



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“VALORACIÓN DE LA RELACIÓN C/N DE DOS CULTIVOS
DE COBERTERA VICIA (*Vicia stenophylla*) Y CENTENO
(*Secale cereale*) EN TRES LOCALIDADES DEL CANTÓN
RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

FREDY DAVID SINALUISA SANANAY

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“VALORACIÓN DE LA RELACIÓN C/N DE DOS CULTIVOS
DE COBERTERA VICIA (*Vicia stenophylla*) Y CENTENO
(*Secale cereale*) EN TRES LOCALIDADES DEL CANTÓN
RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: FREDY DAVID SINALUISA SANANAY

DIRECTOR: Ing. ALFONSO LEONEL SUAREZ TAPIA PhD

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, **Fredy David Sinaluisa Sananay.**

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, Fredy David Sinaluisa Sananay, declaro que el presente trabajo de titulación 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 autor/autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de diciembre de 2021



Fredy David Sinaluisa Sananay

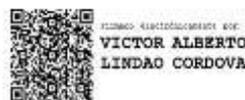
CI: 060431877-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Proyecto de Investigación “**VALORACIÓN DE LA RELACIÓN C/N DE DOS CULTIVOS DE COBERTERA VICIA (*Vicia stenophylla*) Y CENTENO (*Secale cereale*) EN TRES LOCALIDADES DEL CANTÓN RIOBAMBA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**”, realizado por el señor: **FREDY DAVID SINALUISA SANANAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA



Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova. PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.

2021-12-16



Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia. PhD
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

2021-12-16



Ing. Juan Eduardo León Ruiz PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

2021-12-16

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y fortaleza durante este camino difícil, a mis padres Carlos y Beatriz que me han apoyado en todo mi proceso académico de inicio a fin, a mis hermanos Patricio y Roberto que me han brindado su apoyo, a mi familia de parte de padre y madre que siempre con sus consejos me hicieron llegar hasta la meta, a mis abuelitos de parte de mi padre aunque no les conocí sé que estuvieron ahí siempre a mi abuelito Marianito que desde el cielo me guía y protege, a mi abuelita Marianita que siempre está ahí apoyándome y guiándome, a María José que con amor y respeto me ha apoyado en todo momento y por últimos a mis amig@s que se han convertido en familia.

Fredy David

AGRADECIMIENTO

A mis padres que estuvieron ahí apoyándome en todo mi proceso académico desde el inicio hasta el fin.

A mis hermanos que siempre me brindan su apoyo incondicional.

A todos mis familiares que estuvieron pendientes durante todo mi proceso educativo.

A María José por su apoyo incondicional en todo momento.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas y permitirme formar profesionalmente.

A los docentes de la carrera de Agronomía por compartir sus conocimientos para la formación de nuevos profesionales.

Al Ing. Alfonso Suarez Tapia PhD, por sus enseñanzas y confianza brindada durante el proceso de titulación y por no dudar en ningún momento al momento de brindarme su mano.

Al Ing. Juan León PhD, por su ayuda y exigencia durante el proceso de titulación ya que esto me ayudó a formarme profesionalmente.

Al Comité Europeo para la formación y agricultura y las asociaciones Quineros de Chimborazo por brindarme las facilidades para poder realizar mi trabajo de titulación en especial al Ing. Alex Leguizamón y al técnico Galo Morocho.

Fredy David

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1	Cultivos de cobertera.....	3
1.1.1.	<i>Los cultivos de cobertura son convenientes para:</i>	4
1.1.2.	<i>Beneficios de los abonos verdes y coberturas vivas</i>	4
1.1.3.	<i>Enriquecimiento del suelo con nutrientes disponibles</i>	4
1.1.4.	<i>Disminución de la erosión</i>	5
1.1.5.	<i>Inhibición del crecimiento de malezas</i>	6
1.1.6.	<i>Control de plagas y enfermedades.</i>	6
1.1.7.	<i>Desventajas de los abonos verdes y coberturas vivas</i>	7
1.1.8.	<i>Tipos de cultivos de cobertura.</i>	7
1.2.	Cultivo de Vicia.....	8
1.2.1.	<i>Generalidades</i>	8
1.2.2.	<i>Clasificación taxonómica</i>	9
1.2.3.	<i>Características botánicas</i>	10
1.2.4.	<i>Requerimientos climáticos, edáficos y nutricionales</i>	10
1.2.5.	<i>Etapas fenológicas</i>	10
1.2.6.	<i>Beneficios de la vicia</i>	11
1.3.	Cultivo de Centeno	11
1.3.1.	<i>Generalidades</i>	11
1.3.2.	<i>Clasificación taxonómica</i>	12
1.3.3.	<i>Características botánicas</i>	12
1.3.4.	<i>Requerimientos climáticos, edáficos y nutricionales</i>	13
1.3.5.	<i>Etapas fenológicas</i>	13
1.4.	Nitrógeno	15

1.4.1.	<i>Nitrógeno en el suelo</i>	16
1.4.2.	<i>Nitrógeno Inorgánico</i>	17
1.4.3.	<i>Créditos de Nitrógeno para cultivos posteriores</i>	17
1.5.	Carbono	18
1.5.1.	<i>Fijación de carbono</i>	19
1.5.2.	<i>Carbono orgánico del suelo</i>	19
1.5.3.	<i>Relación C/N</i>	20

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1.	Tipo de investigación	21
2.2.	Localización	21
2.3.	Materiales y Equipos.	21
2.4.	Materiales de oficina	22
2.5.	Técnicas estadísticas	22
2.6.	Diseño experimental	22
2.6.1.	<i>Muestreo de suelo</i>	25
2.6.2.	<i>Siembra de los cultivos de cobertera en las tres localidades</i>	26
2.6.3.	<i>Manejo de los cultivos de cobertera.</i>	27
2.6.4.	<i>Muestreo de Biomasa</i>	28
2.6.5.	<i>Muestreo de malezas.</i>	29
2.6.6.	<i>Análisis de los resultados</i>	30
2.6.7.	<i>Beneficio Costo</i>	31

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS	34
3.1.	Análisis del contenido de Nitrógeno Total y Carbono Orgánico en el suelo.	34
3.2.	Análisis funcional	35
3.2.1.	<i>Biomasa de los cultivos de cobertera (kg/ha)</i>	35
3.2.2.	<i>Nitrógeno en los cultivos de cobertera (kg/ha)</i>	36
3.2.3.	<i>Carbono en los cultivos de cobertera (kg/ha)</i>	38
3.2.4.	<i>Relación Carbono/Nitrógeno en los cultivos de cobertera.</i>	39
3.2.5.	<i>Cantidad de malas hiervas por metro cuadrado</i>	40
3.3.	Análisis económico	42
3.3.1.	<i>Relación Beneficio Costo</i>	42

3.4.	Discusión.....	43
3.4.1.	<i>Cantidad de Biomasa de los cultivos de cobertera.....</i>	44
3.4.2.	<i>Nitrógeno en los cultivos de cobertera.</i>	44
3.4.3.	<i>Aportación de Carbono de los cultivos de cobertera.</i>	45
3.4.4.	<i>Relación C/N de los cultivos de cobertera.....</i>	46
3.4.5.	<i>Cantidad de mala hierbas/metro cuadrado</i>	46
	CONCLUSIONES.....	48
	RECOMENDACIONES.....	49
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Rangos de nitrógeno en el suelo	17
Tabla 1-3:	Nitrógeno Total Carbón Orgánico en el suelo de San Vicente de Luisa.....	34
Tabla 2-3:	Nitrógeno Total Carbón Orgánico en el suelo de Achullay	34
Tabla 3-3:	Nitrógeno Total Carbón Orgánico en el suelo de Tunshi	35
Tabla 4-3:	Biomasa de los cultivos de cobertera.....	35
Tabla 5-3:	Nitrógeno de los cultivos de cobertera.....	36
Tabla 6-3:	Carbono en los cultivos de cobertera.	38
Tabla 7-3:	Relación C/N en los cultivos de cobertera.	39
Tabla 8-3:	Cantidad de malas hierbas de hoja fina por metro cuadrado	40
Tabla 9-3:	Cantidad de malas hierbas de hoja ancha por metro cuadrado	41
Tabla 10-3:	Relación Beneficio-Costo del aporte de Nitrógeno de los cultivos de cobertera en comparación con un abono orgánico (Bocashi).	42
Tabla 11-3:	Relación Beneficio-Costo de aporte de Nitrógeno de los cultivos de cobertera en comparación con un abono inorgánico (Urea).	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Tipos de cultivos de cobertera.....	8
Figura 2-1:	Vicia (<i>stenophylla</i>)	9
Figura 3-1:	Centeno (<i>secale cereale</i>)	12
Figura 4-1:	Etapa fenológica del centeno.....	14
Figura 5-1:	Etapa fenológica del cultivo de centeno.....	15
Figura 6-1:	Asociaciones para contribución de nitrógeno al suelo	16
Figura 1-2:	Mapeo de San Vicente de Luisa	22
Figura 2-2:	Diseño experimental en San Vicente de Luisa	23
Figura 3-2:	Mapeo de Achullay	23
Figura 4-2:	Diseño experimental en Achullay	24
Figura 5-2:	Mapeo de Tunshi.....	24
Figura 6-2:	Diseño experimental en Tunshi ESPOCH.....	25
Figura 7-2:	Muestreo de Suelo	26
Figura 8-2:	Pesaje de Semillas	26
Figura 9-2:	Siembra de los cultivos de cobertera	27
Figura 10-2:	Cultivo en la localidad de San Vicente de Luisa.....	27
Figura 11-2:	Cultivo en la localidad de Achullay	28
Figura 12-2:	Cultivo en la localidad de Tunshi – ESPOCH.....	28
Figura 13-2:	Muestreo de Biomasa	29
Figura 14-2:	Muestreo de Malezas.	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Contenido de biomasa kg/ha.....	36
Gráfico 2-3: Nitrógeno kg/ha por localidad	37
Gráfico 3-3: Nitrógeno kg/ha por cultivo	37
Gráfico 4-3: Carbono kg/ha Localidad	38
Gráfico 5-3: Relación C/N por Cultivo	39
Gráfico 6-3: Malas hierbas de hoja fina/m2	40
Gráfico 7-3: Malas hierbas de hojas anchas/por metro cuadrado	41

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS DE SUELO EN LAS TRES LOCALIDADES (NITRÓGENO TOTAL Y MATERIA ORGÁNICA)
- ANEXO B:** ANÁLISIS DE BIOMASA (NITRÓGENO Y MATERIA SECA) SECTOR SAN VICENTE DE LUISA Y ACHULLAY
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE BIOMASA (NITRÓGENO Y MATERIA SECA) SECTOR TUNSHI ESPOCH
- ANEXO D:** CANTIDAD DE BIOMASA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA EN (KG/HA) DE LA LOCALIDAD DE SAN VICENTE DE LUISA
- ANEXO E:** CANTIDAD DE BIOMASA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA EN (KG/HA) DE LA LOCALIDAD DE ACHULLAY.
- ANEXO F:** CANTIDAD DE BIOMASA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA EN (KG/HA) DE LA LOCALIDAD DE TUNSHI ESPOCH.
- ANEXO G:** RENDIMIENTO DE CARBONO Y NITRÓGENO DE BIOMASA EN (KG/HA).
- ANEXO H:** RENDIMIENTO DE CARBONO Y NITRÓGENO DE BIOMASA EN (KG/HA).
- ANEXO I:** RENDIMIENTO DE CARBONO Y NITRÓGENO DE BIOMASA EN (KG/HA).
- ANEXO J:** RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N)
- ANEXO K:** RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N)
- ANEXO L:** RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N).
- ANEXO M:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA BIOMASA.
- ANEXO N:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA NITRÓGENO
- ANEXO O:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA CARBONO
- ANEXO P:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO (C/N).
- ANEXO Q:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA LA CANTIDAD DE HOJAS FINAS POR METRO CUADRADO.
- ANEXO R:** DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA LA CANTIDAD DE HOJAS ANCHAS POR METRO CUADRADO
- ANEXO S:** TABLA DE COSTOS CON CULTIVOS DE COBERTERA (VICIA)
- ANEXO T:** TABLA DE COSTOS CON CULTIVOS DE COBERTERA (CENTENO)
- ANEXO U:** PREPARACIÓN DE SUELO EN LAS TRES LOCALIDADES

- ANEXO V:** DELIMITACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES EN LAS 3 LOCALIDADES
- ANEXO W:** MUESTREO DEL SUELO PARA SU PRÓXIMO ANÁLISIS.
- ANEXO X:** SIEMBRA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA
- ANEXO Y:** MUESTREO DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA PARA BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO Y NITRÓGENO
- ANEXO Z:** INFORME DE RESULTADOS A LAS COMUNIDADES QUINUEROS DE CHIMBORAZO

RESUMEN

El presente trabajo de titulación valoró la relación Carbono – Nitrógeno (C/N) de dos cultivos de cobertera, Vicia y Centeno, en tres localidades del Cantón Riobamba de la Provincia de Chimborazo, utilizando el método de siembra a boleó, los mismos que, se dispusieron en parcelas separadas una de otra en los sectores de San Vicente de Luisa, Achullay y Tunshi. A estos cultivos se les dio el seguimiento hasta la etapa de anéctis para posteriormente, realizar el muestreo de biomasa, utilizando un cuadrado de madera, se lanzó al azar y lo que quedó dentro de éste, se cortó y se pesó en fresco para enviar al laboratorio del INIAP para el análisis de Nitrógeno total y Materia orgánica. Con los datos proporcionados se calculó: la relación C/N para el cultivo de Vicia con un valor de 5:1, y para Centeno de 15:1; el aporte de Nitrógeno en la localidad de Achullay fue de 394 Kg N/Ha con el cultivo de Vicia y el Carbono tuvo una cantidad de 3217 Kg C/Ha, siendo los más significativos en relación al resto de localidades. Por medio del conteo de malezas, se verificó que, en el sector de San Vicente de Luisa, hubo 9 unidades de hoja fina/m² y 1 unidad de hoja ancha /m² con el cultivo de Centeno. Entonces, el cultivo de Vicia proporcionó una mejor relación C/N en comparación al Centeno y, para el sector de Achullay este cultivo, suministró un mayor aporte de Nitrógeno al suelo, mientras que el Centeno, aportó sobre todo Carbono. El cultivo que brindó mayor protección al suelo fue el Centeno en el sector de San Vicente de Luisa. Por lo tanto, se recomienda la siembra combinada de los dos cultivos de cobertera para que haya equilibrio en la relación C/N para el suelo.

Palabras Clave: <RIOBAMBA (CANTÓN)>, <CULTIVOS DE COBERTERAS>, < RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO (C/N)>, <CARBONO EN EL SUELO>, <NITROGENO EN EL SUELO>, <VICIA (*Vicia stenophylla*) >, <CENTENO (*Secale cereale*)>.

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente
por CRISTHIAN
FERNANDO CASTILLO
RUIZ
Fecha: 2022.01.14
15:49:42 -05'00'



0063-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The present investigation aimed to evaluate the Carbon - Nitrogen (C/N) ratio of two covercrops, Vicia and Rye, in three places belonging to *Riobamba* Canton in *Chimborazo* Province, using the broadcast sowing method, which were arranged in plots that were separated one from the other in the sectors of *San Vicente de Luisa*, *Achullay* and *Tunshi*. These crops were followed up until the anthesis stage and then the biomass sampling was carried out using a square of wood, which was thrown at random and what was left inside, it was cut and weighed fresh to be sent to the *INIAP* laboratory for the analysis of total nitrogen and organic matter. From the data provided it was possible to calculate the following data: C/N ratio for the Vicia crop with a value of 5:1, and for Rye with 15:1; the contribution of Nitrogen in Achullay was 394 Kg N/Ha with the Vicia crop and the Carbon had an amount of 3217 Kg C/Ha, that means that these results were the most significant in relation to the other places. Through the weed count, it was verified that, in *San Vicente de Luisa*, there were nine units of fine leaf/m² and one unit of broad leaf/m² with the Rye crop. So, the Vicia crop provided a better C/N ratio compared to Rye and, in *Achullay* this crop, provided a greater contribution of Nitrogen to the soil, while Rye provided mostly Carbon. The crop that provided greater protection to the soil was Rye in *San Vicente de Luisa*. Therefore, planting combination with two cover crops is recommended to balance the C/N ratio for the soil.

