

Categoría: Introducido

***Ruta graveolens* L.**

Familia: Rutaceae

Nombre común: Ruda

Rango altitudinal: 1800 – 3200 msnm.

Figura 2.25 Ruda



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Mata

Distribución y hábitat: Se distribuye por el Mediterráneo occidental. La encontramos en praderas secas, garrigas, matorrales, claros y bordes de caminos. Nativa del sur de Europa (Alcahuamani, 2010).

Descripción botánica: Mata siempreverde, ramoso, de 30 - 60 cm de altura, liso, fuertemente oloroso, leñoso con el tiempo. Hojas de 2 - 15 cm de largo, alternas, compuestas. Flores color amarillo vivo, conforman ramilletes. Fruto es una especie de cápsula con cinco lóbulos. La planta entera tiene un aroma característico difícil de confundir con otros (Alcahuamani, 2010).

Usos: Se utilizan las ramas con sus hojas, sobre todo, para calmar los cólicos abdominales y eliminar parásitos intestinales; como estimulante del flujo menstrual en casos de reglas dolorosas, irregulares y débiles.

Tabla 2.26. *Pelargonium asperum* Ehrh

Categoría: Introducida

***Pelargonium asperum* Ehrh.**

Familia: Geraniaceae

Nombre común: Geranio rosado

Rango altitudinal: 0 – 2300 msnm.

Figura 2.26 Geranio rosado



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Su hábitat comprende todas las regiones templadas del mundo incluidas las zonas montañosas de los trópicos, aunque se encuentran mayoritariamente en la región oriental del Mediterráneo. Están distribuidas por América latina y Europa (Navarro, 1979).

Descripción botánica: Según su uso paisajístico se las clasifica como herbáceas, respecto de arbustivas y arbóreas. Muchas especies aquí agrupadas, poseen fitotoxinas, lo cual hace que otras herbáceas encuentren dificultades en penetrar plantaciones ya establecidas de una especie determinada de este género. Por ello se las reconoce como confiables tapizantes. Sus hojas son simples, normalmente palmatidividas, a veces casi enteras y dentadas, estipuladas, papiráceas, pecioladas. Las hojas basales se disponen generalmente formando una roseta; las hojas caulinares, alternas u opuestas. Sus flores forman una inflorescencia llamada Pleiocasio o cima umbeliforme (Navarro, 1979).

Usos: El geranio posee un poder regenerador celular importante, por lo que se convierte en un gran cicatrizante de la piel y una gran ayuda en casos de pieles atópicas o sensibles gracias a su eficacia como antiinflamatorio en casos de acné o presencia de eczemas. Lo podemos encontrar también en productos de higiene íntima pues puede actuar como antiséptico o desinfectante y es altamente dermoprotector

Tabla 2.27. *Anthemis maritima* L

Categoría: Introducido

***Anthemis maritima* L.**

Familia: Asteraceae

Nombre común: Camomila de mar

Rango altitudinal: 1000 – 2600 msnm.

Figura 2.27 Camomila de mar



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Se encuentran en el Mediterráneo occidental hasta Italia, Sur de Portugal y Costa sur atlántica de la península ibérica e Islas Baleares. Hábitat sobre Arenales marítimos en zonas costeras rocosas (Pujadas, 2008).

Descripción botánica: Planta perenne, aromática, glabra hasta vellosa. Tallo tendido hasta ascendente, de base

leñosa, no ramificado o con ramas más o menos dicótomas, por abajo de follaje denso. Hojas alternas carnosas, glandulosas por el envés, simples o bipinnadas. Cabezuelas solitarias en el extremo de tallos delgados. Escamas involúcras externas triangulares, las internas oblongas, romas, con margen transparente. La base de las flores cónica, con escamas. Lígulas blancas. Flósculos amarillos. Tubo corolino hinchado por la base esféricamente. Tiene hojas muy divididas, un poco carnosas y cubiertas de glándulas. Florece al final de la primavera y principio de verano (Pujadas, 2008).

Usos: El uso de la camomila está relacionado con trastornos digestivos, pues una de sus propiedades es la de reparar y proteger la mucosa gástrica. Por tanto, puedes utilizarla en el caso de gases intestinales, indigestión, colon irritable, enfermedad de Crohn o situaciones de pérdida de apetito.

Tabla 2.28. *Aeonium canariense* (L.) Webb & Berthel

Categoría: Introducido

***Aeonium canariense* (L.) Webb & Berthel.**

Familia: Crassulaceae

Nombre común: Bejeque

Rango altitudinal: 300 – 900 msnm.

Figura 2.28 Bejeque



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Mata

Distribución y hábitat: Se distribuye por todo el Archipiélago y se encuentra tanto en zonas bajas como medias, generalmente sobre rocas, aunque puede hallarse en los sitios más recónditos, como entre las tejas de una casa, y suele compartir hábitat con helechos y musgos (González , 2018).

Descripción botánica: Esta planta varía del resto en que

las hojas son lineares por la parte inferior y es de forma ovalada más ancha que larga. Se trata de un arbusto vigoroso que alcanza hasta 1 m de altura. Los tallos son muy cortos, gruesos y con muy pocas ramas que crecen horizontalmente. Estas hojas son de color que varía de verde a morado, y con un borde rojo y curvado, suelen cerrarse durante el verano y mostrarse muy verdes e hinchadas a partir del otoño. Las flores de máximo 30 cm de largo y de ancho, son de pétalos rosados o blancos con franjas rosadas (González , 2018).

Usos: En cuanto a los usos medicinales de este bejeque, se emplea el jugo de las hojas para curar callos, llagas y otras enfermedades de la piel, así como para bajar la fiebre o como refrescante.

Tabla 2.29. *Solanum dulcamara* L.

Categoría: Introducido

***Solanum dulcamara* L.**

Familia: Solanaceae

Nombre común: Dulcamara

Rango altitudinal: 0 – 1000 msnm.

Figura 2.29 *Dulcamara*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Se encuentra en Europa, Asia y la región mediterránea; por toda la

Península Ibérica y Baleares. No está en Canarias. Vive en lugares húmedos esta planta requiere bastante agua y vive cerca de canales de riego (Garnatje, 2018).

Descripción botánica: Planta perenne, hasta de 2 m, trepadora, con hojas ovadas enteras o con varios lóbulos en la base. Flores en cimas colgantes, con la corola de 1,5 cm de diámetro y frutillos de 1 cm, ovoides, rojos, colgantes (Garnatje, 2018).

Usos: La dulcamara es ligeramente narcótica, y se emplea contra la bronquitis y la tos convulsiva, y para combatir los catarros intestinales con dolores en el vientre; para calmar los dolores reumáticos, y sobre todo es muy popular como

especie depurativa en las enfermedades cutáneas. Las partes empleadas son los tallos jóvenes, como sudoríficos y diuréticos.

Tabla 2.30. *Dianthus caryophyllus* L.

Categoría: Introducido

***Dianthus caryophyllus* L.**

Familia: Caryophyllaceae

Nombre común: Clavelina

Rango altitudinal: 2200 – 3200 msnm.

Figura 2.30 Clavelina



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Su origen está en Asia y Europa se trata de una especie resistente con una gran capacidad para soportar un amplio rango de temperaturas, así, se puede cultivar en la mayoría de los climas que no experimentan temperaturas extremas. Se encuentra en los

países mediterráneos de Turquía, Croacia, Albania, Grecia, Italia (incluyendo Sicilia y Cerdeña) y España (Conabio, 2009).

Descripción botánica: Es una planta herbácea es considerada como flor del agua, difundida en las regiones mediterráneas. Es espontánea en la flora de la península ibérica. En su forma típica es una planta cespitosa, con numerosos vástagos de hasta 1 m de altura. Sus hojas son lineales, angostas, opuestas y envainadoras, más anchas las basales que las caulinares. Cada tallo forma una flor terminal. Sus flores son vistosas, pedunculadas en panícula o cima laxa, a veces solitarias, de bordes más o menos dentados (Conabio, 2009).

Usos: Con las flores de esta planta se hacen ramos para realizar limpiezas cuando hay enfriamiento en el estómago y para regular la presión arterial.

Tabla 2.31. *Cydonia oblonga* Mill

Categoría: Introducido

***Cydonia oblonga* Mill.**

Familia: Rosaceae

Nombre común: Membrillo

Rango altitudinal: 0 – 1000 msnm.

Figura 2.31 Membrillo



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Es originario del Suroeste y centro de Asia (Armenia, Turquía, Irán, Georgia). Naturalizado en la mayor parte de Europa, siendo su habitual en los márgenes de los campos, bordes de los bosques, justo a paredes, arroyos, en suelos ligeros y frescos de los países mediterráneos. Aunque prefiere el clima suave o cálido (Parra, 2015).

Descripción botánica: Árbol caducifolio de 4-6 m de altura con el tronco tortuoso y la corteza lisa, grisáceo, que se desprende en escamas con la edad. Copa irregular. Ramillas jóvenes tomentosas. Hojas alternas, de 5-10 cm de longitud, de aovadas a redondeadas, con corto pecíolo. El haz es glabro y el envés tomentoso. Flores solitarias de color blanco o rosado que aparecen en las axilas de las hojas. Miden 4-5 cm de diámetro y tienen 5 pétalos y 20 estambres. Su fruto es un pomo piriforme, de color amarillo-dorado, muy aromático, de 7.5 cm de longitud o más, dependiendo de la variedad, con el ápice umbilicado. La pulpa es amarillenta y áspera, conteniendo numerosas semillas (Parra, 2015).

Usos: Por sus frutos son utilizados principalmente como alimento y también es utilizada como planta ornamental en jardines.

Tabla 2.32. *Thymus vulgaris* L.

Categoría: Introducido

***Thymus vulgaris* L.**

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Tomillo

Rango altitudinal: 800 – 1000 msnm.

Figura 2.32 Tomillo



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbusto

Distribución y hábitat: En cuanto al hábitat, prefiere suelos áridos y pobres, y bien drenados (que sean arenosos, pedregosos o rocosos), con una exposición considerable a la luz solar, y capaz de soportar bien las sequías. Aunque su origen parece situarse en África y Oriente Medio, ha encontrado su hábitat natural en el mediterráneo occidental. Así pues, en la península ibérica, prevalece en

áreas cercanas al mar mediterráneo. España es el país con mayor diversidad de variedades, y donde se produce más cantidad de tomillo (Gasca, 2001).

Descripción botánica: Arbusto aromático ramoso, de tallos tortuosos y leñosos, siempreverde, ligeramente vellosos, de 15 - 30 cm de alto, de penetrante olor aromático. Hojas abundantes, afiladas, verde grisáceas, de 1 cm. de longitud, vellosas en el reverso, dispuestas en pares opuestos. Flores pequeñas, bilabiadas, blancas o rosadas, dispuestas en cabezuelas densas y compactas (Gasca, 2001).

Usos: Ayuda a los malestares digestivos, diarrea, cólicos, flatulencia, vómitos; parásitos intestinales; malestares respiratorios (tos, catarro, bronquitis, amigdalitis, resfríos). También su uso es culinario porque ayuda a aromatizar platos de carne y pescado.

Tabla 2.33. *Verbena rigida* Spreng

Categoría: Introducido

***Verbena rigida* Spreng.**

Familia: Verbenaceae

Nombre común: Verbena venosa

Rango altitudinal: 2400 – 2600 msnm.

Figura 2.33 *Verbena venosa*



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Herbácea

Distribución y hábitat: Es Originaria del sur del Brasil y Argentina. Tiene preferencia por los suelos bien drenados, sobre todo si recibe riegos periódicos, y no excesivamente pobres en nutriente y materia orgánica. No requiere suelos muy profundos. (Stampella, 2021)

Descripción botánica: Hierba terrestre de gran tamaño, formando macollas de más de 1 m de diámetro. Las hojas

son muy delgadas y largas, de consistencia tiesa, rasposa, y con los bordes muy cortantes. La inflorescencia es una espiga grande y vistosa, de color gris rosado, de más de 50 cm, que se dispone sobre un eje alargado y hueco y se encuentra por encima de las macollas. Las flores individuales son muy pequeñas y numerosas, con las estructuras modificadas a manera de escamas con pelos blanquecinos (Stampella, 2021).

Usos: Anteriormente las hojas servían para cortar el cordón umbilical, y en infusión se usan para lavar pies sudorosos. El zumo del tallo es bueno para tratar afecciones en los ojos de los recién nacidos. En la construcción, las hojas se usaban para el techo de las viviendas.

Tabla 2.34. *Polylepis rugulosa* Bitter

Categoría: Nativo

***Polylepis rugulosa* Bitter**

Familia: Rosaceae

Nombre común: Árbol de papel

Rango altitudinal: 1800 – 5200 msnm.

Figura 2.34 Árbol de papel



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Se encuentra en la Cordillera de los Andes en Sudamérica, en Argentina, Bolivia, Chile y Perú. Crece especialmente en quebradas, formando bosquetes (Rodríguez, 1983).

Descripción botánica: Arbusto o árbol de 3 - 5 m de alto, corteza de color marrón rojizo, desprendiéndose en grandes trozos. Hojas imparipinnadas, con 1-3 folíolos, ovalados, obovados a circulares, de 1,8-3,5 cm de ancho y 1,9- 6,8 cm de largo, brillantes en el haz, con pelos blanquecinos en el envés; raquis lanoso. Vainas estipulares protuberantes en el ápice. Inflorescencias colgantes, de 4,5- 10 cm de largo. Las flores y frutos secos no se ven fácilmente ya que se hallan entre el follaje. Fruto un aquenio lanoso, con 2-5 proyecciones planas de forma

irregular con varias puntas (Kessler, 2006).

Usos: Es una planta de excelente valor ornamental y maderera.

Tabla 2.35. *Citrus limon* (L)

Categoría: Introducido

***Citrus limon* (L).**

Familia: Rutaceae

Nombre común: Limonero

Rango altitudinal: 0 – 2600 msnm.

Figura 2.35 Limonero



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Los cítricos en general son considerados plantas tropicales y subtropicales, En la Región de Murcia, el limonero es un árbol que aparece en todas las huertas del territorio regional. Es originario de

China o India, se cultiva en Asia desde hace más de 2.500 años. A partir del siglo X los árabes lo difundieron por la cuenca mediterránea (Silva, 2015).

Descripción botánica: Es una planta de tamaño medio a grande, crecimiento vigoroso, forma extendida y casi sin espinas. El follaje es denso y de color verde, con hojas de tamaño medio, lanceoladas y con pecíolos alados. Las hojas nuevas y retoños, en general tienen coloración violeta. La floración ocurre durante casi todo el año, principalmente en los meses de mayo-junio. Las frutas presentan tamaño medio grande; son ovalados, oblongos o levemente elípticos con la base generalmente redondeada; ápice redondo, superficie aureolar elevada en un pequeño montículo.

Las semillas son escasas o ausentes. La cáscara es, en general, fina, con superficie lisa y color amarillo pálido cuando maduro; aunque para exportación el fruto debe presentar una cáscara con superficie áspera, verde oscuro y de tamaño mediano (Silva, 2015).

Usos: El principal uso que se le da es el de condimento de comidas, utilizándose para ello su jugo. El ácido cítrico que contienen es bactericida y son portadores de varias vitaminas, desde la C a la P. En cuanto al aparato respiratorio, ayuda a combatir infecciones respiratorias

como los resfriados y la gripe.

Tabla 2.36. *Lavandula angustifolia* Mill

Categoría: Introducido

***Lavandula angustifolia* Mill.**

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Lavanda

Rango altitudinal: 800 – 1.400 msnm.

Figura 2.36 Lavanda



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Su distribución es amplia: desde la región macaronésica, por toda la cuenca mediterránea y, de manera dispersa, por la mitad Norte de África, la Península arábiga y el Sur de Asia hasta la India. Originaria de la región mediterránea, la lavanda adora los sitios cálidos y soleados, prospera en sitios iluminados y bien drenados y detesta los suelos húmedos (Rodríguez, 1983).

Descripción botánica: Arbusto de aroma característico, de 50 - 80 cm de altura. Tallos leñosos, muy ramificados, de los que nacen ramas herbáceas profusamente cubiertas de hojas opuestas, angostas y alargadas, de 2 - 5 cm de longitud. Flores pequeñas, de color azul-grisáceo o violáceo, reunidas en espigas cuyos pedúnculos pueden alcanzar entre 10 - 20 cm, que florecen desde mediados de verano hasta principios de otoño. Su fruto es un aquenio (Rodríguez, 1983).

