



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE DOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS  
ABONOS VERDES: INCIDENCIA SOBRE PLANTAS  
ESPONTÁNEAS Y BIOMASA A DIFERENTES  
DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL TUNSHI**

**Trabajo de Integración Curricular**  
Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA:**  
**CLARA ESTEFANÍA NARANJO SÁNCHEZ**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE DOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS  
ABONOS VERDES: INCIDENCIA SOBRE PLANTAS  
ESPONTÁNEAS Y BIOMASA A DIFERENTES  
DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL TUNSHI**

**Trabajo de Integración Curricular**  
Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORA: CLARA ESTEFANÍA NARANJO SÁNCHEZ**

**DIRECTOR: Ing. VICENTE JAVIER PARRA LEÓN MSc**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Clara Estefanía Naranjo Sánchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Clara Estefanía Naranjo Sánchez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 23 de mayo de 2023



**Clara Estefanía Naranjo Sánchez**

**1804394938**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE LOS ABONOS VERDES: INCIDENCIA SOBRE PLANTAS ESPONTÁNEAS Y BIOMASA A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**, realizado por la señorita: **CLARA ESTEFANIA NARANJO SANCHEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

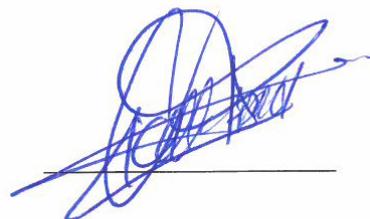
FECHA

Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez PhD  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



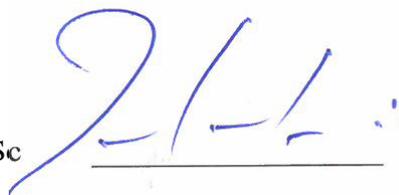
2023-05-23

Ing. Vicente Javier Parra León MSc  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE  
DE INTEGRACION CURRICULAR**



2023-05-23

Ing. Rolando Fabián Zabala Vizúete MSc  
**ASESOR DE TRABAJO DE  
DE INTEGRACION CURRICULAR**



2023-05-23

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la fuerza y motivación para continuar y dar motivos para ser valiente y fuerte durante todo el trayecto de mi vida y el transcurso de la carrera, por brindarme el conocimiento que me ha brindado para hacer la investigación de manera correcta y guiarme en la vida para ser mejor como persona. A mis padres y a mis hermanos, que me han brindado su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, también con su paciencia, me han motivado a salir adelante durante el transcurso de la carrera, me han enseñado e inculcado valores y principios para obtener la fuerza necesaria para la culminación del proyecto de investigación desarrollado con todo esfuerzo y sacrificio.

A mis mascotas que estuvieron a mi lado y brindándome ánimos para seguir y tener más salud emocional.

Clara

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la sabiduría que me brindo para el desarrollo de la investigación y por darme salud para continuar.

A mis hermanos que me alentaron a realizar el trabajo de buena manera, a permanecer a mi lado y mis padres que se han esforzado en obtener los recursos necesarios para terminar este proceso Al Ing. Vicente Parra por apoyarme durante el transcurso del desarrollo de la investigación, al Ing. Rolando Zabala por motivarme a tener más seguridad en mi persona, a estar en todo momento en el desarrollo de la investigación, y brindarme su tiempo y conocimiento para orientarme del trabajo de integración curricular, y a la Ing. Monserrat Zurita por su tiempo y guiarme en el proyecto de investigación.

Clara

## TABLA DE CONTENIDO

|                              |      |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS.....        | x    |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xi   |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....        | xiii |
| RESUMEN.....                 | xiv  |
| SUMMARY.....                 | xv   |
| INTRODUCCIÓN.....            | 1    |

### CAPÍTULO I

|   |   |
|---|---|
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....         | 3 |
| 1.1 Planteamiento del Problema.....       | 3 |
| 1.2. Objetivos.....                       | 3 |
| 1.2.1. <i>Objetivo General</i> .....      | 3 |
| 1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i> ..... | 3 |
| 1.3. Justificación.....                   | 4 |
| 1.4. Hipótesis.....                       | 4 |

### CAPITULO II

|  |     |
|--|-----|
| 2. MARCO TEÓRICO.....  | 6   |
| 2.1. Servicios ecosistémicos.....  | 6   |
| 2.2. Importancia de los Servicios ecosistémicos.....                               | 7   |
| 2.3. Clasificación de los servicios ecosistémicos.....                             | 8   |
| 2.4. Escala y servicios ecosistémicos.....   | 10  |
| 2.5. Servicios ecosistémicos que aporta el suelo.....                              | 12  |
| 2.5.1. <i>Almacenamiento o fijación de carbono</i> .....                           | 12  |
| 2.5.2. <i>Almacenamiento y filtración de agua.</i> .....                           | 133 |
| 2.5.3. <i>Soporte de las actividades humanas y fuente de materias primas</i> ..... | 13  |
| 2.5.4. <i>Reserva de biodiversidad</i> .....                                       | 13  |
| 2.5.5. <i>Crecimiento de plantas espontáneas</i> .....                             | 166 |
| 2.5.6. <i>Biomasa</i> .....  | 16  |
| 2.6. Abonos verdes.....  | 17  |
| 2.6.1. <i>Especies utilizadas como abonos verdes</i> .....                         | 18  |
| 2.6.2. <i>Mezclas de cultivos para abonos verdes</i> .....                         | 18  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.6.3. | Características de los abonos verdes .....                                 | 19 |
| 2.6.4. | <i>Beneficios de los abonos verdes en su incorporación al suelo.</i> ..... | 19 |
| 2.6.5. | <i>Importancia de los abonos verdes</i> .....                              | 21 |
| 2.6.6. | <i>Tipos de servicios ecosistémicos que generan los AV.</i> .....          | 22 |
| 2.6.7. | <i>Siembra de abonos verdes</i> .....                                      | 23 |
| 2.6.8. | <i>Densidad de siembra</i> .....   | 23 |

### CAPITULO III

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.     | MARCO METODOLÓGICO.....   | 24  |
| 3.1.   | Localización.....   | 24  |
| 3.2.   | Área de estudio.....  | 24  |
| 3.3.   | Enfoque de investigación .....  | 25  |
| 3.4.   | Nivel de investigación .....  | 25  |
| 3.5.   | Diseño de investigación.....  | 266 |
| 3.6.   | Tipo de estudio .....   | 26  |
| 3.7.   | Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra ..... | 26  |
| 3.8.   | Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....                        | 27  |
| 3.8.1. | <i>Materiales de campo</i> .....  | 27  |
| 3.8.2. | <i>Materiales laboratorio</i> .....   | 27  |
| 3.8.3. | <i>Métodos</i> ....   | 27  |

### CAPITULO IV

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.     | RESULTADOS Y DISCUSIONES.....   | 40 |
| 4.1.   | Primer objetivo: Evaluar la incidencia de los abonos verdes sobre el crecimiento de las plantas espontáneas (Maleza) a diferentes densidades de siembra para evitar el crecimiento de maleza en áreas de cultivos. .... | 40 |
| 4.1.1. | <i>Modelo DCA</i> .....   | 46 |
| 4.1.2. | <i>Modelo DBCA</i> .....  | 48 |
| 4.2.   | Segundo objetivo: Comparar el contenido de biomasa de los abonos verdes a diferentes densidades de siembra para mejorar las características físicas y químicas del suelo en el Cbio.....                                | 53 |
| 4.2.1. | <i>Comparación de medias de la muestra de campo por preso fresco</i> .....  | 54 |
| 4.2.2. | <i>Comparación de medias de la muestra de campo por preso seco</i> .....  | 55 |
|        | CONCLUSIONES.....   | 59 |
|        | RECOMENDACIONES.....  | 61 |

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Tabla 2-1:</b>  | Servicios ecosistémicos de los abonos verdes.....                         | 22 |
| <b>Tabla 3-2:</b>  | Proporciones de la Avena y vicia para cada tratamiento .....              | 29 |
| <b>Tabla 4-3:</b>  | Plantas espontáneas identificadas en el área de investigación.....        | 40 |
| <b>Tabla 4-4:</b>  | Número de individuos por especies de plantas espontáneas y cultivos. .... | 41 |
| <b>Tabla 4-5:</b>  | Estimación de índice de Dominancia .....                                  | 42 |
| <b>Tabla 4-6:</b>  | Porcentaje de abundancia entre plantas espontáneas y los cultivos.....    | 44 |
| <b>Tabla 4-7:</b>  | Análisis de Varianza DCA.....   | 46 |
| <b>Tabla 4-8:</b>  | Estimación del índice de Shannon .....                                    | 48 |
| <b>Tabla 4-9:</b>  | Análisis de Varianza DBCA .....   | 50 |
| <b>Tabla 4-10:</b> | Peso fresco y seco del forraje.....                                       | 53 |
| <b>Tabla 4-11:</b> | Prueba de Tukey para comparación de medias 1 .....                        | 54 |
| <b>Tabla 4-12:</b> | Prueba de Tukey para comparación de medias .....                          | 56 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                          |   |    |
|--------------------------|---|----|
| <b>Ilustración 2-1:</b>  | Servicios ecosistémicos .....   | 6  |
| <b>Ilustración 2-2:</b>  | Servicios ecosistémicos y sistema socioeconómico.....   | 6  |
| <b>Ilustración 2-3:</b>  | Servicios ecosistémicos en la Estación experimental Tunshi.....   | 7  |
| <b>Ilustración 2-4:</b>  | Los servicios ecosistémicos de provisionamiento. ....   | 8  |
| <b>Ilustración 2-5:</b>  | Tipos de servicios ecosistémicos. ....  | 10 |
| <b>Ilustración 2-6:</b>  | Servicios ecosistémicos a nivel local.....  | 10 |
| <b>Ilustración 2-7:</b>  | Servicios ecosistémicos a escala global.....  | 11 |
| <b>Ilustración 2-8:</b>  | Índice de biodiversidad y Servicios ecosistémicos .....   | 11 |
| <b>Ilustración 2-9:</b>  | Las funciones del suelo sustentan a los servicios ecosistémicos que brindan bienes y beneficios a la sociedad ..... | 12 |
| <b>Ilustración 2-10:</b> | Servicios ecosistémicos del suelo.....  | 13 |
| <b>Ilustración 2-11:</b> | Biodiversidad del suelo .....   | 14 |
| <b>Ilustración 2-12:</b> | Maleza entre Abonos verdes .....  | 16 |
| <b>Ilustración 2-13:</b> | Aporte de biomasa de abonos verdes al suelo.....  | 17 |
| <b>Ilustración 2-14:</b> | Abonos verdes.....  | 17 |
| <b>Ilustración 2-15:</b> | a) Garbanzo b) Vicia, c) Frejol.....  | 18 |
| <b>Ilustración 2-16:</b> | a) Trigo, b) Centeno, c) Cebada, d) Arroz e) Avena.....   | 18 |
| <b>Ilustración 2-17:</b> | Servicios que brinda la incorporación de los abonos verdes.....   | 19 |
| <b>Ilustración 2-18:</b> | Beneficios de la implementación de abonos verdes para la fertilidad del suelo.....                                  | 20 |
| <b>Ilustración 2-19:</b> | Abonos verdes para el control de enfermedades y espontáneas.....  | 21 |
| <b>Ilustración 2-20:</b> | Los abonos verdes para fomentar los agroecosistemas .....   | 22 |
| <b>Ilustración 3-21:</b> | Localización del área de estudio.....   | 24 |
| <b>Ilustración 3-22:</b> | Área de estudio.....  | 25 |
| <b>Ilustración 3-23:</b> | Preparación del terreno.....  | 28 |
| <b>Ilustración 3-24:</b> | Aplicación y distribución de abono orgánico .....   | 28 |
| <b>Ilustración 3-25:</b> | Numeración de los transectos implementado .....   | 30 |
| <b>Ilustración 3-26:</b> | Establecimiento de los tratamientos en cada área .....  | 30 |
| <b>Ilustración 3-27:</b> | Delimitación de área de investigación y unidades experimentales .....   | 30 |
| <b>Ilustración 3-28:</b> | Implementación de los transectos en la parcela .....  | 30 |
| <b>Ilustración 3-29:</b> | Estimación de la cantidad de semilla.....   | 31 |
| <b>Ilustración 3-30:</b> | Siembra de avena y vicia.....   | 32 |
| <b>Ilustración 3-31:</b> | Inicio de riego .....   | 32 |
| <b>Ilustración 3-32:</b> | Limpieza de espontáneas.....  | 33 |

|                          |   |    |
|--------------------------|---|----|
| <b>Ilustración 3-33:</b> | a) Área experimental (Transecto) b) Área de muestreo (Cuadrante) .....  | 33 |
| <b>Ilustración 3-34:</b> | Identificación y conteo de especies en campo .....                      | 34 |
| <b>Ilustración 3-35:</b> | Recolecta de la muestra. ....   | 36 |
| <b>Ilustración 3-36:</b> | Corte de muestra en partes pequeñas .....                               | 36 |
| <b>Ilustración 3-37:</b> | Peso de la muestra fresca.....  | 37 |
| <b>Ilustración 3-38:</b> | Muestras colocadas en la estufa.....                                    | 38 |
| <b>Ilustración 3-39:</b> | Peso de las muestras de forraje.....                                    | 38 |
| <b>Ilustración 4-40:</b> | Índice de dominancia en especies vegetales .....                        | 43 |
| <b>Ilustración 4-41:</b> | Proporción de porcentajes entre plantas espontáneas y cultivos .....    | 45 |
| <b>Ilustración 4-42:</b> | Gráfica de efectos principales para índice de.....                      | 47 |
| <b>Ilustración 4-43:</b> | Gráfica de interacción de cada tratamiento por bloque y viceversa. .... | 48 |
| <b>Ilustración 4-44:</b> | Gráfico de índice de Shannon.....                                       | 49 |
| <b>Ilustración 4-45:</b> | Gráfica de efectos principales para índice de Shannon.....              | 51 |
| <b>Ilustración 4-46:</b> | Grafica de interacción para Shannon .....                               | 52 |
| <b>Ilustración 4-47:</b> | Comparación de medias de muestra de campo en peso fresco.....           | 54 |
| <b>Ilustración 4-48:</b> | Peso fresco (kg/ha) de los cultivos asociados .....                     | 55 |
| <b>Ilustración 4-49:</b> | Comparación de medias de muestra de campo en peso seco .....            | 56 |
| <b>Ilustración 4-50:</b> | Peso seco (kg) de los cultivos asociados .....                          | 57 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PREPARACIÓN DEL TERRENO

**ANEXO B:** ESTABLECIMIENTO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

**ANEXO C:** IMPLEMENTACIÓN DE TRANSECTOS

**ANEXO D:** SIEMBRA DE LA AVENA Y VICIA

**ANEXO E:** RIEGO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS PRINCIPALES Y  
SECUNDARIOS

**ANEXO F:** SEGUIMIENTO DEL DESARROLLO DE CRECIMIENTO DE LOS  
CULTIVOS Y RIEGO

**ANEXO G:** TOMA DE DATOS, IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE ESPECIES

**ANEXO H:** CORTE Y TOMA DEL PESO DEL FORRAJE, CORTE DE LAS MUESTRAS  
EN TROZOS PEQUEÑOS Y COLOCADAS EN FUNDAS DE PAPEL E  
INTRODUCIDAS A LA ESTUFA PARA LA TOMA DEL PESO SECO

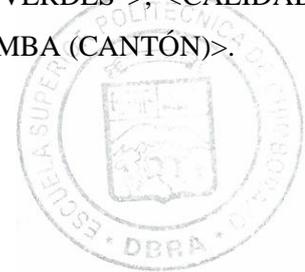
## RESUMEN

En Ecuador, el suelo se encuentra degradado en un 47% debido al manejo insostenible del hombre, y dado que, algunos estudios sobre estrategias de conservación y restauración del recurso son mínimos, se ha planteado este tema de investigación cuyo objetivo fue la evaluación de dos servicios ecosistémicos generados por los abonos verdes en la incidencia sobre plantas espontáneas y aporte de biomasa a diferentes densidades de siembra en la Estación Experimental Tunshi. La metodología que se estableció fue un diseño de bloques completos al azar, definido los tratamientos como densidades de siembra y el control, para ello, se estableció transectos como unidades experimentales. Para cumplir cada objetivo se realizó el lanzamiento de un cuadrante dentro de cada transecto, con ello se realizó el conteo y la identificación de especies a través de observación directa y manuales de identificación, para el análisis de biodiversidad de cada cuadrante y para el segundo objetivo, se realizó el corte de muestra fresca para su pesado en balanza e introducir en la estufa para la materia seca y tomar el peso. Como resultado se obtuvo, el índice de dominancia de 0,60 y 0,85 en el índice de Shannon para el tratamiento tres deduciendo que, la avena en mayor porción que la vicia tuvo incidencia en el control de espontáneas. En cuanto a la comparación de aporte de biomasa entre cada tratamiento el de mayor producción fue el tratamiento tres con 1,88 kg/m<sup>2</sup> de materia verde y 0,60 kg//m<sup>2</sup> de materia seca. Concluyendo que la densidad de siembra que evita el crecimiento de plantas espontáneas es de 120 kg/ha, además incorpora materia orgánica al suelo, de este modo incrementa nutrientes, la interacción de microorganismos, infiltración del agua, regulación del aire, que promueve la agrobiodiversidad y el incremento de servicios ecosistémicos para beneficio de los seres vivos.

**Palabras clave:** < SERVICIOS ECOSISTÉMICOS>, <ABONOS VERDES >, <CALIDAD DEL SUELO >, < TUNSHI GRANDE (COMUNIDAD)>, < RIOBAMBA (CANTÓN)>.