Key words: <RIOBAMBA (CANTON)>, <COVER CROPS>, <CARBON/NITROGEN RATIO (C/N)>, <CARBON IN SOIL>, <NITROGEN IN SOIL>, <VICIA (*Vicia stenophylla*)>, <RYE (*Secale cereale*)>.



Firmado electrónicamente por:
ESTHELA ISABEL
COLCHA GUASHPA

INTRODUCCIÓN

Los suelos del Cantón Riobamba cada vez sufren desgaste por malas prácticas que se realizan en las mismas, con cultivos intensivos y el uso excesivo de agroquímicos que perjudican a su entorno y produce desgaste y erosión a los suelos productivos del cantón Riobamba.

Dentro de este trabajo investigativo, se desea proponer alternativas de conservación de suelo con estos cultivos de cobertera, para evitar el desgaste del suelo, los cultivos de cobertera son cultivos que ofrecen beneficios al suelo dentro de estos beneficios se puede mencionar la mejora de la fertilidad que posee el suelo, calidad del agua y el suelo, controlar plagas y malezas, e incrementar la biodiversidad en sistemas agroecológicos.

El trabajo investigativo se va a realizar en tres sectores rurales del cantón Riobamba, cada sector presenta suelos diferentes y por ende la fertilización varía de acuerdo al terreno, motivo por el cual se aplicó dos cultivos de cobertera, por un lado, la Vicia (*Vicia stenophylla*) familia de las fabáceas reconocida como uno de los principales cultivos fijadores de nitrógeno, entre sus aportes se destaca la contribución a la actividad microbiana del suelo y la disposición de nutrientes para las plantas, por otro lado se utilizó Centeno (*Secale cereale*) familia de las gramíneas, entre las características más importantes se destaca la facilidad de asociarse a bacterias fijadoras de nitrógeno y captar el nitrógeno atmosférico para hacerlo disponible al suelo.

El fin de la investigación es comparar los tratamientos y los cultivos para determinar cuál de ellos realizan la mejor función de fijadores del carbono y nitrógeno hacia el suelo y si se diferencian los valores de fijación entre en los sitios en estudio. Así también definir cuál de los cultivos de cobertera deja crédito de nitrógeno para los próximos cultivos, así se podrá tomar una decisión del cual de los dos cultivos de cobertera es mejor cumpliendo las funciones que tiene un cultivo de cobertera dentro de una agricultura orgánica.

OBJETIVOS

General

- Valorar la relación C/N de dos cultivos de cobertera Vicia (*Vicia stenophylla*) y Centeno (*Sécale cereales*) en tres localidades del cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

Específicos

- Determinar la biomasa que aportan los cultivos de cobertera.
- Determinar la cantidad de carbono y nitrógeno que aportan los cultivos de cobertera.
- Determinar el crédito de nitrógeno que deja los cultivos de cobertera.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Cultivos de cobertera

Los cultivos de cobertera son especies vegetales establecidas entre dos cultivos de verano, no son pastoreadas, incorporadas ni cosechadas, quedando en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radicular. Los Cultivos de cobertera cumplen con diversas funciones, entre ellas, protección física del suelo a la radiación solar, viento y lluvia, control de malezas, mayor aporte de carbono orgánico, captura de nutrientes móviles (nitrógeno y carbono) a través de su biomasa, aumento de la eficiencia del uso de agua, y control de plagas y enfermedades (Cazorla, 2013, p. 181-185).

Según (Suquilanda, 2017, p. 203) estas plantas son cortadas en la época de floración e incorporadas al suelo principalmente para regular su contenido de nitrógeno y carbono, así como para mejorar sus propiedades físicas y biológicas. En la actualidad la utilización de abonos verdes es una alternativa viable y ecológicamente racional para la práctica de una agricultura sana frente a la acelerada degradación de los suelos por efecto de tecnologías inadecuadas, así como a los daños ocasionados a su estructura por los fertilizantes sintéticos, los mismos que por su elevado costo se han vuelto además inaccesibles para gran parte de los agricultores.

Según. (Vezina, et al., 2016 p. 2) Los cultivos de cobertera poseen varios beneficios dentro de estos esta:

- Protege el suelo Ayuda a estructurar el suelo
- Proporciona materia orgánica Reduce la temperatura y la respiración del suelo
- Reduce la lixiviación de nutrientes
- Devuelve parcialmente los nutrientes al suelo Fija nitrógeno (cuando el cultivo de cobertura es una leguminosa)
- Amortigua cambios repentinos en el pH del suelo (cuando se aplican fertilizantes sintéticos)
- Aumenta la biodiversidad del suelo y Aumenta la mineralización del suelo mediante su descomposición
- Permiten una rotación en un sistema de monocultivo.
- Pueden usarse para controlar malezas y plagas.

1.1.1. Los cultivos de cobertura son convenientes para:

- Proteger el suelo cuando no está cultivado.
- Suministrar una fuente adicional de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo.
- Reciclar los nutrientes (especialmente el fósforo y el potasio) y movilizarlos en el perfil del suelo con el fin de facilitar su disponibilidad para los siguientes cultivos.
- Actuar como "labranza biológica" del suelo; las raíces de algunos cultivos, especialmente de crucíferas como el rábano oleaginoso, son pivotantes y capaces de penetrar capas compactadas o muy densas, incrementando la capacidad de percolación de agua del suelo.
- Utilizar los nutrientes fácilmente lixiviables (especialmente el nitrógeno N) (Agricultura de Conservación, 2017 pág. 2).

1.1.2. Beneficios de los abonos verdes y coberturas vivas

Por su alto de agua y su buena relación carbono/nitrógeno (C/N) contribuye al aumento contenido de la materia orgánica (MO) del suelo, entre el 20 y el 30% de la materia seca de los abonos verdes permanece en el suelo como MO estable expuesta a una descomposición muy lenta. El porcentaje restante que constituye la MO nutritiva se descompone rápidamente proporcionando nutrientes a las plantas. Las dos partes de MO (la nutritiva y la estable) son importantes para mantener un suelo productivo, fértil y con mejor textura y estructura (Suquilanda, 2017, p.203-204).

La cubierta vegetal es importante en la agricultura de conservación para proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, así como para mantener el suelo bajo sombra y con el más alto porcentaje de humedad posible. Hemos visto su importancia para el reciclaje de nutrientes, pero también tienen un efecto físico y, probablemente, alelopático sobre las malezas, rebajando su incidencia y conduciendo a la reducción del uso de agroquímicos y, con ello, de los costos de producción. Los residuos de rastrojo actúan como una capa protectora que amortigua la presión ejercida sobre el suelo por las ruedas de la maquinaria y las pisadas de los animales, y por lo tanto desempeñan un papel importante en la reducción de la compactación del suelo. Un abono verde no solo le entrega MO al suelo, sino que también disminuye su pérdida (Agricultura de Conservación, 2017, p. 1).

1.1.3. Enriquecimiento del suelo con nutrientes disponibles

Entre los cultivos de cobertura se encuentran los cereales como *Secale cereale*, *Setaria italica* o *Helianthus sp* entre otras. Este grupo de productos especialmente la familia *Secale cereale* aportan cantidades significativas de N para el cultivo siguiente, varios estudios experimentales indican que el aporte varió entre 15 y 200 kg ha⁻¹ de N, con valores más probables entre 60 y 100 kg

ha⁻¹ de nitrógeno. Las variaciones responden a la producción de materia seca de la leguminosa, al manejo del barbecho y del cultivo. Por otro lado, cuando existe menor aporte se menciona que el cultivo de renta fue limitado por otro factor, como disponibilidad de agua, implantación, malezas, y época de siembra. Entre las leguminosas, las diferencias están determinadas por el potencial de producción de materia seca para cada ambiente. En promedio, el 70% del N acumulado en la parte aérea de las leguminosas proviene de la fijación simbiótica, y es posible encontrar hasta un 12% del total en la parte radicular (entre 8 y 23%). En todos los casos, la cantidad de N fijado aumenta con la cantidad de materia seca acumulada relacionada a cambios en la composición química de los tejidos, al avanzar el estado de madurez se reduce la concentración de N, lo que condiciona el momento del aporte del N para el cultivo siguiente (sincronización entre oferta y demanda de N). En los cultivos de cobertera leguminosas, aunque se reduce la concentración de N en los tejidos, su cantidad aumenta con los días de crecimiento. Por el contrario, en gramíneas, la compensación puede determinar que la cantidad de N absoluta no se modifique (ERNST, O, 2004, p. 2).

Según (Suquilanda, 2017, p. 204) la fijación biológica de nitrógeno (FBN) mediante la simbiosis entre las bacterias del género *Rhizobium* y las leguminosas representa sin duda una de las principales alternativas para el mejoramiento de la agricultura sin recurrir a los fertilizantes nitrogenados sintéticos cuya acción es dañina para la actividad biológica del suelo. En la atmósfera que rodea cada hectárea de la superficie terrestre hay alrededor de 80 000 toneladas de nitrógeno que constituyen la fuente de los compuestos nitrogenados del suelo. Se ha calculado que en la atmósfera hay un total de 4,109 toneladas de di nitrógeno que es el gas que forma el 75% del aire. El nitrógeno se fija a través de la actividad de las bacterias *Rhizobium sp.* Que viven en el suelo y forman nódulos en las raíces de las plantas leguminosas.

1.1.4. Disminución de la erosión

La cobertura vegetal reduce el desprendimiento de partículas del suelo al interceptar las gotas de lluvia y disipar su energía. Además, la vegetación superficial y los residuos pueden reducir la velocidad del flujo de agua sobre el terreno y promover la decantación de sedimentos.

Las propiedades del suelo que determinan la erosión hídrica incluyen aquellas que afectan la infiltración y estabilidad del suelo, tales como la textura, la cantidad de materia orgánica, la agregación de partículas, la estructura y la facilidad de labranza. La escorrentía está influenciada por la cantidad y velocidad del caudal del agua, que a su vez dependen de la pendiente del terreno. Debido a que el agua en movimiento rápido puede llevar más sedimentos que el agua en movimiento lento, hay más posibilidades de perder una mayor cantidad de material en pendientes empinadas que en pendientes graduales (Robins, et al., 2016, p. 52).

Según (Gomez, 2017, p. 2) al descomponerse la materia orgánica libera los nutrientes mejorando así la fertilidad del suelo. También, al mejorar la capacidad de retención de agua y el promover los agregados de las partículas del suelo, la materia orgánica mejora la estructura de los suelos y ayuda a mantener el suelo aireado para las raíces sean más resistentes. Por otro lado, la materia orgánica sirve como alimento para los microorganismos que viven en el suelo, promueve la actividad biológica al combatir las plagas es por ello que el uso de cultivos de cobertera, la aplicación de estiércol y de composta, la rotación de los cultivos y el control de la erosión para la conservación del suelo pueden mantener o aumentar la cantidad de la materia orgánica en el suelo y mejorar la producción de los cultivos.

1.1.5. Inhibición del crecimiento de malezas

Al utilizar los recursos necesarios para el crecimiento de las arvenses (luz solar, agua y nutrimentos), los abonos verdes compiten con estas y las suprimen, cuando la maleza se adapta en suelos pobres desaparecen poco a poco a medida que la tierra mejora. Algunas especies de leguminosas utilizadas como abonos verdes o de cobertura producen sustancias alelopáticas capaces de repeler la presencia y el desarrollo de otras plantas agresivas y competidoras disminuyendo los costos que implica su control (Agricultura, 2018).

Las leguminosas forrajeras como la alfalfa y la vicia en la Sierra, incluidas en agroecosistemas constituidos por frutales, palmáceas o sistemas silvo-pastoriles, permiten controlar las hierbas indeseadas y mejorar la calidad de los suelos. Para ello deben realizarse cortes periódicos y dejar el material sobre el campo para que se forme una cobertura orgánica (mulch) que se incorporará más adelante al suelo mediante un proceso de compostaje en superficie aumentando así su base orgánica, incrementando su actividad microbiana y mejorando su fertilidad. Disminución del ataque de plagas (insectos, ácaros, gasterópodos, patógenos y arvenses) (Suquilanda, 2017, p. 206).

Una de las técnicas utilizadas en agricultura ecológica es el uso de abonos verdes con el objetivo de mantener poblaciones aceptables de hierbas en los cultivos. Así también la técnica genera mecanismos de control como: competencia por los recursos, alelopatía negativa (Viven, 2020, p. 9). Las plantas sembradas como abono verde compiten con las malezas por los recursos (nutrientes, luz y agua) ya que su entorno de crecimiento no goza de las mejores condiciones, sin embargo, mientras exista mayor población de abono verde se incrementa la masa verde del suelo y sus condiciones mejoran en nutrientes (GUZMAN, G, et al., 2008 p. 9).

1.1.6. Control de plagas y enfermedades

La alelopatía en algunas plantas comprende la habilidad de producir y emitir a través de las raíces sustancias tóxicas para otras especies vegetales. Otras veces estas sustancias dañinas son debidas

a la degradación de restos vegetales (tallos, hojas, raíces). Este fenómeno, que recibe el nombre de alelopatía negativa. (CUALCHI, 2015, p.10).

También la incorporación de abonos verdes contribuye a disminuir los problemas provocados por hongos del suelo y de reducir las poblaciones de nematodos e insectos nocivos que viven en el suelo y da lugar al incremento de la población y actividad de numerosos organismos presentes en el suelo (arañas, insectos, hongos, bacterias, protozoos, etc.). La mayor parte de estos organismos son positivos o neutrales para el cultivo y limitan las poblaciones de los que son perjudiciales. (GUZMAN, G, et al., 2008 p. 12).

1.1.7.Desventajas de los abonos verdes y coberturas vivas

Los cultivos de cobertura atraen plagas como ratas y serpientes venenosas y que algunos cultivos de cobertura perennes se secan en la época seca, constituyéndose en un riesgo para incendios. Los cultivos de cobertura ocupan en parte o todo el año, tierra que podría ser utilizada para otros propósitos, así como, por ejemplo, cultivos o producción ganadera. Ciertas especies podrían tener un efecto alelopático en el cultivo siguiente, por ejemplo, la inhibición del crecimiento radicular. Cultivos de cobertura no-leguminosas, que son incorporados como un abono verde, podrían tener suficientemente altas proporciones de carbono, nitrógeno como para reducir la absorción de nitrógeno por el cultivo siguiente. Existen pocas coberturas que combinan buenas características de cobertura a la par que son un producto para la alimentación humana. En terrenos poco fértiles o degradados suelen tener un efecto retardado en la mejora de las condiciones productivas. (RAZURI , 2014, p. 19-20).

1.1.8.Tipos de cultivos de cobertura

Dependiendo de las opciones de uso y las características de cultivos de cobertura, se diferencian tres categorías principales: gramíneas, leguminosas y no leguminosas de hoja ancha. En la mayoría de los casos, los cultivos de cobertura cumplen con varias funciones a la vez, como la prevención de la erosión, la mejora de la calidad del suelo o el pastoreo, entre otras (OBSERVING, 2021).