Usos: Se utiliza para los trastornos nerviosos (ansiedad, dificultad para dormir y palpitaciones); malestares estomacales; trastornos menstruales; catarros, resfríos y bronquitis.

Tabla 2.37. *Origanum majorana* L

Categoría: Introducido

***Origanum majorana* L.**

Familia: Lamiaceae

Nombre común: Mejorana

Rango altitudinal: 1800 – 2800 msnm.

Figura 2.37 Mejorana



Fuente: Centro de Bioconocimiento

Tipo de vegetación: Arbustiva

Distribución y hábitat: Originaria de la India y Oriente Medio (Persia), extendida desde la antigüedad por toda la región del Mediterráneo. Esta adaptada a las heladas y a las sequias generalmente la encontraremos cultivada y o escampada en forma silvestre por los alrededores de las casas. Se distribuye en Europa del Este y Sur, Sudeste de Asia, África del Norte (Tongino, 2011).

Descripción botánica: Hierba terrestre de gran tamaño, formando macollas de más de 1 m de diámetro. Las hojas son muy delgadas y largas, de consistencia tiesa, rasposa, y con los bordes muy cortantes. La inflorescencia es una espiga grande y vistosa, de color gris rosado, de más de 50 cm, que se dispone sobre un eje alargado y hueco y se encuentra por encima de las macollas. Las flores individuales son muy pequeñas y numerosas, con las

estructuras modificadas a manera de escamas con pelos blanquecinos (Tonguino, 2011).

Usos: Se usa como aromatizante en recetas de sopas, salsas o ensaladas; aporta un sabor delicado entre el orégano y el tomillo. Es una planta excelente para calmar los nervios, que se recomienda para rebajar la tensión en episodios de ansiedad y para combatir el insomnio y la jaqueca.



CAPITULO III

MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

3.1. Parámetros para la programación del riego en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) en la Estación Experimental Tunshi

Un buen manejo de irrigación se basa en optimizar la distribución espacial y temporal del agua aplicada con la finalidad de incrementar la producción y calidad de los cultivos. Las buenas prácticas de irrigación están diseñadas para mantener un adecuado nivel de humedad en el suelo y minimizar la contaminación difusa, es decir, lixiviación del agua y nutrientes por debajo de la zona radicular.

Los escasos recursos hídricos y un creciente cambio climático afectan la productividad agrícola, por tal razón uno de los retos de la humanidad es como utilizar eficientemente el agua para el abastecimiento principalmente de la agricultura.

Para evaluar la eficiencia en el uso del agua para riego, es necesario conocer el volumen de agua que consumen las plantas en el proceso evapotranspirativo y la cantidad de precipitación o de agua proveniente de un riego que puede ser aprovechada en dicho proceso. Estimar estos componentes es muy difícil, debido a la cantidad de factores del clima, del suelo y de las plantas que influyen (FAO, 2006).

La situación actual del agua en el mundo corresponde a un panorama de escasez, sobreexplotación y contaminación, lo que obliga a buscar formas de incrementar la eficiencia en el uso del agua, para así impactar en aquellos aspectos donde el efecto del rescate del recurso, tanto en cantidad como en calidad, sea el mayor posible.

Doorembos y Pruit (citado por Orozco, 2007) señala que el Coeficientes de cultivo (K_c) relaciona la evapotranspiración del cultivo (ET_c), con la evapotranspiración de referencia (ET_o), y representa la evapotranspiración del cultivo en condiciones óptimas de crecimiento vegetativo y rendimiento. Los coeficientes de cultivo (K_c), varían con el desarrollo vegetativo de la planta, clima y sistema de riego; dichos valores se deben obtener para cada región y para cada sistema de riego.

3.1.1. Marco Teórico

- **Riego.** - Consiste en aportar agua al sustrato, para que las plantas (hortalizas, pastos, hierbas, ornamentales, etc.) puedan crecer y/o desarrollarse. Ésta es una actividad necesaria tanto en la hidroponía, como en la agricultura tradicional y la jardinería.

- **Drenaje.** - Es el conjunto de obras que es necesario desarrollar en una parcela cuando hay presencia de exceso de agua sobre la superficie del terreno o dentro del perfil del suelo.
- **Evaporación.** - Es un proceso físico mediante el que una sustancia líquida pasa lenta y gradualmente al estado gaseoso.
- **Precipitación.** - Es cualquier tipo de hidrometeoro (compuesto de un agregado de partículas acuosas o sólidas, cristalizadas o amorfas, que caen desde una nube o grupo de nubes que alcanza el suelo) que cae de la atmosfera y llega a la superficie terrestre.
- **Humedad Relativa.** - Es la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire (humedad absoluta) y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura (humedad absoluta de saturación).
- **Evapotranspiración.** - Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos:
 - Evaporación desde el suelo y desde la superficie cubierta por las plantas.
 - Transpiración desde las hojas de las plantas.

Por lo tanto, el cálculo de la ET se usa para saber el agua que necesitan las plantas para su correcto desarrollo, ya sea en un jardín o en un campo de cultivo.

- **Importancia del agua.** - La importancia del agua es uno de los recursos naturales fundamentales para la vida vegetal y uno de los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo, junto con el aire, la tierra y la energía. Es fundamental la eficiente aplicación del agua debido a que es un recurso escaso que generalmente no alcanza para regar toda la superficie que desea el agricultor o para no generar problemas en los sectores o predios que se encuentran en posiciones más bajas. A todo esto, el agua es el recurso más importante; ya que todo ser vivo dependen de ella; pero las aguas dulces existentes, que pueden usarse de forma económicamente viable y sin generar grandes 7 impactos negativos en el ambiente, son menores al 1% del agua total del planeta. Por otro lado, el crecimiento demográfico, el aumento de los regímenes de demanda y la contaminación del líquido han mermado el volumen per cápita disponible. Esta disminución de consumo de agua obliga a la sociedad, para la protección de los

patrones de vida, aplicar criterios de conservación y de uso sustentable del agua.

- **Agua en el suelo.** - Las plantas requieren un suministro constante de agua a través del suelo, siendo fundamental determinar:

¿Cómo se mueve el agua en el suelo?

¿Cuánta agua está disponible para las plantas?

¿Cuánta agua puede almacenar un suelo?

¿De qué manera es posible reponer el agua del suelo consumida por las plantas?

Los dos primeros factores están relacionados con la distribución del tamaño de las partículas minerales (textura) con relación a su característica de retener agua. El tercer factor, con la profundidad de la zona radicular, y el cuarto, con la tecnología disponible.

- **Clasificación del agua en el suelo.** - El suelo es un "reservorio" que contiene cierta cantidad de agua, de la cual sólo una parte está disponible para las plantas. Esta capacidad se encuentra limitada por el agua retenida entre los niveles de humedad denominados capacidad de campo (CC) y punto de marchites permanente (PMP).

- **Saturación (S).** - Fuente (2006), define el termino S como el grado en el cual todos sus poros están llenos de agua, si se permite que un suelo saturado drene libremente, el contenido de agua comienza a descender vaciándose primero los poros más grandes, que son ocupados por el aire. El agua así eliminada se denomina agua libre o gravitacional; no es retenida por el suelo.
- **Capacidad de campo (CC).** - CC es la máxima cantidad de agua retenida por un suelo con buen drenaje, los poros pequeños (microporos) retienen el agua contra la fuerza de gravedad, pero con una energía que es fácilmente superada por la fuerza de succión de las raíces. La capacidad de campo se alcanza cuando la tensión del agua en el suelo es de aproximadamente 0.3 bars (30 centibares ó 3 metros de columna de agua) en suelos arcillosos o de 0.1 bars en suelos de textura media.
- **Punto de marchites permanente (PMP).** - El PMP es el contenido de humedad del suelo al cual las plantas no logran extraer agua para compensar sus necesidades de transpiración, manifestándose síntomas de marchitamiento, caída de hojas, escaso desarrollo. Este punto se logra cuando la tensión del agua en el suelo alcanza entre 10 y 20 bars.

La CC y PMP permiten establecerla cantidad de agua del suelo aprovechable para las plantas, la cual depende básicamente de dos factores:

- La capacidad de retención del agua por unidad de volumen del suelo.
 - La profundidad de suelo que alcancen las raíces de las plantas.
- **Agua útil.** - Es la cantidad de agua comprendida entre los valores de capacidad de campo (0.33 bares) y punto de marchitez permanente (15 bares) y comprende la humedad del suelo que puede ser utilizada por los cultivos. Medición de agua en el suelo es importante dentro de un sistema suelo-planta – atmósfera, destacando varios métodos que son:
 - Contenido gravimétrico de agua en el suelo.
 - Potencial mátrico del suelo.
 - **Contenido gravimétrico de agua en el suelo.** - Para determinar el contenido gravimétrico de agua en el suelo se debe tomar muestras de suelo a diferentes profundidades empleando un tubo de extracción de muestras de suelo. Por lo general se toman muestras de los siguientes perfiles: 0-15 cm, 15-30 cm, 30-45cm y 45-60cm. En algunos suelos puede ser deseable tomar muestras a profundidades de 90 cm, en

función del grado de pérdidas por percolación profunda y escorrentía, y de las características del perfil del suelo.

El contenido de agua del suelo (por peso) se calcula de la siguiente manera

$$\text{Contenido de agua del suelo (\%)} = \left(\frac{PF-PS}{PS} \right) \times 100$$

Tabla 3.1. Porcentajes de humedad para los diferentes tipos de suelos

Textura	CC	PMP	HD
Arenoso	9%	2%	7%
Franco arenoso	14%	4%	10%
Franco	34%	12%	22%
Arcilloso	38%	34%	14%

Fuente: Cbio – ESPOCH

- **Potencial mátrico del suelo (PMS).** - Puede medirse empleando varios instrumentos, destacando:
 - Tensiómetros. Son recipientes porosos llenos de agua acoplados a un manómetro de válvula al vacío. El suelo ejerce una fuerza de succión contra el agua

contenida en el recipiente. Mientras más seco esté el suelo, mayor será la fuerza. La fuerza de succión o potencial mátrico del suelo puede leerse directamente en el tensiómetro en unidades de presión (bares o pascales).

Los tensiómetros se colocan a diferentes profundidades en el perfil de suelo, preferible adyacentes unos con otros.

- Evapotranspiración. - La FAO (2006) manifiesta que se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo, estos son evaporación y transpiración del cultivo.

Martínez (2004) al hablar de la evapotranspiración indica que esta representa las necesidades hídricas brutas de los cultivos, señalando, además; que en dicho proceso el agua pasa a la atmosfera mediante la evaporación de agua en la superficie del suelo y la transpiración o evaporación de agua desde los tejidos vegetales por medio de las estomas de las hojas.

- Factores que afectan la evapotranspiración. - La atmósfera constituye el último eslabón del sistema suelo – planta – atmósfera. Los factores

meteorológicos que determinan la evapotranspiración son los componentes del tiempo que proporcionan energía para la vaporización y extraen vapor de agua de una superficie evaporante.

- **Temperatura.** - La luz y la temperatura son los factores del medio ambiente que influyen directamente sobre la tasa de crecimiento foliar bajo condiciones óptimas de disponibilidad hídrica. El calor sensible del aire circundante transfiere energía al cultivo y entonces ejerce un cierto control en la tasa de evapotranspiración (FAO, 2006).
- **Radiación.** - La energía de la radiación condiciona la temperatura del aire y del suelo, el movimiento del viento, la evapotranspiración y la fotosíntesis. Según la FAO (2006) la radiación solar real que alcanza la superficie evaporante depende de la turbidez de la atmósfera y de la presencia de nubes que reflejan y absorben cantidades importantes de radiación. Cuando se determina el efecto de la radiación solar en la evapotranspiración, se debe también considerar que no toda la energía disponible se utiliza para evaporar el agua. Parte de la energía solar se utiliza también para calentar la atmósfera y el suelo.

- **Humedad relativa.** - La humedad relativa es el cociente entre la cantidad de agua que el aire realmente contiene a una determinada temperatura y la cantidad que podría contener si estuviera saturado a la misma temperatura. Es adimensional y se expresa comúnmente como porcentaje. Aunque la presión real de vapor puede ser relativamente constante a lo largo del día, la humedad relativa fluctúa entre un máximo al amanecer y un mínimo a primeras horas de la tarde (FAO, 2006).
- **Velocidad del viento.** - El viento se caracteriza por su dirección y su velocidad. La dirección del viento se refiere a la dirección de la cual el viento está soplando. Para el cómputo de la evapotranspiración, la velocidad del viento es una variable importante.
- **Precipitación.** - La precipitación se considera como la primera variable hidrológica y es la entrada natural de agua dentro del balance hídrico de los agroecosistemas y de las cuencas hidrográficas. Se le puede llamar precipitación a la caída del agua de las nubes, ya sea en estado sólido o en estado líquido.
 - Evapotranspiración de referencia (Eto). - Eto es un concepto establecido para indicar la cantidad de agua que se transfiere a la atmósfera de un suelo permanentemente húmedo, cubierto por un cultivo

de referencia. No se recomienda el uso de otras denominaciones como ET potencial, debido a las ambigüedades que se encuentran en su definición. El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo. Debido a que hay una abundante disponibilidad de agua en la superficie de evapotranspiración de referencia, los factores del suelo no tienen ningún efecto sobre ET. Los únicos factores que afectan ETo son los parámetros climáticos. Por lo tanto, ETo es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. (FAO, 2006).

- Evapotranspiración del Cultivo bajo condiciones estándar (Etc). La evapotranspiración o necesidad (consumo) de agua por los cultivos se refiere al agua usada por las plantas en la transpiración más la evaporada directamente desde la superficie del suelo. Normalmente se mide en mm/día o mm/mes, y depende de la interacción entre factores climáticos, botánicos, edáficos y de manejo del cultivo.

La evapotranspiración es baja en los primeros estadios de la etapa de crecimiento de la planta; se incrementa a medida que la planta crece en altura y en área foliar, hasta alcanzar un máximo en la etapa de fructificación y luego disminuye progresivamente hasta la etapa de cosecha. Por lo tanto, la evapotranspiración del cultivo (E_{tc}) varía fundamentalmente según el estado fenológico del cultivo y el clima (FAO, 2006).

La evapotranspiración del cultivo se calcula como:

$$E_{tc} = E_{to} * K_c$$

- **Coefficiente de cultivo (K_c).** - El efecto de la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo está integrado en un sólo coeficiente denominado coeficiente de cultivo K_c . El coeficiente de cultivo promedio es más conveniente por que maneja simultáneamente el efecto de cultivo y de suelo. Los coeficientes de desarrollo de los cultivos dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, por lo tanto, son específicos para cada uno de ellos y dependen de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas; por ello, son variables a lo largo del tiempo. También dependen de las características del suelo y de su humedad, así

como de las prácticas agrícolas y del riego. Los valores de K_c comienzan siendo pequeños y aumentan a medida que la planta cubre más el suelo.

Al igual que la evapotranspiración, el coeficiente del uso consuntivo (K_c) puede ser estimado o determinado por diferentes métodos, tanto indirectos o teóricos, así como por directos o de campo. Existen métodos indirectos, y métodos directos, éstos últimos son los que miden directamente la evapotranspiración. Las transferencias de metodologías de una zona u otra muy distinta de aquella en la que ha sido concebida siguen siendo problemática; a menudo se necesitarán experimentos in situ.

La FAO (2006) añade que el valor de K_c varía principalmente en función de las características particulares del cultivo, variando solo en una pequeña proporción en función del clima. Esto permite la transferencia de valores estándar del coeficiente del cultivo entre distintas áreas geográficas y climas.

La determinación del K_c tiene muchas aplicaciones mencionando las siguientes.

- Permite elaborar calendarios de riego para los cultivos, fijar láminas e intervalos de riego en función de la eficiencia de riego. Esto permite apoyar la planificación de cultivos y riegos por cultivos.
 - En el caso de agua de riego con alto contenido de sales en solución, el uso consuntivo permite determinar las láminas de sobre riego, necesarias para prevenir problemas de salinización de los suelos.
 - Estimar los volúmenes adicionales de agua que serán necesarios aplicar a los cultivos en el caso que la lluvia no aporte la cantidad suficiente de agua.
 - Determinar en grandes áreas (cuencas) los posibles volúmenes de agua en exceso a drenar.
 - Determinar en forma general la eficiencia con la que se está aprovechando el agua y por lo mismo, planificar debidamente el mejoramiento y superación de todo el conjunto de elementos que intervienen en el desarrollo de un distrito de riego.
- **Requerimiento hídrico.** - La estimación de la demanda de agua, a través de cualquier sistema de

riego dependerá de conocer la cantidad de agua que consumen los cultivos y del momento oportuno para aplicarla, con el fin de no perjudicar su rendimiento. La cantidad de agua que las plantas transpiran es mucho mayor que la retiene. En una parcela, es difícil separar la evaporación y la transpiración, cuando se habla de las necesidades de agua en los 19 cultivos, por lo que la suma de ambos procesos se le ha denominado evapotranspiración; la misma que debe reponerse de forma periódica para no dañar el potencial productivo de la planta por estrés hídrico.