D.B.R.A.  
Ing. Cristian Castillo



1301-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

In Ecuador, the soil is degraded by 47% due to unsustainable management by man, and since some studies on conservation strategies and restoration of the resource are minimal, this research topic has been raised whose objective was the evaluation of two ecosystem services generated by green manures in the incidence on spontaneous plants and contribution of biomass to different planting densities in Tunshi Experimental Station. The methodology that was established was a randomized complete block design, defined as planting densities and control treatments, for this, transects were established as experimental units. To meet each objective, a quadrant was launched within each transect, with which the count and identification of species was carried out through direct observation and identification manuals, for the biodiversity analysis of each quadrant and for the second objective, the fresh sample was cut for its weighing on a scale and then introduced into the oven for the dry matter and take the weight. As a result, the dominance index of 0,60 and 0,85 in the Shannon index for treatment three was obtained, deducing that oats in a greater portion than vetch had an incidence in the control of spontaneous. Regarding the comparison of biomass contribution between each treatment, the one with the highest production was treatment three with 1,88 kg/m<sup>2</sup> of green matter and 0,60 kg//m<sup>2</sup> of dry matter. Concluding that the planting density that prevents the growth of spontaneous plants is 120 kg/ha, it also incorporates organic matter into the soil, thus increasing nutrients, the interaction of microorganisms, water infiltration, air regulation, which promotes the agrobiodiversity and the increase of ecosystem services for the benefit of living beings.

**Keywords:** <ECOSYSTEM SERVICES>, <GREEN MANURES>, <QUALITY FROM THE GROUND >, < TUNSHI GRANDE (COMMUNITY)>, <RIOBAMBA (CANTON)>.



Lic. Lorena Hernández A.

180373788-9

## INTRODUCCIÓN

Los Andes del Ecuador es un territorio natural que abarca condiciones biofísicas específicas que posee una gran variedad de recursos naturales, principalmente por la presencia del suelo apto para el desarrollo de actividades agrícolas, por lo que el uso y la ocupación del recurso se ha convertido en una de las principales preocupaciones a nivel local y regional (Vivanco Cobo, 2014, p. 12). Además, se ha ido alterando a una velocidad rápida debido a los diferentes usos produciendo cambios en su salud. Además, cumple funciones y procesos, para de esa manera brindar servicios ecosistémicos para el ser humano. Según la FAO (2014), citado en Castillo Valdivieso (2017, p. 1) argumenta que en América Central y América del Sur la expansión de los pastizales para la ganadería es otro de los principales factores para la gran destrucción de ecosistemas en los últimos años. Según MAE y MAG (2017) citado en Almeida, et al, (2019, p. 212) en Ecuador los suelos se encuentran en procesos de degradación de un 47 % y se da de acuerdo a las zonas de pendientes, de la cual la región más afectada es la interandina en la provincia de Chimborazo con un 4% que afecta el desarrollo de capacidad y productiva como menciona Vimos, (2015) citado en Llamatumbi Paillacho y Chitalogro Yáñez (2021, p. 2). A lo largo del tiempo, el aprovechamiento más común de este recurso en la Sierra ecuatoriana es la agricultura por las condiciones favorables que posee y por la gran variedad de producción de alimentos (Castro Romero y Santos Saavedra, 2012, p 8-10). Por lo tanto, el uso del suelo del 2019 fue de 12.3 millones de ha a diferencia del año 2018. La otra parte del suelo no son dedicados a la agricultura, y cuenta con una superficie de 7.2 millones de ha, y por lo general son bosques, montes, y páramos, en cambio, para otros casos el uso del suelo se encuentra bajo manejo agronómico con una superficie de 5.1 millones de ha INEC (2022) citado en Sánchez et al. (2022, p.215).

El recurso suelo se ha convertido en uno de los bienes más fundamentales dentro del desarrollo de la naturaleza y del hombre, este provee de alimentos en mayor porcentaje a nivel mundial, asimismo, cumple varias funciones para los diversos ecosistemas y aporta servicios ecosistemas para el planeta, por lo que debe tener un valor esencial en cuanto al manejo y conservación de este recurso para que este sano de manera constante y obtener buena producción del suelo a lo largo del tiempo. El manejo de este recurso fomenta la restauración de la calidad de esto e integra una serie de actividades y practicas agronómicas, vegetativas y mecánicas que buscan reducir el impacto negativo de la degradación de suelos (Ríos, et al, 2015, pp, 19-24). La mayoría de la población han realizado las actividades de pastoreo extensivo tradicional, por lo que requieren prácticas de conservación y restauración sostenibles para mejorar el crecimiento económico y ambiental para la producción de cultivos de buena calidad (Cachipundo Cualchi, 2013, p. 1).

Existen diferentes estrategias de manejo y conservación que implican mejorar la calidad del suelo y aumentar los servicios ecosistémicos. Además, aportan diversos beneficios no solo ambientales sino también sociales y económicos, siendo así una de estas prácticas de manejo que se destina a este fin, son los abonos verdes que se implementan en producción agroecológica, y se define como la utilización de especies vegetales específicas para incorporar esa materia verde al suelo en la etapa de la prefloración, mediante el uso de una o mezcla de dos o más especies para la protección del suelo. Por lo tanto, es una alternativa para incrementar el contenido de materia orgánica, maximizar el control de plagas y plantas espontáneas, mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, incrementar la dinámica de los nutrientes del suelo, la fertilidad del suelo, regulación del agua y aire. Por lo que, la incorporación de estos abonos al suelo garantiza la calidad de este recurso, y con ello fomenta la calidad de vida de los seres vivos, a través de la producción de alimentos para su supervivencia. Además, favorece a la regulación del clima, aire y agua, para mitigar el cambio climático (Labrador,2012, pp.26-27).

El uso de los abonos verdes se le denomina como cultivos de cobertura y por lo general, las especies que se emplean son gramíneas, leguminosas, crucíferas. Una de las características principales de estas es la protección del suelo frente a factores de degradación y erosión. Cada especie actúa como cultivo principal y cumple una o varias funciones específicas al suelo, establecidas por la cantidad y biodegradabilidad de biomasa, la fijación de nitrógeno, la competencia entre plantas espontáneas, su crecimiento (Labrador,2012, pp.27).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del Problema

Existen diversos tipos de servicios ecosistémicos que están siendo afectados por las actividades tanto humanas como naturales, dando como resultado la alteración de los ciclos biogeoquímicos, procesos y funciones de factores bióticos y abióticos.

Los servicios ambientales como de aprovisionamiento, sostenimiento, regulación entre otros se están alterando de manera paulatina debido al cambio del uso y la gestión insostenible del recurso suelo. En ese sentido, factores como la expansión de las zonas cultivadas, el aumento de la profundidad de la labranza y la pérdida de la cobertura vegetal debido a la reforestación y al sobrepastoreo han acelerado la degradación de los suelos, ocasionando; compactación, pérdida de la materia orgánica y fertilidad del suelo, entre otras. Estos procesos han ocasionado además la pérdida de los servicios ecosistémicos del recurso suelo, afectando así la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, al igual que la capacidad que estos tienen de ofrecer servicios a la sociedad.

Otro factor de la gestión insostenible del suelo es el crecimiento de plantas espontáneas causando que sean competidoras de nutrientes en el suelo dando como resultado efectos nocivos para los cultivos.

#### 1.2. Objetivos

##### *1.2.1. Objetivo General*

Evaluar dos servicios ecosistémicos de abonos verdes: incidencia sobre plantas espontáneas y aporte de biomasa a diferentes densidades de siembra en la Estación Experimental Tunshi.

##### *1.2.2. Objetivos Específicos*

- Evaluar la incidencia de los abonos verdes sobre el crecimiento de las plantas espontáneas (Maleza) a diferentes densidades de siembra para evitar el crecimiento de maleza en áreas de cultivos.

- Comparar el contenido de biomasa de los abonos verdes a diferentes densidades de siembra para mejorar las características físicas y químicas del suelo en el Cbio.

### **1.3. Justificación**

La actividad del hombre como la agricultura ha tenido consecuencia a lo largo del tiempo en cuanto al uso del suelo debido a que extraen gran cantidad de agua y nutrientes del suelo por la gran demanda de producción de alimentos y la provisión de otros servicios ecosistémicos para los seres vivos del planeta. Por esa razón, la importancia de promover la valoración de los ecosistemas y de los servicios que brindan estos, son muy imprescindibles para toda la población del planeta para que cumplan sus funciones de manera continua (Mosquera., et al, 2012, pp.54-55). El empleo de esta estrategia busca reducir el uso de pesticidas y fertilizantes químicos lo que ha provocado degradación del suelo a lo largo del tiempo. Esta alternativa se encamina a fomentar una agricultura sana y un suelo productivo, debido a que genera el aumento de la biodiversidad de los agroecosistemas, manteniendo su productividad y disminuye el impacto de plantas espontáneas en el crecimiento de cultivos (Buratovich y Acciaresi,2019, p.51).

En este trabajo de integración curricular tiene la finalidad de conocer el efecto que genera la siembra entre especies vegetales en asociación con respecto al crecimiento de especies espontáneas en suelos de uso agrícola. Para ello, se busca la manera de implementar actividades de conservación y restauración del recurso suelo, mediante la aplicación estos abonos verdes que se compone de la mezcla de dos especies vegetales, en este caso, avena y vicia para determinar la densidad de siembra óptima que aporta al control de plantas espontáneas y provee de mayor producción de biomasa para el suelo, que resulta de vital importancia para la salud del suelo a través del incremento de nutrientes, aporte de materia orgánica , biodiversidad e interacción de microorganismos mejorar la estructura del suelo, por medio de la incorporación de estos cultivos además contribuye a promover la agrobiodiversidad de especies vegetales y a ser fuente de alimento para los seres vivos que habitan en el planeta.

### **1.4. Hipótesis**

- **Nula**

Los abonos verdes no generan servicios ecosistémicos aporte de biomasa y control de plantas espontáneas

- **Alternativa**

Los abonos verdes generan servicios ecosistémicos aporte de biomasa y control de plantas espontáneas

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que un ecosistema brinda a las personas y son el resultado de procesos naturales, por ejemplo, de bosques, páramos y de los hábitats artificiales como sistemas agrícolas (Izurieta et al.,2018, p. 20).



**Ilustración 2-1:** Servicios ecosistémicos

Fuente: VALUES,2014

El término puede obtener y brindar oportunidades, realizar la guía para la gestión y la integración de los recursos naturales, económicos, ecológicos y sociales en el enfoque de los valores de la naturaleza para los humanos (Taípe Salazar,2021, p. 10).



**Ilustración 2-2:** Servicios ecosistémicos y sistema socioeconómico

Fuente: SEDEMA

## 2.2. Importancia de los Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos aportan beneficios positivos a los seres vivos, a la biodiversidad de flora y fauna, por ello es importante la conservación y protección de estos recursos que además de mejorar la calidad de vida aporta a las funciones de la biodiversidad. También la importancia de declaración de áreas protegidas y la conservación de determinados ecosistemas particularmente frágiles, está salvaguardando la biodiversidad y asegurando la provisión de servicios ecosistémicos de calidad. Todos los seres humanos dependen de los beneficios que brinda la naturaleza, tanto de bienes como de funciones. Estos beneficios son la parte más importante del capital natural con que cuenta las comunidades, también son esenciales para los seres vivos, están relacionados entre sí, y funcionan de una manera tan compleja que es difícil reemplazar por tecnología artificial (Martínez Rodríguez et al.,2017, p. 10).

Las acciones de gestión a los ecosistemas contribuyen a reducir el riesgo de desastres de múltiples formas. Los ecosistemas naturales como los manglares, los bosques y las costas pueden reducir eventos climáticos extremos como: las inundaciones, la erosión, los oleajes, los huracanes, los incendios forestales y las sequías. Las funciones de los ecosistemas, ayudan como sistemas de protección para evitar estos fenómenos que ocurren por las acciones naturales o humanas. La población se beneficia de los ecosistemas y un gran aporte valioso para la supervivencia de cada ser vivo, como la obtención de alimentos y medicinas, regulación del clima, la provisión de suelos productivos y agua, la seguridad contra desastres naturales, la recreación, la conservación y cuidado del patrimonio cultural y beneficios estéticos (Izurieta et al.,2018, p. 28).



**Ilustración 2-3:** Servicios ecosistémicos en la Estación experimental Tunshi.

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

La evaluación de los servicios ecosistémicos a través de una planificación participativa permite que las sociedades se involucren en el proceso, ya que pueden proporcionar una mejor información sobre cómo prever los cambios en el ecosistema que los afecta a ellos y a sus medios de vida. Así también obtener y demostrar asuntos de desarrollo en diversos ámbitos ambientales para la conservación de sitios que aporten servicios ecosistémicos y reserve biodiversidad (Martínez y Handmaker, 2019) citado en Taípe Salazar, (2021, p. 12).

Los servicios ecosistémicos son los principios de la agricultura, alimentación y de calidad de vida para mantener el funcionamiento de cada tipo de ecosistema a nivel mundial y así impedir cambios en la superficie terrestre a un estado diferente con el propósito de promover la restauración, protección, preservación de la diversidad (Izurieta, et al,2018, p. 22).



**Ilustración 2-4:** Los servicios ecosistémicos de provisionamiento.

Fuente: Fao

### 2.3. Clasificación de los servicios ecosistémicos

Los servicios de los ecosistemas los podemos dividir en cuatro categorías principales:

#### 2.3.1. *Servicios de aprovisionamiento.*

La provisión de servicios es un recurso natural, riqueza tangible o material que proviene de los ecosistemas y brinda beneficios directos a las personas. Estos servicios proporcionan el alimento básico de la vida humana y, a menudo, tienen un valor monetario. Estos incluyen:

- a) alimentos para el consumo humano,
- b) materia prima,
- c) medicinas

### **2.3.2. Servicios de regulación.**

La regulación de los servicios ecosistémicos es un proceso complejo en el que se ajustan las condiciones del medio ambiente en el que las personas realizan sus actividades. Son:

- a) La regulación del clima.
- b) La regulación de la calidad del aire.
- c) El secuestro y almacenamiento de carbono.
- d) Moderación de los efectos de eventos extremos.
- e) Tratamiento de aguas residuales,
- f) Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo,
- g) Control biológico y
- h) Polinización.

### **2.3.3. Servicios culturales.**

Los servicios ecosistémicos culturales son beneficios intangibles que las personas obtienen a través del enriquecimiento espiritual, el entretenimiento y la apreciación de la belleza. Estos servicios dependen de las percepciones y valores compartidos por las personas sobre los ecosistemas y sus componentes. Estos servicios son el resultado de la evolución temporal y espacial de la relación entre el hombre y la naturaleza. Aunque los servicios culturales no aportan directamente beneficios materiales, son importantes para el desarrollo de nuestra vida en sociedad. Entre ellos encontramos:

- a) Recreación, salud física y mental.
- b) El turismo
- c) Apreciación estética e inspiración
- d) La experiencia espiritual y sentido de pertenencia

### **2.3.4. Servicios de apoyo o soporte.**

Los servicios de apoyo son aquellos procesos ecológicos básicos que mantienen y aseguran el mantenimiento adecuado de los ecosistemas, permitiendo los flujos de servicios de provisión, de regulación y culturales. Estos son fundamentales para que la naturaleza siga su curso. Ejemplos de ellos son (Martínez- Rodríguez, et al,2017, pp.10-15):

- a) Hábitat de especies
- b) El mantenimiento de la diversidad genética



**Ilustración 2-5:** Tipos de servicios ecosistémicos.

Fuente: WWFParaguay,2021

## 2.4. Escala y servicios ecosistémicos

Los diferentes servicios ecosistémicos se aprovechan a diferentes escalas a nivel de la población, que se exportan dentro o fuera del territorio, y, por tanto, se indica a continuación:

- **Local:** son lo que se aprovechan dentro del área donde brindan los servicios.



**Ilustración 2-6:** Servicios ecosistémicos a nivel local

Fuente: ACCIONA,2022

- **Regional:** los beneficios de los servicios ecosistémicos lo aprovechan no solo de donde se produce sino también fuera de los límites de territorios del país del área
- **Nacional:** los servicios de donde se generan originalmente son distribuidos y aprovechados para todos los habitantes del país

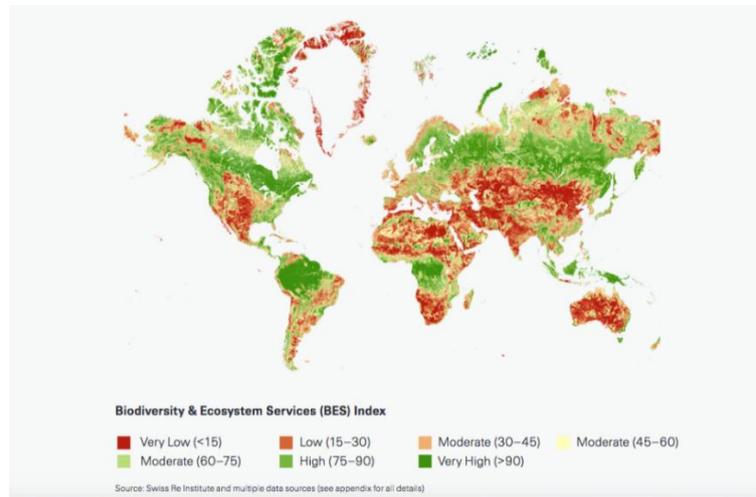
- Global: toda la humanidad de cada país depende de estos servicios ecosistémicos y acceden a que exista mejor calidad de vida (Flores Díaz, 2018, p. 14).



**Ilustración 2-7:** Servicios ecosistémicos a escala global

**Fuente:** Aperturaven,2018

Los índices de biodiversidad y servicios ecosistémicos proporcionan a nivel mundial desde niveles más bajos hasta altos, que indica de acuerdo a cada rango y color con el símbolo el índice de biodiversidad y los servicios ecosistémicos de cada país.