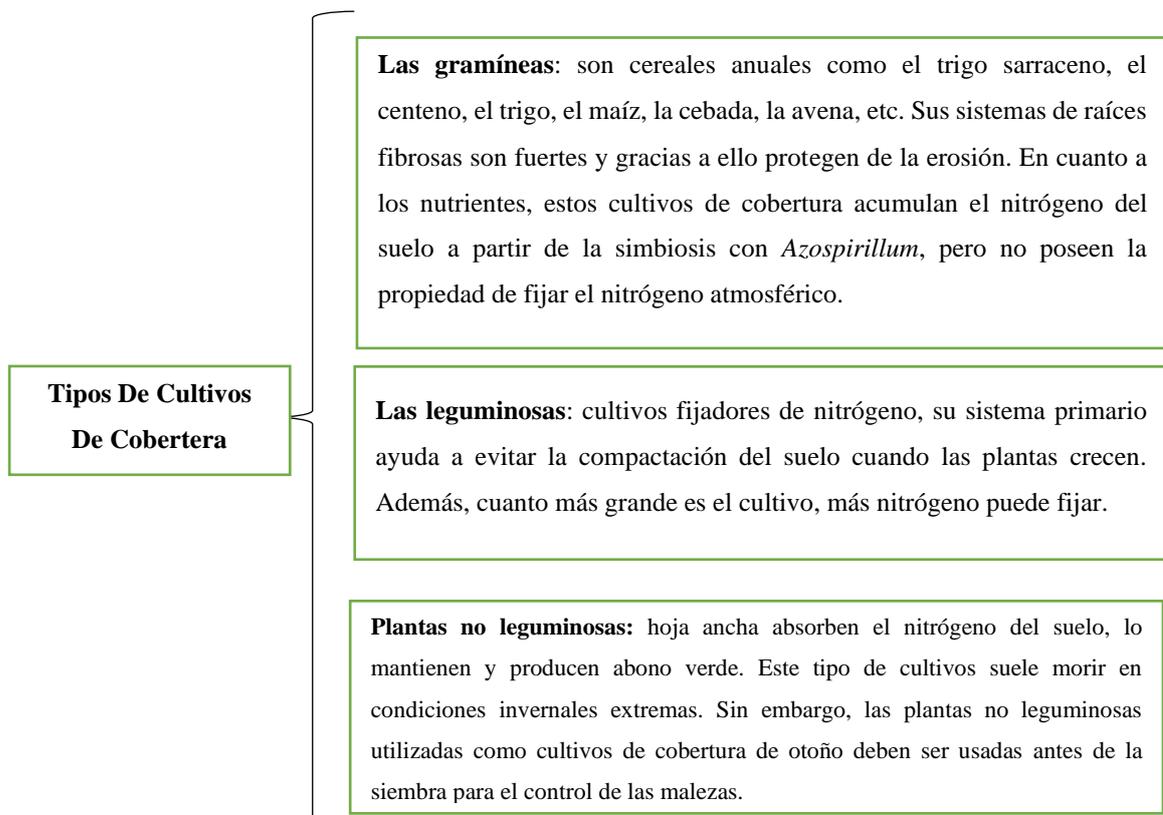


Figura 1-1: Tipos de cultivos de cobertera.

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

1.2. Cultivo de Vicia

1.2.1. Generalidades

La Vicia es una leguminosa anual de gran calidad forrajera, presenta zarcillos por lo que pueden crecer “trepándose” a otras plantas. Como toda leguminosa, tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus nódulos de la raíz, es decir, que pueden aportar nitrógeno al suelo. En nuestro medio existen dos especies de manejo extensivo: *Vicia villosa* y *Vicia sativa* (Curia, 2017).

La vicia es un excelente cultivo de cobertura y abono verde. Cuando se siembra solo, tiene hábito de crecimiento rastrero, mientras que en asocio tiene un hábito más trepador. Solo o en asocio hay que incorporar al suelo como abono verde al inicio de su floración (NARVÁEZ, 2015, p. 13).

Las funciones más importantes que ambas especies cumplen en sistemas agrícolas son: fijación de nitrógeno atmosférico (utilizado por el cultivo siguiente en la rotación, principalmente como antecesor de Maíz o Sorgo), control de malezas por competencia y por el residuo que deja. Además, a diferencia de un barbecho convencional, permite mejorar la eficiencia del uso del agua, y disminuye la erosión hídrica del suelo porque lo protege del impacto de la gota de lluvia,

generando un menor escurrimiento superficial, además que las raíces generan canales que mejoran la infiltración (Curia, 2017).

Según (BAIGORRIA, et al., 2013 p. 158) la vicia villosa (*V. villosa* Roth.) es una leguminosa anual, de ciclo otoño invierno primaveral. Presenta alta plasticidad a la época de siembra, por lo tanto, puede implantarse desde fines de verano hasta el invierno. Experiencias realizadas en la zona destacaron la mayor capacidad de producción de materia seca de vicia villosa respecto de vicia sativa.

1.2.2. Clasificación taxonómica



Figura 2-1: Vicia (*stenophylla*)

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Papilonoideae

Tribu: Vicieae

Género: Vicia

Especie: villosa

Nombre aceptado: Vicia (*stenophylla*)

Nombres vulgares: veza vellosa, arvejilla vellosa, algarroba

La Vicia (*stenophylla*) es una planta herbácea con ciclo de vida anual o bienal, y en raras ocasiones perenne o vivaz. Posee indumento desde densamente peloso hasta casi lampiño. Los tallos son angulosos, poco consistentes, ramosos y trepadores, pueden alcanzar hasta 1,5 m de longitud. Es una especie anual, es cultivada como forrajera para pastoreo directo, se la utiliza para la henificación, cobertura de suelo y para cosecha de semilla (SEGURA, 2015, p. 10).

1.2.3. Características botánicas

Es una planta herbácea, erecta o trepadora, de 0.3 a 1 m de alto, con tallo grueso y angulado. Las hojas presentan un par de hojillas (llamadas estípulas) con el margen lobado y a veces también denticulado, con nectarios a modo de una mancha; las hojas son alternas, compuestas con 6 a 14 hojitas (llamadas folíolos) anchamente oblongas, de hasta 3.5 cm de largo, ápice redondeado y a veces ligeramente dividido, con una prolongación de la vena media, con pelillos en la cara inferior; en la punta de la hoja el raquis termina en un zarcillo simple o ramificado.

La inflorescencia es de 1 a 4 flores grandes y vistosas, sobre cortos pedicelos, saliendo de un mismo punto, ubicadas en las axilas de las hojas.

Las flores tienen más de 2 cm de largo; el cáliz es un tubo angostamente campanulado, ligeramente asimétrico en la base, que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos tan largos como el tubo o más cortos, algunos de ellos a veces con nectarios a modo de una mancha; la corola de color rosa-púrpura, morado a blancuzco (a veces las alas de un color distinto), 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, las alas y por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 generalmente libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, terminado en un estigma pequeño.

Los frutos son legumbres comprimidas, de hasta 3.5 cm de largo, color castaño opaco y con la superficie algo ondulada con semillas varias, globosas y negruzcas (VIBRANS, 2009).

1.2.4. Requerimientos climáticos, edáficos y nutricionales

Se puede establecer en suelos preferiblemente sueltos y bien drenados, con pH 4.5 – 7.5, necesita tener buena disponibilidad de humedad. Alturas de 1600- 2800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), Temperaturas entre 11 – 18°C y necesita plena exposición a la luz y Precipitaciones anuales de 600 – 2000 milímetros.

Requiere una mínima fertilización utilizando por hectárea: Oxido de Potasio 24 kg, Oxido de fosforo: 57,25 kg, Oxido de Magnesio: 33 kg, Sulfato: 59,8 kg, aunque se pueden utilizar por hectárea entre 9 -10 unidades de Nitrógeno en dos dosis uno al momento de la siembra y el resto cuando la planta tenga 2 meses de establecida. Alta densidad de siembra ahoga el cultivo de la avena (cuando se tienen cultivos mixtos) (MARTINEZ, 2020).

1.2.5. Etapas fenológicas

- **Germinación y crecimiento inicial.** Desde que emergen las primeras raicillas hasta la

aparición de las primeras hojas.

- **Macollamiento y crecimiento vegetativo.** Comprende la aparición del primer macollo, generalmente con la emergencia de la cuarta hoja, hasta antes de que el tallo empiece a extenderse.
- **Extensión del tallo y espigamiento.** Esto es cuando acaba de hacerse visible el primer nudo y empieza a incrementarse en longitud el tallo, hasta la aparición de la hoja bandera y la emergencia de las espigas.
- **Floración.** La floración ocurre dos a cuatro días después de que la espiga ha emergido completamente y es notorio por la presencia de las anteras.
- **Desarrollo del grano.** Se da la maduración de los granos (MONTROYA, 2017, p. 17).

1.2.6. Beneficios de la vicia

En términos de superficie, una vicia puede aportar unos 151 kg de N/ha, de los cuales 89 kg. Proviene de FBN (fijación biológica del nitrógeno). A diferencia de antecesores ‘de cosecha’ como trigo, la vicia es capaz de dejar buena parte de este N en el suelo para ser aprovechado por cultivos posteriores (AAPRESID, 2019).

1.3. Cultivo de Centeno

1.3.1. Generalidades

El centeno (*Secale cereale*) es una planta anual de la familia de las gramíneas. El cultivo de centeno es parecido al de otros cereales como el trigo o la cebada, aunque su aprovechamiento es muy versátil. Se utiliza como forraje para el ganado, grano para la elaboración de piensos y la alimentación humana.

El cultivo de centeno se caracteriza por su rusticidad. Su cultivo es parecido a otros cereales como el trigo, aunque generalmente es una especie más rústica, por lo que se adapta bien a cualquier tipo de suelo y a climas fríos. Por este motivo, se cultiva principalmente en secano y se reservan los suelos más pobres para cultivarlo.

La siembra del centeno se realiza en otoño, entre los meses de septiembre a octubre, ya que es un cereal de invierno de ciclo largo. Se recomienda que la siembra del centeno sea temprana para que el cultivo se pueda establecer antes de los primeros fríos y lluvias.

La densidad de siembra de centeno recomendada es de 150 a 180 granos germinados por m², equivalente a unos 70 kg de semilla por hectárea. Si la siembra es tardía se recomienda incrementar un 20% esta densidad de siembra de centeno (MORENO, 2001).

La profundidad óptima de siembra es de 2 a 4 cm y la distancia recomendada entre líneas es de 15 cm. Como la siembra del centeno es muy temprana, las semillas sembradas podrían germinar junto con los restos de los granos que quedan en el campo del cultivo anterior. Es por eso que se recomienda sembrar centeno después de un cultivo distinto a los cereales.

El cultivo de centeno es poco exigente a nivel nutricional. Se recomienda una aplicación de nitrógeno al inicio del cultivo. La cantidad es muy variable y puede ir de los 40 a los 100 kg de nitrógeno por hectárea. La aplicación con más nitrógeno incrementará la producción tanto de forraje como de grano y paja. (CALVO, 2020, p.4-5).

1.3.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Pooideae

Tribu: Triticeae

Género: Secale

Especie: Secale cereale



Figura 3-1: Centeno (*secale cereale*)

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

1.3.3. Características botánicas

El centeno, es una planta anual de 110 a 160 cm de altura, florece de mayo a julio, haciendo una

inflorescencia en espiga de unos 20 a 30 cm de largo, sus hojas miden de 5 a 10 mm de ancho, las glumas de las espigas entre 6 y 15 mm sin contar las aristas; la gluma inferior de 7 a 15 mm, con arista normalmente de 2 a 5'5 cm. El grano como todas las gramíneas se denomina cariósipide. Cuenta con un sistema radicular fasciculado parecido al del trigo, aunque más desarrollado que el de este por ello la presencia de gran rusticidad, el tallo es largo y flexible, las hojas son estrechas, las espiguillas no tienen pedúnculo y van todas unidas directamente al raquis, correspondiendo una sola a cada diente de este, las glumas son alargadas y agudas en su ápice, los vellos por su parte dorsal, se prolongan en una larga arista, la espiga es muy delgada y larga. Además, cada espiguilla produce tres flores, pero solo son fértiles dos (FANG, 2021, p. 4).

1.3.4.Requerimientos climáticos, edáficos y nutricionales

El centeno es el cereal de invierno más rústico, resistiendo bien el frío y los períodos secos, siendo poco exigente en precipitaciones, por lo que se cultiva en climas muy diversos, desde los templados a los semiáridos. El centeno es un cultivo de suelos pobres y poco fértiles, propios de climas templados, donde a menudo consiste la única alternativa de cultivo de cereal, aunque prefiere los suelos profundos.

A efectos de cálculo de fertilización, las producciones medias de grano de centeno están comprendidas entre las 4 y las 6 toneladas por hectárea. Para un suelo con niveles medios de fósforo y potasio y para una producción estimada de 5 tn/ha de grano de centeno, deben aplicarse sobre 100 kg/ha de Nitrógeno, 65 de fósforo y 90 kg de potasio. El abonado de fondo incluirá todo el fósforo y el potasio, y un 25-30% del nitrógeno. El resto se aplica entre el ahijado y el encañado.

Si la finalidad es obtener forraje, para una producción de 5 toneladas de materia seca por hectárea de forraje al inicio del espigado, la recomendación es aplicar 100 kg de nitrógeno, 60 de fósforo y 130 kg de potasio. El abono nitrogenado se repartirá en un 30% en la siembra y un 70% en la salida del invierno (CAMPO, 2015).

1.3.5.Etapas fenológicas

Durante el ciclo del cultivo de los cereales se producen tantos cambios en la morfología externa de las plantas, visibles al ojo humano (crecimiento + desarrollo); sin embargo, la actividad de los tejidos (desarrollo), no siempre son perceptibles. La descripción de los diferentes estados externos e internos por los que atraviesa el cultivo de centeno puede ser realizada mediante el uso de diferentes escalas permitiendo tener una referencia precisa de etapas o estados de desarrollo por los que atraviesa el cultivo (PÉREZ, 2016, p.1).

La escala de Feekes es probablemente la más conocida y utilizada. Los principales cambios físicos de la planta se han enumerado del 1 al 11 en orden ontogenético desde el estado verdadero de la hoja hasta la madurez del grano. Algunas etapas de desarrollo críticas en importancia, como la madurez de la paleta y el grano, se han desglosado para obtener más detalles (CESAR, 1989, p. 2).

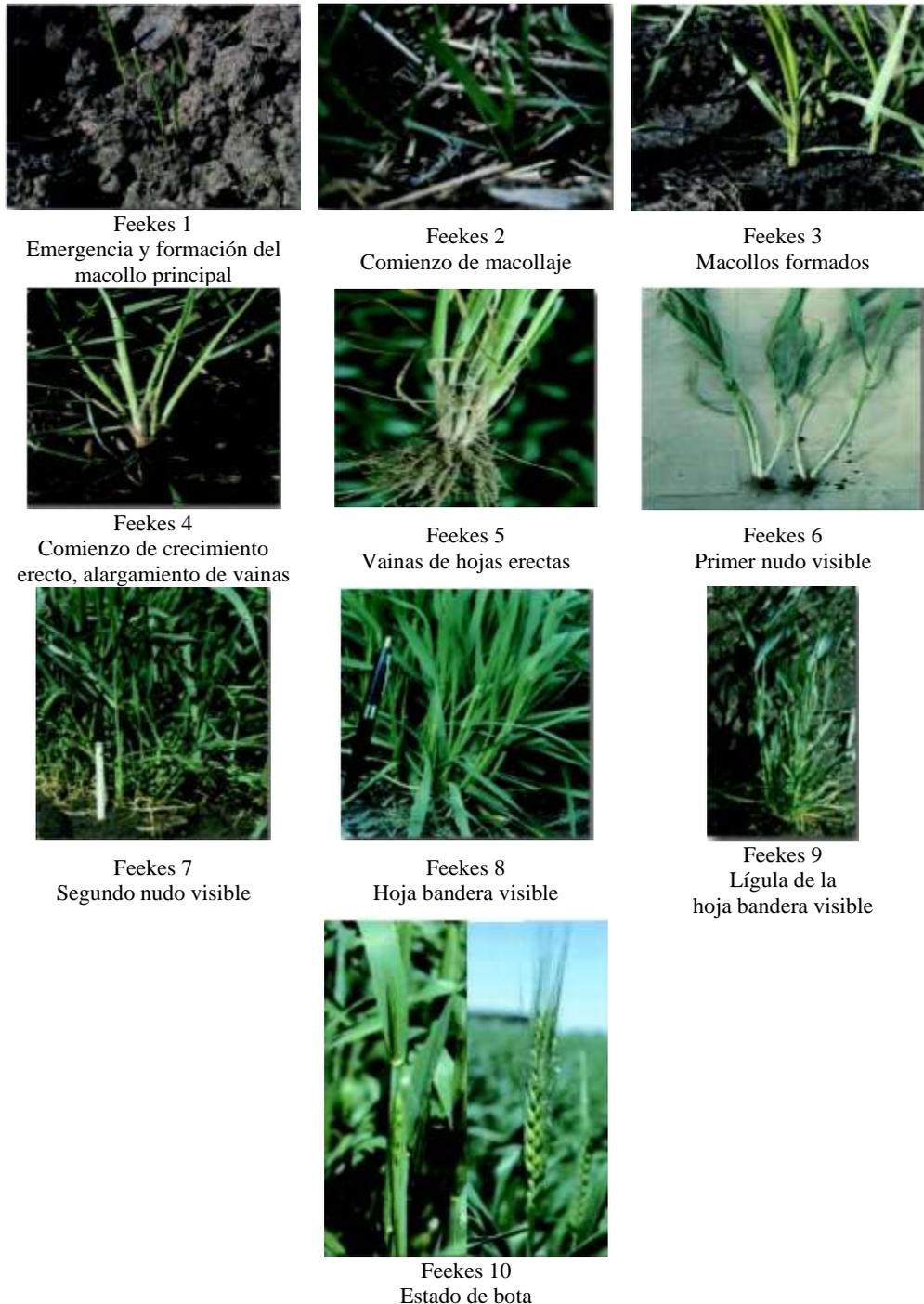


Figura 4-1: Etapa fenológica del centeno

Fuente: MILLER, 2000.