- **Metodologías para determinar los requerimientos hídricos en los cultivos.** - Existe una gran cantidad de métodos para estimar la evapotranspiración en los cultivos, clasificándolos en métodos directos e indirectos. Los directos proporcionan información directa del total de agua requerida por los cultivos mediante la utilización de instrumentos que proporcionan valores muy cercanos a la realidad y que a la vez sirven para ajustar métodos empíricos; entre ellos se encuentran el método gravimétrico y lisimétrico. Los métodos indirectos proporcionan una estimación del requerimiento de agua mediante el

uso de fórmulas empíricas clasificándolos como climatológicos y micrometeorológicos.

- **Lisimetría.** - Los lisímetros se definen como recipientes que aíslan parte del suelo cultivado para estudios de evapotranspiración. El suelo contenido en ellos puede ser suelo no alterado (monolito) o suelo alterado.

La evapotranspiración ocurrida en un tiempo determinado puede darse por pesada del recipiente con el suelo y el cultivo o por un balance de entradas y salidas de agua; en el primer caso se trata de lisímetros de pesada y en el segundo de lisímetros de volumen o drenaje.

Los lisímetros de pesada tienen la ventaja de una mayor precisión y las posibilidades de obtener resultados en lapsos cortos pero sus costos de instalación, operación y mantenimiento son altos; los lisímetros de drenaje no poseen la misma precisión y los lapsos de registro no pueden ser inferiores a las 48 horas, pero sus costos de instalación, operación y mantenimiento son relativamente bajos.

Según la FAO (2006) los lisímetros son tanques aislados llenados con suelo disturbado o no disturbado en los que el cultivo crece y se desarrolla. En lisímetros de pesaje de precisión, la evapotranspiración se puede

obtener con una exactitud de centésimos de milímetro, donde la pérdida de agua es medida directamente por el cambio de masa y períodos pequeños tales como una hora pueden ser considerados. En lisímetros de drenaje, la evapotranspiración es medida por un período dado, restando la cantidad de agua de drenaje, recogida en el fondo de los lisímetros, de la cantidad total de agua ingresada. Un requerimiento de los lisímetros es que la vegetación dentro e inmediatamente fuera del lisímetro sea idéntica (la misma altura e índice de área foliar).

El lisímetro aplica el concepto del balance hídrico del suelo a la programación de riego; es el único método disponible para medir directa y continuamente el contenido de humedad de un suelo. Los lisímetros proporcionan el método de campo más fiable para estudiar la evapotranspiración. Aunque no se dispone de ellos en todas partes, los lisímetros se utilizan muy habitualmente.

Método del Tanque evaporímetro tipo

La evapotranspiración potencial del cultivo (Eto) se puede medir empleando el tanque de evapotranspiración clase "A" en el que se anotan periódicamente las diferencias

de nivel de agua. La tasa evaporativa de los tanques de evaporación llenos de agua puede ser fácilmente obtenida. En ausencia de lluvia, la cantidad de agua evaporada durante un período (mm/día) corresponde a la disminución de la altura de agua en el tanque en ese período (FAO, 2008).

Según la FAO (2006) los tanques proporcionan una medida del efecto integrado de la radiación, viento, temperatura y humedad sobre el proceso evaporativo de una superficie abierta de agua. Aunque el tanque evaporímetro responde de una manera similar a los mismos factores climáticos que afectan la transpiración del cultivo, varios factores producen diferencias significativas en la pérdida de agua de una superficie libre evaporante y de una superficie cultivada.

La reflexión de la radiación solar del agua en el tanque puede ser diferente del 23% asumido para el cultivo de referencia. El almacenaje de calor dentro del tanque puede ser apreciable y puede causar una significativa evaporación durante la noche mientras que la mayoría de los cultivos transpiran solamente durante el día. También se distinguen diferencias en la turbulencia, temperatura y humedad del aire que se encuentran inmediatamente sobre estas dos superficies. La

transferencia de calor a través de las paredes del tanque también afecta el balance energético.

A pesar de la diferencia en los procesos ligados a la evaporación del tanque y la evapotranspiración de superficies cultivadas, el uso de la evaporación del tanque para predecir la ETo para períodos de 10 días puede ser considerado confiable si se usa correctamente.

La evaporación del tanque está relacionada con la evapotranspiración de referencia por un coeficiente empírico derivado del mismo tanque:

$$ETo = Kp * Evap.$$

Donde:

ETo: evapotranspiración de referencia [mm/día]

Kp: coeficiente del tanque evaporímetro [adimensional]

Evap: evaporación del tanque evaporímetro [mm/día]

Métodos Empíricos

Durante los últimos 50 años se han desarrollado una gran cantidad de métodos más o menos empíricos por numerosos científicos y especialistas en todo el mundo, con el fin de estimar la evapotranspiración a partir de

diferentes variables climáticas. A menudo las ecuaciones estaban sujetas a rigurosas calibraciones locales, pero demostraron tener limitada validez global. Por otra parte, probar la exactitud de los métodos bajo nuevas condiciones es laborioso y necesita mucho tiempo y dinero. A pesar de ello, los datos de evapotranspiración son necesarios con antelación al planeamiento de proyectos o para programar calendarios de riego. (FAO, 2006).

En el Documento N° 24 de la Serie FAO Riego y Drenaje "Necesidades de agua de los cultivos" se presenta cuatro métodos para calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo): Blaney-Criddle, radiación, Penman modificado y el método del tanque de evaporación. El método de Penman modificado se consideró que ofrecía los mejores resultados con el mínimo error posible con relación a un cultivo de referencia (pasto).

También se esperaba que el método del tanque de evaporación ofreciese estimaciones aceptables, en función de la localización del tanque. El método de la radiación fue sugerido para las áreas donde los datos climáticos disponibles incluían la medición de las horas de insolación, la nubosidad o la radiación, pero no la velocidad del viento ni la humedad atmosférica.

Finalmente, la publicación propuso el uso del método de Blaney- Criddle para las áreas donde los datos climáticos disponibles incluían solamente datos de temperatura del aire.

3.2. El brócoli

3.2.1. Caracterización

Origen. - Es originaria del Mediterráneo y Asia menor. Italia, Libia y Siria recolectaron los primeros ejemplares de esta planta proveniente de las coles y las coliflores; este cultivo se asienta en zonas templadas.

Importancia. - En nuestro país se ha convertido muy cultivado en varias zonas de la Sierra. Ecuador figura entre los 10 primeros países exportadores de brócoli congelado. Por provincia la distribución de siembras para exportación se da de la siguiente manera: Pichincha 8,5%, Cotopaxi 83%, Tungurahua 3,5%, Chimborazo 5%; mientras que para el mercado local es: Pichincha 25%, Cotopaxi 20%, Tungurahua 20%, Chimborazo 30%.

El brócoli es la segunda alternativa de exportación agrícola en la Sierra ecuatoriana. Su producción ha mostrado un alto dinamismo en los últimos años, pues esta actividad genera mucha mano de obra y aporta a la generación de divisas.

Zonificación. - El brócoli se debe realizar en lugares cuya temperatura anual oscila entre 12-18 °C, pH neutro, suelo con valores medios de materia orgánica mayor al 4% de textura suelta y de granizadas poco frecuentes.

Las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli están caracterizadas por ser zonas húmedas y montañosas, con clima templado y frío, con alturas entre los 2.700 y 3.200 msnm, por lo que la región andina se convierte en la ideal su cultivo, especialmente en las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Chimborazo.

Fenología. - El ciclo comercial del brócoli está dividido en dos fases separadas por la aparición de la pella; la fase vegetativa y la fase reproductiva. La fase vegetativa se caracteriza por el incremento en el número de hojas y engrosamiento del tallo, mientras que la fase reproductiva por el crecimiento y desarrollo de la pella hasta la cosecha.

En la fase vegetativa se identifican dos etapas; hasta que la plántula tenga cuatro hojas se dice que ha terminado la primera etapa, a partir de ahí comprende la segunda etapa que finaliza con la visualización del primordio foliar, esta etapa tiene una duración aproximada de 40 días, la altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar presentan un incremento logarítmico.

El tallo se engrosa y se alarga hasta alcanzar su máximo desarrollo; también se presenta una gran proliferación de hojas. De la misma manera la fase reproductiva posee dos etapas; la primera que inicia con un crecimiento lineal para la planta donde su prioridad es el desarrollo de la pella, la planta tiene entre 18 y 20 hojas; finalmente el ciclo comercial del brócoli termina con el periodo de cosecha, cuando aún no han abierto las flores.

3.2.2. Híbridos

Avenger. - Es de calidad y alto rendimiento en el mercado de la industria de congelados, son plantas vigorosas de tallos gruesos pero cortos, con inserción baja de la pella; hojas anchas y largas capaces de proteger la cabeza de condiciones ambientales extremas, las pellas poseen un domo bien definido, de color verde azulado, granos finos a medios. En condiciones normales de manejo del cultivo, no se presenta tallo hueco con el que se logra mayor peso y rendimiento.

La precocidad de este híbrido está entre 70 y 80 días después del trasplante.

3.2.3. Labores de preparación del suelo

La aradura se debe efectuar a una profundidad de 30-40 cm en sentido perpendicular a la anterior, el pase de

rastra ayuda a desmenuzar los terrones se realiza a una profundidad de 25 cm; en cuanto al surcado las líneas se las realizan a 0,7 m de distancia cuando la disposición es en hilera simple.

Las labores de preparación de suelo se las realiza con el propósito de obtener una capa de suelo suelta con una profundidad de 25-30 cm y consta de dos labores necesarias y una opcional. La aradura consiste en romper la costra superior del suelo e incorporar todos los residuos vegetales. Incluyendo una o varias cruza de arado si es que la primera es insuficiente, deben efectuarse a una profundidad de 30-40 cm en sentido perpendicular a la anterior. El pase de rastra se realiza para desmenuzar los terrones del suelo y lograr una capa suelta. La rastra debe lograr una profundidad de suelo desmenuzado de 25 cm. En cuanto a los surcos o líneas de siembra para brócoli deben realizar se a 0,7 m de distancia, cuando la disposición es de hilera simple.

3.2.4. Labores de manejo

Fertilización

En el caso del brócoli los nutrientes más limitantes son: nitrógeno, potasio, boro y fósforo; el nitrógeno cumple con las funciones estructurales en la planta y mejora la

absorción de otros nutrientes; el potasio participa en muchos procesos metabólicos como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos, cierre estomático, control del potencial osmótico de las células, crecimiento meristemático y maduración; el boro cumple más de 14 funciones metabólicas entre las que se destacan la síntesis de hormonas y regulación de auxinas, transporte de carbohidratos y desarrollo apical; con relación al fósforo, se puede indicar que la cantidad que requiere es baja comparada con la cantidad de nitrógeno y potasio.

Una correcta fertilización para brócoli de forma general se recomienda en el caso de micronutrientes N-P₂O₅-K₂O es de 1: 0,4: 1,35 es decir que por cada kg de nitrógeno puro que se aplique al suelo hay que aplicar 0,4 kg de fosforo y 1,3 kg de potasio. El nitrógeno por lo general se aplica desde 190 a 230 kg/Ha; fosforo de 23 a 46 kg/Ha; potasio de 230-260 kg/Ha; 50 kg Ca y Mg 30 kg.

Manejo de malezas

Es una labor importante que debe realizarse antes del trasplante, nunca una aplicación de herbicida post-trasplante logra un control como la aplicación de uno pre-trasplante. lo más recomendado es la utilización de oxifluorfen o alaclhor.

Para el control de malezas se recomienda utilizar herbicidas específicos y realizar escardas manuales o con maquinaria, no se recomienda el control químico con otro herbicida debido a que el brócoli es bastante sensible.

Rascadillo. - Consiste en aflojar superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad, oxigenar el sistema radicular o simplemente para deshacerse de las malezas; se la realiza entre los 20-25 días del trasplante.

Aporque. - Se realiza con la finalidad de proporcionar un anclaje o sostén necesario, oxigenar el sistema radicular y evitar pérdidas de humedad, es aconsejable aporcar entre los 45 y 50 días después del trasplante.

3.2.5. Plagas y enfermedades que atacan el cultivo

- Sífilidos de jardín (*Scutigerella immaculata*)
- Pulgón (*Brevicoryne brassicae*)
- Palomilla de brócoli (*Plutella xylostella*)
- Mancha foliar
- Pie negro
- Hernia del brócoli
- Mildiu
- Damping-off

3.2.6. Requerimientos Hídricos

Existe poca información sobre las necesidades de agua para el cultivo de brócoli en el país sin embargo manifiestan que un cultivo de brócoli ubicado entre los 2700-3000 msnm requiere de 500 mm de agua dosificado de 3,5 a 5 mm/día.

Para alcanzar altos rendimientos y calidad de las inflorescencias, la planta de brócoli no debe sufrir de estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de agua y/o calidad de esta. Los requerimientos de agua varían según las condiciones ambientales y el estado de desarrollo del cultivo. El consumo total por parte del cultivo es de 4000 m³ de agua/ha.

En el caso del riego por gravedad la lámina disponible será cuando se haya abatido el 40 o 60% de la humedad disponible del suelo y en el riego por goteo cuando se haya abatido el 15 a 20%.

3.2.7. Superficie, producción y rendimiento

En Ecuador la superficie cosechada de brócoli en el año 2012 alcanzó las 3639 hectáreas, distribuidas en ocho provincias, con una producción total de 70000 toneladas y un rendimiento promedio de 19,24 t/ha. Las provincias de Cotopaxi y Pichincha registran la mayor cantidad de

superficie cosechada de brócoli, ocupando el 82 % de la superficie total nacional. Cotopaxi es la provincia con mayor producción (51350 toneladas) y con un rendimiento de 28,22 t/ha. Pichincha es la segunda provincia en importancia, con una producción de 11791 toneladas y un rendimiento de 10,13 t/ha. Las condiciones agroclimáticas de estas dos provincias son privilegiadas, puesto que favorecen para la producción de este cultivo, que en su gran mayoría está destinado para la exportación. Según datos estimados por el MAGAP la provincia de Chimborazo presenta una producción de 2018 toneladas y un rendimiento de 11,09 t/ha.

Materiales y métodos

Características del lugar

Localización. - El presente trabajo se ejecutó en la Estación Experimental Tunshi, ubicada en la parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo-Ecuador

Ubicación geográfica Altitud: 2710 m.s.n.m. Latitud: 1°44'54'' S Longitud: 78°40'37.72'' O. Fuente: Datos registrados con GPS

Condiciones climatológicas Temperatura promedio: 13,4 °C Precipitación media anual: 510 mm/año Humedad relativa: 62,06 %

Fuente: Datos proporcionados por la Estación Meteorológica, ESPOCH (2015).

Clasificación ecológica. - La Parroquia Licto y sus comunidades, corresponden en su mayor parte a la clasificación ecológica bosque seco - Montano Bajo (bs-MB)

Características del suelo

Tabla 3.2. Contenido de nutrientes según el análisis de suelo en Macají

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR	INTERPRETACION
Nitrógeno	Ppm	29,00	Bajo
Fosforo	Ppm	31,00	Alto
Potasio	meq/100ml	0,28	Medio
Calcio	meq/100ml	8,40	Alto
Magnesio	meq/100ml	4,00	Alto
Materia	%	1,20	Bajo

orgánica			
Ph		7,70	Ligeramente alcalino
Textura			Franco Arenoso

Fuente: (Jiménez, 2016). Provincia de Chimborazo, 2015.
(Bonifaz, 2021)

3.2.8. Metodología

El sistema de riego utilizado fue por goteo, con una cinta de riego. Para definir el volumen de agua que se debe aplicar, se consideraron aspectos de tipo de suelo, constantes hídricas, estado fenológico, coeficiente de cultivo y humedad del suelo.

Capacidad de Campo. - Se eligió una zona del terreno representativa, se marcó una superficie de 1m x 1m eliminando toda la vegetación y los primeros cm del suelo construyendo un bordo de tierra apisonada de unos 10 cm de altura, rodeando dicho cuadrado.