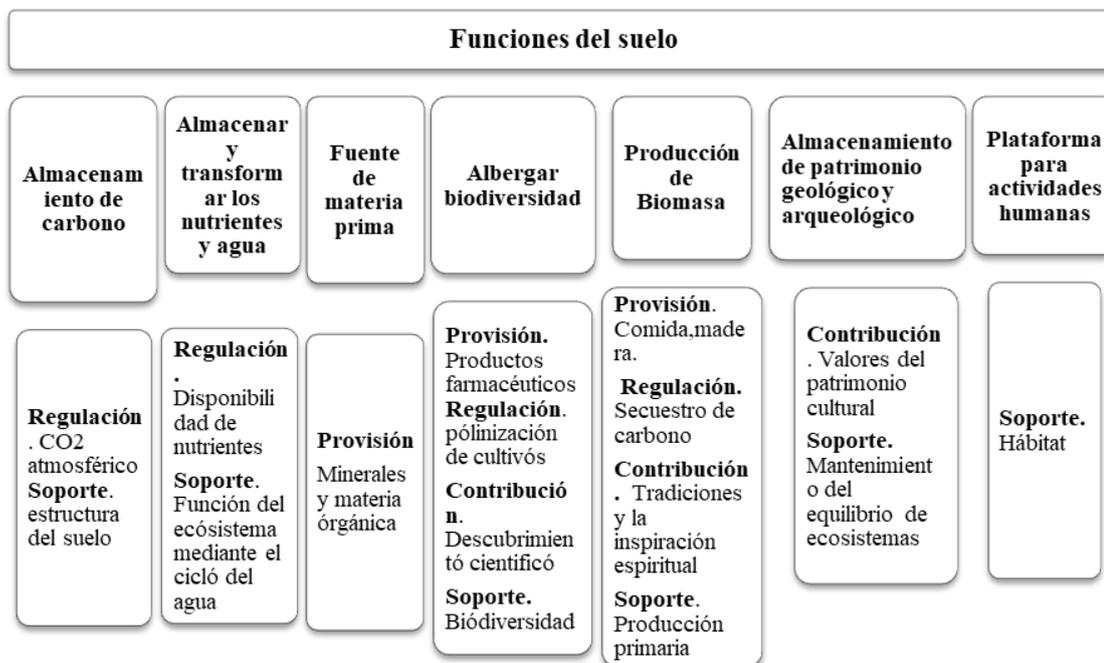


**Ilustración 2-8:** Índice de biodiversidad y Servicios ecosistémicos

**Fuente:** Swiss Re Institute

## 2.5. Servicios ecosistémicos que aporta el suelo

El recurso suelo además de que brinda servicios ecosistémicos son funciones naturales que proporciona varios beneficios a los seres humanos. Este bien natural cumple varios procesos como lo es en los procesos biogeoquímicos, también como reserva de varios organismos y microorganismos (López,2019, p. 11)



**Ilustración 2-9:** Las funciones del suelo sustentan a los servicios ecosistémicos que brindan bienes y beneficios a la sociedad

Fuente: Hawker et al ,2020

Estas funciones se dividen en cuatro grupos que es hábitat, regulación, producción e información (López,2019, p. 10). Algunas funciones del suelo son:

### 2.5.1. Almacenamiento o fijación de carbono

El suelo es el sumidero de carbono más grande de la naturaleza. El secuestro de carbono del suelo, evita que el CO2 ingrese a la atmósfera, ya que es uno de los gases de efecto invernadero que impulsa el cambio climático. La participación de las plantas y organismos en el suelo, permite que el carbono se convierta en materia orgánica y se acumule y permanece por largo tiempo. La cantidad de carbono almacenada en este planeta en el primer metro de tierra, tal como la conocemos, es una vez y media mayor que la cantidad de carbono acumulado en la vegetación.

### 2.5.2. Almacenamiento y filtración de agua.

Los suelos captan, infiltran y almacenan agua en el ciclo hidrológico, lo que permite recargar los acuíferos. Afecta la calidad del agua, ya que protege y atrapa algunos contaminantes y evita que lleguen al suministro de agua. El suelo, en estos casos, tiende a regular la temperatura y la humedad de forma indirecta, y por tanto puede afectar a la mejora de la calidad del aire.

### 2.5.3. Soporte de las actividades humanas y fuente de materias primas.

Se obtienen múltiples beneficios sobre el suelo en el que se realizan actividades industriales, se habilitan zonas residenciales, de infraestructura turística, se construyen carreteras y otras obras civiles. Este recurso provee de materia prima que utilizan los seres humanos para construcciones u otras actividades como arcilla, arena, grava (Burbano Ojuela, 2016, p. 119).



**Ilustración 2-10:** Servicios ecosistémicos del suelo.

Fuente: Fonte, Vanek y Loayza; 2018

### 2.5.4. Reserva de biodiversidad.

Según (Pennock y McKenzie, 2016, p. 31) el suelo contiene una serie de organismos que juegan un papel clave como proveedores de muchos servicios ecológicos de los que depende el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Los organismos del suelo y sus interacciones entre sí y con las plantas afectan una variedad de servicios ecosistémicos, incluida la formación del suelo y los ciclos de nutrientes, la producción de alimentos y fibras, la regulación del clima y el control de enfermedades y plagas.

Toda la biodiversidad que puede albergar el suelo no son las mismas en especies y en áreas, por diferentes factores, se pueden caracterizar por la presencia de diversas especies por cada zona, a todo ese conjunto de especies se le denomina comunidad, que pueden llegar a ser parecidas o diferentes en varias zonas, es decir, si poseen las mismas o diferentes especies en cuanto a las comunidades por área (Baselga y Rodríguez, 2019, p. 40).



**Ilustración 2-11:** Biodiversidad del suelo

**Fuente:** Ciencia mx, 2015

#### 2.5.4.1. Índices de diversidad

Según Mendoza Aguirre (2019, p. 33) para entender los métodos de índices de diversidad es importante la comprensión de conceptos básicos como:

**Especie:** conjunto de individuos con características semejantes y tienen la capacidad de reproducirse.

**Población:** conjunto de individuos de la misma especie que comparten el mismo espacio geográfico.

**Comunidad:** conjunto de poblaciones que viven en una zona y que interactúan

#### Métodos del índice de biodiversidad

La forma más sencilla de medir la diversidad biológica es el conteo de número de especies que viven en el lugar. Una característica fundamental de la riqueza de especies es que aumenta con el aumento del tamaño geográfico. La medición de las comunidades bióticas es el fundamento teórico de cómo se mide la biodiversidad en diferentes escalas geográficas y de cómo se mide las diferencias entre las comunidades bióticas en diferentes lugares (Baselga y Rodríguez, 2019, p.40).

De acuerdo a (Mendoza Aguirre, 2019, p. 37-39) Existen métodos que miden la diversidad biológica que son basados en la cuantificación del número de especies y basados en la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie, y son:

Riqueza específica (S). Es el número total de especies recopilado de un inventario de la comunidad o hábitat de estudio.

Índice de diversidad de Shannon. Expresa la uniformidad de valores a través de las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar. Asume que los individuos y especies de una comunidad escogidas al azar están representadas en la muestra

$$H = \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_n P_i)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

P<sub>i</sub> = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

La sumatoria de P<sub>i</sub>\*LnP<sub>i</sub> es el resultado del índice y para el cálculo final es

$$H' = (-) - \sum P_i \ln P_i$$

Índice de equitatividad de Pielow (E). Si las especies en unas muestras tienen la misma abundancia el índice usado deberá presentar el máximo, por otro lado, si la abundancia relativa se hace menos equitativa deberá decrecer tendiendo a cero.

Índice de dominancia de Simpson (δ). Existe la posibilidad de que dos individuos escogidos al azar sean de la misma especie. Esta con relación a la importancia de especies dominantes.

$$\sigma = \sum (P_i)^2$$

σ = Índice de dominancia

P<sub>i</sub> = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de especies

### **2.5.5. Crecimiento de plantas espontáneas**

Son plantas espontáneas que crecen junto a cultivos debido a que compiten por nutrientes, luz, agua y espacio. Este tipo de especies han causado pérdidas desde un 10 % hasta pérdida total de cultivos lo que puede afectar la calidad, rendimiento (Cruz Escobedo et al,2017, p. 14), la economía y social (Esperbent,2015, p. 235)



**Ilustración 2-12:** Maleza entre Abonos verdes

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

Dependiendo del sitio y factores climáticos estas plantas pueden competir por los nutrientes del suelo para su desarrollo. Existen gran diversidad y distribución ya sea por gran cantidad de individuos de una misma o diferente especie de las plantas espontáneas de acuerdo a diversos factores. En los que en algunos cultivos pueden afectar directamente las plantas espontáneas en los terrenos (Aguirre et al., 2019, p. 17).

### **2.5.6. Biomasa.**

Se refiere a la cantidad de materia orgánica en un área determinada o en uno de sus niveles tróficos que se expresa en gramos de carbono por unidad de superficie. Se puede generar como alimento del suelo en el que esta producción de biomasa vegetal de la actividad agrícola es considerable, en el que mediante la incorporación de estos sub productos generan el aumento de materia orgánica y su fertilidad (Martínez Romero y Leyva Galán,2014, pp. 12-16). La transformación de la materia orgánica promueve a obtener nuevas propiedades en el suelo (Labrador,2012, pp.26-27).



**Ilustración 2-13:** Aporte de biomasa de abonos verdes al suelo

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

## **2.6. Abonos verdes**

Se refiere a la recuperación del suelo en cuanto a la fertilidad, proporcionan beneficios múltiples al suelo mediante la siembra del cultivo y posteriormente a su incorporación en la etapa de la prefloración mediante el corte del cultivo para lograr la descomposición en la superficie del suelo (Ovalle et al,2021, pp. 170-171)



**Ilustración 2-14:** Abonos verdes

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

Son plantas de ciclo corto y de rápido crecimiento que producen abundante follaje cuyo fin es la integración de la biomasa verde al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. (Carreón y Martínez,2016 citado en Cárdenas y San Román,2016, p.13)

El abono verde se puede definir como “cobertura vegetal viva que cubre el suelo, temporal o permanentemente, sembrado con otros cultivos (asociación, relevo o rotación)”. Los términos "cultivo de cobertura" y "abono verde" se han utilizado indistintamente en el pasado; sin embargo, los cultivos de cobertura se caracterizan por funciones más amplias y versátiles, que incluyen la supresión de plantas espontáneas, la conservación del suelo y el agua, el control de plagas y la nutrición de humanos y animales (FAO,2015 citado en González Aguirre,2019).

### 2.6.1. *Especies utilizadas como abonos verdes*

Se pueden usar muchas plantas como abonos verdes, pero los más comunes son:

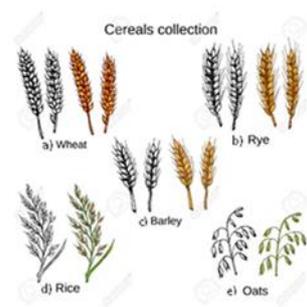
- Leguminosas que pertenecen a la familia de las fabáceas

- 



**Ilustración 2-15:** a) Garbanzo b) Vicia, c) Frejol

Fuente: Agrovademecum



**Ilustración 2-16:** a) Trigo, b) Centeno, c) Cebada, d) Arroz e) Avena

Fuente: 123RF, 2023

### 2.6.2. *Mezclas de cultivos para abonos verdes*

La mezcla de especies vegetales como leguminosas y gramíneas pueden producir varios beneficios y mejorar los efectos positivos de las plantas de cobertura (Moriya, p. 14). Se pueden obtener ventajas como:

- El aumento de la producción de masa por superficie aprovechando el espacio.
- Reciclado de nutrientes más equilibrado por poseer sistemas radiculares que exploran diferentes capas y capacidad de absorber nutrientes.
- La mezcla de plantas de cobertura alta y baja relación C/N permite aprovechar los nutrientes liberados.
- Reducción de plagas, enfermedades y plantas espontáneas porque algunas especies ejercen efectos sobre otras plantas por competencia.
- Flexibilidad de elección para cultivo de rotación
- Aumento del periodo de cobertura viva del suelo por la mezcla de especies de ciclo corto con especies de ciclo más largo (Moriya, p. 14).

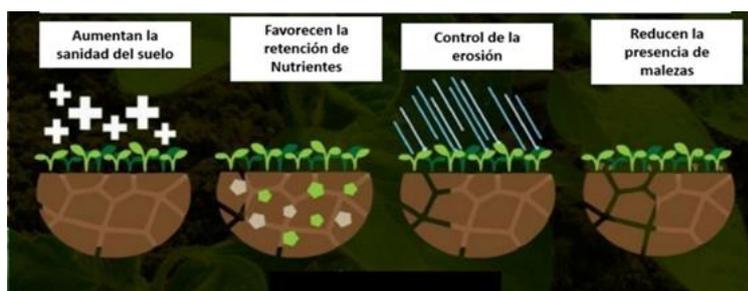
Las especies más usadas para este tipo de practica es la asociación de Avena y vicia que representa una importante mezcla forrajera debido a los excelentes rendimientos que aportar además de los beneficios entre aumento de proteína y aporte de nitrógeno entre gramínea y leguminosa (León et al., 2018, pp. 124-126)

### 2.6.3. Características de los abonos verdes

- Rápido crecimiento, establecimiento y buena cobertura del suelo
- Gran cantidad de biomasa acumulada
- Actividad alelopática de raíces y tallos
- Producción de biomasa (Lorenzo et al, 2017 citado en González Aguirre,2019, p. 7)

### 2.6.4. Beneficios de los abonos verdes en su incorporación al suelo.

Este tipo de cultivos poseen múltiples beneficios con la finalidad de mejorar el suelo adicionando materia orgánica y nitrógeno, además brindan otros beneficios como el control de la erosión, la descompactación del suelo (Ovalle et al.,2021, p. 167).



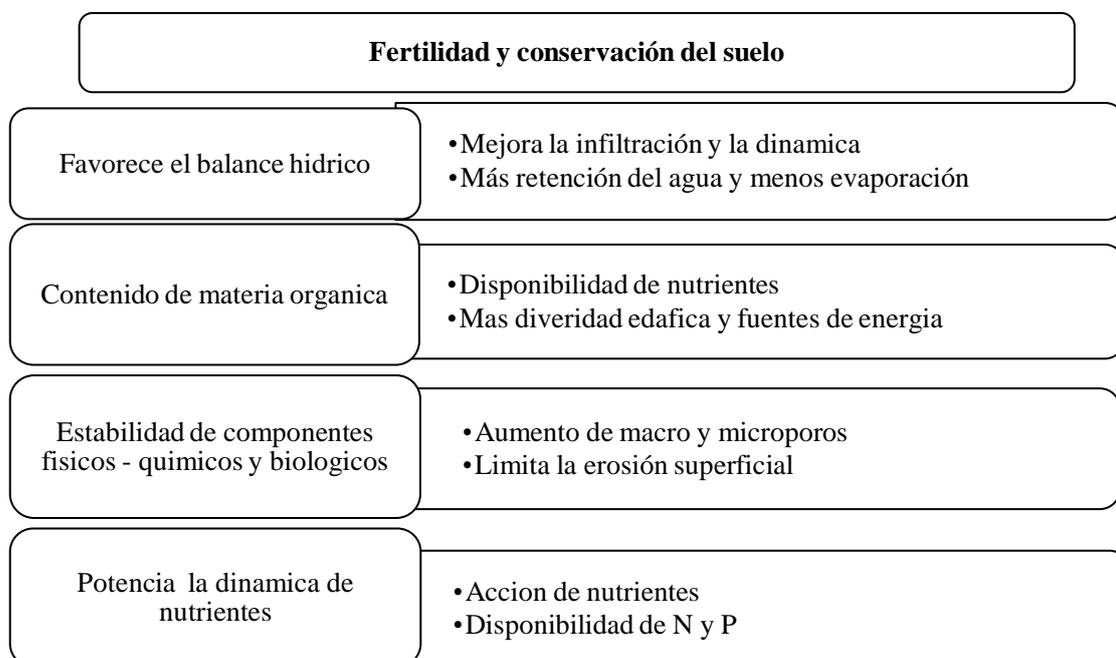
**Ilustración 2-17:** Servicios que brinda la incorporación de los abonos verdes.

Fuente: QuimCasa,2020

Beneficios que aporta el uso de los abonos verdes son:

- Incrementar la productividad
- Reducir competencia de plantas espontáneas y la poca mano de obra para eliminar a este tipo de especies.
- Menor uso de insumos químicos
- Producir alimentos para animales
- Reduce pérdida de suelo por erosión y de fertilidad por quemado (FAO,2015 citado en González Aguirre,2019, p. 6)

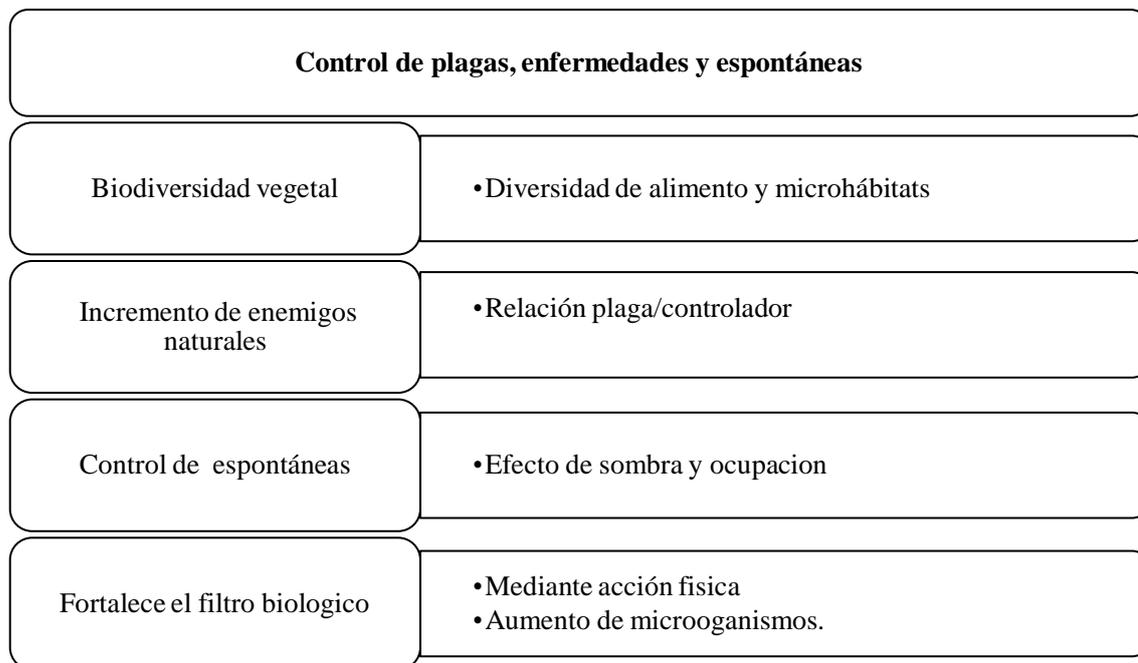
Otros beneficios que aporta esta estrategia del suelo se describen a continuación:



**Ilustración 2-18:** Beneficios de la implementación de abonos verdes para la fertilidad del suelo

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

Fuente: Labrador, 2012, p.29



**Ilustración 2-19:** Abonos verdes para el control de enfermedades y espontáneas.

**Realizado por:** Naranjo Clara, 2023

**Fuente:** Labrador, 2012, P.29

### 2.6.5. *Importancia de los abonos verdes*

La implementación de los abonos verdes, es una estrategia sostenible para la restauración del suelo, por tanto, es fundamental para mejorar la productividad de este recurso que se encuentran en proceso de degradación por el uso intensivo. Esta estrategia cumple algunas funciones para restaurar el recurso, así para aumentar la fertilidad del suelo a través de la incorporación de materia orgánica, minerales y nutrientes, de esta manera promueve el desarrollo y la productividad, para producir alimentos para los animales y también para emplear la rotación de cultivos para el consumo del ser humanos (FAO,2015 citado en González Aguirre,2019, p. 6-7)



**Ilustración 2-20:** Los abonos verdes para fomentar los agroecosistemas

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

#### 2.6.6. Tipos de servicios ecosistémicos que generan los AV

**Tabla 2-1:** Servicios ecosistémicos de los abonos verdes

| <b>CATEGORÍA</b>  | <b>SERVICIOS ECOSISTÉMICOS</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>   |
|-------------------|--------------------------------|--|
| <b>SOPORTE</b>    | Formación del suelo            | Mejoran la estructura del suelo  |
| <b>REGULACIÓN</b> | Control de maleza              | Realizan la competencia de luz, agua y otros nutrientes  |
|                   | Almacenamiento de carbono      | Por la mezcla de cultivos de cobertura   |
|                   | Prevención de la erosión       | Los cultivos evitan la exposición de agentes causantes de diversos tipos de erosión para el suelo                              |
|                   | Aporte de Materia orgánica     | La implementación de Avena y vicia incrementa la actividad biológica y aumenta la materia orgánica y la fijación del nitrógeno |
| <b>CULTURAL</b>   | Educativo                      | Permite conocer y aprender sobre la práctica de conservación y sus beneficios  |
|                   | Estético                       | Mejora el paisaje, motivación para valorar el recurso suelo  |
|                   | Recreativo                     | Puede generar diversas actividades para fomentar los servicios ecosistémicos, como la observación                              |

**Fuente:** Parra-León et al,2021

### **2.6.7. *Siembra de abonos verdes***

El tipo de siembra de los abonos verdes es de un sistema tradicional o al voleo, y se refiere a la distribución de la semilla en el suelo, es de manera dispersa para cubrir la mayor parte del área (Cachipundo Cualchi,2013, p. 23)

### **2.6.8. *Densidad de siembra***

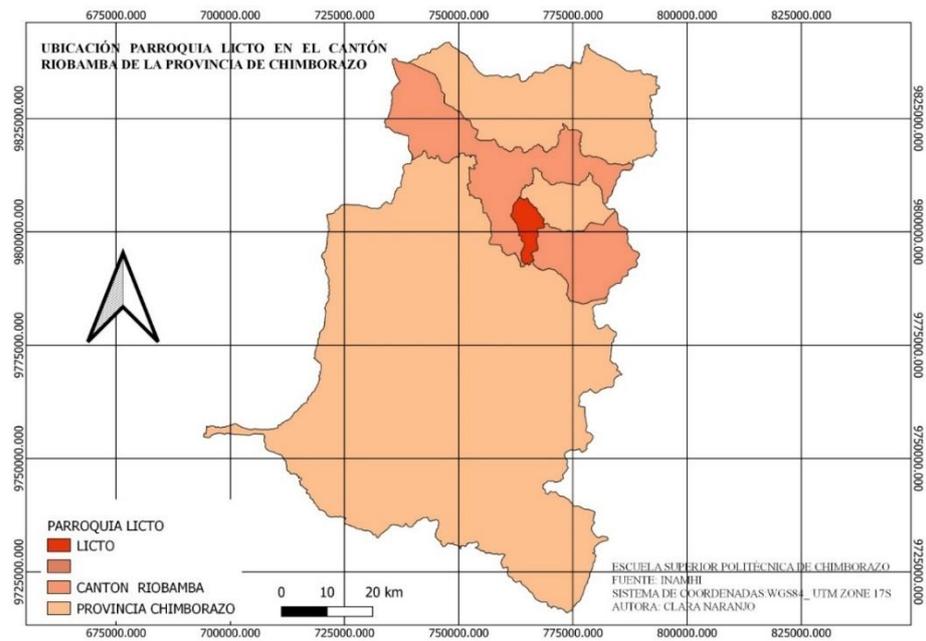
Se refiere a la cantidad de semilla por hectárea, por lo general con dosis específicas con la finalidad de cubrir la mayor superficie del suelo (Cachipundo Cualchi,2013, p. 25).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización

El estudio de la práctica se realiza en el Centro de Bioconocimiento ESPOCH que se encuentra ubicada Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la parroquia Licto a 20 minutos al Sur de Riobamba.



**Ilustración 3-21:** Localización del área de estudio

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

#### 3.2. Área de estudio

Esta investigación se realizó en el Centro de Bioconocimiento ubicada en la Estación Experimental Tunshi



**Ilustración 3-22:** Área de estudio

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

### **3.3. Enfoque de investigación**

El tipo de enfoque que se aplica en esta investigación es de tipo cuantitativa, que se fundamenta en la recolección de datos basando en la medición de variables o conceptos contenidos en la hipótesis, los datos obtenidos de mediciones son representados mediante números y el análisis se debe realizar mediante métodos estadísticos. Además, para la interpretación de estos análisis se basa en estudios previos, es decir el sustento bibliográfico de teoría del mismo (Hernández Sampieri et al., 2014, pp. 3-7).

### **3.4. Nivel de investigación**

La investigación se realiza de tipo analítica descriptiva que consistió en la recopilación sistemática de información de forma cuantitativa para realizar un análisis estadístico, para el caso de dominancia entre especies y la comparación del contenido de biomasa de los tratamientos, de esa manera conocer el mejor tratamiento que reduce las malezas y el que aporta más biomasa para el suelo.

### **3.5. Diseño de investigación**

#### ***3.5.1. Según la manipulación o no de la variable independiente***

El diseño experimental es un proceso para verificar cuantitativamente la casualidad de una variable respecto a otra, esto implica la manipulación y control de variable independiente.

#### ***3.5.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo***

La intervención de la investigación será de tipo Transversal por lo que se recopiló los datos de las áreas de muestreo en un tiempo determinado (Arias Gonzáles y Covinos Gallardo, 2021, p. 78)

### **3.6. Tipo de estudio**

#### ***3.6.1. Documental***

De acuerdo con la investigación se logró recopilar, organizar y sistematizar la información sobre el ensayo, por lo tanto, se realizó la búsqueda de información a través de buscadores y plataformas de documentos bibliográficos, y así obtener las fuentes necesarias con referente a la temática de estudio, de esa manera seleccionar los temas específicos de documentos, revistas, libros, artículos de resultados de investigaciones, tesis, entre otros.

#### ***3.6.2. De campo***

Se realizó la investigación en un espacio delimitado ubicada en la Estación Experimental Tunshi para la observación y manejo del crecimiento de los cultivos cada semana y se realizó la implementación de camino principal y secundarios, con medidas para adaptar a los transectos para empelar en la investigación y el control de espontáneas en estos, de acuerdo a la disposición del área del ensayo.

### **3.7. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra**

ÁREA TOTAL: 570 m<sup>2</sup>

ÁREA EXPERIMENTAL: 370 m<sup>2</sup>

UNIDAD EXPERIMENTAL: 5,1 x 3,1 m<sup>2</sup>

MÉTODO DE SIEMBRA: Al voleo

TRATAMIENTOS: 4

REPETICIONES: 5

TOTAL: 20

### **3.8. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.8.1. *Materiales de campo***

- Piola
- Estacas
- Cinta métrica
- Azadón
- Aspersores
- Balanza manual
- Semilla de avena y vicia
- Fundas de papel
- Oz

#### **3.8.2. *Materiales laboratorio***

- Estufa
- Balanza analítica
- Mufla
- Cápsulas de porcelanas

#### **3.8.3. *Métodos.***

##### **3.8.3.1. *Implementación del ensayo***

Establecimiento y preparación del área

En el área de la investigación se realizó la preparación del terreno mediante el pase de maquinaria por 1 hora, de esa manera continuar con el trabajo de investigación.



**Ilustración 3-23:** Preparación del terreno

Realizado por: Naranjo Clara,2023

#### Aplicación de materia orgánica

En el siguiente paso, se colocó abono orgánico de tipo sólido, el abono usado fue el compost para la distribución en la parcela, se aplicó tres sacos de compost que un saco equivale 40 Kg con un total de 120 kg/ ha para la aplicación en la superficie antes de la siembra.



**Ilustración 3-24:** Aplicación y distribución de abono orgánico

Realizado por: Naranjo Clara,2023

#### Densidad de siembra

Se establece densidades de siembra de 80 Kg/ha con proporciones de 50 kg/ha de Avena y 30 Kg/ha de vicia, (Crispín Navarro,2020, p.7) ,100 Kg/ha distribuido con 70 Kg de vicia y 30 de Avena (Romero, 2011, p.47), y 120 kg/ha de acuerdo a Marín Rodulfo, (2021) citado en Morocho (2021, p.35) y un tratamiento control sin la siembra de ningún cultivo. Los autores indican que la elección de las proporciones de cada especie se da por las oportunidades de cosecha, que para la avena se da en cuanto a la producción de forraje, de silaje, o si se requiere para semilla o para obtención de heno

el manejo del cultivo con suelos de poca fertilidad, y para la vicia que aporta un valor nutritivo para el suelo a través del aporte de nitrógeno. Estos cultivos se adaptan a condiciones y factores climáticos de acuerdo a cada sitio. La asociación entre avena y vicia aporta de cierta manera componentes nutritivos específicos de cada especie para el suelo. En las investigaciones de los autores las porciones de cada especie actúan de manera distinta así, a medida que se establece más semilla de avena y menor porción de vicia o viceversa, aumenta o disminuye la cantidad de materia orgánica y de la misma forma ocurre con la fijación de nitrógeno en el suelo, realizando una interacción entre los elementos que integran las especies, para que de esa manera favorezcan y aporten más valores nutritivos en las funciones del suelo y en cada ciclo que desempeña la superficie.

Se calculó la densidad de siembra por hectárea de acuerdo al área de la investigación se tomó el peso de cada proporción de semillas establecidos previamente y se colocó las semillas en mezcla en fundas para su pesado en la balanza manual la cantidad de semillas.

$$120 \text{ kg} \rightarrow 1 \text{ ha}$$

$$X \rightarrow 0,002 \text{ ha}$$

**Tabla 3-2:** Proporciones de la Avena y vicia para cada tratamiento

| TRATAMIENTOS | DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha) | PROPORCIONES DE SIEMBRA (%) | DOSIS REQUERIDA Kg/Ha  |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| <b>D0</b>    | 0 Vicia + 0 Avena           | 0 Vicia + 0 Avena           | 0 Vicia + 0 Avena      |
| <b>D1</b>    | 30 vicia + 50 avena         | 37,5 Vicia + 62,5 Avena     | 0,06 Vicia +0,1 Avena  |
| <b>D2</b>    | 70 vicia +30 avena          | 70 Vicia + 30 Avena         | 0,14 Vicia +0,06 Avena |
| <b>D3</b>    | 20 vicia +100 avena         | 16,67 Vicia + 83,33 Avena   | 0,04 Vicia +0,2 Avena  |

Realizado por: Naranjo Clara,2023

Fuente: Crispín Navarro,2020 p. 7; Romero, 2011, p.4; Marín Rodulfo,2021 citado en Morocho,2021, p.35

Para determinar la cantidad de avena y vicia por hectárea se aplicó una fórmula de regla de tres establecido las diversas dosis de siembra por hectárea Marín Rodulfo,2021 citado en Morocho,2021, p.35).

## Diseño experimental

En esta investigación se empleó un diseño de bloques completos al azar para lo cual se asignó cinco bloques con cuatro tratamientos, definidos como densidades de siembra y control, para de esa manera diseñar las áreas experimentales como transectos, y después asignar cada tratamiento y bloque mediante el método de sorteo de manera manual y aleatoria

| B1 |   | B4 |   | B2 |    | B3 |    | B5 |    |
|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2 | 5  | 6 | 9  | 10 | 13 | 14 | 17 | 18 |
| 3  | 4 | 7  | 8 | 11 | 12 | 15 | 16 | 19 | 20 |

**Ilustración 3-25:** Numeración de los transectos implementado en la parcela

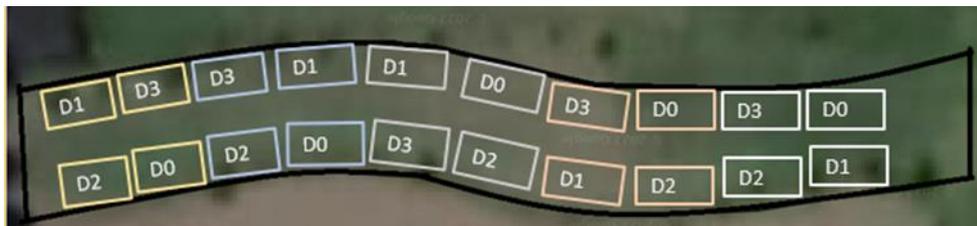
Realizado por: Naranjo Clara,2023

|      | B1   |       | B4 |    | B2 |    | B3 |    | B5 |    |
|------|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 3,1m | D1   | D3    | D3 | D1 | D1 | D0 | D3 | D0 | D3 | D0 |
|      | 5,1m |       |    |    |    |    |    |    |    |    |
|      | D2   | D0(C) | D2 | D0 | D3 | D2 | D1 | D2 | D2 | D1 |

**Ilustración 3-26:** Establecimiento de los tratamientos en cada área

Realizado por: Naranjo Clara,2023

## Área de diseño experimental



**Ilustración 3-27:** Delimitación de área de investigación y unidades experimentales

Realizado por: Naranjo Clara,2023



**Ilustración 3-28:** Implementación de los transectos en la parcela

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

Posteriormente, se implementó las áreas experimentales (Transectos) con la medida de  $5,1 m^2$  de largo con  $3,1 m^2$  de ancho con un total de 20 unidades experimentales, con una separación de  $0,4 m$  de distancia entre cada cuadrante, para los caminos secundarios y  $0,5 m$  de cuadrante a cuadrante para la parte central del área de la investigación.

Siembra

Se realizó el cálculo de las proporciones de avena y vicia para cada tratamiento, el pesado de las porciones de las semillas y se implementa la siembra al voleo para cada unidad experimental.



**Ilustración 3-29:** Estimación de la cantidad de semilla

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023



**Ilustración 3-30:** Siembra de avena y vicia.

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

### Riego

Esta actividad se destina para la distribución del agua al suelo o hacia los cultivos (Márquez-Dávila, et al., 2021, p.92). Luego se efectuó de 2 a 3 veces por semana para los cultivos, mediante el riego por aspersión.



**Ilustración 3-31:** Inicio de riego

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

### Control de plantas espontáneas

El deshierbe de las especies espontáneas se realizó mediante el método mecánico manual en el camino principal y secundarios de una a dos veces por semana.



**Ilustración 3-32:** Limpieza de espontáneas

en el camino principal

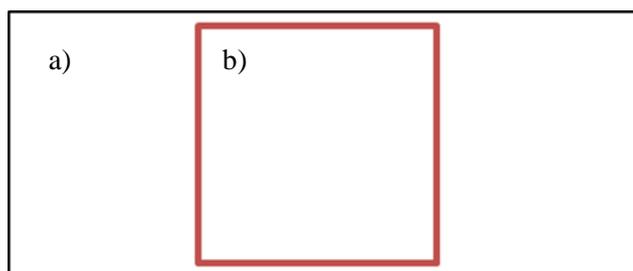
**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

### 3.8.3.2. Primer Objetivo

En la evaluación de efecto de avena y vicia sobre el crecimiento de plantas espontáneas se efectuó de la siguiente manera:

Recolección de datos

Se implementó el método de transecto y cuadrante para el muestreo de la vegetación de flora de un sitio (Mostacedo, 2000, p. 8-12). En la investigación se realizó la recolección de datos a los 63 días en etapas de crecimiento de cada especie, mediante el lanzamiento de un cuadrante de 1 x1 m, que para el primer objetivo se realizó el conteo de las plantas espontáneas y cultivos en cada unidad experimental de la investigación



**Ilustración 3-33:** a) Área experimental (Transecto)

b) Área de muestreo (Cuadrante)

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023



**Ilustración 3-34:** Identificación y conteo de especies en campo

**Realizado por:** Naranjo Clara, 2023

#### Cálculo y análisis de datos

Obtenido el número de individuos por especie se calculó mediante el software PAST que determina los índices de biodiversidad más conocidos en la medición de riqueza de diversidad de especies vegetales, además se estableció la abundancia de cada tratamiento entre los cultivos y las plantas espontáneas de acuerdo a la estimación de porcentaje que se obtuvo mediante la sumatoria de individuos de especies de cada tratamiento con respecto a la suma de todas las especies del bloque, aplicado la fórmula para las especies espontáneas y para los cultivos de mezcla, avena y vicia

$$\%D = \frac{\sum n}{\sum N} * 100$$

N: Número total de especies espontáneas y de cultivos de cada bloque

n: número de individuos de cada tratamiento

Índice de dominancia de Simpson ( $\delta$ ). Existe la posibilidad de que dos individuos escogidos al azar sean de la misma especie. Esta con relación a la importancia de especies dominantes (Mendoza Aguirre, 2019, p. 37-39).

$$\sigma = \sum (P_i)^2$$

$\sigma$  = Índice de dominancia

$P_i$  = Proporción de los individuos registrados en cada especie ( $n/N$ )

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de especies

Índice de diversidad de Shannon. Expresa la uniformidad de valores a través de las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar. Asume que los individuos y especies de una comunidad escogidas al azar están representadas en la muestra (Mendoza Aguirre, 2019, p. 37-39).

$$H = \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_n P_i)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

P<sub>i</sub> = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

La sumatoria de P<sub>i</sub>\*LnP<sub>i</sub> es el resultado del índice y para el cálculo final es

$$H' = (-) - \sum P_i \ln P_i$$

Análisis estadístico

Se realizó en el programa MINITAB con la prueba de ANOVA para comprobar si existía diferencias significativas, con los índices de dominancia y de Shannon.