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

Para el cultivo de centeno se han considerado las siguientes etapas:

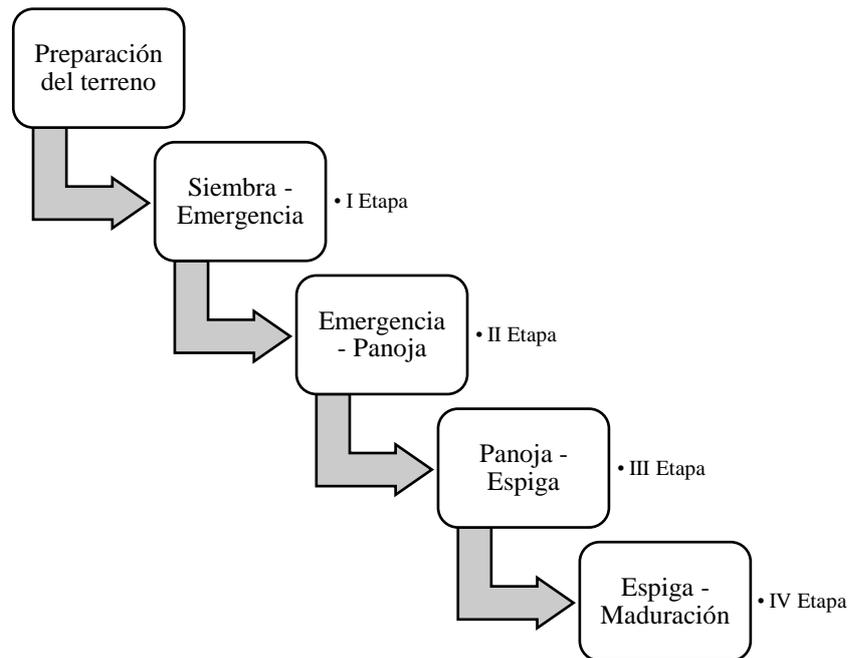


Figura 5-1: Etapa fenológica del cultivo de centeno

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

1.4. Nitrógeno

El Nitrógeno (N) es un elemento necesario en la composición de proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes celulares, siendo así una molécula esencial para el crecimiento de todos los organismos. En la atmósfera el N ocupa aproximadamente el 80%, existiendo en la forma $N=N$; sin embargo, el N_2 , debido al triple enlace entre los dos átomos de nitrógeno, que hace a la molécula casi inerte, no puede ser aprovechado por la mayoría de las formas vivientes, sino sólo por un pequeño grupo de microorganismos altamente especializados, que incluyen algas, bacterias y actinomicetos. Para ser utilizado en el crecimiento, este debe ser primero reducido y luego "fijado" (combinado) en la forma de iones amonio (NH) o nitrato (NO). El proceso través del cual esos microorganismos reducen el nitrógeno hasta una forma utilizable es conocido como Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN por sus siglas en español). El proceso puede ser llevado a cabo por los microorganismos en vida libre o en simbiosis con plantas, y el mismo no sólo permite usar el nitrógeno atmosférico sino también revertido (MAYZ,2004, p.1).

La fijación simbiótica de nitrógeno es aquella que realizan los microorganismos que se encuentran en asociación con plantas u hongos. La fijación simbiótica ocurre generalmente en la rizosfera, pero también puede ocurrir a nivel de las hojas o los tallos. Dentro de los organismos fijadores de nitrógeno, uno de los más importantes es la especie *Rhizobium* que se asocian con plantas de las subfamilias *Papilionoideae*, *Cesalpinioideae*, y *Mimosoideae*. La vida de las bacterias se

acomoda al ritmo de la planta hospedadora. Las cantidades de N fijadas en el proceso simbiótico son muy diversas, con valores de 20 a 1000 Kg de N.ha⁻¹ en un ciclo de producción (PAREDES, 2013, p.178).

La mayor contribución de nitrógeno fijado a los ecosistemas terrestres proviene de las siguientes asociaciones:

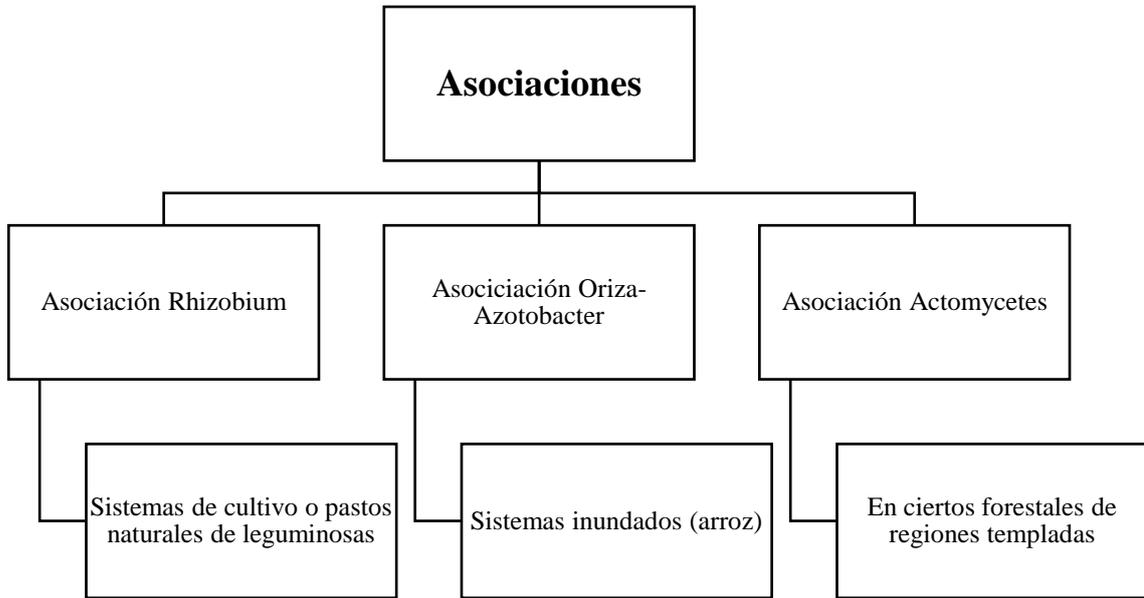


Figura 6-1: Asociaciones para contribución de nitrógeno al suelo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

La eficiencia de recuperación del N, que está determinada por las leguminosas utilizadas como abono verde, puede oscilar entre un mínimo del 3% y un máximo del 56%. Entre los factores que determinan la eficiencia de la recuperación del N ligado por las leguminosas se encuentran el estado de madurez de las leguminosas, la fecha de incorporación, el tiempo entre incorporación y siembra del cultivo, y las condiciones de temperatura y humedad del suelo (CASTRO, et al., 2018 p. 2).

1.4.1. Nitrógeno en el suelo

El nitrógeno en el suelo puede ser tanto inorgánico como orgánico, el 95% o más de nitrógeno orgánico se puede encontrar en el suelo. El nitrógeno inorgánico está disponible para que las plantas lo absorban, mientras que el nitrógeno orgánico debe primero mineralizarse (convertirse en nitrógeno inorgánico) antes de que las plantas puedan usarlo. La cantidad de N orgánico mineralizado en el primer año es el N orgánico multiplicado por un factor de mineralización que se encuentra entre 0,25 y 0,35. Este es un proceso microbiano que lleva tiempo y requiere

estimaciones de los niveles de N orgánico e inorgánico, datos necesarios para determinar los efectos inmediatos y residuales de la fertilización (Van, et al., 2000 p. 4).

Tabla 1-1: Rangos de nitrógeno en el suelo

Nombre	Símbolo	Unidades	Rango	Niveles
Materia Orgánica	M. O		<0.6	Muy bajo
			0.61 - 1.8	Bajo
			1.81 - 3	Medio
			3.1 - 4.2	Alto
			>4.2	Muy alto
		%	<0.032	Muy bajo
Nitrógeno	N		0.033 - 0.095	Bajo
			0.096 - 0.158	Medio
			0.159 - 0.221	Alto
			>0.222	Muy alto

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

1.4.2. Nitrógeno Inorgánico

Las formas inorgánicas del nitrógeno del suelo incluyen: nitratos NO_3 , nitritos NO_2 óxido nitroso (N_2O), amonio (NH_4) y amoníaco (NH_3). (INIAP, 2013, p. 4)

Nitrógeno orgánico

Las formas orgánicas del nitrógeno del suelo se hallan como aminoácidos y proteínas consolidadas aminoácidos libres, amino azúcares y otros compuestos no identificados (INIAP, 2013, p. 5).

1.4.3. Créditos de Nitrógeno para cultivos posteriores

Según (CASTRO, et al., 2018 p. 5), con la incorporación de leguminosas como abonos verdes, el N en el suelo puede estar disponible hasta noventa días después de la incorporación, sobre todo si las leguminosas tienen taninos (*Erythrina lithosperma*, *Crotalaria juncea*, *Desmodium sp.*). Estudios en el cultivo de maíz en Brasil, han reportado que entre el 85 y el 95% del N proveniente de abonos verdes de mucuna, canavalia y crotalaria en el suelo, el cual es absorbido por el cultivo en los primeros veintinueve días después de la germinación, indicando una rápida mineralización. Los cultivos de leguminosas pueden ser una fuente muy importante de N disponible para las plantas debido a fijación bacteriana de N_2 en nódulos radiculares. Se lanzará una masa completa de alfalfa en al menos 100 libras de N por acre en el primer año después de la terminación. Los créditos en la tabla proporcionada son relativamente conservadores y algunos los productores pueden ver más N liberado de lo que se muestra. Una prueba de suelo no reflejará el N que se liberará del alto residuo de N más adelante en el año. La cantidad de crédito de N otorgada a las

leguminosas depende del cultivo, el rodal y grado de nodulación. Un mínimo de 30 libras. N / acre debe acreditarse en el primer año después de cualquier cultivo de leguminosas.

Alfalfa, trébol, soja y secas los frijoles pueden contribuir todo o parte de la N necesidades del siguiente cultivo. Los residuos de leguminosas tienen un alto contenido de N que se lanzará en la siguiente temporada de cultivo. Ignorar el N de una leguminosa anterior el cultivo puede resultar en fertilización excesiva. Una prueba de suelo antes de plantar no detectará N de un cultivo de leguminosas anterior. La acreditación de leguminosas se puede combinar con otras BMP como en temporada pruebas de suelo o sensores de cultivos para ajustar las tasas de aplicación de N. Colorado (STATE UNIVERSITY, 2014).

1.5. Carbono

El Carbón orgánico del suelo se encuentra en forma de restrojos o residuos vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al C elemental (Jackson, 1964, p.5). En condiciones naturales, el C orgánico del suelo resulta de la interacción entre la incorporación al suelo del material orgánico fresco en este caso de restrojos y la salida de C del suelo en forma de CO₂ a la atmósfera (Swift, 2001, y Aguilera, 2000), erosión y lixiviación. El CO₂ emitido desde el suelo a la atmósfera no solo se produce por la mineralización de la MOS donde participa la fauna edáfica (organismos detritívoros) y los microorganismos del suelo, sino también se genera por el metabolismo de las raíces de las plantas (Fortín *et al.*, 1996).

Según (Suquilanda, 2017, p.35) la vegetación fija el carbono de la atmósfera por fotosíntesis transportándolo a la materia viva y muerta de las plantas, que constituye la biomasa. El carbono que se libera de esta para constituir la Materia Orgánica del Suelo (MOS) sirve como alimento para los organismos vivos descomponedores (bacterias y hongos fundamentalmente) durante un cierto tiempo o se vuelve a emitir hacia la atmósfera por la respiración de los organismos del suelo y las raíces, en forma de dióxido de carbono (CO₂) o metano (CH₄) en condiciones de encharcamiento del suelo. La MOS se encuentra en diferentes grados de descomposición y se distingue en distintas fracciones lábiles (compuestas de hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos) o fracciones húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas). Las fracciones lábiles son más rápidas de digerir para los microorganismos dando como resultado una respiración de carbono y un plazo más corto de permanencia de este elemento en el suelo. Las fracciones húmicas se encapsulan en los agregados y son más difíciles de acceso. Su composición es más estable, tienen químicos de descomposición más compleja y permanecen por períodos muy largos en el suelo. El carbono orgánico del suelo mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la CIC y la retención de humedad, y contribuye a la estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados. La MOS está compuesta principalmente

por carbono, tiene capacidad de retener una gran cantidad de nutrientes, cationes y oligoelementos esenciales para el crecimiento de las plantas. Gracias a la MOS la lixiviación de nutrientes se inhibe y se integra a los ácidos orgánicos que disponibilidad los minerales para las plantas y regulador del pH del suelo. Se reconoce globalmente que el contenido de carbono orgánico es un factor esencial para la salud del suelo, forma parte fundamental del ciclo de carbono y tiene gran importancia en la mitigación de los efectos del cambio climático.

1.5.1.Fijación de carbono

Las plantas absorben o fijan dióxido de carbono de la atmósfera durante la fotosíntesis. Parte del carbono se usa para el crecimiento de la planta, y parte del mismo se usa en la respiración, donde la planta descompone los azúcares para obtener energía. El equilibrio entre la liberación de dióxido de carbono (CO₂) durante la respiración y la fijación de carbono durante la fotosíntesis afecta el crecimiento de la planta. Al utilizar más CO₂ para el crecimiento, las plantas están «fijando» más CO₂ de la atmósfera al bloquearlo en sus hojas y tallos mayor será la velocidad a la que los ecosistemas absorben el carbono atmosférico (Dunning, 2021).

1.5.2.Carbono orgánico del suelo

De acuerdo a (Suquilanda, 2017, pág.15) la vegetación fija el carbono de la atmósfera por fotosíntesis transportándolo a la materia viva y muerta de las plantas, que constituye la biomasa. El carbono que se libera de esta para constituir la Materia Orgánica del Suelo (MOS) sirve como alimento para los seres vivos descomponedores (bacterias y hongos fundamentalmente) a lo largo de un cierto tiempo o se vuelve a producir hacia la atmósfera por la respiración de los organismos del suelo y las raíces, a modo de dióxido de carbono (CO₂) o metano (CH₄) en condiciones de encharcamiento del suelo (Organización de las Naciones Unidad para la Alimen, 2021). La MOS está en diferentes grados de descomposición y se distingue en diversas fracciones lábiles (compuestas de hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos) o fracciones húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas). Las fracciones lábiles son más rápidas de digerir para los microorganismos dando como consecuencia una respiración de carbono y un plazo más corto de permanencia de este componente en el suelo. El carbono orgánico del suelo optimización las características físicas del suelo, se incrementa la CIC y la retención de humedad, y ayuda a el equilibrio de suelos arcillosos al contribuir a aglutinar las partículas para conformar agregados. (Organización de las Naciones Unidad para la Alimen, 2021) Se reconoce globalmente que el contenido de carbono orgánico es un componente importante para la salud del suelo, forma parte importante del periodo de carbono y tiene gran trascendencia en la mitigación de los efectos del calentamiento global. (Organización de las Naciones Unidad para la Alimen, 2021).