Se añadió agua hasta asegurar la saturación del perfil (1000 l); luego de 48 horas se tomó una muestra representativa de suelo para determinar su porcentaje de humedad mediante el método gravimétrico, dicho valor es equivalente al valor de Capacidad de Campo.

Punto de Marchitez Permanente

Fue determinado mediante la siguiente ecuación:

$$H\%PMP = H\%CC * 0,74 - 5$$

Dónde:

H%PMP = Porcentaje de Humedad en punto de marchitez permanente.

H%CC = Porcentaje de Humedad en Capacidad de Campo.

0,74 y 5 = Constantes establecidas por el modelo matemático.

Humedad disponible o aprovechable. - Se determinó mediante la diferencia entre el valor obtenido de Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente (García et al., 2015).

Densidad Aparente

Su determinación en campo consistió en extraer una muestra de suelo y determinar el volumen imperturbado que ocupa dicha muestra mediante la fórmula citada por

$$Da = \frac{\text{Peso del suelo seco (g)}}{\text{Volumen imperturbado de este suelo}}$$

García et al., (2019).

Riego inicial para llegar a Capacidad de Campo (Método gravimétrico)

Se determinó el porcentaje de humedad inicial que contiene el suelo, tomando una muestra de cada uno de los tratamientos, a una profundidad de 15, 30 y 45 cm aplicando la fórmula:

$$\%H = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$$

Donde:

%H = Porcentaje de humedad por peso

PSH = Peso de la muestra húmeda

PSS = Peso de la muestra seca

El peso seco fue obtenido luego de haber colocado la muestra a la estufa a una temperatura constante de 105⁰ C por 24 horas.

Mediante la fórmula señalada se obtuvo la humedad en volumen.

$$\%H = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$$

Donde:

%H = Porcentaje de humedad por peso

D_{Ap} = Densidad aparente del suelo

PSS = Peso de la muestra seca

Evapotranspiración de referencia (E_{to})

La evapotranspiración de referencia se determinó con la siguiente fórmula (FAO, 2006):

$$HV\% = \%H * D_{Ap} = \frac{\text{mm de agua}}{10 \text{ cm de profundidad del suelo}}$$

Donde:

E_{to}=Evapotranspiración del cultivo de referencia mm día

E_v=Evaporación (mm)

K_p=Datos climáticos: humedad relativa (H%), velocidad del viento (m/s), barlovento.

Los datos de evaporación se tomaron diariamente mediante la utilización del tanque de evaporación clase A y el dato del pluviómetro.

El K_p se determinó empleando la estación meteorológica portátil mediante la obtención de datos como: Humedad Relativa (HR), velocidad del viento y barlovento, interpolando estos tres datos se obtiene el valor de K_p.

Evapotranspiración del cultivo (Etc)

La evapotranspiración del cultivo (Etc) se determinó de forma lisimétrica mediante la ecuación:

$$E_{to} = E_v * K_p$$

Donde:

Etc Evapotranspiración del cultivo (mm/día) R=Agua agregada por riegos o precipitaciones (mm) D=Agua drenada durante el periodo de análisis.

Coeficiente del cultivo (Kc)

El Kc fue determinado mediante la fórmula de Hargraves que es $0,01335+0,04099(C)- 0,0004(C^2)$ para lo cual se necesita conocer la duración del ciclo de cultivo desde el trasplante hasta la cosecha (C).

Para el ajuste del Kc se utilizó la siguiente ecuación:

Kc=Coeficiente del cultivo (adimensiona)

Etc=Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Eto=Evapotranspiración de referencia (mm/día)

3.2.9. Variables y métodos de evaluación

Altura de la planta. - Se midió la altura en centímetros de 10 plantas seleccionadas al azar (plantas evaluadas)

dentro de la parcela neta; la selección de las plantas se realizó por única vez al momento del trasplante registrando la altura desde la base del cuello hasta la parte más alta de la planta en estado natural a los 15, 30, 45, 60, y 75 días después del trasplante (DDT).

Diámetro del tallo. - Con una cinta se toma las medidas del tallo de las diez muestras.

Número de hojas. - Se contabilizó el número de hojas de las 10 plantas evaluadas, a los 15, 30, 45, 60, y 75 DDT en cada uno de los tratamientos y repeticiones.

Área foliar. - Se debe tomar los datos de la hoja el cual es el ancho y largo después con la ayuda de la aplicación jpg se obtiene el área total de la hoja.

Aparición de la pella. - Se contabilizó el tiempo en días desde el trasplante hasta que en el 50% de las plantas evaluadas se dio la aparición de la pella, para cada tratamiento y repetición.

Diámetro ecuatorial de la pella. - Se midió directamente el diámetro ecuatorial de la pella en centímetros de las plantas evaluadas.

3.2.10. Manejo del ensayo

Preparación del suelo. - Se realizó dos pases de rastra, a una profundidad de 40 y 25 cm con el propósito de obtener una capa de suelo suelta.

Trazado de la parcela. - Siguiendo las especificaciones del campo experimental se realizó el trazado de la parcela con la ayuda de estacas y piolas,

Surcado. - Se procedió a realizar el surcado con la ayuda del tractor, posteriormente estos surcos son arreglados con el azadón para mayor rectitud.

Instalación de mangueras. - Las mangueras son colocadas conforme los surcos que se tenga. En cada surco es colocado dos cintas de manguera. Estas mangueras Eben ser estiradas de extremo al otro y deben estar aseguradas muy bien para que no vayan a soltarse.

Labores culturales

Trasplante. - El trasplante se realizó a una distancia de 0,40 m entre plantas y 0,60 m entre hileras.

Fertilización. - Se dio la proporción de productos contra la babosa y enrizamiento para que la plántula se acople al nuevo ambiente en el que se encontraba.

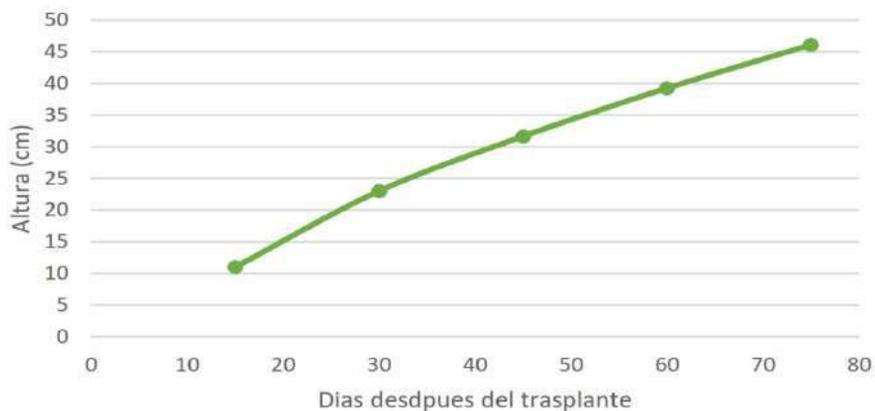
Riego. - A través del sistema de riego a goteo se dotó de agua al cultivo, esto de acuerdo con el comportamiento climático como también se tomó en cuenta la retención de agua en el suelo. Dependiendo algunos factores se dio el riego pasando un día en el lapso de una hora cada riego.

Control de malezas. - Se realizó de forma manual evitando siempre la competencia con el cultivo. Para lo cual se utilizó azadón y rastrillo.

Controles fitosanitarios. - Se realizó aplicaciones fitosanitarias utilizando productos preventivos (de contacto) o curativas (sistémicos), con la aparición de los primeros síntomas de plagas y enfermedades.

3.2.11. Resultados y discusiones

Figura 3.1. Altura de la planta

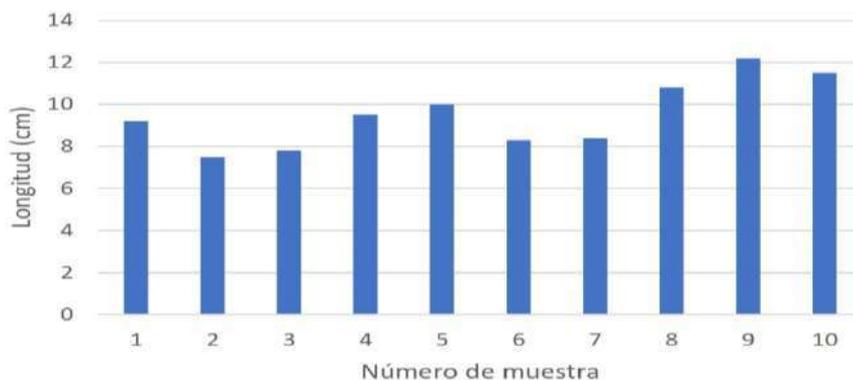


Fuente: Cbio – ESPOCH

En esta investigación se tomaron diez muestras de brócoli en el área de 400 m² los cuales se tomaron los datos de la altura de la planta después del trasplante. Los datos de la altura se tomaron cada 15 días para lo cual se sacó un promedio de la altura de las 10 muestras en cada toma de datos. Como se puede observar a los 15 DDT tiene un promedio de altura de 11 cm, mientras que a los 30 DDT tiene una altura de 23 cm, después a los 45 DDT contiene 31.65 cm, a los 60 DDT contiene 39.25 cm y por último a los 75 DDT tiene una altura de 46.1 cm.

Diámetro del tallo

Figura 3.2. Diámetro del tallo

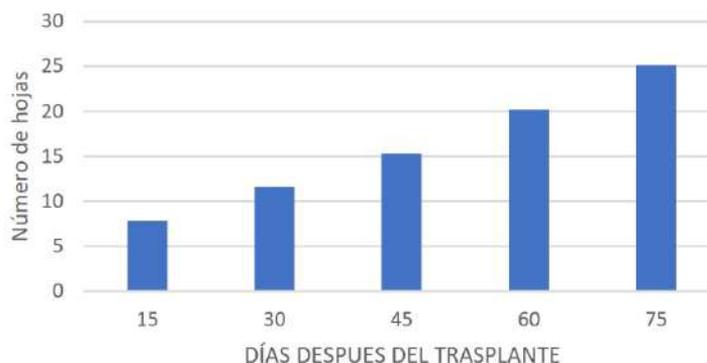


Fuente: Cbio – ESPOCH

En esta práctica se tomaron diez muestras de brócoli en el área de 400 m² los cuales se tomaron los datos del diámetro del tallo de la planta 75 DDT. Para obtener estos datos se hace uso de la cinta métrica. Con la cinta métrica se mide al alrededor del tallo cada muestra. Como se puede observar a los 75 DDT al diámetro del tallo va de 7.5 cm el de la muestra uno que es la más pequeña mientras que contiene 8.4 la muestra siete y el tallo más grueso contiene 12.2 la cual es la muestra nueve.

Número de hojas

Figura 3.3. Número de hojas



Fuente: Cbio – ESPOCH

En esta investigación se tomaron diez muestras de brócoli en el área de 400 m² los cuales se tomaron los datos del número de hojas de la planta después del trasplante. Los datos de las hojas se tomaron cada 15 días para lo cual se sacó un promedio de la altura de las 10 muestras en cada toma de datos. Como se puede observar a los 15 DDT tiene un promedio de 7 hojas, mientras que a los 30 DDT tiene 11 hojas, después a los 45 DDT contiene 15 hojas, a los 60 DDT contiene 20 hojas y por último a los 75 DDT tiene 25 hojas.

Aparición de la pella

Figura 3.4. Aparición de la pella

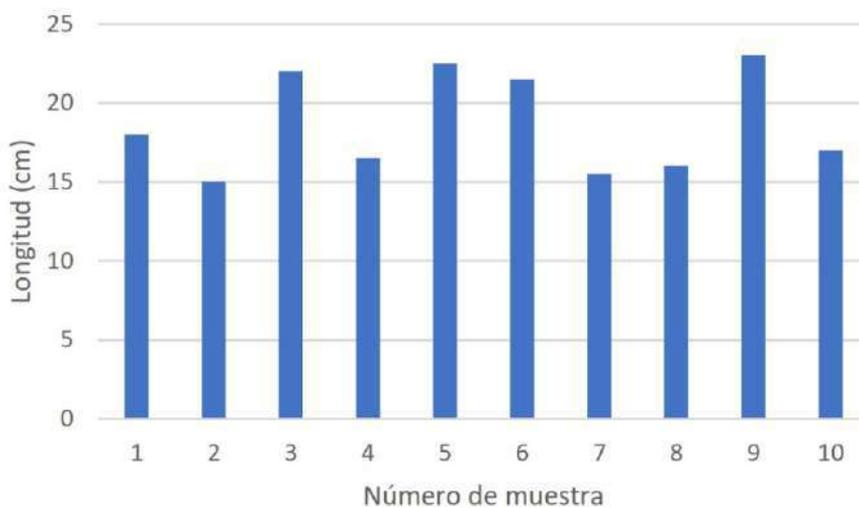


Fuente: Cbio – ESPOCH

En esta práctica se tomaron diez muestras de brócoli en el área de 400 m² los cuales se tomaron los datos de la aparición de la pella de la planta después del trasplante. Las diez muestras se deben observar en que día aparece la pella. Como se puede observar a los 53 DDT aparece la pella de la muestra seis mientras que a los 54 DDT aparece la pella de la muestra dos, en cambio a los 55 DDT aparecen en las muestras ocho y diez después a los 58 DDT aparece en la muestra uno mientras que a los 61 DDT aparece en la muestra tres, mientras que a los 62 DDT aparece en la muestra cinco, después a los 63 DDT aparece en la muestra cuatro y por último a los 65 DDT aparece en las muestras.

Diámetro ecuatorial de la pella

Figura 3.5. Diámetro ecuatorial de la pella

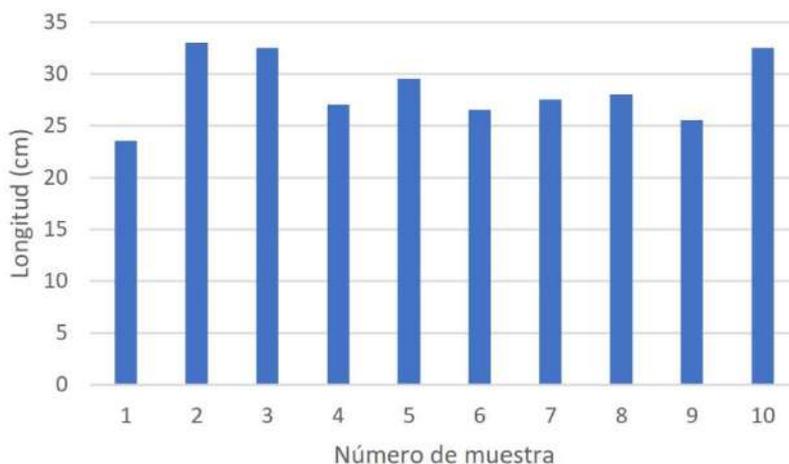


Fuente: Cbio – ESPOCH

En esta investigación se tomaron diez muestras de brócoli en el área de 400 m² los cuales se tomaron los datos del diámetro de la pella de la planta 75 DDT. Para esta toma de datos se hizo uso de la regla con el cual se midió de un extremo al otro. Como se observa en la gráfica la muestra dos contiene 15 cm la cual es la más pequeña mientras que la muestra uno contiene 18 cm y la muestra nueve contiene 23 cm la cual es el diámetro más grande.

Longitud de Raíz

Figura 3.6. Longitud de la raíz



Fuente: Cbio – ESPOCH

En esta práctica se tomaron diez muestras de brócoli en el área de 400 m² los cuales se tomaron los datos de la longitud de la raíz de la planta 75 DDT. Para obtener los datos de la longitud de la raíz primero se debe sacar la raíz de la tierra con mucho cuidado para que no se rompa y salga lo más completo posible. En la gráfica se puede observar que la muestra uno contiene 23.5 cm de longitud de raíz mientras que una longitud intermedia contiene 28 cm y es la muestra ocho mientras que la raíz con más longitud es de 33 cm y es la muestra dos.