Variable respuesta

Índice de dominancia y Shannon en cada tratamiento.

### 3.8.3.3. Segundo objetivo

En el segundo objetivo a los 84 días de la etapa de la prefloración – floración se recolectó las muestras de cada unidad experimental se llevó a cabo el lanzamiento del cuadrante de madera al azar dentro del transecto y se efectuó el corte de la muestra con una oz para la toma de datos en el laboratorio. cuadrante



**Ilustración 3-35:** Recolecta de la muestra.

Realizado por: Naranjo Clara,2023



**Ilustración 3-36:** Corte de muestra en partes pequeñas

Realizado por: Naranjo Clara,2023



**Ilustración 3-37:** Peso de la muestra fresca

**Realizado por:** Naranjo Clara, 2023

#### Método de estufa

Se realizó cortes más pequeños y se colocó dentro de fundas de papel cada muestra recolectada indicado en la funda de papel con un marcador el número del bloque y el tratamiento al que pertenecía cada muestra para la identificación y toma de dato de cada peso. Se introdujo las muestras en la estufa a 50 °C por 48 horas para su secado respectivo y luego la pesa de la materia seca para obtener los valores



**Ilustración 3-38:** Muestras colocadas en la estufa

Realizado por: Naranjo Clara,2023



**Ilustración 3-39:** Peso de las muestras de forraje

Realizado por: Naranjo Clara,2023

Variable respuesta

Producción de biomasa fresca y seca entre cultivos asociados avena y vicia en kg/ha y la comparación entre densidades

### Análisis de datos

Se realizó la comparación de los datos recolectados de materia fresca y seca de cada tratamiento mediante el método de Tukey

### Análisis estadístico

En la comparación de materia fresca y seca se realizó la comparación mediante el método de Tukey en el programa Minitab, para determinar las comparaciones entre cada tratamiento y los análisis de comparaciones de medias

## CAPITULO IV.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Primer objetivo: Evaluar la incidencia de los abonos verdes sobre el crecimiento de las plantas espontáneas (Maleza) a diferentes densidades de siembra para evitar el crecimiento de maleza en áreas de cultivos.

En el ensayo se identificó seis especies de plantas espontáneas en cada área de muestreo de investigación a través de software de aplicación y manuales de identificación, que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4-3:** Plantas espontáneas identificadas en el área de investigación

| N° | Especies                      | Familia       | Orden          |
|----|-------------------------------|---------------|----------------|
| 1  | <i>Galinsoga parviflora</i>   | Asteraceae    | Asterales      |
| 2  | <i>Raphanus sativus</i>       | Brassicaceae  | Brassicales    |
| 3  | <i>Chenopodium ficifolium</i> | Amaranthaceae | Caryophyllales |
| 4  | <i>Amaranthus retroflexus</i> |               |                |
| 5  | <i>Datura stramonium</i>      | Solanaceae    | Solanales      |
| 6  | <i>Malva parviflora</i>       | Malvaceae     | Malvales       |

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

En la tabla 4-3 se puede observar las especies identificadas en campo en cada unidad experimental de acuerdo a la familia y orden respectivamente, a los 63 días de la siembra de los cultivos de avena y vicia. Por lo que, se obtuvo seis especies catalogadas con 5 familias respectivamente.

El autor Ayora, (2019, p. 33) recalca que no existen investigaciones sobre la cantidad de plantas no deseadas en pasturas y forrajes. Además, las especies encontradas e identificadas para cada investigación varían de acuerdo a rangos altitudinales de cada sitio, y por ende aporta a entender de mejor manera el efecto de las estas especies en los pastos.

En la evaluación de las especies vegetales para cada unidad experimental se obtuvo el número de individuos para cada especie expuesto a continuación:

**Tabla 4-4:** Número de individuos por especies de plantas espontáneas y cultivos.

| Unidad Experimental | Bloques | Tratamiento | <i>Galinsoga parviflora</i> | <i>Raphanus sativus</i> | <i>Chenopodium ficifolium</i> | <i>Datura stramonium</i> | <i>Amaranthus retroflexus</i> | <i>Malva parviflora</i> | <i>Avena Sativa</i> | <i>Vicia sativa</i> |
|---------------------|---------|-------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 1                   | B1      | D1          | 0                           | 0                       | 3                             | 1                        | 1                             | 0                       | 10                  | 4                   |
| 2                   | B1      | D3          | 3                           | 2                       | 3                             | 1                        | 2                             | 0                       | 65                  | 10                  |
| 3                   | B1      | D2          | 1                           | 0                       | 1                             | 0                        | 2                             | 0                       | 5                   | 12                  |
| 4                   | B1      | D0          | 27                          | 8                       | 14                            | 3                        | 23                            | 9                       | 0                   | 0                   |
| 5                   | B4      | D3          | 3                           | 1                       | 2                             | 1                        | 1                             | 0                       | 64                  | 12                  |
| 6                   | B4      | D1          | 14                          | 6                       | 10                            | 2                        | 7                             | 2                       | 17                  | 4                   |
| 7                   | B4      | D2          | 18                          | 2                       | 13                            | 0                        | 5                             | 0                       | 8                   | 12                  |
| 8                   | B4      | D0          | 20                          | 6                       | 17                            | 2                        | 15                            | 9                       | 0                   | 0                   |
| 9                   | B2      | D1          | 15                          | 4                       | 10                            | 2                        | 3                             | 0                       | 24                  | 6                   |
| 10                  | B2      | D0          | 22                          | 10                      | 20                            | 2                        | 14                            | 4                       | 0                   | 0                   |
| 11                  | B2      | D3          | 3                           | 2                       | 5                             | 0                        | 4                             | 1                       | 52                  | 10                  |
| 12                  | B2      | D2          | 10                          | 2                       | 13                            | 1                        | 3                             | 0                       | 12                  | 29                  |
| 13                  | B3      | D3          | 3                           | 2                       | 3                             | 0                        | 2                             | 1                       | 63                  | 10                  |
| 14                  | B3      | D0          | 18                          | 8                       | 21                            | 3                        | 20                            | 10                      | 0                   | 0                   |
| 15                  | B3      | D1          | 10                          | 5                       | 13                            | 1                        | 3                             | 1                       | 19                  | 7                   |
| 16                  | B3      | D2          | 12                          | 4                       | 9                             | 1                        | 11                            | 0                       | 7                   | 9                   |
| 17                  | B5      | D3          | 3                           | 0                       | 2                             | 0                        | 3                             | 2                       | 58                  | 16                  |
| 18                  | B5      | D0          | 22                          | 7                       | 12                            | 9                        | 25                            | 4                       | 0                   | 0                   |
| 19                  | B5      | D2          | 14                          | 2                       | 6                             | 1                        | 9                             | 0                       | 19                  | 25                  |
| 20                  | B5      | D1          | 15                          | 5                       | 14                            | 1                        | 2                             | 3                       | 22                  | 9                   |

Realizado por: Naranjo Clara,2023

En la tabla 4-4 se puede visualizar la cantidad de individuos por especies entre plantas espontáneas y cultivos de estudio de cada tratamiento, así mismo, con el número de unidad experimental asignado para cada tratamiento del bloque establecido.

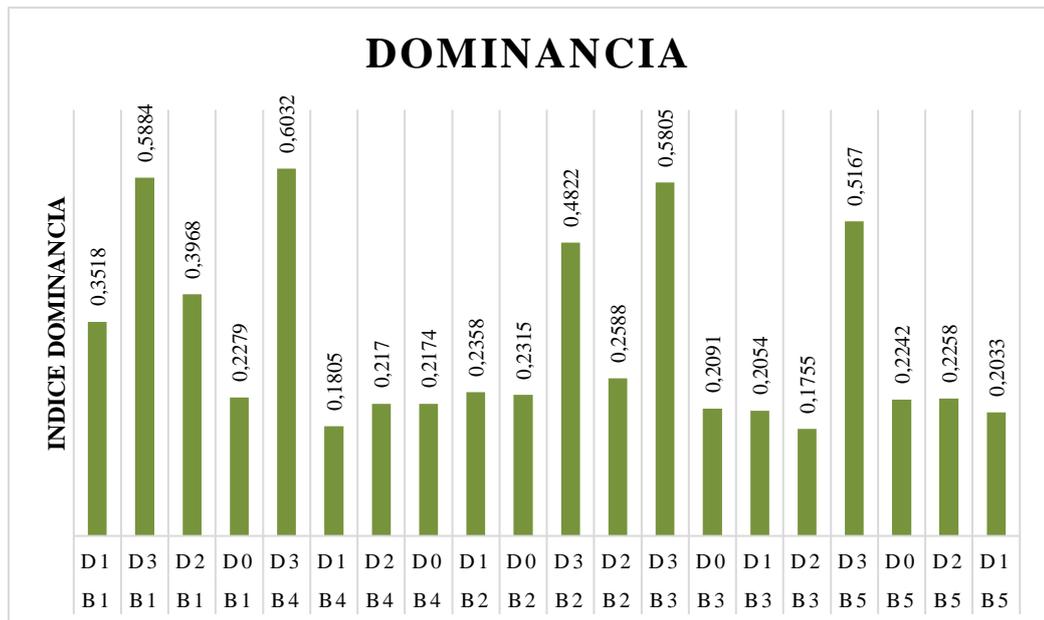
**Tabla 4-5:** Estimación de índice de Dominancia

| Unidad experimental | Bloques | Tratamiento | Dominance_D |
|---------------------|---------|-------------|-------------|
| 1                   | B1      | D1          | 0,3518      |
| 2                   | B1      | D3          | 0,5884      |
| 3                   | B1      | D2          | 0,3968      |
| 4                   | B1      | D0          | 0,2279      |
| 5                   | B4      | D3          | 0,6032      |
| 6                   | B4      | D1          | 0,1805      |
| 7                   | B4      | D2          | 0,217       |
| 8                   | B4      | D0          | 0,2174      |
| 9                   | B2      | D1          | 0,2358      |
| 10                  | B2      | D0          | 0,2315      |
| 11                  | B2      | D3          | 0,4822      |
| 12                  | B2      | D2          | 0,2588      |
| 13                  | B3      | D3          | 0,5805      |
| 14                  | B3      | D0          | 0,2091      |
| 15                  | B3      | D1          | 0,2054      |
| 16                  | B3      | D2          | 0,1755      |
| 17                  | B5      | D3          | 0,5167      |
| 18                  | B5      | D0          | 0,2242      |
| 19                  | B5      | D2          | 0,2258      |
| 20                  | B5      | D1          | 0,2033      |

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

En la tabla 4-5 se visualiza de manera objetiva los resultados obtenidos de los datos recolectados y analizados en el software PAST en la investigación para el índice de dominancia, en el cual indica si existe dominancia o no de acuerdo a cada tratamiento por bloque respectivo, así establecer el mejor tratamiento para el control de plantas espontáneas.

En algunas investigaciones el brote de especies espontáneas varía de acuerdo a las condiciones climáticas del sitio, tal es el caso de Kahl et al., (2016, p 12-13) que en su ensayo plantea que brotaron seis especies de plantas espontáneas diferentes en total que para el caso del empleo de la avena predominó este cultivo y brotaron dos especies, que son *Urtica urens* y *Stellaria media* en este ensayo.



**Ilustración 4-40:** Índice de dominancia en especies vegetales

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

En la ilustración 4-40 se observa que existe dominancia de avena y vicia en el tratamiento tres de cada bloque respectivamente, mientras que para el tratamiento uno, dos y el control no existe dominancia de los cultivos, lo que indica que existen diferencias significativas en cada tratamiento, que se observa en la ilustración que no poseen dominancia alguna especie entre las especies en estudio.

Se observa que en el tratamiento tres de cada bloque obtiene índices de 0,5884 para el bloque uno; 0,6032 para el bloque cuatro; 0,4822 para el bloque dos; 0,5805 para el bloque tres y 0,5167 para el bloque cinco, que indica mayor individuos de avena y vicia, mientras que con respecto al tratamientos uno y dos obtiene valores de 0,3518 y 0,3968 para el bloque uno; 0,1805 y 0,217 para el bloque cuatro; 0,2358 y 0,2558 para el bloque dos; 0,2033 y 0,2258 para el bloque cinco que muestra en la ilustración que no poseen dominancia alguna especie entre las especies en estudio. A su vez que para el tratamiento control no posee dominancia de ninguna especie vegetal.

Según (García Guanche, 2012, p. 4) considera que los abonos verdes como leguminosas o gramíneas cumplen un papel específico en el suelo y aportan en el control de plantas espontáneas de manera eficaz debido a que en ciertos casos algunas de estas especies adquieren un desarrollo muy rápido, y la aplicación de esta estrategia las especies espontáneas se desarrolla la competencia entre los cultivos, de esa manera, a medida que está en crecimiento de los cultivos con el tiempo las plantas espontaneas se van a reducir, además se denomina como cultivos de cobertura ya que impiden

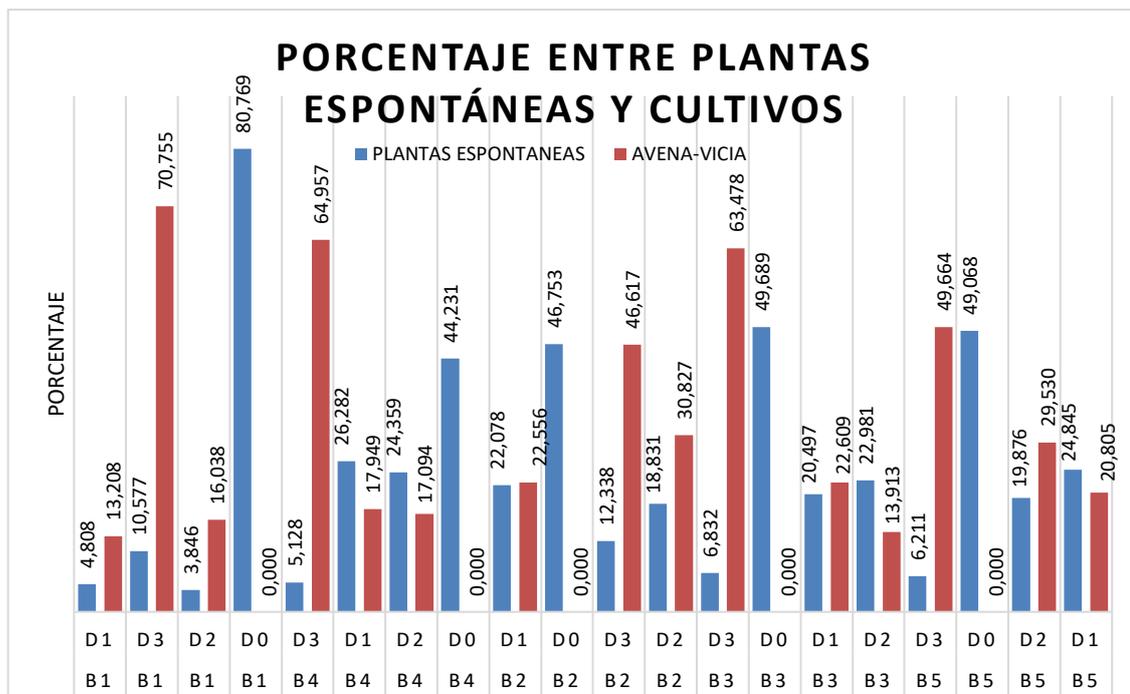
que las espontáneas broten del suelo y eviten que germinen, por los requerimientos de nutrientes que necesitan las especies.

**Tabla 4-6:** Porcentaje de abundancia entre plantas espontáneas y los cultivos.

| Unidad experimental | Bloque | Tratamientos | Plantas espontáneas | Avena-Vicia |
|---------------------|--------|--------------|---------------------|-------------|
| 1                   | B1     | D1           | 4,808               | 13,208      |
| 2                   | B1     | D3           | 10,577              | 70,755      |
| 3                   | B1     | D2           | 3,846               | 16,038      |
| 4                   | B1     | D0           | 80,769              | 0,000       |
| 5                   | B4     | D3           | 5,128               | 64,957      |
| 6                   | B4     | D1           | 26,282              | 17,949      |
| 7                   | B4     | D2           | 24,359              | 17,094      |
| 8                   | B4     | D0           | 44,231              | 0,000       |
| 9                   | B2     | D1           | 22,078              | 22,556      |
| 10                  | B2     | D0           | 46,753              | 0,000       |
| 11                  | B2     | D3           | 12,338              | 46,617      |
| 12                  | B2     | D2           | 18,831              | 30,827      |
| 13                  | B3     | D3           | 6,832               | 63,478      |
| 14                  | B3     | D0           | 49,689              | 0,000       |
| 15                  | B3     | D1           | 20,497              | 22,609      |
| 16                  | B3     | D2           | 22,981              | 13,913      |
| 17                  | B5     | D3           | 6,211               | 49,664      |
| 18                  | B5     | D0           | 49,068              | 0,000       |
| 19                  | B5     | D2           | 19,876              | 29,530      |
| 20                  | B5     | D1           | 24,845              | 20,805      |

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

En la tabla 4-6 indica los porcentajes totales del número de individuos de plantas espontáneas y cultivos de cada tratamiento con respecto a la suma total de abundancia de especies y cultivos del bloque que se expresa la cantidad de los cultivos o especies espontáneas.