1.5.3.Relación C/N

La interacción de carbono/nitrógeno (C: N) es una interacción entre el contenido de carbono y de nitrógeno en una sustancia. Ejemplificando, una C: N de 10:1 supone que hay 10 unidades de carbono por cada unidad de nitrógeno en la sustancia. Ya que la interacción C: N en el suelo puede tener un impacto importante en la descomposición de los rastrojos, la cobertura del suelo y el periodo de nutrientes (predominantemente nitrógeno), es fundamental entender dichos índices una vez que se planifican las rotaciones y la utilización de cultivos de servicios en sistemas agrícolas (Usda, 2019).

Esta interacción sugiere la parte de carbono orgánico ante la de nitrógeno. Básicamente la integridad del nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable y, por consiguiente, disponible. Con el carbono orgánico pasa lo opuesto debido a que una parte importante se abarca en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agricultura. (ambientum)

Según (Agromatica, 2012, p.3), si poseemos una interacción C/N o interacción carbono nitrógeno alta, estamos mencionando que existe una prevalencia del contenido de carbono (carbohidratos) sobre el contenido en nitrógeno.

Como todos sabemos, este elemento, el nitrógeno, es el que garantiza el crecimiento vegetativo de la planta, pues a partir de él la planta es capaz de transformarlo en aminoácidos y éstos en proteínas (estructuras más complejas formadas por una cadena o agrupación de aminoácidos).

- Relación C/N < 8,5: falta de energía. Alta liberación de nitrógeno mineral.
- Relación C/N entre 8,5 y 11,5: suelo equilibrado. Control en la liberación de nitrógeno mineral y el contenido en carbono del suelo.
- Relación C/N > 11,5: suelo con exceso de carbono y exceso de energía.

La relación existente entre el carbono y el nitrógeno, se produce en la materia orgánica (con un valor único), en el suelo y en la planta (con otro rango de valores). Hay carbono (carbohidratos) formado durante el proceso de fotosíntesis y nitrógeno que son absorbidos a través de aplicaciones foliares, en fertiirrigación o ayudados por organismos que fijan el nitrógeno atmosférico en cierto tipo de plantas.

El rendimiento de un cultivo posterior a un cultivo de cobertura está influenciado por la relación carbono-nitrógeno de la biomasa del cultivo, es recomendable considerar la relación de carbono y nitrógeno al momento de elegir los cultivos de cobertura. (Fidney, et al., 2016 p. 60) ya que la diferencia de rendimientos en el tiempo está relacionada con la cantidad de nitrógeno que le suministran a los residuos de los cultivos de cobertura y depende de la inmovilización y mineralización durante la descomposición de los residuos.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental porque se trata de una investigación donde el investigador provoca una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, y de esta manera probar su efecto.

2.2. Localización

La investigación se realizó en tres localidades, la primera localidad es en el sector de San Vicente de Luisa perteneciente a la parroquia de Lican, la segunda localidad se dio en el sector de Achullay perteneciente a Colta y la tercera localidad en la estación experimental Tunshi perteneciente a la parroquia Licto, para lo cual se procedió a tomar sus coordenadas geográficas como su altitud y latitud correspondiente.

El sector de San Vicente de Luisa y el sector de Achullay son netamente sectores quinueros de Chimborazo por esa razón se implementó el trabajo de investigación ya que va de la mano la implementación de la misma, en el sector Tunshi es de forma experimental para observar los resultados que se pueda dar.

2.3. Materiales y Equipos.

- Estacas
- Cinta métrica.
- Piola
- Semillas de VICIA y CENTENO
- Barreno
- Balde
- Fundas de recolección de muestra
- Etiquetas
- Cámara fotográfica
- Celular.
- Sembradora de pasto.

- Balanza

2.4. Materiales de oficina

- Proyector
- Computadora
- Hojas de papel
- Impresora

2.5. Técnicas estadísticas

En el presente proyecto investigativo utilizó un diseño experimental de parcelas, se utilizaron dos tratamientos: Vicia y Centeno con cuatro repeticiones cada uno con bloques completamente al azar, las unidades experimentales tienen como medida para San Vicente de Luisa de $24 \times 21 \text{ m}^2$ y cada subparcela tiene una medida de $10 \times 6 \text{ m}^2$, para el sector de Achullay la unidad experimental tiene como medida de $60 \times 25,5 \text{ m}^2$ y la subparcela tiene una medida de $9 \times 15 \text{ m}^2$ y para el sector de Tunshi la unidad experimental tiene como medida de $60 \times 25,5 \text{ m}^2$ y la subparcela tiene una medida de $9 \times 15 \text{ m}^2$.

2.6. Diseño experimental

En este proyecto de investigación se realizó en tres localidades, dos tratamientos, con 4 repeticiones que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Localidad I: San Vicente de Luisa



Figura 1-2: Mapeo de San Vicente de Luisa
Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

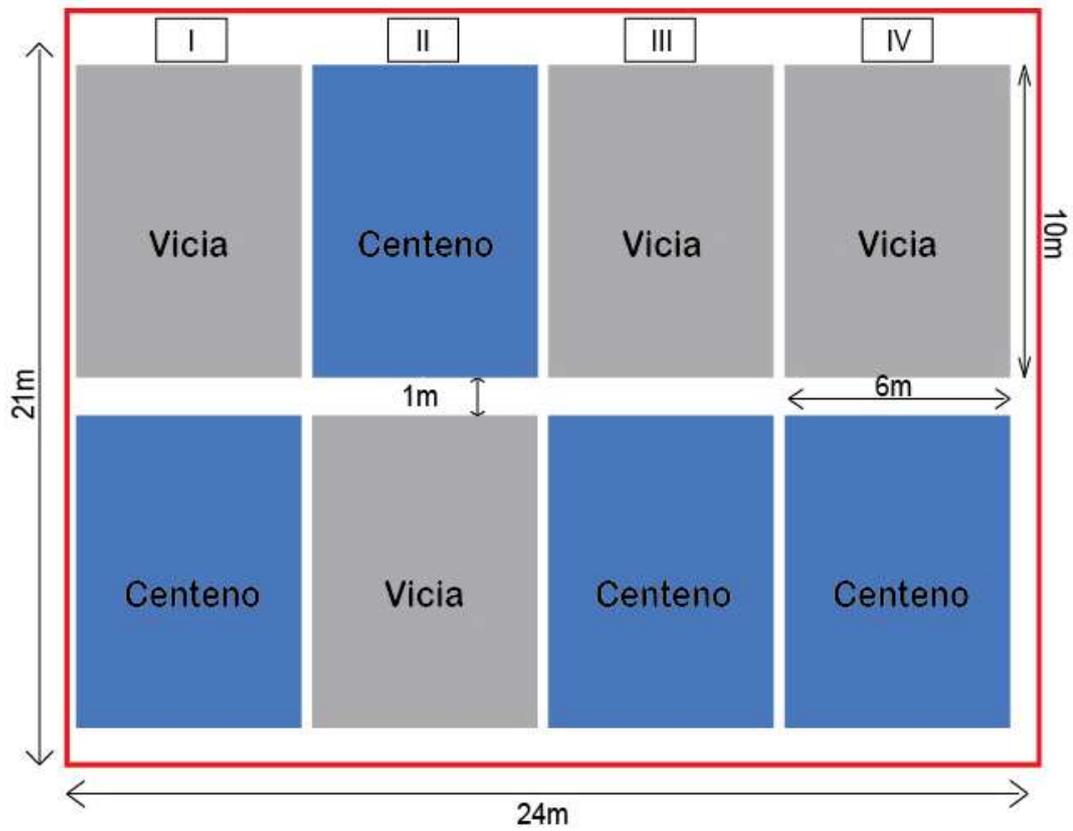


Figura 2-2: Diseño experimental en San Vicente de Luisa

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

Localidad II: Achullay



Figura 3-2: Mapeo de Achullay

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

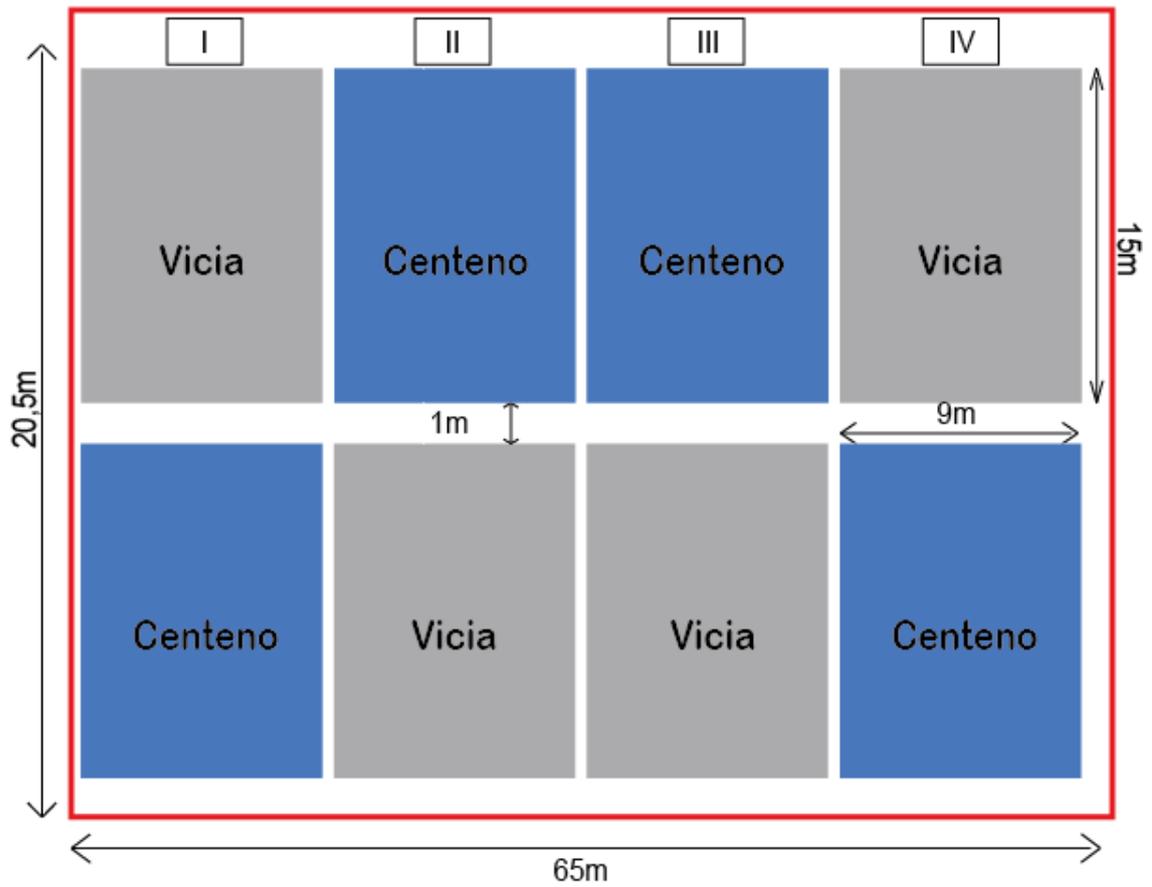


Figura 4-2: Diseño experimental en Achullay

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

Localidad III: Tunshi ESPOCH



Figura 5-2: Mapeo de Tunshi

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

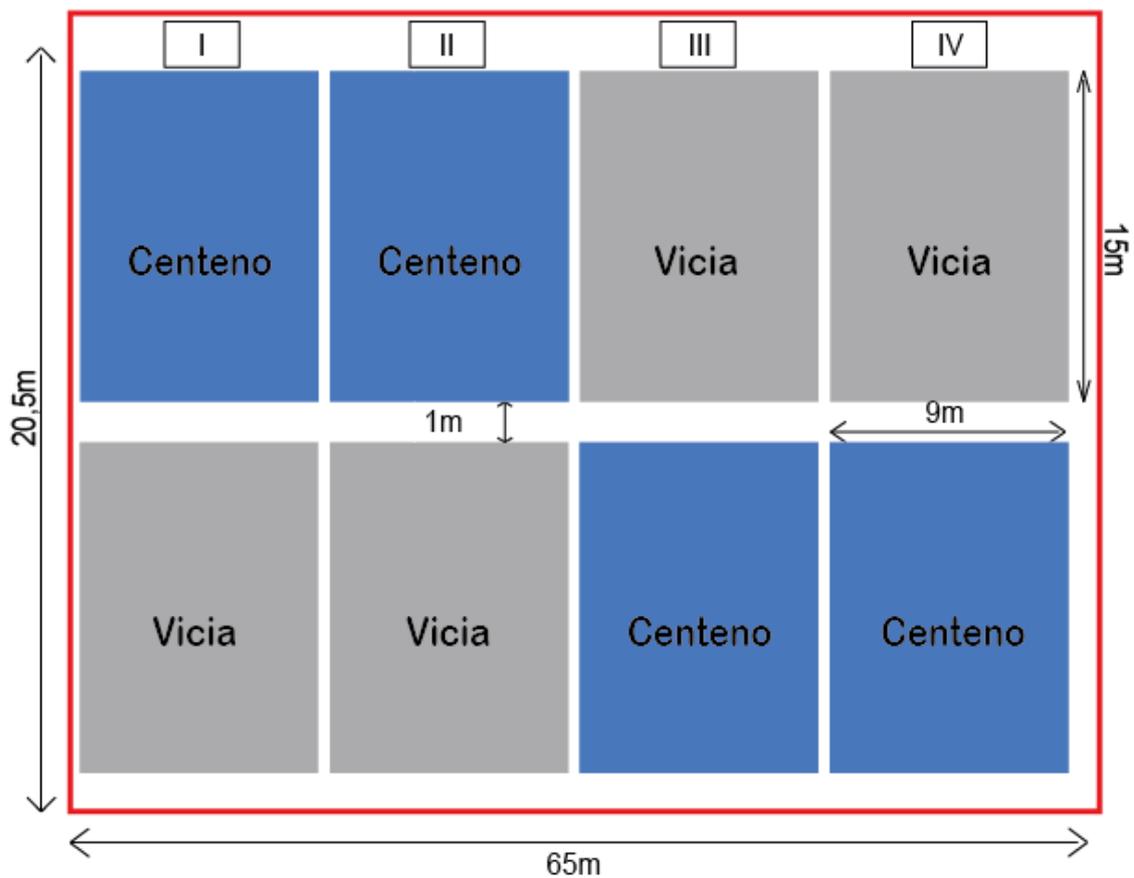


Figura 6-2: Diseño experimental en Tunshi ESPOCH

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

2.6.1. Muestreo de suelo

Se procedió a tomar muestras de suelos de las repeticiones, se recolecto 30 submuestras de suelo por cada repetición, se procedió a mezclar para obtener una muestra completa por cada repetición en total 4 muestras por cada localidad.

Se utilizó un barreno para tomar las muestras, la profundidad de muestre fue de 30cm y la mezcla de las submuestras fue en un balde limpio, se procedió a colocar en unas bolsas ziploc selladas y etiquetadas de acuerdo con lo que solicita el laboratorio, en este caso las muestras fueron enviadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en total se enviaron 12 muestras, 4 por cada localidad.



Figura 7-2: Muestreo de Suelo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

2.6.2. Siembra de los cultivos de cobertera en las tres localidades

Pesamos las semillas para cada tratamiento, Vicia 300 g para un área de 60 m² y 900 g de centeno este es para San Vicente de Luisa para el resto de localidades se utilizó 1200 g de centeno y 500 g de vicia para un área de 150 m².

Procederemos a la siembra de los cultivos de cobertera en los tratamientos correspondientes para eso lo haremos al boleado, previamente removido el suelo con el tractor como son sectores de secano no necesita surcos.



Figura 8-2: Pesaje de Semillas

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.



Figura 9-2: Siembra de los cultivos de cobertera

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

2.6.3. Manejo de los cultivos de cobertera.

Se controlará el proceso de germinación y se realizará los procesos preculturales, culturales, control de malezas y fitosanitarios durante todas las etapas que dura el cultivo de cobertera.