Calendario Agronómico

Tabla 3.3. Calendario agronómico

Días	MES	T media	HR %	MF	P (mm/m)	TME	CH	CE	ETP mes	ETP días
28	Febrero	12,77	73	2,117	173	54,986	0,8625613	1,0542	105,848807	3,78031454
31	Marzo	11,9	77	2,354	22	53,42	0,79610803	1,0542	105,53715	3,40442418
30	Abril	12,38	84	2,197	214	54,284	0,664	1,0542	83,4820279	2,78273426
31	Mayo	12,21	68	2,137	145	53,978	0,93903781	1,0542	114,189823	3,68354268
30	Junio	11,85	70,3	1,99	85	53,33	0,90466193	1,0542	101,212461	3,3737487
31	Julio	11,68	66	2,091	52	53,024	0,96793801	1,0542	113,135025	3,64951694
31	Agosto	11,31	68	2,216	38	52,358	0,93903781	1,0542	114,857377	3,70507668
30	Septiembre	11,38	70	2,256	61	52,484	0,90921945	1,0542	113,49004	3,78300134
31	Octubre	16,58	79	2,358	157	61,844	0,76070757	1,0542	116,945124	3,77242336
30	Noviembre	15,33	73,6	2,234	172	59,594	0,85292344	1,0542	119,706785	3,99022618
31	Diciembre	15,98	73,21	2,265	145	60,764	0,85920035	1,0542	124,661405	4,02133565
31	Enero	15,4	71,7	2,788	155	59,72	0,88308256	1,0542	155,001852	5,00005973

1419

5,00 mm/día 5,00 L/m²

Fuente: Cbio – ESPOCH

Con respecto a los datos obtenidos en la **Tabla 3.7** se puede observar que la mayor evapotranspiración se dio en el mes de enero con el 5,00 L/m² mientras que los otros meses contienen una menor tasa de evapotranspiración.

Cultivo de brócoli

La **Tabla 3.7.** representa los datos del cultivo de brócoli en el cual el mes de enero contiene la mayor evapotranspiración con el 5.00 00 L/m² mientras que los otros meses contienen una menor tasa de evapotranspiración.

Tabla 3.4. Cultivo de brócoli

DIA S	MES	HR %	Vv (Km/h)	T ©	P (mm/m)	MF	TM F	CH	CE	ETP	ETP mm/dia
30	Noviembre	73,60	1,00	15,33	172,00	2,24	59,59	0,85	1,05	119,76	3,99
31	Diciembre	73,21	1,00	15,98	145,00	2,27	60,76	0,86	1,05	124,66	4,02
14	Enero	71,70	1,00	15,40	155,00	2,79	59,72	0,88	1,05	155,00	5,00

Fuente: Cbio – ESPOCH

✓ **Coefficiente del cultivo de brócoli**

Cálculo de Kc

C: desarrollo del cultivo

$$C = \frac{N^{\circ} \text{ dias de etapa} * 100\%}{N^{\circ} \text{ total de dias}}$$

C Inicial

$$C = \frac{15 * 100\%}{75} = 20\%$$

C Desarrollo

$$C = \frac{45 * 100\%}{75} = 60\%$$

C Intermedia

$$C = \frac{12 * 100\%}{75} = 16\%$$

C Final

$$C = \frac{3 * 100\%}{75} = 4\%$$

Coefficiente de desarrollo de cultivo

$$Kc = 0.01335 + 0.04099C - 0.0004C^2$$

Kc Inicial

$$Kc = 0.01335 + 0.04099(20) - 0.0004(20)^2 = 0.67315$$

Kc Desarrollo

$$Kc = 0.01335 + 0.04099(60) - 0.0004(60)^2 = 0.73255$$

Kc Intermedia

$$Kc = 0.01335 + 0.04099(16) - 0.0004(16)^2 = 0.26199$$

Kc Final

$$Kc = 0.01335 + 0.04099(3) - 0.0004(3)^2 = 0.11235$$

3.2.12. Conclusiones

Se concluye que para todo cultivo el riego eficaz es de suma importancia para lo cual a través de este trabajo se obtiene datos del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*. L.) con diferentes variables como es la altura, diámetro del tallo, número de hojas, aparición de la pella, diámetro ecuatorial de la pella, longitud de raíz. También se obtienen datos acerca del clima de Licto para realizar el calendario agronómico.

Se concluye que al realizar el calendario agronómico se obtuvo una evapotranspiración de 5.00 mm al día con referencia al clima y al lugar que es la Estación

Experimental de Tunshi- Licto. También se finaliza obteniendo el número de riegos que se debe ejecutar en el área de 400 m² en el cultivo de brócoli que dio 10 días al mes con 58.59 m³ de agua al mes.

El ciclo comercial del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*. L.), bajo las condiciones edafoclimáticas del cantón Riobamba; presenta valores de coeficientes de cultivo Kc ajustado de 0,67; 0,73; 0,26 y 0,11 para la etapa inicial, etapa de desarrollo, etapa intermedia y etapa final respectivamente.

3.2.13. Recomendaciones

Validar los resultados del coeficiente de cultivo (Kc) de Brócoli (*Brassica oleracea*. L.) bajo las condiciones edafoclimáticas del cantón Riobamba, con la finalidad de optimizar el buen uso y aplicación del agua de riego.

Desarrollar técnicas de modelación matemática para estimar la evapotranspiración en tiempo real del cultivo de brócoli bajo las condiciones de la Sierra Ecuatoriana.

Continuar con este tipo de estudios de manera suficiente para contar con datos confiables en la medida que durante el transcurso del estudio no haya ocurrido anomalía alguna que pueda alterar los resultados de este.



CAPITULO IV

**MANEJO COMUNITARIO DE LOS
RECURSOS NATURALES**

4.1. Capacitación a los estudiantes del último año del colegio politécnico para el levantamiento topográfico de la zona 2 del Centro de Bioconocimiento

El levantamiento topográfico se lo realiza con el fin de la determinación del conjunto de desigualdades que existe en una superficie que conforma el relieve, mostrando las dimensiones que el terreno presenta la determinada área que se plantea dentro de la zona 2 del Centro de Bioconocimiento y su posición sobre la superficie de la tierra, elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En este tipo de levantamientos se toman datos planimétricos y altimétricos para la representación gráfica y elaboración de mapas del área de toma de medidas.

Dentro de lo que compete al levantamiento topográfico en las zonas rurales estas llegan a ser esenciales, ya que, la toma de mediciones topográficas en consideración es muy frecuente prácticamente en todo el planeta que tenga terrenos de su propiedad. No obstante, es muy habitual que los datos sobre las parcelas no estén actualizados o bien haya diferentes cifras en el catastro y el registro de la propiedad, dando sitio a todo tipo de enfrentamiento sobre las lindes de las tierras con los vecinos. (Topografía, 2020)

Un elemento esencial para la realización de un proyecto constructivo es el levantamiento y estudio topográfico de una zona, gracias a esto se hará un fácil reconocimiento y representación gráfica, cuáles son sus necesidades y características superficiales de un terreno, su desnivel y lo accidentado de la superficie de un predio (terreno con o sin construcción). En la realización de este estudio topográfico previene problemas a futuro como inundaciones o concentraciones de agua causadas por la lluvia y agua acumulada en el suelo; verificar las medidas establecidas en las escrituras con la realidad; comprobar que edificaciones se adecuen en un terreno determinado; disminuir el tiempo de realización y costos de obra. (Ezequiel, 2014)

4.1.1. Objetivos

Objetivo General

Ampliar el conocimiento sobre el levantamiento topográfico a estudiantes del último año del colegio Politécnico en la zona 2 del Centro de Bioconocimiento.

Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento del terreno por medio de la adquisición de datos para definir la forma (relieve) del lugar.

- Obtener un uso adecuado de la aplicación de levantamiento topográfico con los que se realizará la práctica.

4.1.2. Generalidades

Centro de Bioconocimiento es un espacio de interaprendizaje, practica, investigación y difusión donde se incrementa la producción a través del buen uso y manejo del agua de riego y niveles de fertilidad de los suelos en la estación experimental Tunshi.

La estación experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se encuentra en la parroquia rural de Licto, a 20 minutos al Sur de Riobamba, en el sector de Tunshi; es un espacio de interaprendizaje con fines educativos, científicos y ambientales.

Dicha estación experimental cuenta con áreas: pecuarias y recursos naturales; lo cual, lleva a proponer proyectos o alternativas de manejo sustentable con el objetivo de preservar los recursos naturales generando posibles soluciones a problemas ambientales encontradas en el Centro de Bioconocimiento de la carrera de Recursos Naturales Renovables. Este centro pertenece a la Escuela de Recursos Naturales y forma parte de la Estación Experimental Tunshi. Las principales actividades del sector

son las relacionadas con la producción agrícola, sobre todo del cultivo de tomate de mesa, frutilla y una diversidad de hortalizas. El sector tiene un relieve plano a ligeramente inclinado, con pendientes menores al 5%. Los suelos tienen una textura arena franca, con un contenido de materia orgánica de 0,6% y la precipitación es baja con 531 mm/año. (Parra-León et al., 2021)

4.1.3. Pasos para planificación de curso de capacitación

¿Por qué se está llevando a cabo la participación?

La participación se lleva a cabo para la realización de capacitación a jóvenes de entre 15 y 17 años del colegio Politécnico de Chimborazo con el objetivo de darles a conocer los parámetros de un levantamiento topográfico con las distintivas herramientas de GPS, y así ellos tener un conocimiento sobre la realización de mapas 3D con la toma de puntos de un área determinada.

Las estudiantes son jóvenes de 15 a 17 años del colegio Politécnico de 2º y 3º de bachillerato. Estos jóvenes tienen diferentes habilidades dentro de lo que compete el tema agrícola y una de sus necesidades de aprendizaje es un levantamiento topográfico básico y sencillo para cultura general en lo que se da la vida y así obtener esos

conocimientos sobre algo que a futuro puede llegar a servirles.

Al concluir este curso los estudiantes de 2° y 3° de bachillerato del colegio Politécnico deberán ser capaces de tener una información básica sobre levantamiento topográfico, una herramienta de GPS para la toma de puntos y como se ha realizado un mapa 3D a través de ese levantamiento de puntos de esa zona.

La capacitación se debe realizar de forma combinada en ambos enfoques (grupal e individual) debido a que al estar en grupos la toma de puntos de un determinado lugar hará que se reduzca el tiempo permitiendo que se tomaría una sola persona, pero al ser una herramienta muy sencilla el uso de esta debe de ser individual para el aprendizaje de quien lo porta.

Las personas más apropiadas para proporcionar esta capacitación son docentes especializados en la toma de datos por GPS y realización de mapas por medio de plataformas de levantamiento topográfico, de las cuales llegarán a dar una información mucho más concreta y clara a estudiantes de secundaria en las cuales este tema vendría a ser totalmente nuevo y algo confuso a la hora de explicarles, por lo que se requiere experiencia y

paciencia para dar temas relacionados con el levantamiento topográfico.

El lugar más adecuado es en zonas rurales donde el levantamiento topográfico es esencial dentro del tema de las parcelas para que así campesinos y agricultores tengan conocimiento sobre un levantamiento topográfico y los beneficios que este podría darse.

Dependiendo la complejidad y aprendizaje de cada persona el curso debería de tomar de entre 1 a 2 meses con clases dictados y trabajos autónomos para así obtener una base más fuerte y conocimiento más claros por parte de cada participante.

Se utilizaron presentaciones de Power Point con los diferentes temarios descritos y explicados en clases, participación de estudiantes con preguntas referente a los temas para la aclaración de estos, trabajos autónomos para el reforzamiento de los diferentes conceptos correspondientes al levantamiento topográfico, salidas de campo para el aprendizaje de las diferentes herramientas que nos brinda el GPS y como se llega hacer el levantamiento topográfico en un terreno.

Para la capacitación se utilizaron aulas de cómputo en las cuales la presentación del temario sea amplia para los

jóvenes, la obtención de instrumento para la toma de puntos en lo que corresponde dentro del campo y el aprendizaje dentro de las distintivas plataformas de ArcMap para la realización de mapas luego de la toma de datos.

¿Cómo ayudará a los estudiantes a aplicar sus nuevos conocimientos y habilidades cuando salgan de la capacitación?

Los conocimientos adquiridos serán de ayuda para comprender más sobre la importancia de un levantamiento topográfico, los diferentes conceptos que aquí se requieren y en un futuro poder motivarse para reforzar los temas y llegar a tener habilidades dentro de los programas para la realización de mapas 2D y 3D.

¿Cómo sabrán si la capacitación fue eficaz?

Se sabrá que la capacitación fue eficaz al preguntar a los jóvenes sobre los diferentes conceptos que lleva un levantamiento topográfico y cómo fue que realizaron un levantamiento de puntos en un terreno para la realización de un mapa en 3D presentado al final de la capacitación.

Planificar el programa, preparar los materiales y planificar la logística

4.1.4. Marco Teórico

Sistemas de información geográfica

Forma de la tierra. - Como sabemos el planeta Tierra es el tercer planeta del Sistema Solar, además es el único planeta que tiene agua líquida y vida. La tierra tiene una masa aproximadamente de mil trillones de toneladas, con un radio de alrededor de 6.370 km. cuenta con un satélite que es la Luna que gira en torno a ella. Su forma de **geoide**, es decir, concretamente una esfera aplanada en los polos y ensanchada por el Ecuador, la Tierra es un cuerpo tridimensional con aspecto cercano a una esfera, se compone de varias capas externas e internas como: atmósfera, hidrósfera, litósfera y biósfera (García-Astillero, 2018).

Sistemas de información geográfica SIG. - Un SIG es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos, arraigado en la ciencia geográfica; SIG integra diversos tipos de datos, analizando la ubicación espacial y organizado en capas de información para su visualización en mapas y escenas 3D.

Usos y horarios. – Las funciones básicas y más usadas de un SIG son: almacenamiento, visualización, consulta y análisis de datos espaciales.

- **Almacenamiento:** aquí los datos espaciales implican la extracción de los elementos esenciales obviando aquellos que no necesariamente son para el objetivo perseguido.
- **Visualización:** aquí se representa un espacio de cuatro dimensiones (3 espaciales y el tiempo) pero debido a su peso de la tradición cartográfica sobre el SIG, una de las formas prioritarias de presentación de sus datos en la proyección sobre el espacio bidimensional definido mediante coordenadas cartesianas.
- **Consultas:** un paso sería la obtención de respuestas a serie de consultas sobre los datos y su distribución en el espacio. Una consulta de base de datos implica:
 - Selección del subconjunto de datos que el usuario necesita en función de un conjunto de criterios previamente definidos. *Ejemplo: todos los municipios de una población mayor de 30 000 habitantes.*
 - Presentación al usuario de forma útil bien sea en tablas, gráficos o mapas en los que los municipios aparezcan de un determinado color.
- **Análisis:** a partir de los resultados se genera un análisis de nuevas capas de información.

Sistema de proyección. – La Tierra es casi una esfera por lo cual no es posible representar su imagen sobre un papel o una pantalla de superficie plana sin distorsionarla. Las proyecciones se usan para la representación de un objeto sobre el plano cartesiano. Comprende las siguientes características:

- Proyección cilíndrica: se obtiene mediante la proyección del globo terráqueo sobre una superficie cilíndrica.
- Proyección transversa: el cilindro es tangente a la superficie terrestre según un meridiano, el eje cilíndrico coincide con el eje ecuatorial.
- Proyección cónica: es tangente al globo a lo largo de una línea de latitud. Esta línea se denomina paralelo estándar.
- Proyecciones polares/azimutales: situada en el plano imaginario sobre el globo. El plano puede tocar el globo en uno de sus polos, en el Ecuador o en otra línea cualquiera.

Imágenes satelitales. – Son representaciones visuales de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie de la tierra que luego es enviada a de regreso a ésta y procesada convenientemente.

Sistemas de posicionamiento global

Como funciona el GPS (GNSS). – GNSS significa *Global Navegación Satélite Instantáneo* y es un término que abarca todos los sistemas de posicionamiento por satélite global. Ayuda a la medición tridimensional gracias a la utilización de los satélites ubicados en el espacio, aquí se incluyen varias constelaciones de satélites que orbitan sobre la superficie de la tierra y transmiten continuamente señales que proporcionan un posicionamiento geoespacial autónomo con cobertura global.

El **GPS** (desarrollado y controlado por USA) sigue siendo el más utilizado **GNSS** en el mundo, por países más importantes han desarrollado su propia constelación: **GLONASS** (Rusia), **Beidou** (China) y **Galileo** (Europa).

GNSS se utiliza en colaboración con sistemas GPS donde todos los receptores GNSS son compatibles con GPS, pero los receptores GPS no son necesariamente compatibles con GNSS. Se ha diseñado un receptor GPS para recibir la constelación GPS únicamente (24 satélites) cuando el equipo compatible con GNSS puede utilizar satélites de navegación de otras redes (donde hay de entre 24 y 30 satélites).