**Ilustración 4-41:** Proporción de porcentajes entre plantas espontáneas y cultivos

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

En la gráfica anterior se puede mostrar la comparación entre porcentaje que existe entre especies espontáneas y los cultivos asociados, en cuanto a la porcentajes obtenidos de los cultivos de los tratamientos uno y dos son de 13,208% y 16,038% del bloque uno; 17,949% y 17,094% para el bloque cuatro ; 22,556% y 30,827% para el bloque dos, 22,069% y 13,913% para el bloque tres, y 20,805% y 29,530% para el bloque cinco respectivamente, representa que los cultivos no inciden en el crecimiento de espontáneas , y la competencia de estas especies puede incrementar, debido a que los cultivos no logran cubrir el área. Por otra parte, el tratamiento tres se obtiene el porcentaje para cultivos de un 70,75% para el bloque uno, 64,957% para el bloque cuatro, 46,617 para el bloque dos, 63,478% para el bloque tres, 49,664% para el bloque cinco correspondiente, asimismo en la ilustración 36-4 indica que este tratamiento tres con una densidad empleada de 100 kg/ha de avena y 20 kg/ha de vicia , por lo que, este tratamiento disminuye el crecimiento de plantas espontáneas hasta en un 5% como indica en la ilustración representada con el valor mínimo de reducción de competencia en el bloque 4. Además, en el tratamiento control de cada bloque no existe ningún control, por lo tanto, aumenta el crecimiento de las plantas espontaneas como indica en la ilustración anterior del tratamiento control con respecto al bloque uno que posee un porcentaje de 80,76% .

En la ilustración anterior se muestra la comparación de porcentajes entre especies espontáneas y cultivos asociados por lo que, de acuerdo a los datos calculados y representados, se difiere que el tratamiento uno y dos de cada bloque, significa que a medida de que la aplicación de porción de

siembra de avena y vicia sea menor indica mayor crecimiento y desarrollo de plantas espontáneas que no tendrá efecto significativo en el control de plantas espontáneas, mientras que para el tratamiento tres de cada bloque, los porcentajes obtenidos de cada tratamiento con su respectivo bloque demuestra que mayor porción de avena y vicia lo que se deduce menor crecimiento de plantas espontáneas.

El crecimiento y competencia de las plantas espontáneas con cultivos de interés comercial dependerá de factores como el clima del sitio, la densidad de siembra, las especies o las variedades disponibles en tal sitio, así como, señala Hernández y Viteri (2006, p. 134) que emplea la avena, vicia, rábano forrajero, centeno y quinua, que además se consideran abonos verdes y el uso de estos cultivos para su estudio titulado “Selección de abonos verdes para el manejo y rehabilitación de los suelos sulfatados ácidos de Boyacá”, sostiene que los cultivos que adquieren la capacidad de reducir el crecimiento de plantas espontáneas son avena y vicia debido al mayor porcentaje de las especies y a la cobertura vegetal para el suelo. Esta capacidad es un factor principal que influye para el interés de agricultores, porque su enfoque principal es eliminar esas especies y al mismo tiempo desde el punto de vista agroecológico.

#### 4.1.1. Modelo DCA

Dentro del primer modelo a considerar para determinar el índice de dominancia entre plantas espontáneas y cultivos dentro de la biodiversidad que se quiere estudiar, se evidenció que el bloque no presenta ningún efecto dentro de cada uno de los tratamientos, debido a que cada bloque conserva su proporción de tratamiento. Razón por la cual se procedió a realizar un modelo aleatorio simple para demostrar el efecto de los tratamientos puestos a estudio mediante un modelo DCA simple.

Planteamiento de las hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para algún } i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba

**Tabla 4-7:** Análisis de Varianza DCA

| Fuente      | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Tratamiento | 3  | 0,37910   | 0,126368  | 34,62   | 0,000   |
| Error       | 16 | 0,05840   | 0,003650  |         |         |
| Total       | 19 | 0,43751   |           |         |         |

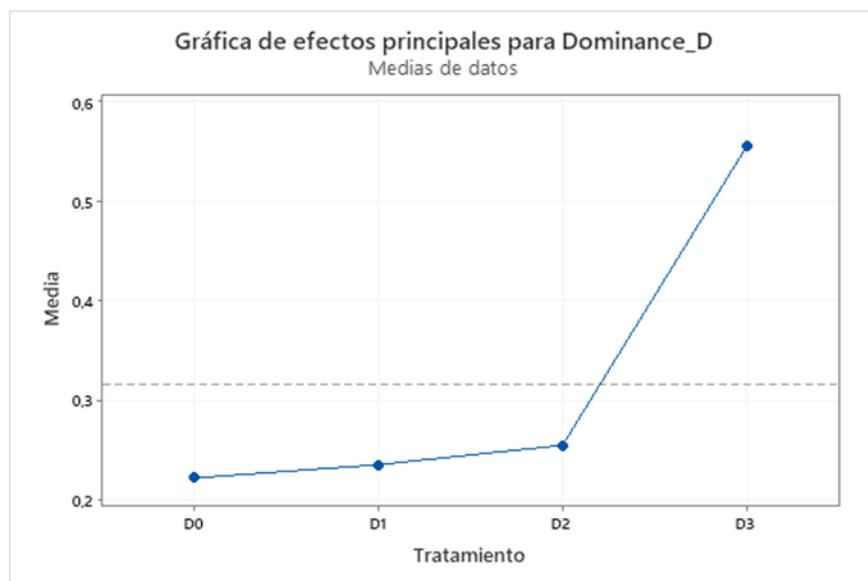
Realizado por: Naranjo Clara, 2023

Decisión

Valor  $p = 0.000 < \alpha = 0,05$  entonces rechazó  $H_0$

Interpretación

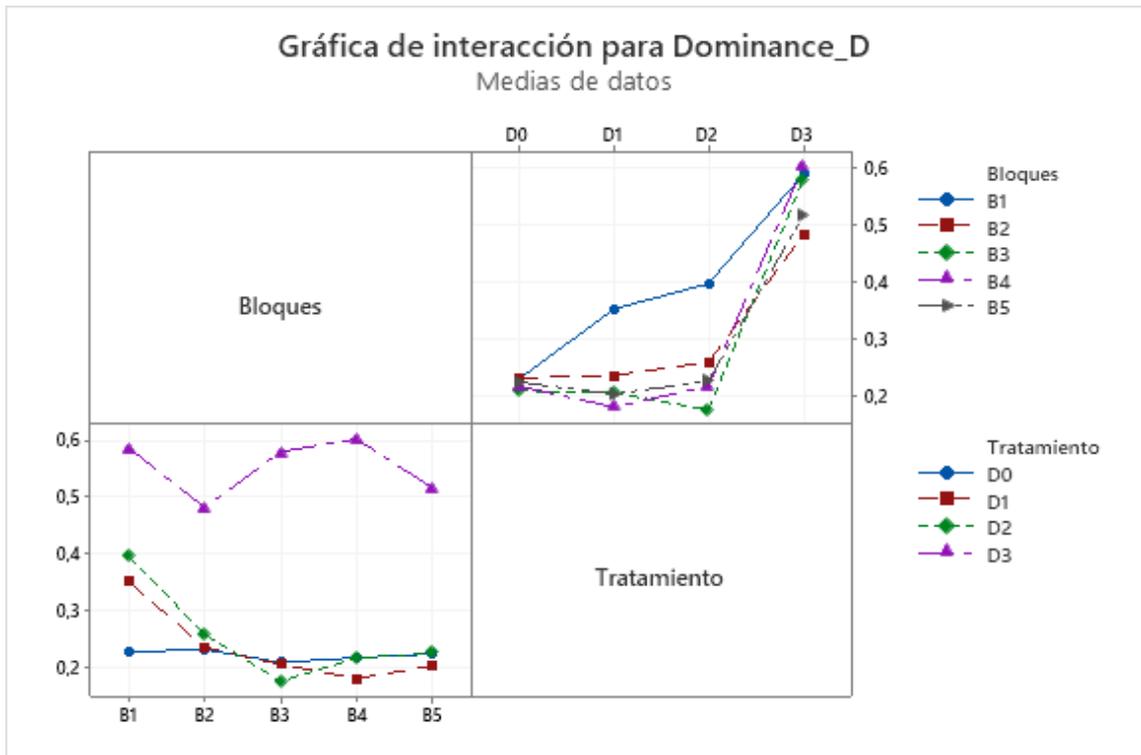
En el análisis de ANOVA se obtuvo un valor  $p$  menor al nivel de significancia (alfa), por tanto, se rechazó la hipótesis nula, y se comprobó que las medias de los tratamientos son diferentes, lo que quiere decir que hubo un efecto significativo de los tratamientos aplicados en el crecimiento de plantas espontáneas.



**Ilustración 4-42:** Gráfica de efectos principales para índice de dominancia

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

Al observar la gráfica de efectos principales se puede interpretar que aquel tratamiento que influyó de manera significativa en el crecimiento de plantas espontáneas fue el Tratamiento D3 el cual está compuesto por: Proporciones de siembra (%): 16,67 Vicia + 83,33 Avena y Dosis de semilla Kg/Ha: 0,04 Vicia + 0,2 Avena.



**Ilustración 4-43:** Gráfica de interacción de cada tratamiento por bloque y viceversa.

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

En la gráfica de interacción obtenido se observa que el tratamiento D3 es aquel que maximiza el control de crecimiento de las plantas espontáneas en cada uno de los bloques

#### 4.1.2. Modelo DBCA

Para el índice de Shannon se tomó en consideración el efecto del bloque y los tratamientos ya que al no ser un índice porcentual se requirió saber sobre el efecto de los dos factores sobre la variable de interés.

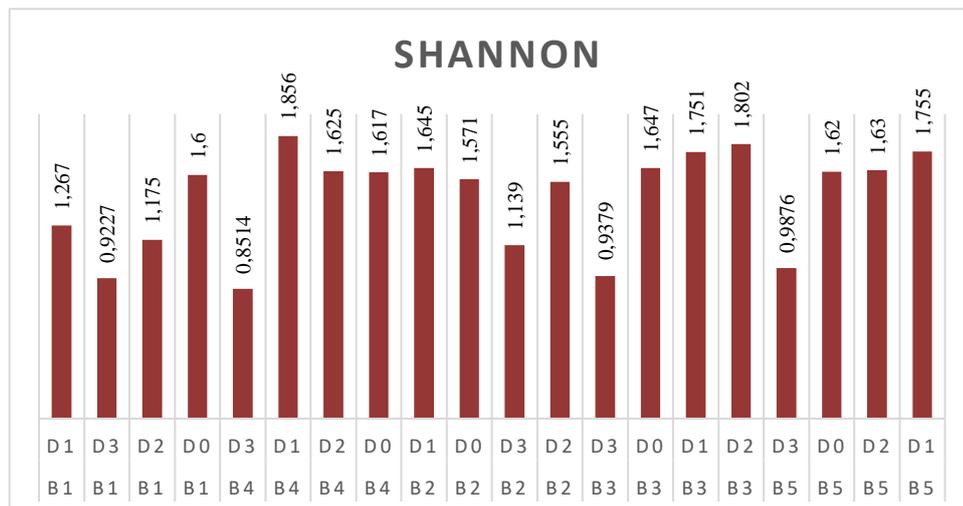
**Tabla 4-8:** Estimación del índice de Shannon

| Unidad experimental | Bloques | Tratamiento | Shannon_H |
|---------------------|---------|-------------|-----------|
| 1                   | B1      | D1          | 1,267     |
| 2                   | B1      | D3          | 0,9227    |
| 3                   | B1      | D2          | 1,175     |
| 4                   | B1      | D0          | 1,6       |
| 5                   | B4      | D3          | 0,8514    |
| 6                   | B4      | D1          | 1,856     |
| 7                   | B4      | D2          | 1,625     |

|    |    |    |        |
|----|----|----|--------|
| 8  | B4 | D0 | 1,617  |
| 9  | B2 | D1 | 1,645  |
| 10 | B2 | D0 | 1,571  |
| 11 | B2 | D3 | 1,139  |
| 12 | B2 | D2 | 1,555  |
| 13 | B3 | D3 | 0,9379 |
| 14 | B3 | D0 | 1,647  |
| 15 | B3 | D1 | 1,751  |
| 16 | B3 | D2 | 1,802  |
| 17 | B5 | D3 | 0,9876 |
| 18 | B5 | D0 | 1,62   |
| 19 | B5 | D2 | 1,63   |
| 20 | B5 | D1 | 1,755  |

Realizado por: Naranjo Clara,2023

En la tabla anterior se obtiene los datos de la estimación del índice de Shannon en el programa PAST. En caso del índice de Shannon son considerados como diversidad alta, media o baja de acuerdo a los rangos de interpretación, equivalente de 0,5 hasta 5.



**Ilustración 4-44:** Gráfico de índice de Shannon

Realizado por: Naranjo Clara,2023

En la ilustración 4-44 representa la diversidad que existe en cada tratamiento que se interpreta de acuerdo a la riqueza y abundancia de especies reconocidas en la investigación, por lo cual, se interpretó de acuerdo a los rangos de diversidad en el caso del índice de Shannon, que indica que los tratamientos uno, dos y el control, poseen diversidad de baja a media. De esta manera, si presenta más riqueza y abundancia de especies, mayor será la diversidad. Por otra parte, en el

caso del tratamiento tres, tiene más abundancia de una cierta especie. Así pues, a medida que existan más número de individuos de alguna especie menor es la diversidad.

Planteamiento de las hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, \text{ para algún } i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba

**Tabla 4-9:** Análisis de Varianza DBCA

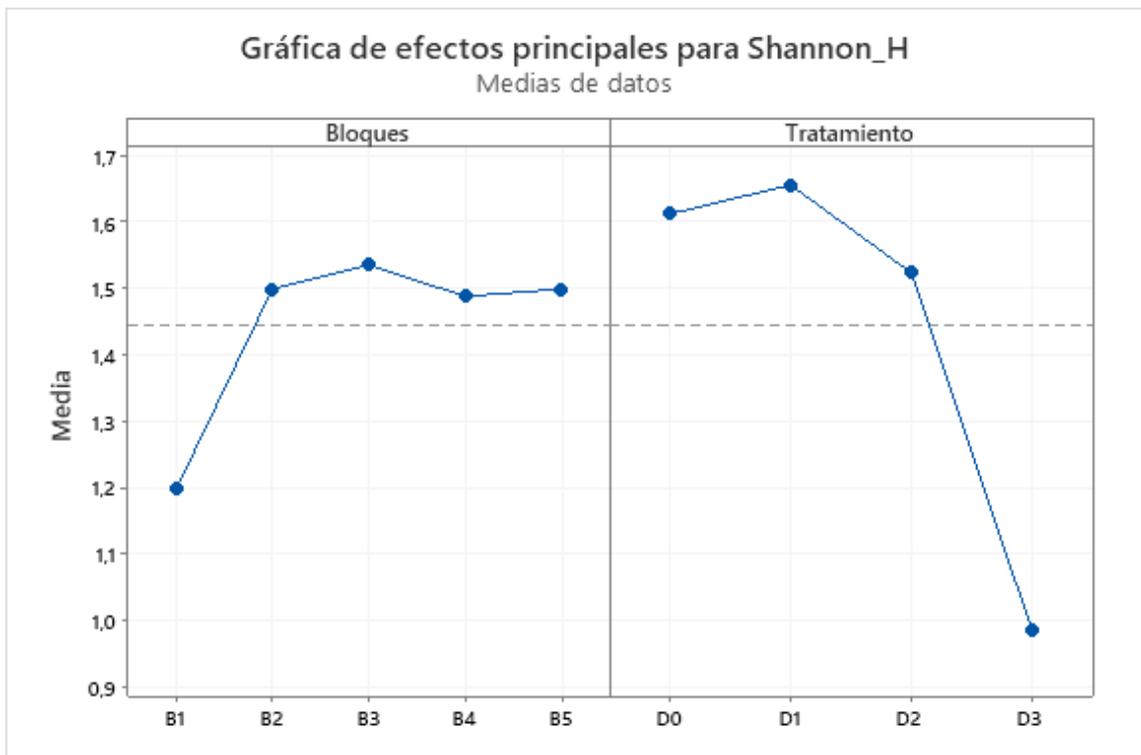
| Fuente      | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-------------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Bloques     | 4  | 0,2208    | 0,05519   | 2,60    | 0,089   |
| Tratamiento | 3  | 1,5599    | 0,51995   | 24,49   | 0,000   |
| Error       | 12 | 0,2547    | 0,02123   |         |         |
| Total       | 19 | 2,0353    |           |         |         |

Decisión

Valor  $p < \alpha = 0,05$  entonces rechazo  $H_0$

Interpretación

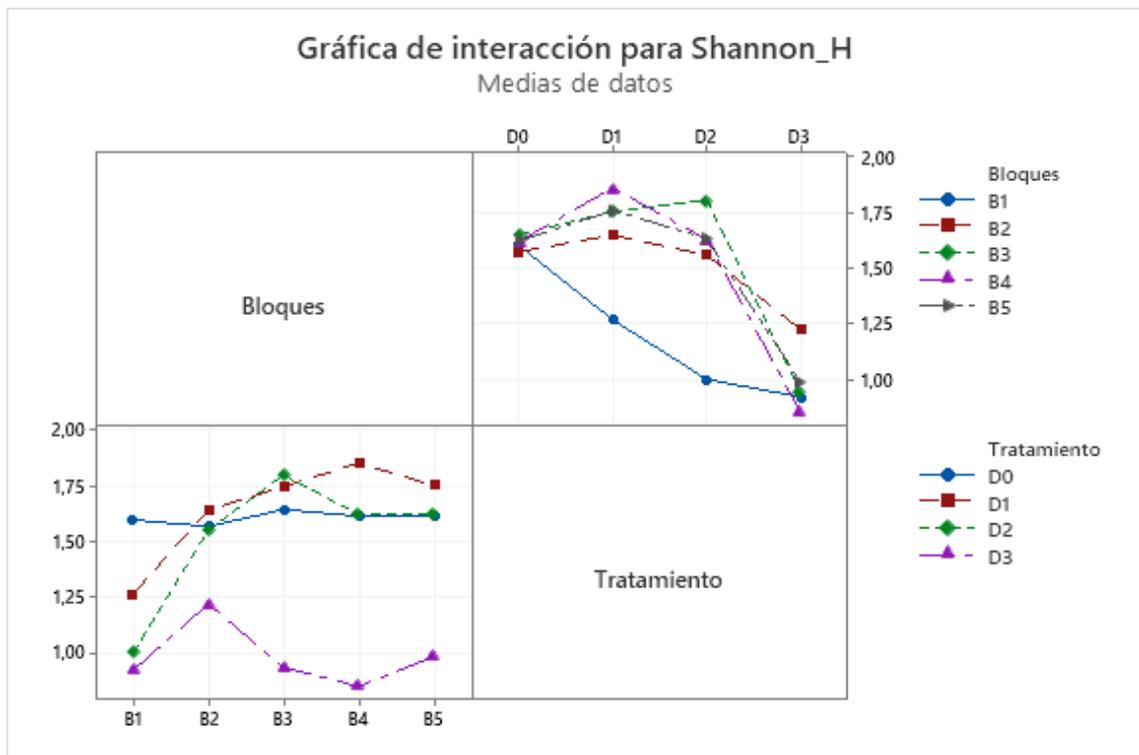
Dentro del análisis de ANOVA se obtuvo un valor p menor al nivel de significancia (alfa), rechazando la hipótesis nula y concluyendo que los tratamientos aplicados en el crecimiento de plantas espontaneas tuvo un efecto significativo sobre la biodiversidad de especies que existían dentro de los mismos.