Dentro del manejo de estos cultivos de cobertera después de la siembra con controles de malezas dentro de los caminos que dividen las parcelas y subparcelas, además se dio las visitas a las diferentes localidades en diferentes fechas con el fin de ver el crecimiento adecuado de los cultivos de cobertera y que factores externos y climáticos no afecten su desarrollo, también se realizó el monitoreo de las diferentes etapas de desarrollo del cultivo ya que se debe tomar en cuenta que este en una etapa de anthesis o antes de ver la caída de flores para poder muestrear la biomasa, hay que evitar que se dé el llenado de fruto.



Figura 10-2: Cultivo en la localidad de San Vicente de Luisa

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.



Figura 11-2: Cultivo en la localidad de Achullay
Realizado por: Sinaluisa, D, 2021



Figura 12-2: Cultivo en la localidad de Tunshi – ESPOCH
Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

2.6.4. Muestreo de Biomasa

Después de 91 DDS en San Vicente de Luisa, 94 DDS en Achullay y 83 DDS en Tunshi se muestreo la biomasa para lo cual se lanzó un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm al azar y se cortó esos tramos donde cayó dicho cuadrado, se procedió a realizar el lanzamiento dos veces y al corte y recolección de las plantas para el análisis de Materia seca y nitrógeno total. Para completar el muestreo, se juntó las submuestras para hacer una muestra completa.

Las muestras se colocaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas para el envío al departamento de suelos y aguas del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).



Figura 13-2: Muestreo de Biomasa
Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

2.6.5. Muestreo de malezas.

Uno de los principios de los cultivos de cobertera es la protección del suelo y evita parcialmente la aparición de malas hierbas en este caso vamos a tomar datos de la cantidad de malas hierbas aparecen en los dos cultivos de cobertera como es la vicia y centeno, para lo cual se precedió a lanzar el mismo cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm y se contabilizo malas hierbas de hojas finas y hojas anchas, se realizó un lanzamiento por cada subparcela en total dos por cada repetición una para el centeno y una para la vicia y esto se repitió en cada localidad.



Figura 14-2: Muestreo de Malezas.
Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

2.6.6. Análisis de los resultados

- **Análisis de suelos**

Al realizar los muestreos de suelo se procedió a llevar al laboratorio para su análisis donde se utilizó la diferencia de pesos para determinar el porcentaje de materia orgánica y para luego determinar el carbón orgánico.

$$\%M.O. = \frac{PS - PM}{PS} \times 100$$

$$\%C \text{ Orgánico} = \%M.O. \times 0,58$$

En donde:

- Ps= Peso Seco
- PM = Peso Mojado o Húmedo

Y para el Carbón Orgánico.

- %MO = el porcentaje de materia orgánica

Para el Nitrógeno total se procedió al envío de las muestras al laboratorio para obtener los resultados correspondientes una vez recibidos los análisis de suelo se procedió a la tabulación de la misma por tratamiento y repetición. Para el nitrógeno total transformamos de ppm a porcentajes y de materia seca a carbón orgánico, para así obtener la misma que nos ayuda para realizar la relación C/N, después transformamos el nitrógeno total a kg N/ha con esto tenemos la cantidad de nitrógeno presente en el suelo.

- **Análisis de Biomasa**

Para el análisis de biomasa se procedió a obtener el muestreo al lanzar el cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm, donde se obtuvo la cantidad de biomasa por m² luego de eso se elevará a kg de biomasa por hectárea de cada cultivo de cobertera (Vicia y Centeno).

Con la muestra de biomasa procedemos a tomar el peso fresco de la biomasa luego mandamos al laboratorio para secar en una estufa a 60°C para sacar la humedad que posee la biomasa y luego procedemos a ponerle en la mufla a 105° C para obtener el carbono de la biomasa, después de eso mandamos a realizar el análisis en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias (INIAP) para determinar la cantidad de nitrógeno total en los cultivos de cobertera.

- **Análisis de Cantidad de nitrógeno y carbono**

Después de recibir los análisis correspondientes de laboratorio para cantidad de Nitrógeno en porcentaje y la cantidad de Materia orgánica se procederá a transformar el nitrógeno de porcentaje a kg N/m² y luego lo transformaremos a kg N/ha para el Carbono del valor del análisis de materia orgánica seca se multiplicara por el valor de 0,58 que es un valor para transformar a carbón orgánico y luego al igual que al nitrógeno se transformará de porcentaje a kg C/m² y después se transformara de kg C/ha.

- **Análisis de malezas.**

Se precedió a contabilizar la mala hierba de hojas finas y anchas y luego se tabulo separados y se sumó por cada tratamiento y por cada repetición luego se le paso al número de malas hierbas tanta de hojas finas y anchas por hectárea.

- **Análisis funcional**

Esto se realizará el análisis en dependencia de la aportación de nutrientes de los cultivos de cobertera para eso el análisis inicial de suelo que nos dará unos resultados, luego se verá la cantidad de biomasa que nos puede brindar cada cultivo de cobertera (vicia y centeno) después de los análisis recibidos del laboratorio se procese hacer los cálculos correspondientes, en el análisis de anova se presentara la fuentes de variación localidad , cultivo, la interacción entre localidad y cultivo donde el p- valor sea menor a 0,10.

Luego se procederá hacer las gráficas de las medias con las pruebas correspondientes (LSD al 10%) y se discutirá los resultados correspondientes

Fórmula para determinar la relación C/N.

$$R_{C/N} = \frac{\% C}{\% N}$$

Con los datos que obtendremos después de la ejecución compararemos entre tratamientos y las localidades para determinar cuál tratamiento es favorable y luego analizaremos el beneficio costo del mismo.

Contenido de carbono y nitrógeno en el suelo en kg/ha.

Para el carbono por hectárea (kg C/ha) se calculará a partir de los valores de %C y %N, densidad aparente y profundidad del muestreo de la siguiente manera;

- Carbono en suelo (kg C/ha) = %C * DA * P
- Nitrógeno en suelo (kg N/ha) = %N*DA*P.

Donde: %C = Porcentaje de carbono %N = Porcentaje de nitrógeno.

DA = Densidad Aparente (kte=1,35 g/cm³).

P = Profundidad de muestreo (0,20 m).

2.6.7.Beneficio Costo

Para el análisis del beneficios costo se realizara la cantidad de egreso o gasto que se realiza al implementar cada cultivo de cobertera de cada uno con datos obtenidos durante la implementación de la misma para obtener los ingreso compararemos la cantidad de nitrógeno

que proporciona por los cultivos de cobertera y eso transformaremos a kg de nitrógeno que proporciona un abono orgánico (Bocashi) y un abono químico (46-0-0 Urea) lo cual sería lo que ganamos al utilizar los cultivos de cobertera.

Luego se procede a realizar la división de ingresos/egresos donde los resultados mayores a 1\$ el proyecto es viable, eso quiere decir que por cada dólar invertido se ganara el valor $>$ a 1\$, si el valor de la relación B/C es menor a 1\$ se dirá que el proyecto no es viable porque existe más gasto que ganancias.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Análisis del contenido de Nitrógeno Total y Carbono Orgánico en el suelo

Seguido se presentan los análisis del contenido de Nitrógeno Total y Carbono Orgánico suelo en las localidades de San Vicente de Luisa, Achullay y La Estación Experimental Tunshi ESPOCH.

Tabla 1-3: Nitrógeno Total Carbón Orgánico en el suelo de San Vicente de Luisa.

REPETICIÓN	NT ppm	%MOS	%CO
R1	0,06	1,8	1,04
R2	0,03	1,2	0,69
R3	0,05	1,3	0,75
R4	0,06	1,5	0,87

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

En el sector de San Vicente de Luisa después del análisis de suelo que se realizó en las repeticiones correspondientes se obtuvieron los siguientes resultados.

Según el análisis de suelo, para nitrógeno total que en sus unidades están en ppm (partes por millón), la repetición 1 y 4 (R1) (R4) presentan 0,06 ppm, mientras que para la repetición 2 (R2) presenta 0,03 ppm y para la repetición 3(R3) tenemos 0,5 ppm, es la cantidad de nitrógeno total que se encuentra dentro de nuestra unidad experimental con un promedio de 0,05 ppm de NT.

Tabla 2-3: Nitrógeno Total Carbón Orgánico en el suelo de Achullay

REPETICIÓN	NT ppm	MOS	%CO
R1	0,44	15,50	8,99
R2	0,18	14,60	8,47
R3	0,35	15,10	8,76
R4	0,41	14,60	8,47

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

Para el sector Achullay tenemos los siguientes resultados después del análisis de suelo correspondiente para el nitrógeno total en partes por millón ppm. Para la repetición 1 (R1) 0,44 ppm, para la repetición número 2 (R2) 0,18ppm, para la repetición 3 (R3) 0,35 ppm y para la repetición 4 (R4) 0,41 ppm es la cantidad de nitrógeno total que se encuentra en nuestra unidad experimental con un promedio de 0,345ppm de Nitrógeno total en el ensayo correspondiente.

Tabla 3-3: Nitrógeno Total Carbón Orgánico en el suelo de Tunshi

REPETICIÓN	NT ppm	MOS	%CO
R1	0,09	2,70	1,57
R2	0,05	2,90	1,68
R3	0,09	2,70	1,57
R4	0,10	2,50	1,45

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

Los resultados obtenidos en la Estación Experimental Tunshi presentan un promedio de 0,08 ppm de nitrógeno total, considerando que en cada repetición se obtuvieron concentraciones que fluctúan entre 0,05 y 0,10 ppm.

3.2. Análisis funcional

3.2.1. Biomasa de los cultivos de cobertera (kg/ha)

Tabla 4-3: Biomasa de los cultivos de cobertera.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	P-valor
Total	23	
Localidad (p-valor)	2	0,02 *
Localidad>bloques	9	0,84
Cultivo	1	0,22
Localidad*Cultivo	2	0,5
Error	9	2217309200
CV		45,33

*:significativo y n.s: **no significativo al P<0,1**

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

En el análisis de varianza se presentan diferencias significativas (valor p 0.02) en la cantidad promedio de biomasa de los cultivos de cobertura en las diferentes localidades; además se observa un coeficiente de variación del experimento de 45,33% (Tabla 5-3). En la prueba de LSD al 10% en el Gráfico 1 se observa que las diferencias se encuentran en cada una de las localidades, siendo el sector de Achullay aquel que tiene una mayor producción de biomasa con una cantidad promedio de 48 805 kg/ha, seguido de la localidad de San Vicente de Luisa con una producción promedio de 35 500 kg/ha y finalmente en Tunshi donde se obtuvo una producción promedio de 19 585 kg/ha.

La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks considerando que los valores p son mayores de 0,10, en este caso el valor de p 0,7961.

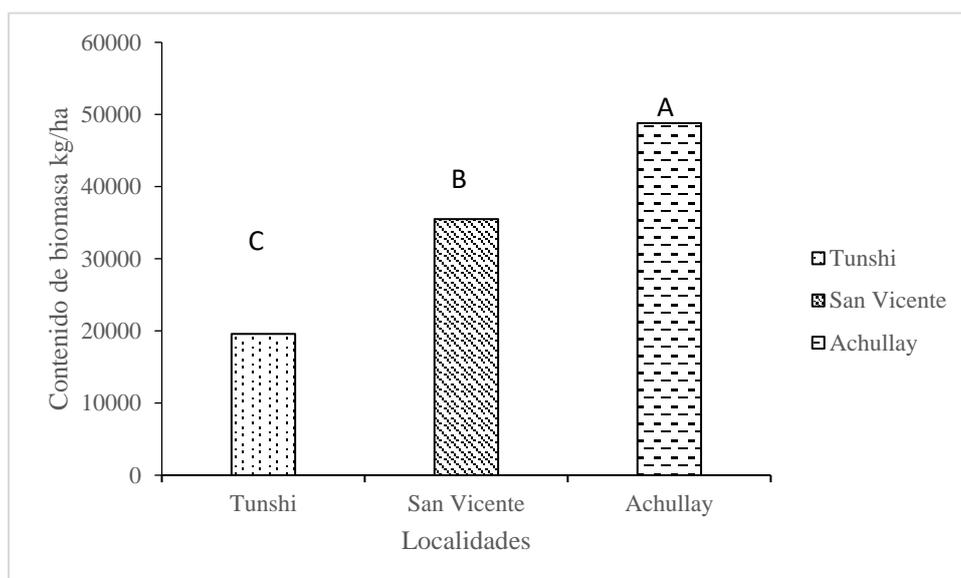


Gráfico 1-3: Contenido de biomasa kg/ha

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

3.2.2. Nitrógeno en los cultivos de cobertera (kg/ha)

Tabla 5-3: Nitrógeno de los cultivos de cobertera.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	P-valor
Modelo	14	0,08
Localidad	2	0,00*
Localidad/bloques	9	0,81
Cultivo	1	0,01*
Localidad*Cultivo	2	0,51
Error	9	
Total	23	
CV		52,04

*: significativo.

Realizado por: Sinaluisa David 2021

En el análisis de varianza para la concentración de los cultivos de cobertura se observan diferencias altamente significativas (valor $p \leq 0.01$) tanto en las localidades como en los cultivos; además se observa mucha variabilidad de acuerdo con el coeficiente de variación de 52,04 % (Tabla 6-3).

La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks considerando que los valores p son mayores de 0,10, en este caso el valor de p 0,98.

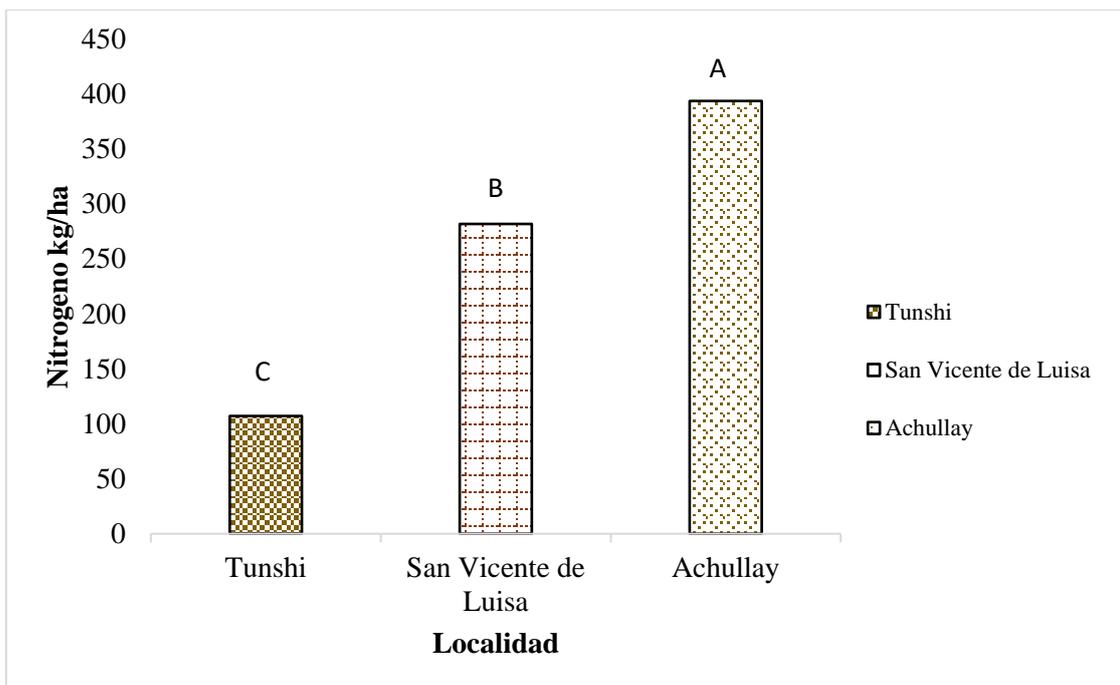


Gráfico 2-3: Nitrógeno kg/ha por localidad

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

De acuerdo con la prueba de LSD al 10% en el Gráfico 2 se observa que existe una diferencia significativa en el aporte promedio de nitrógeno por los cultivos de cobertura en cada localidad, siendo Achullay la que presenta mayor aporte con 393,74 kg/ha, seguido por el sector de San Vicente de Luisa con 281,88 kg/ha y por último el sector de Tunshi con 107,13 kg/ha.