Niveles de errores. – Un receptor GPS bien diseñado puede alcanzar una precisión horizontal de 3m. o mejor y una precisión vertical de 5m. o mejor el 95% del tiempo. (Gabi, 2018) Sin embargo, existe un desfase que puede llegar hasta los 50 m.

También hay acondicionamientos de la localización requerida al sistema GPS ya que, al estar en zonas con edificaciones altas la señal de recepción será más deficiente y el desajuste será mayor a la hora de calcular la ubicación; si existen tormentas u otras condiciones meteorológicas adversas afectarán al normal funcionamiento del sistema y por lo tanto existirán los errores en las localizaciones. (Telapark, 2016)

Unidades de medida de área y longitud (múltiplos y submúltiplos)

Tabla 4.1. *Tabla de unidades de medida*

Submúltiplos			Unidad principal	Múltiplos		
Milímetro cuadrado	Centímetro cuadrado	Decímetro cuadrado	Metro cuadrado	Decámetro cuadrado	Hectómetro cuadrado	Kilómetro cuadrado
mm ²	cm ²	dm ²	m ²	dam ²	hm ²	Km ²
Milímetro	Centímetro	Decímetro	Metro	Decámetro	Hectómetro	Kilómetro

mm	cm	dm	m	dam	hm	km
----	----	----	---	-----	----	----

Fuente: Cbio – ESPOCH

Algoritmo (paso a paso) de un levantamiento topográfico

- Conocer el área o terreno a trabajar o hacer el levantamiento topográfico.
- Calcular la duración del proceso de levantamiento.
- Conocer el fin del levantamiento topográfico (en este caso, es para el reconocimiento de la zona 2 del centro de Bioconocimiento)
- Acudir al área y posicionarse en un punto de referencia.
- Marcar el punto de control topográfico (zona de partida) 6. Realizar la obtención de datos y archivamiento de estos.
- Procesar los datos por medio de aplicaciones o herramientas topográficas para la realización de la imagen ráster a presentar.

La capacitación se realizó en el Colegio Politécnico Chimborazo ubicado en la vía a Licto, localidad de Tunshi Grande, cantón de Riobamba, Provincia de Chimborazo; con estudiantes de segundo y tercero de bachillerato con un rango de edades de 15 a 17 años (audiencia adolescente) en la cual el grupo en el que se autoidentificaron fue mestizos en su gran mayoría.

El horario de capacitación se daba cada miércoles a partir del 9 de noviembre, la duración de estas capacitaciones era de entre 40 min a 1 hora, en ocasiones con límites pasados a 1 hora 30 min debido a la magnitud de los temas existentes dentro del tema de capacitación que es: *Levantamiento topográfico de la zona 2 del centro de Bioconocimiento.*

Para la realización de esta capacitación se usaron materiales para proyectar y mostrarle a los estudiantes parte de los temas planteados para una información básica para llegar a un levantamiento topográfico, participación con preguntas de temas vistos en la capacitación anterior, explicación de aplicación para toma de puntos y realización de croquis a mano para un sustento de la toma de puntos, así como por qué su importancia dentro de su educación y un resultado de toma de puntos por parte de los estudiantes para la realización de un mapa hecho por la capacitadora con la toma de puntos de los alumnos.

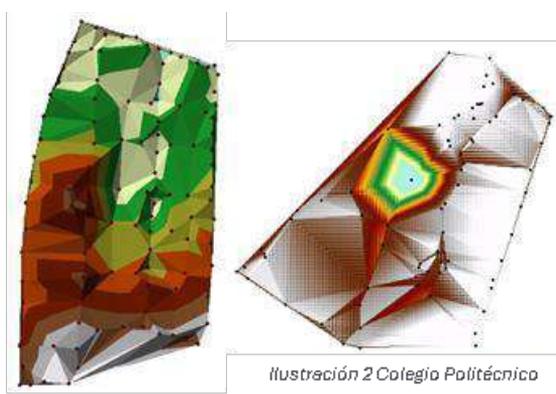
La realización de puntos por parte de los estudiantes será en su área de estudio (Colegio Politécnico) debido a complicaciones por parte de sacar a los estudiantes del área, pero por parte de la capacitadora se realizará la toma de puntos de la zona 2 del Centro de

Bioconocimiento para la realización del mapa tanto del Colegio Politécnico como de la zona 2 del CBio para la presentación final de la capacitación y observación a los estudiantes para una mejor claridad por parte de cada uno de los temas vistos anteriormente en las capacitaciones.

4.1.5. Resultado

Con la toma de puntos por partes de los estudiantes del Colegio Politécnico y la capacitadora se realizará el mapa en los programas de QGIS y ArcMap para un resultado final el cual se mostrará a los estudiantes para que visualicen todo aquello dado en las capacitaciones sobre *Levantamiento Topográfico y la toma de puntos por medio de aplicaciones conectadas al GPS.*

Figura 4.1. Zona 2 Centro de Bioconocimiento



Fuente: Cbio – ESPOCH

4.1.6. Conclusiones

- Se analizó el comportamiento que tiene un terreno por medio de la adquisición de datos correspondiente a la forma (relieve) del lugar por medio de la visualización del mapa dado por la toma de puntos de la zona 2 del CBio y el Colegio Politécnico.
- Obtuvieron un uso adecuado de la aplicación de levantamiento topográfico con la que se realizó la toma de puntos para la presente práctica y realización del mapa.

4.1.7. Recomendaciones

- Se recomienda que al tratarse de un grupo de estudiantes de bachillerato centrarse en temas concretos y básicos, siempre y cuando sin salirse del punto central del tema para que los estudiantes tengan una clara idea de lo que trata la capacitación.
- Además de que buscar las maneras de que cada estudiante participe dentro de las actividades propuestas en la práctica, en este caso de la toma de puntos y realización de croquis con la idea de que todos tengan un conocimiento para un futuro.

4.2. Diagnóstico rural participativo de la Comunidad Tunshi, San Javier de Tunshi, Cantón Riobamba.

La Comuna Tunshi San Xavier Km. Localizada 11 Vía a la Parroquia Licto a la cual se le realizo un diagnóstico rural previo en el cual se pudo encontrar que los principales problemas de la comunidad es la contaminación por personas extrañas de la comunidad y también comuneros, los cuales al momento de hacer una encuesta los resultados dieron que no han recibido educación ambiental nunca, por lo tanto, no saben cómo desechar correctamente la basura.

En el diagnostico se pudo determinar que el problema ambiental principal es el recurso agua ya que si bien lo poseen esta no es de buena calidad para su consumo. Otro problema expresado hacia este recurso es que el agua que se utiliza para los cultivos es de menos calidad lo que les genera preocupación ya que según las encuestas la mayoría de los comuneros consumen sus propios cultivos y se ven preocupados sobre los problemas a largo plazo que puedan obtener debido a esto.

La comuna San Javier de Tunshi tiene asuntos pendientes con la prefectura de Chimborazo ya que llevan alrededor de 10 años con la construcción de un sistema de agua potable, un reservorio y distribución igualitaria del agua

mediante tuberías el cual se ha mantenido en promesas durante el tiempo estipulado generando así disgustos tanto económicos como sociales, ya que si bien al principio hubo un monto establecido para la obra con el tiempo se ha ido menorando generando dudas en los comuneros a tal punto de que decidieron hacer un llamado de atención a las autoridades de la provincia creando un plantón a fuera de la gobernación.

Otro problema importante en la comunidad es la falta de conocimiento sobre el suelo ya que la totalidad de encuestados no posee un dato exacto del tipo de suelo que posee además que no tiene conocimiento sobre las prácticas agrícolas correctas para mantener y cuidar el suelo que poseen lo cual los lleva a usar productos químicos y dañinos por los cuales están conscientes y tratan de que se haga el menor daño posible. Sin embargo, por la falta de información no están seguros de que lo estén haciendo bien lo cual pidieron se les haga capacitaciones sobre este tema en particular

4.2.1. Objetivos

Objetivo general

Realizar un diagnóstico a las personas de la comunidad sobre los problemas ambientales, información sobre

recursos naturales y otras prácticas que realicen los comuneros referentes a los recursos naturales renovables.

Objetivos específicos

- Levantar información referente a los recursos naturales renovables como el agua y el suelo en la comunidad.
- Recoger información mediante entrevistas sobre el manejo de los cultivos a los comuneros de San Javier de Tunshi.
- Interactuar con los comuneros para levantar información acerca de los problemas ambientales que posee la comunidad.

4.2.2. Generalidades

Descripción general de la organización

La comunidad San Javier de Tunshi se encuentra en el cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo, es un sector organizado donde la comunidad tiene un presidente y una asamblea los cuales se encargan de organizar y liderar los problemas y las necesidades de la comunidad.

Descripción del área

El presente proyecto se realizó directamente en la

comunidad la cual se encuentra cerca de la estación experimental Tunshi de la Escuela superior Politécnica del Chimborazo.

Contexto general del proyecto.

La propuesta del presente proyecto inicia mediante la socialización con el presidente y la asamblea de la comunidad, cumpliendo un rol fundamental en querer conocer a cerca de los problemas ambientales y manejo de los recursos naturales renovables. Mediante el cual se tuvo una reunión con la comunidad donde se habló sobre los planes que se tenían para el periodo de septiembre a marzo.

Figura 4.2. *Acercamiento con la comunidad*



Fuente: Cbio – ESPOCH

Se planificó un cronograma de actividad el cual ayudó para tener en cuenta las horas de trabajo, las fechas de

inicio y finalización del proyecto, también se dividió las actividades en tres parciales cumpliendo un total de 24 horas.

Visita para reconocimiento del lugar y contacto con la comunidad

Acercamiento con la comunidad mediante una reunión la cual se celebra mensualmente en la sala comunal de San Javier para tratar asuntos varios de la comunidad y además de conocer cuáles son las viviendas que pertenecen a la comunidad ya que se encuentran en la vía a Licto. Mediante el presidente el cual nos facilitó el acercamiento con la comunidad para realizar las encuestas con mayor facilidad.

Figura 4.3. Presentación personal con la comunidad



Figura 4.4. Socialización del plan de trabajo



Fuente: Cbio – ESPOCH

Realización de encuestas en la comunidad

Se empezó realizando varias visitas a la comunidad utilizando los fines de semana para recolectar la información mediante preguntas hechas en forms las cuales facilitaban la encuesta ya que se utilizaron preguntas concisas dependiendo del tema a tratar para las encuestas se utilizaron alrededor de 20 personas las cuales se trató de que la mitad sean jóvenes y la otra mitad sean adultos.

Figura 4.5. Realización de encuestas



Fuente: Cbio – ESPOCH

Figura 4.6. Visitas a la comunidad



Fuente: Cbio – ESPOCH

4.2.3. Educación ambiental en la comunidad San Javier de Tunshi

Con las encuestas realizadas sobre educación ambiental en la comunidad de Licto se obtuvo que la mayoría de las personas no poseen una educación ambiental ya que no han tenido el interés ni las herramientas para aprender sobre el reciclado, la reutilización o reducir los desechos que utilizan diariamente, por otro lado, la población joven tiene una pequeña noción de lo que es educación ambiental, algunos residentes mencionan que no se puede crear conciencia debido a que existen personas externas que botan basura en la comunidad es por eso que la carretera se encuentra con mucha basura. Además, que los moradores no cuentan con contenedores que les ayuden a depositar la basura en un solo lugar y también manifiestan que el lugar más contaminado de la comunidad es el “bosque de la politécnica” debido a que varios comuneros van haya a botar escombros y basura ya que es un lugar que no tiene seguridad ni control.

Figura 4.7. Basura en el bosque y al borde de la carretera



Fuente: Cbio – ESPOCH

4.3.2 Encuesta sobre recursos renovables

Los resultados de la encuesta realizada dieron que el 75% de los comuneros encuestados no saben cuáles son los recursos naturales renovables mientras que el otro 25% están seguros de que el suelo y el agua son uno de estos recursos.

4.3.3 Recurso agua en la comunidad

Los resultados de la encuesta dieron que el 90% de los comuneros encuestados saben que el agua proviene en su gran mayoría por la alcantarilla que conecta de Licto o que viene de una comunidad cercana llamada Guaslan. Por otro lado, el 10% de los comuneros encuestados no saben de donde proviene el agua de alcantarillado. El 60% de los encuestados en su mayoría personas adultas

que se dedican a la agricultura saben que el agua de riego proviene de la parte alta de Tunshi es decir Tunshi Grande y comentan que existe una canaleta la cual está distribuida por toda la comunidad dando así agua a todos los comuneros que poseen tierras y cultivos además de agua para el consumo del ganado.

También manifiestan que existen problemas con la contaminación de agua de riego debido a que las canaletas pasan por el bosque de la politécnica y por la carretera.

Recurso suelo, tipos de suelo, que es el suelo y su cuidado

Los resultados de la encuesta muestran que 50% de los comuneros encuestados están interesados en trabajar con tierra y son adultos mayores, mientras que el 50% de los encuestados son jóvenes quienes no están interesados en trabajar con cultivos y en su mayoría poseen negocios, prefieren salir a la ciudad o están estudiando y los que se encargan del cultivo son sus papás que además son adultos mayores. Debido a que el 70% de los comuneros encuestados consumen los cultivos de su propio hogar ya sea que ellos o sus padres los produzcan. Otra parte de los comuneros encuestados venden y consumen sus cultivos para así tener un sustento.

Figura 4.8. Canaleta para agua de riego **Figura 4.9.**
Canaleta contaminada por basura



Fuente: Cbio – ESPOCH

La encuesta también menciona que el 100% de los comuneros encuestados no saben el tipo de suelo que poseen ni tampoco les llama la atención, pero la gran mayoría sabe que productos si crecen de mejor manera, producen más y en que época plantarlos.

Mediante un reconocimiento de suelo se obtuvo que tiene una composición de arena con alta cantidad de materia orgánica debido a una prueba rápida de absorción del agua y al color que posee la tierra un poco profunda.

Figura 4.10. Suelo en descanso



Figura 4.11.

Reconocimiento del suelo



Fuente: Cbio – ESPOCH

Buenas prácticas agrícolas

Mediante la encuesta el 100% de los comuneros encuestados no saben a qué se refiere el término “buenas prácticas agrícola” sin embargo los comuneros que si trabajan en cultivos manifestaron que toman periodos de descanso, en los cuales dejan el suelo desnudo o a su vez plantan pasto para que el suelo se recupere por una temporada e iniciar con un nuevo cultivo. Además, que todos prefieren cultivar varios productos para que el suelo se desgaste menos según manifestaron algunos comuneros y por otro lado prefieren hacer esto para vender variedad de productos en la feria los fines de semana y también para tener variedad de verduras a la hora de consumirlas.

Figura 4.12. Policultivos



Fuente: Cbio – ESPOCH

Fertilizantes naturales

Mediante la realización de encuestas la el 80% de los encuestados no saben que son los fertilizantes naturales y el 20% ha escuchado hablar sobre estos o utilizan materia orgánica. La encuesta nos dice que existen personas expertas en fertilizantes químicos que vienen a la comunidad a ofrecer a buen precio sus productos y que a los comuneros se les hace más fácil utilizar estos. Después de una breve explicación sobre que son los fertilizantes naturales se mostraron interesados.

Por otro lado, el 10% de los comuneros encuestados manifestaron que no utilizan fertilizantes y que dejan que los cultivos sean naturales o utilizan materia orgánica sobrante de lo que no se vende.

4.2.4. Conclusiones

- El proyecto se enfocó en recoger información sobre la parte ambiental de la comunidad San Javier de Tunshi en la cual por la falta de colaboración y de interés por parte de los comuneros no se logró implementar capacitaciones para mejorar de las falencias que tiene la comunidad.
- El diagnóstico permitió identificar que los comuneros en su mayoría adultos mayores trabajan en sus tierras, mientras que los adultos jóvenes y jóvenes en general ya no les interesa el cultivo como una forma de vida y en su mayoría poseen negocios de venta de víveres o licor en la avenida. Por lo tanto, con las encuestas se logró diferenciar a las personas que si trabajan con la tierra y de las que no las cuales también nos dan un enfoque diferente del futuro que tiene la parte agrícola de la comunidad.
- En conclusión, el presente proyecto permitió demostrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para ayudar en pequeña medida a dar información sobre el tema ambiental a varias personas las cuales con un dialogo fuera de la encuesta se mostraban interesados y que por desinformación o falta de tiempo no sabían. Con la

finalidad de realizar las practicas a servicio de la comunidad.