**Ilustración 4-45:** Gráfica de efectos principales para índice de Shannon

**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

En la gráfica anterior se puede observar que en el cual se presentó una abundancia diversidad media de especies espontáneas viene siendo el Bloque 3, así también se observa que aquel tratamiento el cual provoco mayor diversidad de especies espontáneas es el tratamiento D1, D2 y el control compuesto por: Proporciones de siembra (%): 37,5 Vicia + 62,5 Avena y Dosis de semilla Kg/Ha: 0,06 Vicia +0,1 Avena, en el caso de la densidad 1y para el segundo tratamiento está compuesto por Proporciones de siembra (%): 70 Vicia + 30 Avena y Dosis de semilla Kg/Ha: 0,14 Vicia + 0,06 Avena y en el tratamiento control no se colocó ninguna proporción de ambos cultivos



**Ilustración 4-46:** Grafica de interacción para Shannon

Realizado por: Naranjo Clara,2023

Mientras que aquí se visualiza que la diversidad media de plantas se da en el Bloque 4 y el tratamiento que ayuda a que esta diversidad sea elevada es el tratamiento D1, es decir que existe distribución de individuos de especies en cada tratamiento.

En esta investigación al evaluar la incidencia de abonos verdes sobre el crecimiento de plantas espontáneas a diferentes densidades de siembra para el control de plantas espontáneas. Se examinó los datos recolectados de campo de las plantas y de los cultivos en asociación para el cálculo de índices de diversidad, y realizado la prueba de ANOVA en el programa MINITAB indicó que para el índice de dominancia se tuvo el valor  $p < \alpha = 0,05$  y para el índice de Shannon el valor  $p < \alpha = 0,05$ , para el caso de tratamientos. Por lo que se puede deducir que existe índice de dominancia de especies en el tratamiento 3 establecido como la densidad de siembra de 120 kg/ha y en el caso de Shannon existe diversidad de media a baja o se puede explicar uniformidad de especies. Por lo mencionado anteriormente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación que detalla que los abonos verdes generan servicios ecosistémicos aporte de biomasa y control de plantas espontáneas.

En la investigación denominada “Dinámica de las malezas de ciclo invernal sobre cultivos de cobertura y en barbecho químico en el centro- oeste de Entre Ríos”, emplea la avena y trigo como cultivos de cobertura para evaluar el efecto que generan sobre el crecimiento y desarrollo en las

plantas espontáneas. El autor Kahl et al. (2016, p. 12) señala que en suelos sin cobertura vegetal la competencia y dominancia de estas especies aumenta en el sitio. Existe gran variedad de especies vegetales que son consideradas espontáneas y que, por lo general, crecen conjuntamente con cultivos agrícolas o en suelos desnudos. De acuerdo a (Sardiña., et al, 2008 citado en Kahl et al. 2016, p. 13) en un estudio de región semiárida pampeana utiliza avena como cultivo de cobertura logra reducir las plantas espontáneas por metro cuadrado en un 96% para dicotiledóneas y 86 % para monocotiledóneas.

**4.2. Segundo objetivo: Comparar el contenido de biomasa de los abonos verdes a diferentes densidades de siembra para mejorar las características físicas y químicas del suelo en el Cbio.**

Al comparar el contenido de biomasa de los abonos verdes con el uso de las diferentes densidades o proporciones de siembra lo que se realizó fue un análisis gráfico y analítico mediante comparaciones de medias entre los tratamientos con el método de comparación de Tukey ya que es el que más diferencias significativas encuentra entre pares de medias.

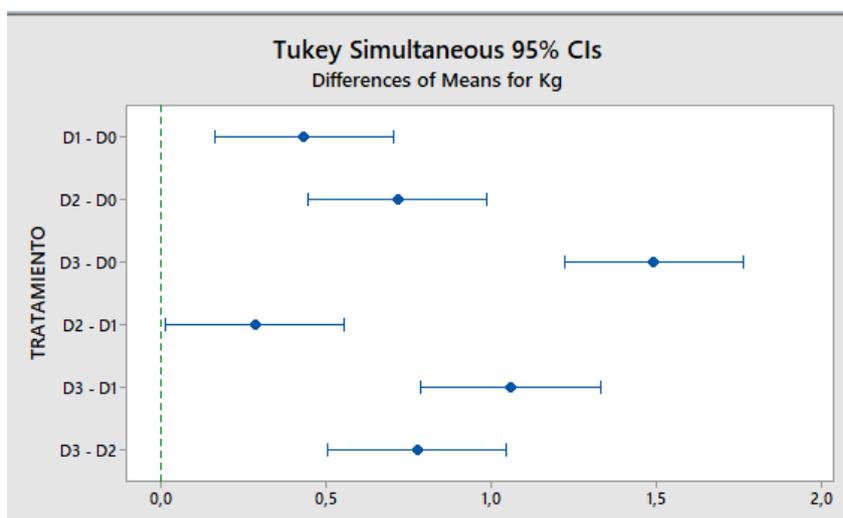
**Tabla 4-10:** Peso fresco y seco del forraje

| Unidad experimental | Bloque | Tratamiento | Peso fresco(kg/ha) | Peso seco (kg/ha) |
|---------------------|--------|-------------|--------------------|-------------------|
| 1                   | B1     | D1          | 0,48               | 0,11              |
| 2                   | B1     | D3          | 1,33               | 0,25              |
| 3                   | B1     | D2          | 0,77               | 0,159             |
| 4                   | B1     | D0          | 0                  | 0                 |
| 5                   | B4     | D3          | 1,34               | 0,28              |
| 6                   | B4     | D1          | 0,52               | 0,16              |
| 7                   | B4     | D2          | 0,8                | 0,22              |
| 8                   | B4     | D0          | 0                  | 0                 |
| 9                   | B2     | D1          | 0,38               | 0,098             |
| 10                  | B2     | D0          | 0                  | 0                 |
| 11                  | B2     | D3          | 1,88               | 0,46              |
| 12                  | B2     | D2          | 0,74               | 0,2               |
| 13                  | B3     | D3          | 1,35               | 0,5               |
| 14                  | B3     | D0          | 0                  | 0                 |
| 15                  | B3     | D1          | 0,35               | 0,1               |
| 16                  | B3     | D2          | 0,42               | 0,12              |
| 17                  | B5     | D3          | 1,55               | 0,6               |
| 18                  | B5     | D0          | 0                  | 0                 |

|    |    |    |      |      |
|----|----|----|------|------|
| 19 | B5 | D2 | 0,85 | 0,13 |
| 20 | B5 | D1 | 0,43 | 0,08 |

Realizado por: Naranjo Clara,2023

#### 4.2.1. Comparación de medias de la muestra de campo por preso fresco



**Ilustración 4-47:** Comparación de medias de muestra de campo en peso fresco

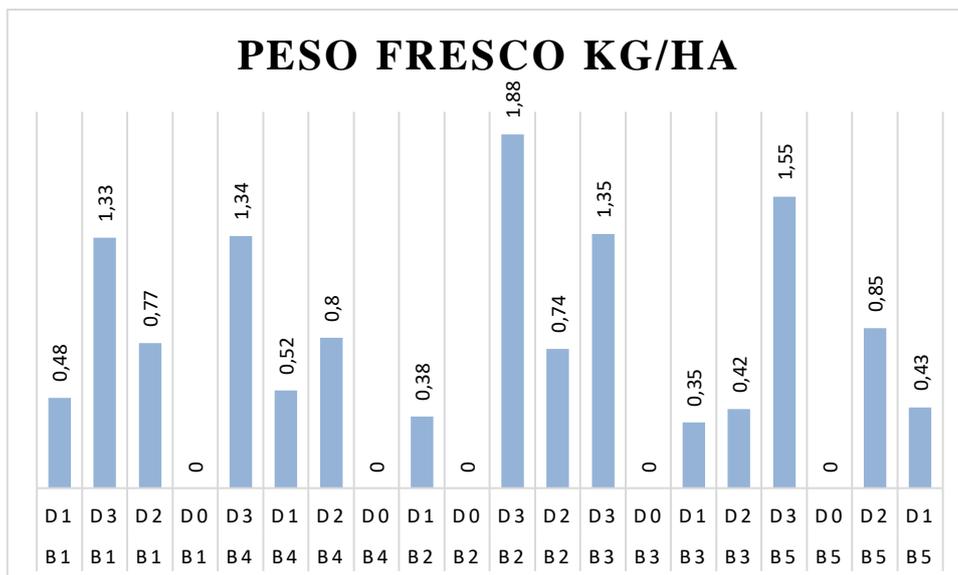
Realizado por: Naranjo Clara,2023

**Tabla 4-11: Prueba de Tukey para comparación de medias 1**

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |   |   |   |
|-------------|---|-------|------------|---|---|---|
| D3          | 5 | 1,490 | A          |   |   |   |
| D2          | 5 | 0,716 |            | B |   |   |
| D1          | 5 | 0,432 |            |   | C |   |
| Control     | 5 | 0     |            |   |   | D |

Realizado por: Naranjo Clara,2023

Al realizar la comparación de medias se observa que existe diferencia significativa en cada uno de los tratamientos, por lo que se toma la densidad que presenta el máximo valor promedio, siendo este el tratamiento tres, además en el cual muestra en la tabla 11- 4 que aporta el mayor contenido de biomasa dentro del estudio.



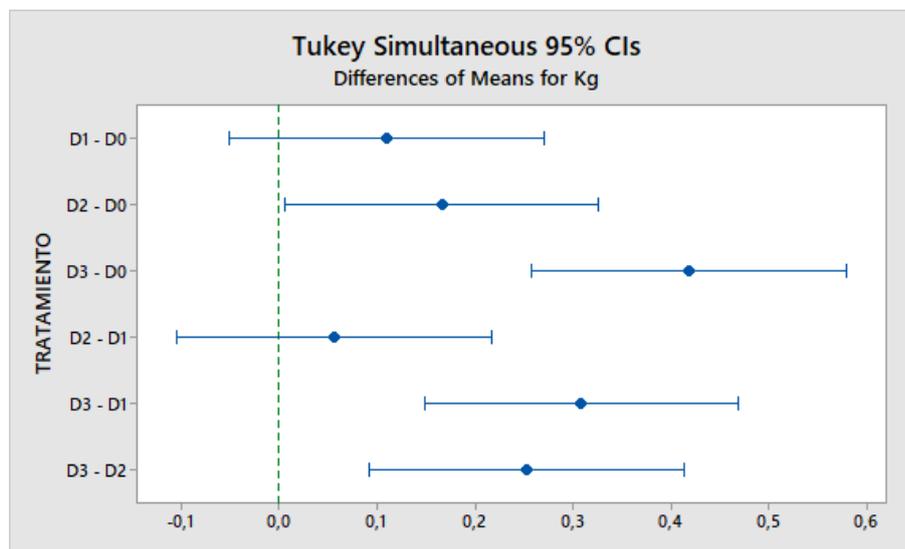
**Ilustración 4-48:** Peso fresco (kg/ha) de los cultivos asociados

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

La variación de producción de biomasa de materia fresca varía de cada tratamiento de acuerdo al nivel de crecimiento de cultivos asociados. En la ilustración anterior se visualiza que los tratamientos uno, dos y el control no aportan de manera efectiva la biomasa fresca, por lo tanto, no obtienen los nutrientes necesarios para mejorar las características físico químicas del suelo.

De acuerdo a esta investigación y a la de (Viana Morales y Chancosa Muenala. 2015, pp.47,51- 62) nombrada como "Evaluación del efecto de abonos verdes en la calidad del suelo, en la localidad de Peribuela (sector El Rabanal), parroquia Imantag, cantón Cotacachi que contrasta la dosis de siembra la asociación de avena y vicia común con 100 kg para el caso de la avena y para la vicia con una densidad de 50 kg/ha, obtuvo que la aplicación de esta densidad aportó a la producción de biomasa de acuerdo a su ensayo. Así se comprueba que la mezcla e incorporación entre gramínea y leguminosa brindan diversos beneficios para complementar con más características al suelo así mejorar su calidad y salud, con mayor cantidad de biomasa fresca y seca de estas.

#### 4.2.2. Comparación de medias de la muestra de campo por peso seco



**Ilustración 4-49:** Comparación de medias de muestra de campo en peso seco

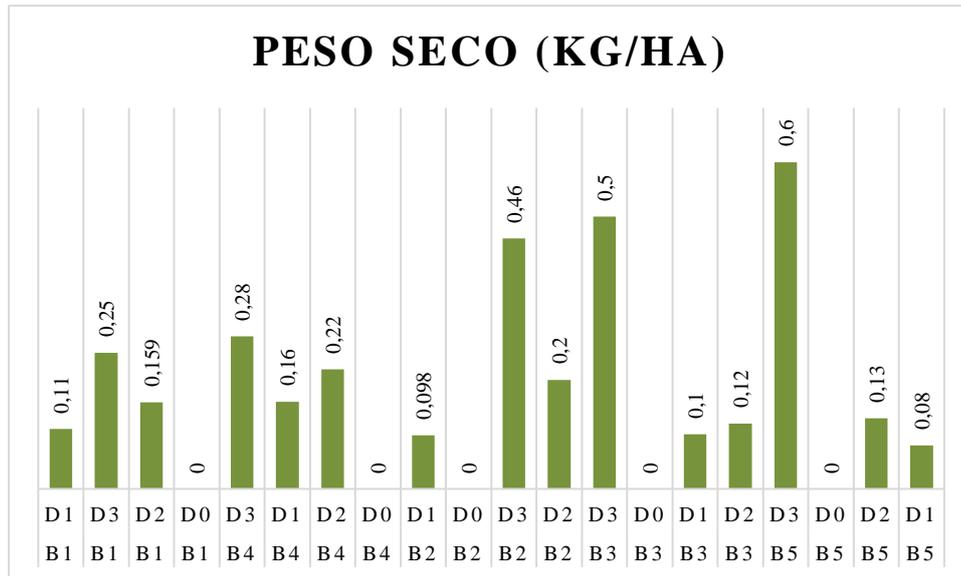
Realizado por: Naranjo Clara,2023

**Tabla 4-12: Prueba de Tukey para comparación de medias**

| Tratamiento | N | Media | Agrupación |   |   |
|-------------|---|-------|------------|---|---|
| D3          | 5 | 0,418 | A          |   |   |
| D2          | 5 | 0,166 |            | B |   |
| D1          | 5 | 0,110 |            | B | C |
| Control     | 5 | 0     |            |   | C |

Realizado por: Naranjo Clara,2023

De la misma forma que en la comparación y estudio del peso fresco, con el análisis estadístico se pudo observar en esta situación que existen relaciones entre pares de medias dado los tratamientos uno y dos, aspecto que se puede observar gráficamente en la ilustración 47-4. Con ello se logró evidenciar de la misma manera que el tercer tratamiento presenta el promedio más alto en cuanto a la recolección de los datos en el ensayo por lo que brinda mayor biomasa dentro de cada uno de los tratamientos.



**Ilustración 4-50:** Peso seco (kg) de los cultivos asociados

Realizado por: Naranjo Clara,2023

En la ilustración anterior se compara la producción de peso seco de cada tratamiento en cada bloque respectivo, que se representa los datos tomados de la materia seca muestra que en los tratamientos uno y dos el aporte de biomasa muestra los valores de 0,11 y 0,15 kg/ha con respecto al bloque uno; 0,16 y 0,22 kg/ha para el bloque cuatro; 0,098 y 0,2 kg/ha para el bloque dos; 0,1 y 0,12 kg/ha para el bloque tres y 0,08 y 0,13 kg/ha para el bloque cinco, esto significa que no aporta de una manera viable materia orgánica para el suelo. A diferencia del tratamiento tres que de acuerdo a la ilustración 45-4 se visualiza como el tratamiento óptimo de densidad de siembra que aporta la mayor producción de biomasa seca, por lo que este tratamiento puede contribuir a la mejora de la calidad del suelo y al incremento de los servicios ecosistémicos que aporta esta estrategia de conservación.

En este objetivo al comparar el contenido de biomasa de los abonos verdes a las diferentes densidades de siembra, se obtuvo los análisis en el programa MINITAB mediante la prueba de TUKEY al 95%, obteniendo así valores de comparaciones de medias, con el peso de materia fresca para el tratamiento 1 y 2 con rangos de entre 0,30 y 0,80 kg/ha y para la materia seca con rangos de entre 0,08-0,23 kg/ha , y para el tratamiento 3 con datos de entre 1,30 – 2 kg/ha de materia fresca y para la seca de 0,20- 0,60 kg/ha y en el caso del tratamiento control corresponde al valor de cero ya que no aporta ningún tipo de beneficio, de esta forma deducir que el tratamiento que aporta mayor materia fresca y seca es el tratamiento 3, con la proporción de 100 kg/ha de avena y 20 kg/ha de vicia.