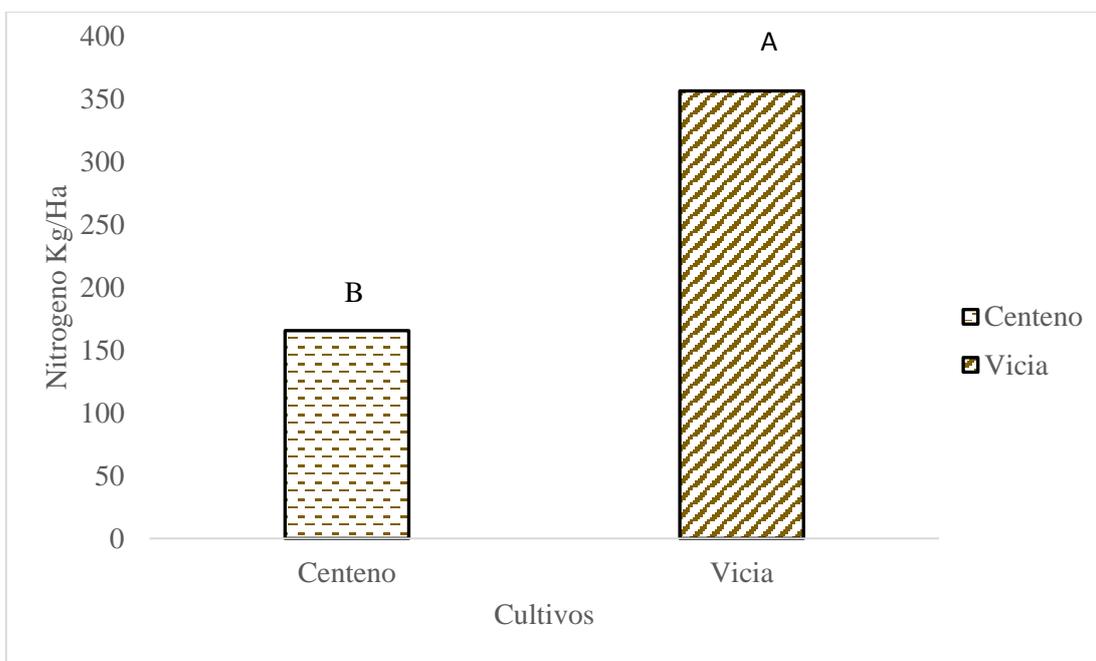


Gráfico 3-3: Nitrógeno kg/ha por cultivo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

En el Gráfico 3, la prueba de LSD al 10% permite distinguir la diferencia significativa en la cantidad promedio de nitrógeno por cultivo, siendo el de mayor aporte el cultivo de vicia (*Vicia Sativa*) que es una leguminosa con una cantidad de 356 kg/ha a comparación del cultivo de centeno (*Secale Cereale*) que es un cereal, con una cantidad de 165,5 kg/ha.

3.2.3. Carbono en los cultivos de cobertera (kg/ha)

Tabla 6-3: Carbono en los cultivos de cobertera.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	P-valor
Modelo	14	0,14
Localidad	2	0,05*
Localidad/bloques	9	0,54
Cultivo	1	0,34
Localidad*Cultivo	2	0,95
Error	9	
Total	23	
CV		50,74

*: significativo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

En la tabla 7-3 se observa el análisis de varianza para la concentración de carbono, donde se presentan diferencias significativas (valor $p \leq 0.05$) únicamente cuando se comparan las localidades. En cuanto a la variabilidad del experimento, se observa un coeficiente de variación de 50,74 %.

La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks considerando que los valores p son mayores de 0,10, en este caso el valor de p 0,25.

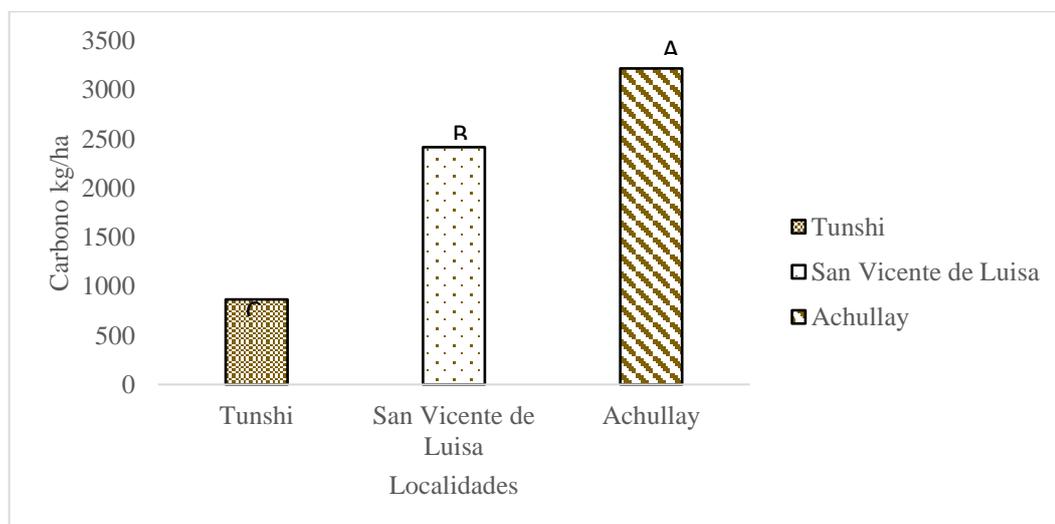


Gráfico 4-3: Carbono kg/ha Localidad

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

La prueba de LSD al 10% del Gráfico 4 se observa que existe una diferencia significativa en el aporte de carbono de cada localidad; el mayor aporte es en el sector de Achullay con un valor de 3 217,08 kg/ha, luego en San Vicente de Luisa el aporte fue de 2 415,64 kg/ha y por último en el sector de Tunshi con 865,55 kg/ha.

3.2.4. Relación Carbono/Nitrógeno en los cultivos de cobertera.

Tabla 7-3: Relación C/N en los cultivos de cobertera.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	P-valor
Modelo	14	0,03
Localidad	2	0,57
Localidad/bloque	9	0,48
Cultivo	1	0,001*
Localidad*Cultivo	2	0,28
Error	9	
Total	23	
CV		42,53

*: significativo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

Según los resultados del análisis de varianza (tabla 8-3) para la relación Carbono/Nitrógeno existen diferencias altamente significativas (valor $p \leq 0.01$) debidas al cultivo, además se observa un 42,53% en la variabilidad del experimento.

La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks considerando que los valores p son mayores de 0,10, en este caso el valor de p 0,86.

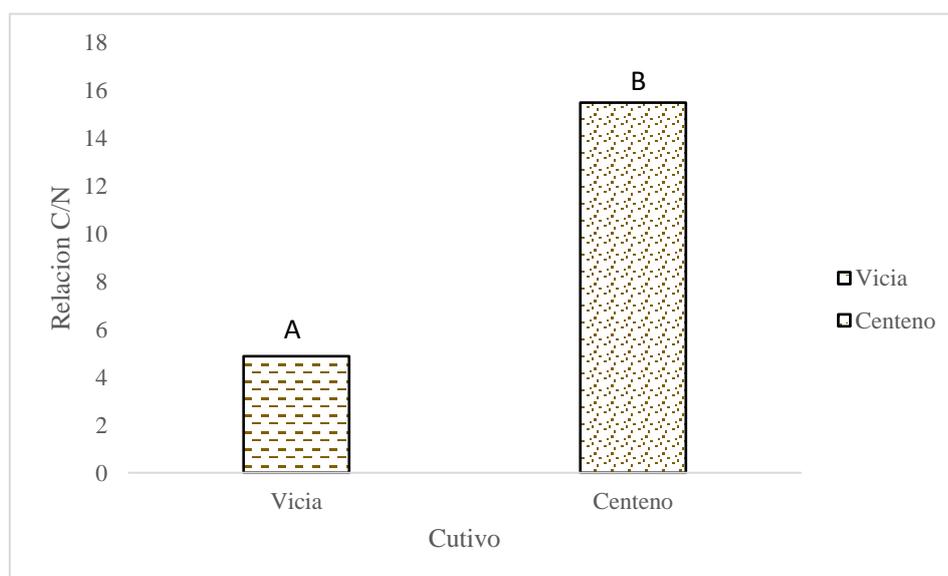


Gráfico 5-3: Relación C/N por Cultivo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

La prueba de LSD al 10% del Gráfico 5 permite visualizar que el cultivo de Centeno supera de manera significativa la relación promedio C/N (15,50); mientras que la Vicia tiene una relación de 4,80.

3.2.5. Cantidad de malas hierbas por metro cuadrado

Tabla 8-3: Cantidad de malas hierbas de hoja fina por metro cuadrado

Fuentes de Variación	Grados de libertad	P-valor
Modelo	14	0,71
Localidad	2	0,06*
Localidad>bloque	9	0,85
Cultivo	1	0,75
Localidad*Cultivo	2	0,43
Error	9	
Total	23	
CV		94,91

*: significativo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

El análisis de varianza de la tabla 9-3 muestra las diferencias significativas en la cantidad promedio de malas hierbas de hoja fina por metro cuadrado (valor $p < 0,10$) debido a la localidad. Este experimento presentó una variabilidad extremadamente alta obteniendo un coeficiente de variación de 94,91%.

La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks considerando que los valores p son mayores de 0,10, en este caso el valor de p 0,67.

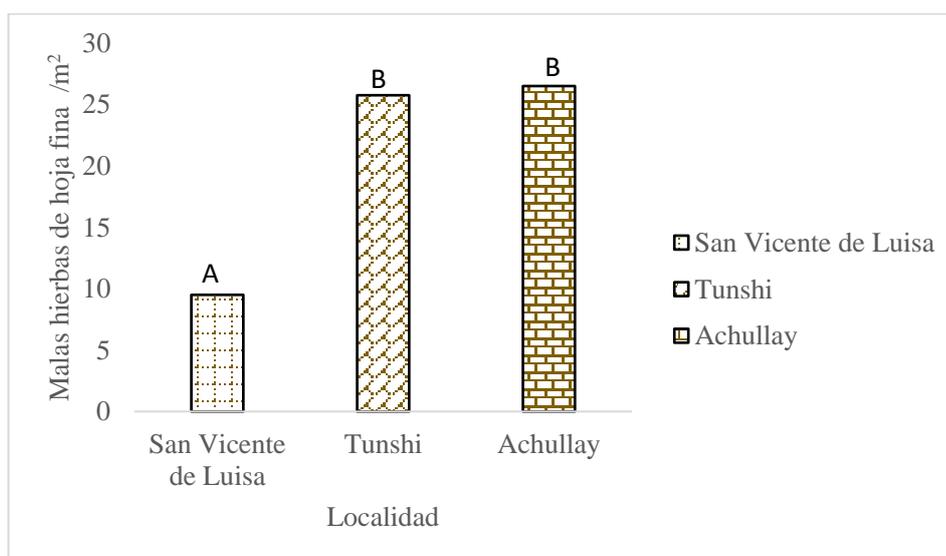


Gráfico 6-3: Malas hierbas de hoja fina/m²

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

En la prueba de LSD al 10% del Gráfico 6 se observa que el sector de San Vicente de Luisa presenta una cantidad promedio de 9 malas hierbas finas /m² existiendo una diferencia significativa al compararlo con las localidades de Tunshi y Achullay quienes presentaron cantidades similares (entre 25 a 30 malas hierbas / m²). Estas diferencias se deben a que en el sector de San Vicente de Luisa (Calpi) los suelos son arenosos sin presencia humedad a diferencia de los otros lugares que presentan condiciones favorables para la producción de este tipo de malas hierbas de hoja fina.

Tabla 9-3: Cantidad de malas hierbas de hoja ancha por metro cuadrado

Fuentes de variación	Grados de libertad	P-valor
Modelo	14	0
Localidad	2	0,00*
Localidad/bloque	9	0,33
Cultivo	1	0,001*
Localidad*Cultivo	2	0,004*
Error	9	
Total	23	
CV		24,7

*: significativo

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

El análisis de varianza de la tabla 10-3 se observan diferencias altamente significativas en la cantidad de malas hierbas de hoja ancha por metro cuadrado en la interacción de la localidad y cultivo (valor p < 0,10). En esta parte el experimento presentó una variabilidad moderada de variabilidad con un coeficiente de variación de 24,70%.

La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks considerando que los valores p son mayores de 0,10, en este caso el valor de p 0,24.

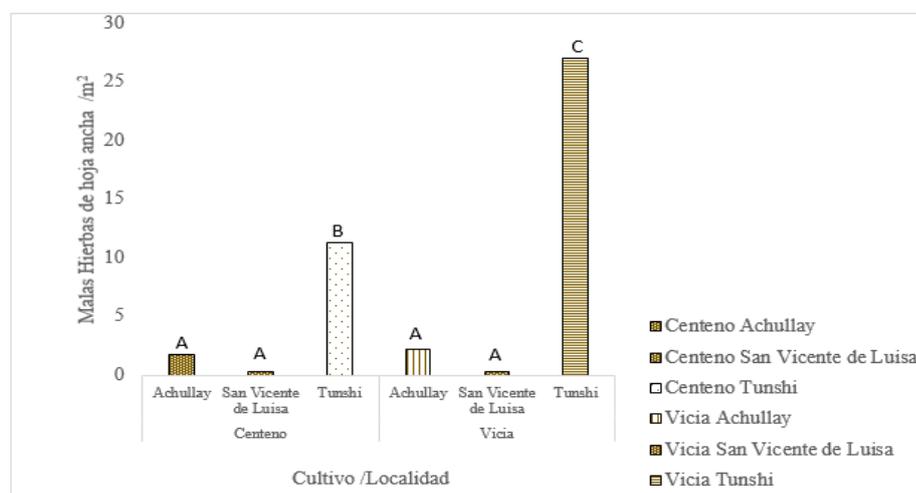


Gráfico 7-3: Malas hierbas de hojas anchas/por metro cuadrado

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021-

En la prueba de LSD al 10% del Grafico 7-3 se evidencia diferencias significativas en la cantidad promedio de hojas anchas debida a la interacción de la localidad y cultivo. En las localidades San Vicente de Luisa y Achullay no existen diferencias significativas al cambiar de cultivos de cobertura, siendo estos lugares donde se obtienen la menor cantidad de malas hierbas de hojas anchas (1 a 3 hoja ancha/m²), mientras que existen diferencias significativas con la localidad Tunshi presentándose un mayor número de mala hierba de hojas anchas cuando se siembra el cultivo de Vicia en comparación con el centeno esto se puede evidenciar ya que la vicia tuvo problemas en germinar y no se cubrió con este cultivo de cobertera los espacios dentro de la parcela experimental y ahí es donde salió más malas hierbas de hoja hachas.

3.3. Análisis económico

3.3.1. Relación Beneficio Costo

De acuerdo con Mauricia 2009, la relación beneficio costo consiste en la separación de los ingresos y egresos u ahorros que se tendría dentro de un proyecto y la relación que existe entre ellos. Se suman todos los ingresos y egresos del proyecto por cada periodo, se recalculan los valores presentes y se calcula la relación entre ellos.

En este caso son abonos verdes que son directamente incorporados al suelo, lo que se hizo es la comparación al aplicar abonos orgánicos (bocashi), para llegar a la misma cantidad de nitrógeno que nos aportó nuestros cultivos de cobertera.

Tabla 10-3: Relación Beneficio-Costo del aporte de Nitrógeno de los cultivos de cobertera en comparación con un abono orgánico (Bocashi).

Localidad	Tratamiento	Aporte de Kg nitrógeno/ ha	Eficiencia 50%	Ingreso	Egresos	R(B/C)	Descripción
San Vicente de Luisa	Vicia	294	147	470	260	1,81	Viable
San Vicente de Luisa	Centeno	184	92	288	285	1,01	No Viable
Achullay	Vicia	522	261	835	260	3,21	Viable
Achullay	Centeno	253	126	403	285	1,41	Viable
Tunshi	Vicia	165	83	260	260	1,00	No Viable
Tunshi	Centeno	59	30	160	285	0,56	No Viable

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

En la (tabla 11-3) se puede observar que el tratamiento que corresponde al cultivo de cobertera de centeno en la localidad de San Vicente de Luisa y para los cultivos de vicia y centeno en la localidad de Tunshi ESPOCH, la relación B/C es menor a 1, lo que indica que los costos son mayores a los ingresos por ello no es viable y que para llegar a la misma cantidad de aportación

de nitrógeno que se obtuvo al utilizar los cultivos de cobertura en esos sitios podemos utilizar con normalidad los sacos de bocashi para obtener los mismos resultados en aportación de nitrógeno, lo contrario para la vicia en la localidad de San Vicente de Luisa y los cultivos de vicia y centeno en la localidad de Achullay donde según el análisis se dice que por cada dólar invertido se gana o se ahorra 2,15\$ y son viables porque al utilizar los cultivos de cobertura como fuente de fertilización en este caso de nitrógeno es más rentable que utilizar el bocashi como abonos que aporten nitrógeno al suelo para próximas siembras.