4.2.5. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar otro tipo de medidas para que la información llegue de mejor manera a los involucrados, por ejemplo, capacitaciones a los niños de la escuela de San Javier.
- Se recomienda realizar el levantamiento de información en días laborales ya que los fines de semana la mayoría de los comuneros utilizan el día para actividades recreativas o productivas como la venta de sus productos.
- Se recomienda tener seguimiento a la actividad ambiental en la comunidad y también fomentar el cuidado de los recursos ya que la contaminación puede afectar de gran manera a la comunidad de San Javier de Tunshi.

4.3. Identificación de las especies vegetales de la zona 1 del Centro de Bioconocimiento

Es importante considerar el tema de las señaléticas de las especies vegetales, para su identificación por parte de los estudiantes de segundo y tercero año del colegio politécnico.

La señalización es la parte de la ciencia de la comunicación visual que estudia las relaciones funcionales entre los signos de orientación en el espacio y el comportamiento de los individuos. Es de carácter "autodidáctico", entendiéndose éste como modo de relación entre los individuos y su entorno. Se aplica al servicio de los individuos, a su orientación en un espacio a un lugar determinado, para la mejor y la más rápida accesibilidad a los servicios requeridos y para una mayor seguridad en los desplazamientos y las acciones.

Se pretende dar a conocer la importancia del diseño en el área del Centro de bio-conocimiento (CBIO), enfocado principalmente a proporcionar información sobre las diferentes especies que ponemos encontrar dentro de la zona 1 de CBIO, ya que las señaléticas han sido una de las herramientas más importantes de la comunicación visual desde hace muchos años atrás pues está ligada estrechamente a varios ámbitos del medio en el cual vivimos.

4.3.1. Objetivos

Objetivo general

Elaboración de rótulos para la identificación de las especies vegetales que se encuentran en la zona 1 del Centro de Bio conocimiento.

Objetivos específicos

- Trabajar de manera conjunta y coordinada con los estudiantes del colegio politécnico para su aprendizaje acerca de las especies agroforestales.
- Generar actividades que promuevan el intelecto de los estudiantes dentro de los temas asignado.

4.3.2. Generalidades

Descripción general de la organización

El centro Bio-conocimiento es un espacio de interaprendizaje, practica e investigación mediante el manejo adecuado de los diferentes recursos (hídrico, suelo, especies vegetales, entre otros), este espacio permite desarrollar nuestro potencial y mejorar la calidad de los suelos de la estación experimental Tunshi.

La Estación Experimental Tunshi área pecuaria es parte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, esta se

encuentra en la parroquia rural de Licto, a unos 20 minutos al Sur de Riobamba, en el sector de Tunshi, dentro de este espacio se aplican diversos métodos de aprendizaje con el fin de generar conocimiento en las estudiantes.

4.3.3. Marco teórico

El porqué del diseño de señales

El diseño de los elementos de señalización busca la funcionalidad de la información ofrecida por estos, con aplicaciones a la empresa, mobiliario urbano, complejos residenciales, complejos industriales, etc. Sus formas, pictogramas y leyendas deberán tener en cuenta el lugar donde se ubican y a quien van dirigidos. Las ventajas de una buena señalización se traducen la mayoría de las veces en ahorro de tiempo, tan importante en todos los aspectos de la vida actual. (Rodríguez et al, 2020) La información que aporta cualquier código de señal debe facilitar con rapidez, en ciertos de forma inmediata, la percepción clara del mensaje que se intenta transmitir.

La señalética y la iconografía son especialidades del diseño gráfico esencial para lograr el entendimiento universal de las personas en diversos ámbitos de convivencia. Los profesionales en este campo se

preocupan por los aspectos visuales de la búsqueda de formas, la comunicación de identidad y marcas, el diseño de información y la configuración de un sentido de lugar. La señalización ayuda a identificar y marcar un lugar específico, y cuando se usa como parte de un programa de búsqueda de formas más amplio ayuda a las personas a determinar la orientación y navegar por un entorno complejo con facilidad.

6.2. Señalética para espacios naturales

Los espacios naturales y los parques son destinos habituales para los amantes de la naturaleza. Los visitantes suelen verse atraídos por las grandes extensiones verdes y salvajes, sin embargo, una oferta de servicios adecuada a diversas tipologías de usuario puede ser clave en la difusión y reputación del espacio. En este contexto, una identidad de marca y un programa de señalización apropiados facilitan enormemente el disfrute del usuario, a menudo desconocedor del espacio. Además, no debe obviarse la función de

seguridad, los usuarios podrían perderse en un espacio desconocido y sin presencia humana a la que dirigirse. En cualquier caso, los parques y reservas naturales suelen constituir un reto desde diferentes puntos de vista, son espacios de grandes dimensiones con diversos itinerarios,

lo que dificulta la interconexión de las diversas señales. (González & Figueroa, 2021)

En estos espacios es también muy importante que cada uno de los elementos que conforma el programa de señalética tenga en cuenta el respeto al medio ambiente y la armonía con el paisaje en el que se encuentran ubicados. Es obligado, por tanto, una investigación en profundidad antes de iniciar la fase de diseño: su historia, el contenido que proyectan, su topografía, etc. de forma que estas informaciones se integren en la fase de diseño como parte de un significado único y específico, el de los espacios naturales.

Los elementos relevantes a la hora de plantear un programa de señalética en un medio natural son, por un lado, la coherencia con la identidad de marca que tenga ese espacio en concreto y, por otro, la necesidad de no afectar ni visual ni funcionalmente a las diversas especies vegetales y animales que habiten en él. (García & Heredia, 2019)

6.3. Los nombres científicos

Los nombres científicos de animales y plantas se escriben en cursiva, con el primer componente en mayúscula (designativo del género) y, caso de mencionarse, con el

segundo en minúscula (designativo de la especie). De acuerdo con las normas de los códigos internacionales de nomenclatura biológica, recogidas en la Ortografía de la lengua española, los nombres latinos científicos con que se designan las distintas especies y subespecies de animales y plantas se escriben con el primer componente en mayúscula y el segundo en minúscula. Esta misma obra señala que lo apropiado es destacar tales denominaciones con cursiva, no así el artículo que los antecede. (Mouchard, 2019)

El Colegio Politécnico Chimborazo se encuentra ubicado en la vía a Licto, localidad de Tunshi Grande, cantón de Riobamba, Provincia de Chimborazo; la socialización se llevó a cabo con los estudiantes de segundo y tercer año de bachillerato, el grupo de estudiantes se identificaron como mestizos. La socialización con los estudiantes tiene lugar cada viernes, contando con el tiempo de entre 40 min a 1 hora, dentro del tiempo otorgado por las autoridades el colegio se logró desarrollar todas las temáticas que entran en el tema de: *Señalética de las especies vegetales de la zona 1 del centro de bioconocimiento con los estudiantes del colegio politécnico.*

Para el desarrollo de las socializaciones con los estudiantes se utilizó en su gran mayoría materia didáctico, para

iniciar cualquier temática se realizaba una actividad rompe hielo en la cual los estudiantes participaban activamente, de esta manera se pudo conectar de mejor manera con los estudiantes por ende hubo un mejor aprendizaje de los temas y se aumentó el nivel de interés de los estudiantes, al finalizar cada socialización de les entregaba un pequeño refrigerio.

El diseño de las señaléticas se estableció juntamente con los estudiantes, al explicarles previamente la importancia, la información clara y puntual que debe contener. Para lograr un mayor aprendizaje de los estudiantes de les envió trabajos autónomos, de esta manera aseguramos que los estudiantes adquirieran los conocimientos primordiales para la implementación de las señaléticas.

4.3.4. Resultados

- La elaboración de rótulos o señaléticas que llevó dentro de la socialización se realizó con éxito, pues la participación de los estudiantes fue siempre con la mejor disposición y con su interés por realizar todas las actividades preparadas se logró el objetivo. Los conocimientos impartidos dentro del aula de clases de los estudiantes de llevo a cobo en campo para logar la identificación de las especies

vegetales que se encuentran en la zona 1 del Centro de Bio conocimiento.

- El trabajar de manera conjunta y coordinada con los estudiantes del colegio politécnico fue posible gracias al desarrollo de diversas actividades “Rompe hielo” que les permitía a los estudiantes sentirse en un ambiente más ameno, de esta manera de logro el aprendizaje acerca de las temáticas ya antes mencionadas.
- Para lograr el tercer objetivo se generaron actividades autónomas las cuales permitieron desarrollar el intelecto de los estudiantes dentro de los temas asignado.

4.3.5. Conclusiones

- El poder trabajar con los estudiantes del colegio politécnico, ha servido para promover la interacción con las personas de la localidad, saber cómo dirigir ciertas temáticas, saber desarrollarse frente a un público. Ha sido de gran aprendizaje no solo para los estudiantes del Colegio Politécnico, sino también aporta al conocimiento y preparación de los estudiantes de la carrera Recursos Naturales Renovables.
- Se logró realizar las señaléticas con los estudiantes, las cuales serán colocadas respectivamente en las

especies distribuidas en la zona 1 del Centre de Bioconocimiento.

4.3.6. Recomendaciones

- Cuando se trabaja con estudiantes es bueno generar un ambiente agradable para que se desarrolle de mejor manera las socializaciones.
- Al finalizar la socialización de los estudiantes, brindarles un pequeño refrigerio, así mejorará la aceptación y contribuirá a una participación de los adolescentes.
- Durante el desarrollo de las socializaciones utilizar material didáctico para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, y mantener su atención en el tema.

4.4. Diagnóstico rural participativo de la Comunidad Tunshi, San Pedro De Tunshi, Cantón Riobamba

Este trabajo relaciona el buen uso de los recursos naturales dentro de la comunidad de San Pedro de Tunshi, los cuales son manejados principalmente por los comuneros para actividades agrícolas.

Cabe señalar que los servicios de los ecosistemas actualmente se están deteriorando porque no se gestionan de manera sostenible. Lograr un liderazgo basado en las tres dimensiones de la sustentabilidad:

económica, ambiental y social es exactamente lo que busca la sociedad. De esta manera, los recursos no se agotan para las generaciones futuras. La agricultura industrial se ha conservado desde su surgimiento en el siglo pasado, aunque inicialmente se desconocían sus desventajas, pero hoy se sabe que la gran producción de monocultivos con el uso de productos químicos en los campos conduce al desequilibrio de los ecosistemas y la erosión del suelo.

Por tal motivo, y, siendo la agricultura un potenciador de la economía y principal actividad precursora del abastecimiento alimentario, nace el interés por implementar prácticas agrícolas sustentables en la comunidad San Pedro de Tunshi, es de principal compromiso con la naturaleza, así, como con la sociedad. El objetivo es brindar una guía que servirá como herramienta para el mediano y pequeño productor, guía que con bases en la sustentabilidad aportará con técnicas agroecológicas para un manejo sostenible del recurso suelo dentro de su comunidad.

El Centro de Bioconocimiento de la ESPOCH busca trabajar con la comunidad para incrementar los rendimientos a través del uso y manejo adecuado del agua de riego y los niveles de fertilidad del suelo, en este

caso con el objetivo de mejorar las prácticas agrícolas en la comunidad San Pedro de Tunshi.

4.4.1. Objetivos

Objetivo general

Divulgar entre los agricultores las estrategias de recuperación de suelos, basadas en la aplicación y combinación de técnicas agroecológicas, que contribuyan a la conservación del suelo y mejoren su fertilidad y productividad.

Objetivos específicos

- Acercamiento con el presidente de la comunidad.
- Reconocer los intereses de la comunidad
- Realizar capacitaciones sobre los intereses de la comunidad enfocadas en las líneas de estudio del Centro de Bioconocimiento.
- Realizar una visita con la comunidad al centro de Bioconocimiento.

4.4.2. Generalidades

El proyecto se realiza con el apoyo del Centro de Bioconocimiento de la Estación Experimental Tunshi, en la comunidad de San Pedro de Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba. Esta comunidad está formada en su

gran mayoría por persona autodenominada como indígenas, las cuales se dedican al trabajo agrícola y en su menor parte ganadero. Esta comunidad está dirigida por el señor José Remache, quién se encuentra a predispuesto a trabajar en conjunto con el Centro de Bioconocimiento para beneficio de su comunidad en general.

4.4.3. Localización

Figura 4.13. Comunidad San Pedro de Tunshi



Población: +/- 1000 habitantes

Latitud: 1°44'19''S

Longitud: 78°37'40''

Altitud: 2695 msnm

Fuente: Cbio – ESPOCH

4.4.4. Metodología

Acercamiento con el presidente de la comunidad

- Entablar comunicación directa con el líder de la comunidad.
- Realizar una breve explicación del motivo de la asistencia a la comunidad.

- Explicar las líneas de enfoque del centro de bioconocimiento y la carrera las cuales pueden ser de interés para la comunidad San Pedro de Tunshi.
- Reconocer los intereses de la comunidad
- Reconocer los intereses que tiene la comunidad mediante su líder ya que él tiene conocimiento de sobre los temas necesarios que se puede impartir en su comunidad para su beneficio.
- Manejo del recurso suelo, realización de abonos orgánicos, implementación de abonos verdes para mejorar la calidad del suelo, importancias de las barreras vivas dentro de las zonas de cultivo.

Realizar capacitaciones sobre los intereses de la comunidad enfocadas en las líneas de estudio del Centro de Bioconocimiento.

- Realizar dinámica de introducción con enfoque a conocer el conocimiento que tiene la comunidad sobre el correcto manejo del recurso suelo.
- Presentación de los temas que serán impartidos.
- Realizar materiales didácticos para dar a conocer los temas de interés de la comunidad.
- Exponer los beneficios de cada uno de los temas a tratados

Materiales

- Computador
- Proyector
- Gigantografías
- Documentos de apoyo de herramientas para el desarrollo participativo.

4.4.5. Conclusiones

- En conclusión, el Centro de Bioconocimiento ha demostrado ser un eje importante por parte de la academia para mejorar la sociedad. Tal es así que se trabaja en la transferencia de conocimientos con las comunidades aledañas a la Estación Experimental Tunshi.
- Por otra parte, la propuesta de diagnóstico participativo para la comunidad es la herramienta más importante dentro del proyecto en vista de que así se conocerán las necesidades que tiene la comunidad y que se puede solventar mediante capacitaciones.
- Además, no sólo la academia transfiere conocimientos a la comunidad, también puede darse el caso en el que la academia aprenda de la comunidad.
- Finalmente, el proyecto pretende cambiar la situación actual de la comunidad y crear un

manejo sostenible de los recursos naturales dentro de la misma.

4.4.6. Recomendaciones

- Una vez realizado el trabajo de capacitaciones dentro de la comunidad, se recomienda utilizar técnicas didácticas para llegar a la comunidad.
- Buscar documentos en los que se plasme el buen conocimiento sobre buenas prácticas agroforestales para poder compartir con la comunidad.

4.5. Diseño de senderos ecológicos demostrativos de la zona 2 del Centro de Bioconocimiento.

El senderismo es una de las actividades que permite al hombre interactuar con el medio ambiente, lo que permite conocer la riqueza natural que tiene un área, creando así vínculos que relacionan la actividad ecoturística con la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, el senderismo debe estar orientado a metodologías que simplifiquen las alteraciones en el medio ambiente debido a los visitantes. El centro de bioconocimiento estación experimental Tunshi, se encuentra inmersa en una zona donde existe diversidad de especies, lo que la hace atractiva para la recreación y el disfrute de la naturaleza. Características propicias para

el diseño de una ruta ecológica, cuya característica fundamental es el disfrute del medio ambiente a partir de los criterios de conservación de los recursos naturales. Por esta razón, el objetivo principal de este trabajo fue diseñar un sendero ecológico para promover el conocimiento de la biodiversidad del área. Para esto fue necesario conocer las características físicas (ancho, pendiente, grado de compactación y textura del suelo) del camino e identificar las especies que habitan en el área.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sendero ecológico por medio de estimativos de la capacidad de carga, como estrategia pedagógica para fomentar el conocimiento de biodiversidad en la Zona 2 del CBIO

Objetivos Específicos

- Identificar la zona geográfica donde se piensa diseñar el sendero ecológico.
- Seleccionar la mejor ruta de sendero para que no cause mucho impacto ambiental.

4.5.1. Generalidades

Descripción general de la organización

El centro de Bioconocimiento de la zona 2 ESPOCH es un espacio de interaprendizaje, se basa en la práctica del manejo del suelo y como saber aprovecharlo de una manera sustentable y amigable con el medio natural

El centro de bioconocimiento se encuentra en la Estación Experimental Tunshi el cual es un área pecuaria con una extensión de 145,5 h, según la subsecretaría de tierras y departamentos de desarrollo físico de la ESPOCH. Su ubicación geográfica con una Latitud: Sur 1°44' 54"; Oeste 78°37' 72" y una Altitud de 2710 msnm.