En la investigación de (Viana Morales y Chancosa Muenala ,2015, p.52-60) denominado “Evaluar el efecto de fuentes de abonos verdes, sobre la calidad de un Molisol de la localidad de Peribuela (Sector

El Rabanal), Parroquia Imantag, Cantón Cotacachi “mediante la asociación de avena y vicia tuvo un aporte de 52,68t/ha de los cultivos de asociación equivalente a 5,268 kg/m<sup>2</sup>. Por otra parte, Según (Rivera Urbina y Roca Inca, 201: p. 36- 48) una investigación efectuada en Perú llamada “Efecto de diferentes proporciones de asociación (Avena y vicia) en la producción de forraje” que desarrolla a diferentes densidades de siembra en un área de 25m<sup>2</sup> con proporciones para los cultivos de avena y vicia de 75% de Avena y 25% de Vicia, y en concreto con el análisis del rendimiento de biomasa establece que la proporción que brinda más biomasa fresca con un aporte de 35533 kg/ha que equivale a 3,5533 kg/m<sup>2</sup> y seca es más avena con un 75% que la vicia , que al contrario de esta investigación el porcentaje de proporción fue de 83,33% de *Avena sativa*, en el que contribuye de materia fresca un 1,88 kg/m<sup>2</sup>.

En el caso de Choque – Miranda, et al, (2013, pp. 61-62) aplicó asociación de avena + vicia, avena + arveja y avena sola, con densidades de 100 kg para la avena sola,75kg de avena y 25kg de vicia, obtuvo datos de 11,92 t/ha equivalente a 1,192 kg/m<sup>2</sup> e indica que en la incorporación de leguminosas con avena puede incrementar el rendimiento de biomasa, así el autor indaga que aumenta un 9,76%, y evidencia que, en los resultados obtenidos, el cultivo forrajero maximiza la producción de biomasa seca, de este modo, se evidencia que la producción de materia seca a través de la asociación de avena y vicia complementa a proteger el suelo, enriquecer el suelo con nutrientes, para además complementar con materia orgánica y nitrógenos, entre otros nutrientes, de esa manera. El autor (García Guanche, 2012, p. 4) difiere que los abonos verdes aportan beneficio en las propiedades físico-químicos del suelo, que puntualiza que la biomasa que aporta la mezcla de estos cultivos se obtiene más cantidad de nutrientes y la diversidad de microorganismos, que son la base de la salud de suelo.

## CONCLUSIONES

- El uso de abonos verdes como leguminosas y gramíneas en asociación de especies, brinda beneficios para el suelo, y se establece por medio de la aplicación de proporcionar una densidad de siembra óptima, lo cual se proporcionó 100 kg/ha de avena y 20 kg/ha de vicia que en porcentaje equivale un 83,33 % de avena y 16.67% de vicia que tuvo incidencia en el control de crecimiento de plantas espontáneas en un 5%, según la investigación. Los cultivos evita que broten semillas de plantas espontáneas, por lo tanto, la implementación de esta estrategia de conservación al recurso suelo contribuye no solo al control de maleza sino también al control de plagas y enfermedades, además a mejorar las características físicas químicas y biológicas de este recurso, incorporando materia orgánica y fijando nitrógeno, mejora la calidad del agua, a través de la infiltración, almacenamiento y purificación, y la calidad del aire, debido a que se considera sumidero de carbono reduciendo los gases de efecto invernadero, previene la erosión, a través del uso de los cultivos porque protegen o cubren al suelo de agentes y factores externos. Así, la aplicación de esta asociación de especies tiende a promover propiedades, componentes, elementos nutritivos al suelo

De acuerdo a los datos observados y analizados, en la presente investigación realizada en la Estación Experimental Tunshi, a diferentes densidades de siembra de 80 kg/ha, 100 kg/ha y 120 kg/ha, se obtuvo que en el tratamiento tres existe dominancia de individuos de especies avena y vicia que de plantas espontáneas, por lo que se estimó el índice de dominancia de 0,5884 para el bloque uno; 0,6032 para el bloque cuatro; 0,4822 para el bloque dos; 0,5804 para el bloque tres y 0,5167 para el bloque cinco, concluyendo que este tratamiento controla el crecimiento y desarrollo de las plantas espontáneas, y por otra parte, difiere que en el índice de Shannon la diversidad se interpreta de baja a media de acuerdo a la cantidad de individuos que se encuentran distribuidos en los tratamientos uno, dos y el tratamiento control del área de muestreo con valores mayores desde 1,20 y 1,17 respectivamente.

- Los cultivos empleados en la investigación con la densidad de 120 kg/ha, aporta de manera eficaz una producción máxima de 1,88 kg/m<sup>2</sup> y 0,60 kg/m<sup>2</sup> de biomasa fresca y seca respectivamente, en comparación con el autor (Viana Morales y Chancosa Muenala. 201., pp.47,51- 62) emplea densidades de 100 kg/ha de avena y 50 kg/ha y Choque – Miranda, et al, (2013, pp 61-62) emplea la asociación de cultivos con densidades de 100 kg/ha de avena sola, 75 kg/ha y 25 kg/ha de vicia y menciona que de acuerdo al área de la incorporación de estos aporta 1,192 kg/m<sup>2</sup> de materia seca al suelo, que además con este aporte de materia vegetal incrementa la fertilidad del suelo, mediante el aporte de macro y micro nutrientes necesarios para mejorar la calidad del suelo,

mediante la incorporación de material vegetal para transformar en materia orgánica, así favorecer la interacción de microorganismos, por lo tanto, promueve a mejorar los agroecosistemas mediante las estrategias de conservación de suelo.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar esta práctica de conservación mediante la asociación de cultivos entre gramíneas y leguminosas en una densidad óptima de 120 kg/ha no solo para mejorar la calidad del suelo y los servicios ecosistémicos sino también reducir el uso de productos químicos como herbicidas en el control de plantas espontáneas. Se debe realizar un enfoque más objetivo hacia a esta estrategia debido a que puede brindar beneficios socio- económicos para los agricultores.
- Emplear prácticas sostenibles de conservación y restauración de suelo con el objetivo de reducir el crecimiento de plantas espontáneas e incrementar el aporte de biomasa, además mejora las características del suelo al momento de su incorporación y promueve la siembra de otras especies vegetales como la rotación o asociación de otros cultivos para obtener más variedad de flora y así aumentar los servicios ambientales.
- Se debe emplear a una densidad de siembra óptima para mejorar la estructura del suelo, incrementa el aporte de nutrientes y con ello los ciclos biogeoquímicos que cumple cada uno, también que especies son óptimas para su implementación y siembra en campo, identificando los requerimientos de materia orgánica y nutrientes de suelo degradado

## **BIBLIOGRAFIA**

**CASCANTE ALMEIDA, Paulina Gabriela; ANDRADE MUÑOZ, Luis Bernardo; REYES POZO, Mauricio David.** Determinación de zonas susceptibles al fenómeno de desertificación en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, vol. 4, 2019, no 6, p. 208-228.

**ARIAS GONZÁLES, José Luis; & COVINOS GALLARDO, Mitsuo.** *Diseño y metodología de la investigación*. 2021

**AYORA, B.; PALACIOS, M.** *Diversidad y abundancia de malezas presentes en pasturas de las zonas ganaderas de la parroquia San Gerardo del cantón Girón*. 2019

**BASELGA, Andrés; GÓMEZ RODRÍGUEZ, Carola.** Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova Acta Científica Compostelana*, 2019, vol. 26.

**BURATOVICH, María Victoria; ACCIARESI, Horacio Abel.** Manejando plantas espontáneas con cultivos de cobertura: una alternativa tecnológica para disminuir el uso de herbicidas. 2019.

**CASTILLO VALDIVIESO, James Rodrigo.** *Producción de biomasa y calidad nutricional de forraje verde hidropónico de Avena sativa L. y Hordeum vulgare L. con dos cortes sucesivos* Universidad Nacional de Loja, Loja – Ecuador. 2017. p. 1.

**CASTRO ROMERO, David Alejandro; SANTOS SAAVEDRA, Wendy Verónica.** Estudio de la pérdida del recurso suelo mediante el cálculo de tasas de erosión y propuesta de estrategias de manejo de suelos, determinadas por las características socio-ambientales de los Andes Ecuatorianos. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2012.

**CRISPÍN NAVARRO, Brenilda Iraida.** *Evaluación del rendimiento y composición química de dos variedades de avena vicia forrajeras en dos pisos altitudinales de Cajamarca*. 2020.

**CRUZ ESCOBEDO, Helios; et al.** Manejo integrado de plantas espontáneas. Una introducción. ENLACE. *La revista de la Agricultura de Conservación*. 2017

**CÁRDENAS, Jeanette; & SAN ROMÁN, Lorena.** *Buenas prácticas para el desarrollo de agricultura sostenible y afrontar el cambio climático.* Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola Cecitantro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba (Costa Rica), 2016.

**CUALCHI CACHIPUENDO, Cristian Marcelo.** Producción de vicia (Vicia sativa), Avena (Avena sativa) en praderas de kikuyo (*Pennisetun clandestinum*), a través de una propuesta de labranza mínima, como alternativa sostenible para la conservación de suelos en el Cantón Cayambe Ecuador. Tesis de Licenciatura. 2012. 2013.

**ESPERBENT, Cecilie Elisabet.** Plantas espontáneas: el desafío para el agro que viene. 2015.

**FLORES DÍAZ, Adriana Carolina; et al.** Servicios Ecosistémicos: fundamentos desde el Manejo de Cuencas. 2018.

**GONZÁLEZ AGUIRRE, Janeth Katherine.** Efecto de la aplicación de cobertores orgánicos y abonos verdes en propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo. Loja: Universidad Nacional de Loja, 2019.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ-COLLADO, C.; BAPTISTA-LUCIO, P.** Metodología de la Investigación, Sexta Edición México. DF, Editores, SA de CV, 2014.

**HERNANDEZ, Dilsa M. y VITERI, Silvio E.** *Selección de abonos verdes para el manejo y rehabilitación de los suelos sulfatados ácidos de Boyacá (Colombia).* Agron. colomb. [online]. 2006, vol.24, n.1, pp.131-137

**IZURIETA Xiomara, TAPIA Ximena, et al.** Programa de Desarrollo de Capacidades sobre Adaptación basada en Ecosistemas Manabí hisAbE para líderes comunitarios. Módulo 1. Documento de lectura. Programa Regional “Estrategias de Adaptación al cambio climático basadas en Ecosistemas en Colombia y Ecuador”. Quito, Ecuador: MAE, UICN y GIZ.2018. 48p.

**KAHL, M., et al.** Dinámica de las plantas espontáneas de ciclo invernal sobre cultivos de cobertura y en barbecho químico en el centro-oeste de Entre Ríos. *Serie de Extensión INTA Paraná*, 2016, vol. 78, p. 09-16.

**LABRADOR, J.** Los abonos verdes, mucho más que una técnica para la fertilización del suelo en la producción ecológica. *Vida Rural*, 2012, vol. 346, p. 26-31.

**LÓPEZ, Ruth Magdalena.** Servicios ecosistémicos del suelo. ECUADOR ES CALIDAD-  
*Revista Científica Ecuatoriana*, vol. 4, no 1. 2016.

**LEÓN, Ramiro; BONIFAZ, Nancy; GUTIÉRREZ, Francisco.** Pastos y forrajes del Ecuador:  
Siembra y producción de pasturas. 2018

**LLAMATUMBI PAILLACHO, Evelyn Thalia; CHITALOGRO YÁNEZ, Viviana Anabel.**  
Aplicación del modelo Usle para estimar cuantitativamente la erosión hídrica en la microcuenca  
del río Chibunga. Tesis de Licenciatura. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. 2021.

**MARTÍNEZ ROMERO, Anirebis; & LEYVA GALÁN, Angel.** La biomasa de los cultivos en  
el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos tropicales*, vol. 35, no 1, p. 11-20.  
2014.

**MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, M. Ruth, et al.** La importancia de los servicios ecosistémicos para  
la agricultura Módulo 3. 2017.

**MARROQUÍN PEÑA, Roberto.** Metodología de la investigación. Universidad Nacional de  
Educación Enrique Guzmán y Valle. Sesión N° 04. 2012

**MENDOZA AGUIRRE, Zhofre.** Métodos para medir la biodiversidad. Loja: Universidad  
Nacional de Loja, 2019. 978-9942-36-127-1. 2019.

**MIRANDA-CHOQUE, Francis; ZAPANA-PARI, Juan; ROJAS, Pedro Villalta.** Influencia  
de la asociación forrajera entre avena (avena sativa l.) con vicia (Vicia sativa l.) y arveja (*Pisum  
sativum* l.), sobre el contenido proteico en dos sistemas de conservación del heno. *Revista de  
Ciencias Agrarias*, vol. 7, no 1, p. 59-63. 2013.

**MORIYA Ken.** Manejo de suelos. COFCO International. Fundación Solidaridad  
Latinoamericana. Cooperativa Colonias Unidas en el marco del Proyecto MejorAgro

**MOROCHO MOROCHO, Jonathan Bladimir.** Evaluación del desarrollo de la vicia (*Vicia  
sativa L.*) y avena (*Avena sativa L.*) en el suelo erosionado, con base de tres abonos orgánicos a  
diferentes dosis en el sector Salache, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Tesis de  
Licenciatura. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). 2021.

**MÓSQUERA, Martín Prager, et al.** Abonos verdes: Tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. *Agroecología*, vol. 7, no 1, p. 53-62. 2012.

**MOSTACEDO, Bonifacio; FREDERICKSEN, Todd.** *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS), 2000.

**OVALLE, Carlos, et al.** Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable. 2021.

**PENNOCK, Dann; MCKENZIE, Neil.** Estado mundial del Recurso suelo. Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia. 2016.

**PARRA-LEÓN, Vicente Javier, et al.** Servicios ecosistémicos generados por el fomento de la agrobiodiversidad, manejo del suelo y del territorio en el Centro de Bioconocimiento de la Estación experimental Tunshi-ESPOCH. *Polo del Conocimiento*, vol. 6, no 6, p. 777-794. 2021.

**RÍOS, E.; GONZÁLEZ, I. D.; COTLER, H.** Suelos, bases para su manejo y conservación. *Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable*, 2015.

**RIVERA URBINA, Felio Saúl; ROCA INGA, Liber.** Efecto de diferentes proporciones de asociación (*Avena sativa* y *Vicia sativa*) en la producción de forraje. 2017

**ROMERO, Oriella.** Cultivos forrajeros suplementarios. INIA, p. 41. 2011.

**SÁNCHEZ, Darwin, et al.** En: **J. Espinosa, J. Moreno y G. Bernal (eds)**. Uso del Suelo en el Ecuador. Instituto Geográfico Militar (IGM). Quito, Ecuador. 2022.

**TAIPE SALAZAR, Diana Ximena.** Aplicación de una herramienta para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos en el Pueblo Kichwa de Rukullakta–Archidona-Napo. 2020.

**VIANA MORALES, Edwin Andrés; CHANCOSA MUENALA, Cristina Alexandra.** Evaluación del efecto de abonos verdes en la calidad del suelo, en la localidad de Peribuela (sector El Rabanal), parroquia Imantag, cantón Cotacachi. Tesis de Licenciatura. 2015.

**VIVANCO COBO, Elsa Beatriz.** Uso y Ocupación del Suelo en zonas tradicionalmente agrícolas de las parroquias rurales del Distrito Metropolitano de Quito, experiencias y ejes para una política pública municipal: el caso de la parroquia de Tumbaco. Tesis de Maestría. 2014.



Ing. Christian Castillo



## ANEXOS

### ANEXO A: PREPARACIÓN DEL TERRENO



Realizado por: Naranjo Clara, 2023

### ANEXO B: ESTABLECIMIENTO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

| UE    | B              | T              | O |
|-------|----------------|----------------|---|
| 1     | B <sub>1</sub> | D <sub>1</sub> |   |
| 2     | B <sub>1</sub> | D <sub>3</sub> |   |
| 3     | B <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> |   |
| 4     | B <sub>1</sub> | D <sub>0</sub> |   |
| 5     | B <sub>4</sub> | D <sub>3</sub> |   |
| 6     | B <sub>4</sub> | D <sub>1</sub> |   |
| 7     | B <sub>4</sub> | D <sub>2</sub> |   |
| 8     | B <sub>4</sub> | D <sub>0</sub> |   |
| +Ej 9 | B <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> |   |
| 10    | B <sub>2</sub> | D <sub>0</sub> |   |
| 11    | B <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> |   |
| 12    | B <sub>2</sub> | D <sub>e</sub> |   |
| 13    | B <sub>3</sub> | D <sub>3</sub> |   |
| 14    | B <sub>3</sub> | D <sub>0</sub> |   |
| 0 15  | B <sub>3</sub> | D <sub>1</sub> |   |
| 16    | B <sub>3</sub> | D <sub>2</sub> |   |
| ≠0 17 | B <sub>5</sub> | D <sub>3</sub> |   |
| 18    | B <sub>5</sub> | D <sub>0</sub> |   |
| 19    | B <sub>5</sub> | D <sub>2</sub> |   |
| 20    | B <sub>5</sub> | D <sub>1</sub> |   |

Realizado por: Naranjo Clara, 2023

## ANEXO C: IMPLEMENTACIÓN DE TRANSECTOS



**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

## ANEXO D: SIEMBRA DE LA AVENA Y VICIA



**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

**ANEXO E: RIEGO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS**



**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

**ANEXO F: SEGUIMIENTO DEL DESARROLLO DE CRECIMIENTO DE LOS CULTIVOS Y RIEGO**



**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

**ANEXO G: TOMA DE DATOS, IDENTIFICACIÓN  
Y CONTEO DE ESPECIES**



**Realizado por:** Naranjo Clara,2023

**ANEXO H: CORTE Y TOMA DEL PESO DEL FORRAJE, CORTE DE LAS MUESTRAS  
EN TROZOS PEQUEÑOS Y COLOCADAS EN FUNDAS DE PAPEL E  
INTRODUCIDAS A LA ESTUFA PARA LA TOMA DEL PESO SECO**



**Realizado por:** Naranjo Clara,2023



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 04 / 07 / 2023

|   |
|---|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>                                |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> Clara Estefanía Naranjo Sánchez       |
| <b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>                                  |
| <b>Facultad:</b> Recursos Naturales                               |
| <b>Carrera:</b> Recursos Naturales Renovables                     |
| <b>Título a optar:</b> Ingeniera en Recursos Naturales Renovables |
| <b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz      |

  
D.B.A.A.  
Ing. Cristhian Castillo



1301-DBRA-UTP-2023