Senderos

Los senderos como "caminos trazados en un sitio natural que proporcionan explicaciones sobre el medio ambiente (flora, fauna y fenómenos naturales)". La función principal de los senderos siempre ha sido satisfacer la necesidad de viajar. Sin embargo, emergen como un nuevo medio de contacto entre el hombre y la naturaleza, pero este contacto causa impacto físico y visual, sonido y olor.

Los senderos ofrecen a los visitantes la oportunidad de disfrutar de la zona de forma tranquila y familiarizarse con el entorno natural. Los senderos bien construidos y mantenidos adecuadamente protegen el medio ambiente del impacto del uso y también garantizan a los

visitantes una mayor comodidad, seguridad y satisfacción
(Alba Sud, agosto)

Impactos

Las áreas naturales, especialmente las áreas protegidas, sus paisajes, fauna y flora, así como las características culturales existentes, son una atracción importante para las personas de sus países de origen y los turistas de todo el mundo. Por esta razón, las organizaciones ambientales reconocen la enorme importancia del turismo y son conscientes del daño que el turismo mal administrado o no administrado puede causar al patrimonio natural y cultural del planeta).

Los impactos turísticos se refieren al rango de modificaciones o secuencia de eventos causados por el proceso de desarrollo turístico en las localidades receptoras. Las variables que causan los impactos tienen diferente naturaleza, intensidad, direcciones y magnitudes; sin embargo, los resultados interactúan y generalmente son irreversibles. El impacto teórico del ecoturismo se puede conocer a través de dos elementos relevantes: los costos potenciales, que son la degradación ambiental, los beneficios potenciales, que generan ingresos para las áreas protegidas, crean empleos para las personas que viven cerca de ellos y promueven la

educación ambiental y la conciencia de la conservación (GRN, 2015).

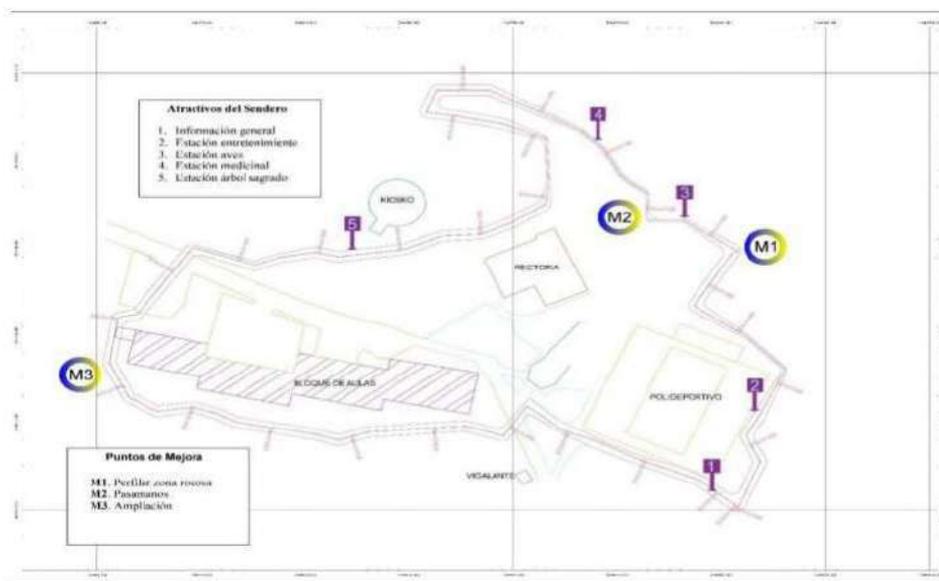
Educación ambiental

La Educación Ambiental (EA), es un instrumento que puede generar cambios en las actitudes y que tiene como objetivo preparar al individuo y a la sociedad para llevar a cabo acciones de desarrollo sostenible, en respuesta a los desafíos del mundo globalizado, es necesario reeducar a la sociedad, preparándola para los cambios que ocurrirán, indican que para trabajar la educación ambiental se pueden utilizar espacios naturales que generen posibilidades educativas, enfatizando los problemas ambientales (EPA, 2016).

Capacidad de carga

El cálculo de la capacidad de carga permite determinar el número máximo de visitas que puede recibir un área para obtener este cálculo se halló la longitud total del sendero ecológico y las coordenadas a partir del GPS, así mismo fue necesario tener medidas como el ancho del sendero, pendiente, textura y grado de compactación del suelo a lo largo del recorrido (Cepada, 2019).

Figura 4.14. Diagrama de los senderos



Fuente: Cbio – ESPOCH

4.5.2. Conclusiones

El proyecto formulado relaciona la conservación y apreciación del ecosistema, con la construcción de un sendero ecológico, dado que hoy en día las zonas vegetales son vulnerables a los impactos generados por del hombre y destrucción del medio ambiente.

4.5.3. Recomendaciones

- Se recomienda crear un punto de acopio externo al sendero para evitar obstaculizar el sendero ecológico y de esta forma contribuir a no generar un impacto.

- Se recomienda a las autoridades de protección del medio ambiente realizar proyectos encaminados a la protección y conservación de sitios específicos ricos en flora, fauna, y fuentes naturales, mediante la creación de senderos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agualzaca, D. (2021). *Evaluación del vigor vegetal de *Alnus acuminata* Kunth (Aliso) aplicando dos métodos no destructivos: índice normalizado diferencial de vegetación (NDVI) e índice de robustez (IR)*.
- Alcahuamani, V. (2010). *Evaluación y análisis histológico-comparativo de *Ruta graveolens* L.*
- Alvarado, A. (2003). Aspectos biológicos, usos agrícolas y medicinales del "tomate de palo" (*Cyphomandra betacea*). *Revista Tecnología en Marcha*, 16.
- Álvaro, W. (2020). *Listado de plantas ornamentales urbanas de Tunja (Boyacá, Colombia)*.
- AristaSur. (2021, 23 de enero). *Sistema de Coordenadas Geográficas: UTM*. AristaSur. <https://www.aristasur.com/sistema-coordenadas-geograficas-utm>
- Brines, R. (2016). *Guía verde*. <https://www.guiaverde.com/plant-guide/fejjoa-sellowiana-2106/>
- Castillo, A. (2011). Caracterización fármaco-toxicológica de la planta medicinal *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* (L) R. Bolli. *Revista Cubana de Farmacia*, 45.
- Cepada, A. (2019, 2 de junio). *Texa Parks*. <https://tpwd.texas.gov/education/hunter-education/educacion-para-cazadores/chapter-9/capacidad-de->

funciona y cuáles son sus errores? El blog de franz. Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://acolita.com/laprecision-del-gps-como-funciona-y-cuales-son-sus-errores/>

García, R. B., & Heredia, D. B. (2019). *Potencialidades del Jardín Botánico de Camagüey para el desarrollo del turismo sostenible*.

García-Astillero, A. (2018, 28 de septiembre). *Cómo se formó el planeta Tierra: explicación para niños*. *ecologiaverde.com*. Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://www.ecologiaverde.com/como-se-formo-el-planeta-tierra-explicacionpara-ninos-1504.html>

Garnatje, T. (2018). *Solanum dulcamara L.*

Gasca, J. (2001). *Tomillo (Thymus vulgaris L.)*. *Medicina naturalista*.

Gil, J. (2022). *Toxicidad aguda oral del extracto etanólico de hojas de Aloysia citriodora palau "Cedron" en Rattus rattus Var. Albinus*.

Gilman, F. (2014). *Callistemon citrinus*. Florida: Red Bottlebrush.

González, C. (2018). *Aeonium canariense (L.) Webb & Berthel. subsp. virgineum (Webb ex Christ) Bañares*. Lista de especies silvestres terrestres y marinas de Canarias.

González Lavayen, J. L., & Figueroa Pin, R. D. (2021). *Diseño de sistema señalético para el Jardín Botánico de Guayaquil dirigido al público general* (Doctoral dissertation, ESPOL. FADCOM.).

GRN. (2015, 13 de mayo). *Gestión en Recursos Naturales*.

<https://sader.jalisco.gob.mx/catalogo-plantas/guayabo>

Gutierrez, N. (2014, 22 de enero). *Agricultura y desarrollo rural*.
[https://sader.jalisco.gob.mx/catalogo-plantas/mandarina-](https://sader.jalisco.gob.mx/catalogo-plantas/mandarina-dancy#:~:text=Son%20%C3%A1rboles%20peque%C3%B1os%2C%20hojas%20unifoliadas,semillas%20pueden%20ser%20monoembri%C3%B3nicas%20y)

[dancy#:~:text=Son%20%C3%A1rboles%20peque%C3%B1os%2C%20hojas%20unifoliadas,semillas%20pueden%20ser%20monoembri%C3%B3nicas%20y](https://sader.jalisco.gob.mx/catalogo-plantas/mandarina-dancy#:~:text=Son%20%C3%A1rboles%20peque%C3%B1os%2C%20hojas%20unifoliadas,semillas%20pueden%20ser%20monoembri%C3%B3nicas%20y)

Guzmán, F. (2020). *Prunus serotina Ehrh.* Madera y bosques.

INDUANALISIS. (2018). *¿Qué es la degradación del suelo?*

https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/que_es_la_degradacion_del_suelo_39

INIA. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas INIA Tacuarembó 20 de mayo de 2015*.

<http://inia.uy/Documentos/Públicos/INIA%20Tacuarembó/2015/EI%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>

Parra-León, V., Guilcapi-Pacheco, D., & Ortiz-Cruz, P. (2021). *Servicios ecosistémicos generados por el fomento de la agrobiodiversidad, manejo del suelo y del territorio en él. Perspectivas en Ciencia*, 6(6), 777–794.
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i6.2787>

Kessler, M. (2006). *Taxonomical and distributional notes on Polylepis (Rosaceae)*.

Lizárraga, A. (2020). *Elaboración de gel natural de penca de sábila (Aloe vera) cultivada en el departamento de Tarija, para uso tópico (Proyecto de Grado, modalidad Investigación Aplicada)*. Recuperado el 26 de enero de 2023.

- Martínez, J. (2000). *Descripción de Variedades de Níspero Japonés* (G. Valenciana, Ed.). Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado el 26 de enero de 2023, de <https://agroambient.gva.es/documents/163228750/167772261/Descripci%C3%B3n+de+variedades+de+N%C3%ADspero+japon%C3%A9s.pdf/af2145a5-5c01-4cf4-9160-88059eb3909f?t=1422959633288#:~:text=Descripci%C3%B3n%20bot%C3%A1nica,-El%20n%C3%ADspero%20del&text=La%20plant>
- Montaño, N., Navarro, M., Patricio, I., Chimal, E., & Cruz, J. (2017). *El Suelo y su multifuncionalidad ¿qué ocurre ahí abajo?* *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 25. <https://www.redalyc.org/journal/104/10455646009/html/>
- Mouchard, A. (2019). *Etimología de los nombres científicos en Argentina*. Universidad.
- Navarro, C. (1979). *Cultivo de geranio*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Parra, J. (2015). *Evaluación de métodos de inactivación enzimática en la obtención de pulpa de membrillo (Cydonia oblonga)*.
- Piscitelli, M. (2015). *Degradación de suelos*. UNICEN. <https://www.unicen.edu.ar/content/degradación-de-suelos>
- Prats, J. (2022). *Estudio técnico y económico de extracción de aceite esencial de romero (Salvia Rosmarinus)*

mediante destilación de arrastre con vapor. Universitat Politècnica de València.

Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales. (2019).
Manual de agroforestería.
<https://www.biopasos.com/documentos/028.pdf>

Pujadas, A. (2008). New species of *Orobanche* (*Orobanchaceae*) from the Balearic Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society*. Recuperado el 26 de enero de 2023.

Quijia, M. (2020, 26 de mayo). Fenología floral de la guaba (*Inga edulis*) en un valle interandino del Ecuador. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572263177003/html/#:~:text=La%20guaba%20es%20un%20%C3%A1rbol,de%2015%20a%2025%20cm>

Rodríguez, R. (1983). *Flora arbórea de Chile*. Santiago: Universidad de Concepción.

Rodríguez, R. C., Carlos, C. M., Vergara-Villegas, O. O., & Sánchez, V. G. C. (2020). Detección y clasificación de señales de tráfico mexicanas mediante aprendizaje profundo. *Research in Computing Science*, 149(8), 435-449.

Rojas, F. (2012). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Aromo (*Acacia farnesiana*). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9.

Rünger, W. (2019). *Begonia*. En *CRC Handbook of Flowering* (pp. xx-xx). CRC Press.

Silva, A. (2015). *Determinación de la actividad antibacteriana*

de tres variedades de limón (*Citrus limón* (L) Osbeck, *Citrus limón* (L) Osbeck en combinación con *Citrus reticulata* y *Citrus medica* L.). Universidad, Ciencia y Sociedad.

Smyth, C. (2022). *Carissa spinarum* L. En *Medicinal Plants*. InTechOpen.

Stampella, P. (2021). *Identificación taxonómica de las plantas de la "Materia Médica Misionera"* (Vol. 56). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*.

Suquilanda Valdivieso, M. (2017). *Manejo Agroecológico de Suelos MSV. MAGAP*.
<https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecológico%20Suelos%20MSV.pdf>

Telpark. (2016, 11 de septiembre). *GPS para móviles y su margen de error*. Estacionamiento Simplificado. Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://blog.telpark.com/es/gps-para-moviles-y-su-margen-de-error/>

Thompson, R. (s.f.). *Flora vascular del sitio histórico estatal Old Mulkey Meeting House, condado de Monroe, Kentucky*. 2010: *Revista del Instituto de Investigación Botánica de Texas*.

Tirado, C. J. (2002). *Fundación Jardín Botánico de Mérida (VEREDA - Venezuela Red de Arte)*. Recuperado el 26 de enero de 2023, de http://vereda.ula.ve/jardin_botanico/areas-tematicas/jardin-xerofitico/maguey-agave/

Tonguino, M. (2011). *Determinación de las condiciones*

óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita* L.) y orégano (*Origanum vulgare* L.) (Tesis de Licenciatura).

Topografía, P. (2020, 12 de noviembre). *La topografía en las zonas rurales*. Perfil Topografía. <https://perfiltopografia.es/topografia-zonas-rurales/>

Trevisan, S. (2017). *Propiedades de la Mentha piperita* (Vol. 3). *Mundo J. Pharm. Medicina*.

USDA. (2013). *INFO ARBOLES EN ACCION ¿Qué es Agroforestería?*
https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/workin_gtrees/infosheets/WhatisAF_Spanish.pdf

Vecinos Verdes. (2016). *Escobillón rojo*.



Vicente Javier Parra León

Doctorando en Ecología y Conservación de los Recursos Naturales en la UFU (Brasil), Master en Agroecosistemas con mención en Agricultura Ecológica por la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil). Estudia la restauración de las funciones ecológicas de suelos degradados, el manejo sustentable y la conservación de los recursos naturales, servicios ecosistémicos y cambio climático con un enfoque en investigación acción participativa. Actualmente es docente de la ESPOCH y Coordinador del Centro de Bio-conocimiento.



Susana Monserrat Zurita Polo

Ingeniera en Sistemas Informáticos. Máster universitario en ingeniería de Software y Sistemas Informáticos. Magíster en Educación a Distancia. Estudiante de Doctorado en Educación en Universidad Nacional de Rosario – Argentina. Experiencia en capacitación y asistencia técnica a comunidades de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua para elaboración de Planes de Desarrollo Comunitario. Docente en la ESPOCH – actualmente en Facultad de Recursos Naturales. Miembro activo de Asociación Mundial de Tutores Virtuales.



Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco

Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Magister en Biodiversidad y Recursos genéticos con mención en recursos fito genéticos y microorganismos asociados obtenido en la Universidad Técnica del Norte. Doctorando en Biología conservación de la biodiversidad en la Universidad de Salamanca. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en las asignaturas de Botánica, Flora del Ecuador, Biodiversidad.



Cristian Santiago Tapia Ramírez

Ingeniero Agrónomo; Magister en Riego y Drenaje; Docente para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en las asignaturas de Riego y Drenaje; Fruticultura; Docente para la Universidad Técnica de Cotopaxi, en las asignaturas de Riego y Drenaje; Hidráulica; Agrometeorología; Especialista en Irrigación para el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica; Analista en Tecnificación de riego para el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

ISBN: 978-9942-621-77-1



9 789942 621771