Tabla 11-3: Relación Beneficio-Costo de aporte de Nitrógeno de los cultivos de cobertura en comparación con un abono inorgánico (Urea).

Localidad	Tratamiento	Aporte de Kg nitrógeno/ ha	Eficiencia 50%	Ingreso	Egresos	R(B/C)	Descripción
San Vicente de Luisa	Vicia	294	147	245	260	0,94	No Viable
San Vicente de Luisa	Centeno	184	92	140	285	0,49	No Viable
Achullay	Vicia	522	261	397	260	1,53	Viable
Achullay	Centeno	253	126	192	285	0,67	No Viable
Tunshi	Vicia	165	83	126,3	260	0,49	No Viable
Tunshi	Centeno	59	30	46,0	285	0,16	No Viable

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021.

En la (tabla 12-3) se puede observar que en el tratamiento que corresponde al cultivo de cobertura de Vicia en el sector de Achullay es viable ya que al sembrar los cultivos de cobertura podemos ganar u ahorrar la aportación de nitrógeno mientras que para los sectores de San Vicente de Luisa y Tunshi Espoch y con los dos cultivos de cobertura no son viables, también el cultivo de centeno en Achullay, la relación B/C es menor a 1, lo que indica que los costos son mayores al implementar los cultivos de cobertura que al hacer aportes de nitrógeno con urea por eso no es viable la implementación.

3.4. Discusión

El nitrógeno es uno de los elementos que más se encuentran en el planeta, es también el elemento o nutriente que más frecuentemente limita la producción de varios cultivos sobre todo en el desarrollo y producción de las mismas. Esto se debe a que la molécula de N_2 es inerte, con una gran estabilidad gracias a su triple enlace. Según (AGUIRRE, 2019) El nitrógeno forma natural en el aire puede ser asimilado por la planta por dos mecanismos uno de ellos es transferido por las bacterias que con antelación han fijado simbiótica o a simbióticamente, o disuelto en el agua de lluvia. La cantidad de N enviado a las plantas proveniente de la fijación simbiótica que puede ir, desde 50 a 70 kg. Ha, mientras que la cantidad de N aportada por la fijación no simbiótica y las lluvias puede ir entre 10 y 20 kg. Ha. La forma de nitrógeno inorgánica son inestables en el suelo

por eso los valores son variables, que puede estar desde gramos hasta más de 100 kg. ha⁻¹ de Nitrógeno.

3.4.1. Cantidad de Biomasa de los cultivos de cobertera.

La mayor cantidad de producción de biomasa se da en el sector de Achullay con una cantidad de 48805 Kg de Biomasa/ Ha (Grafico1-3), en diferencia al resto de localidad y se da por las condiciones climáticas y de adaptación de los cultivos de cobertera al sector esto concuerda con (Suquilanda 2007), que dice que la cantidad de biomasa está involucrada por las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrollan los cultivos de cobertera, entre las cuales se encuentran la temperatura, humedad, precipitación y altitud; para el cultivo de vicia según González (2021), se puede disponer en suelos preferiblemente sueltos y drenados, con pH 4,5– 7,5, además que se es necesario una buena disponibilidad de humedad, y las altura sobre el nivel del mar donde se desarrollan puede estar entre 2 000- 3 800 (msnm), y la temperatura adecuada para su desarrollo puede ir entre 11 – 18 °C, también es necesario precipitaciones anuales de 600 – 2 000 milímetros. Según (ERNST, O, 2004 pág. 2) Las situaciones de menor aporte aparente son aquellas en el que el rendimiento del cultivo de renta fue limitado por otro factor, como disponibilidad de agua, implantación, malezas, y época de siembra. Entre las leguminosas, las diferencias están determinadas por el potencial de producción de materia seca para cada ambiente.

Según lo expuesto anteriormente en el sector de Achullay se obtuvo mejor desarrollo de los cultivos de cobertera en tamaño, germinación y calidad de cubierta vegetal ya que el sector se encuentra a una altura de 3 526 msnm, con una temperatura media de 9 °C en los meses que duró el cultivo (noviembre, diciembre, enero y febrero), una precipitación entre 65 mm en los 4 meses y son suelos oscuros (CEFA2021) que se ajustan a las necesidades de los cultivos de cobertera tanto para vicia y centeno.

Mientras que para el sector de San Vicente de Luisa se obtuvo un desarrollo de los cultivos de cobertera la germinación y la calidad de cubierta vegetal medio, tomamos datos de la estación meteorológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo donde la localidad está a una altura de 3 180 msnm, con una temperatura media en los meses de cultivo es de 13,9 °C y una precipitación de 41 mm en los 4 meses y el suelo es arenoso.

En Tunshi se obtuvo un desarrollo de los cultivos de cobertura, la germinación y la calidad de cubierta vegetal es baja a comparación de los anteriores sectores.

3.4.2. Nitrógeno en los cultivos de cobertera.

El aporte de nitrógeno dentro de nuestro estudio tiene diferencia significativa para el sector de Achullay con una cantidad de 390 Kg N/Ha (Grafico 2-3) en la que aporta los cultivos de (CASTRO,

et al., 2018) cobertera, pero el cultivo de cobertera que más aporta es la vicia con una cantidad de 356,33 Kg N/Ha, mientras que el cultivo de centeno aporta una cantidad de 165,51 Kg N/Ha. (Grafico 3-3)

Según El aporte nutricional los cultivos de cobertera dependen netamente de factores edafoclimáticos y de microorganismos fijadores de nitrógeno que puede aumentar o disminuir la absorción y fijación de Nitrógeno. Los cultivos de cobertera en el suelo pueden fijar un promedio anual por hectárea aproximado de 100 kg N/Ha a 400Kg N/Ha anuales.

Aunque (AAPRESID, 2019) dice que la vicia absorbe unos 24 kg de N/Ha de materia seca (MS) producida, de los cuales los 16 kg provienen de la fijación biológica de N (FBN). Este dato es variable según el N puede existir en suelo, y dado que la planta prioriza la absorción de esta última fuente, cuanto más N haya en la tierra menor será el absorbido vía FBN. En términos de superficie, una vicia puede aportar unos 151 kg de N/Ha, a 200kg de N/Ha de los cuales la mitad de los kg de nitrógeno fijado provienen de FBN. A diferencia de los cultivos antecesores o restos de cosecha como trigo o centeno, la vicia es capaz de dejar buena parte de este N en el suelo para ser aprovechado por cultivos siguientes.

Según la (FAO, 2016). Para darse la fijación biológica del nitrógeno tiene que tener en asocio de las leguminosas en la fijación de nitrógeno gracias a esto puede mejorar la salud del suelo. El uso de los cultivos de cobertera y la ayuda de leguminosas no es nuevo en América Latina, esto se aplicando desde hace mucho tiempo al asociar maíz con frejol u otras leguminosas. En los sistemas *Rhizobium* con leguminosa para grano fijan entre 41 y 552 kg de N/ha año, mientras que los *Rhizobium*-leguminosa forrajera fijan entre 62 y 897 kg de N/ha año. La cantidad de nitrógeno disponible en el suelo determina en gran medida el rendimiento de los cultivos agrícolas.

Según (PAREDES, 2013 pág. 11) dentro de los organismos fijadores de nitrógeno, uno de los más primordiales es la especie *Rhizobium* que es asociado con plantas de las subfamilias *Papilionoideae*, *Cesalpinioideae*, y *Mimosoideae*. Las bacterias se acomodan al funcionamiento de las plantas hospedadoras. Las cantidades de N fijadas en el proceso simbiótico son muy diversas, con valores de 20 a 1000 Kg de N. ha⁻¹ en un ciclo de producción.

3.4.3. Aportación de Carbono de los cultivos de cobertera.

Para la aportación de carbono de los cultivos de cobertera se evidencia diferencia significativa en mayor cantidad en el sector de Achullay con una cantidad de 3217 Kg C/Ha y el cultivo que más en la aporpto es el centeno ya que se evidencio que este cultivo tenía mayor crecimiento y desarrollo de la planta en ese sector (Grafico 4-3) según (DUNNING, 2021) Las plantas absorben o fijan dióxido de carbono de la atmósfera durante la fotosíntesis. Parte del carbono se usa para el crecimiento de la planta, y parte del mismo se usa en la respiración, donde la planta descompone los azúcares para obtener energía. Al utilizar más CO₂ para el crecimiento, las plantas están

fijando más CO₂ de la atmósfera al bloquearlo en sus hojas y tallos mayor será la velocidad a la que los ecosistemas absorben el carbono o fijar el carbón atmosférico.

Mientras que (Gardner, y otros, 2001) dicen que biomasa total a cosecha de los cultivos resulta de la acumulación neta del CO₂ asimilado durante todo el ciclo de crecimiento. Debido a que la asimilación del CO₂ resulta de la absorción de energía solar (radiación) y dado que ésta última está distribuida uniformemente sobre una superficie, los factores primarios que afectan la biomasa total son la radiación solar absorbida y la eficiencia de utilización de esa energía para la fijación del CO₂.

3.4.4. Relación C/N de los cultivos de cobertera.

En la relación C/N tiene diferencia significativa en los cultivos de cobertera en donde el centeno tiene una relación de 15:1 y para el cultivo de centeno se obtuvo el resultado de 5:1 (Grafico 5-3). Esto significa que hay diez unidades de carbono por cada unidad de nitrógeno en la sustancia. Según (Fidney, et al., 2016) El rendimiento de un cultivo después de utilizar un cultivo de cobertura está con influencia por la relación carbono-nitrógeno de la biomasa del cultivo. Es recomendable considerar la cantidad de biomasa que los cultivos de cobertura producen y considerar la relación de carbono nitrógeno al momento de elegir los cultivos de cobertura.

Según (AGROMATICA, 2012), cuando hay relación carbono nitrógeno alta, existe una prevalencia del contenido de carbono (carbohidratos) sobre el contenido en nitrógeno. Se conoce que el nitrógeno, es el que garantiza el crecimiento vegetativo de la planta, pues a partir de él la planta es capaz de transformarlo en aminoácidos y éstos en proteínas (estructuras más complejas formadas por una cadena o agrupación de aminoácidos).

En centeno aporta más carbono que nitrógeno por eso su relación es alta a comparación con el de la vicia que aporta más nitrógeno.

3.4.5. Cantidad de mala hierbas/metro cuadrado

La cantidad de mala hierba que produce en los cultivos de cobertera de hojas finas tiene diferencia significativa en el sector de Tunshi Espoch y Achullay en donde existía un promedio de 26 malas hierbas de hojas finas a diferencia del sector de San Vicente de Luisa en donde existió una menor cantidad esto se evidencio por el cultivo de cobertera en las localidades en donde Achullay por sus condiciones edafoclimáticas también ayudo al desarrollo de malezas al igual que del cultivo de coberteras En cambio en Tunshi hubo menos protección de los cultivos de cobertera y por ende el desarrollo de las malezas. Y esto concuerda con (Suquilanda, 2017) que dice que al utilizar los recursos necesarios para el crecimiento de las arvenses (luz solar, agua y nutrimentos), los abonos verdes compiten con estas y las suprimen. Estas hierbas indeseadas adaptadas a suelos pobres van

desapareciendo poco a poco a medida que mejora la tierra. El centeno por su tamaño tiene más facilidad de obtener ciertos factores como la luz solar, el agua y nutrientes el cual permite la desaparición de las malas hierbas en los cultivos.

Al igual las mala hierbas de hojas anchas existen en menor cantidad en los sectores de San Vicente de Luisa y Achullay de 1 a 3 malezas de hojas anchas por metro cuadrado cuando se siembran los dos cultivos de cobertera, a diferencia del sector de Tunshi y sembrando vicia existe mayor cantidad de mala hierba de hojas ancha a diferencia del centeno en ese sector ya que el desarrollo del centeno fue de una altura adecuada el cual protegió al suelo para evitar la aparición de las malezas en su mayoría.

CONCLUSIONES

- La mayor cantidad de biomasa se presentó en la localidad de Achullay con una cantidad de 48805 Kg /Ha al igual el mayor aporte de nitrógeno y carbono se dio en este sector con una cantidad 394 Kg N/Ha y 3217 Kg C/Ha.
- La vicia es el cultivo que más aporta nitrógeno con una cantidad de 356 Kg N/Ha a comparación con el centeno que solo aporta la mitad.
- La relación carbono nitrógeno (C/N) es mejor en el cultivo de vicia (5:1)
- Una de los beneficios de los cultivos de cobertera es la protección del suelo y evitar la salida de malezas y el lugar donde menos hubo incidencia de la misma fue el sector de San Vicente de Luisa con una cantidad de 9 malas hierbas de hojas finas/ m^2 a comparación del resto de localidades.
- Para malezas de hojas anchas en el sector de menor cantidad de incidencia fue en el sector de San Vicente de Luisa (1) y el mayor fue en Tunshi, pero con el cultivo de vicia (27).
- Para el beneficio costo en san Vicente de Luisa es viable sembrar cultivos de cobertera, pero en vicia ya que por cada dólar invertido se puede recuperar 0,81\$.
- En el sector de Achullay es viable sembrar los dos cultivos de cobertera tanto vicia como centeno ya que por cada dólar invertido se recupera un promedio de 1,30\$.
- En la estación experimental Tunshi no es viable sembrar los cultivos de cobertera ya que se puede utilizar el abono bocashi como fuente de nitrógeno para llegar a la misma cantidad que dejó los cultivos de cobertera.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar el estudio ahora con una mezcla de los dos cultivos de cobertera para que mejore las condiciones de aporte de nitrógeno y carbono al suelo.
- Hacer un análisis de microfaunas en los suelos de los sectores en estudio para tener datos reales de que organismos están presentes en la fijación de nitrógeno al suelo
- Utilizar los cultivos de cobertera para próximas siembras con labranza reducida
- Probar si la aportación de carbono y nitrógeno de los cultivos de cobertera cambia si se realiza un corte para forraje después de la floración.
- Realizar un análisis de suelo de los lugares en estudio para tener datos de la cantidad de Nitrógeno y Carbono presentes en esos suelos.

BIBLIOGRAFÍA

AAPRESID. *AAPRESID*. [En línea] 18 de Octubre de 2019. [Citado el: 9 de Septiembre de 2021.] <https://www.aapresid.org.ar/blog/cuantificando-el-aporte-de-n-de-vicia-en-la-rotacion/>.

AGRICULTURA, ESTO ES. *Esto Es Agricultura*. [En línea] Esto Es Agricultura, 18 de Octubre de 2018. [Citado el: 12 de Septiembre de 2021.] <https://estoesagricultura.com/abonos-verdes/>.

AGROMATICA. *Agromatica*. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de Septiembre de 2021.] <https://www.agromatica.es/relacion-cn-o-carbono-nitrogeno/>.

AGUIRRE, CARBO. *Fagro*. [En línea] 2019. [Citado el: 20 de Noviembre de 2021.] <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>.

AMBIENTUM. *Relación Carbono - Nitrógeno*. [En línea] https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/relacion_carbono_nitrogeno.asp.

CRISTIAN CAZORLA, TOMÁS BAIGORRIA., *Antecesores de maíz:¿ barbecho o cultivos de cobertura?*. s.l. : Eds. Álvarez C., Quiroga A, Santos D. & M. Bodrero, 2013. 181-185.

BAIGORRIA, Tomás, GOMÉZ, Dionisio & CASORLA, Cristian. *Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz*. Argentina Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. : Ediciones INTA, 2013.

CALVO, ADRIANA. *Agroptima*. Agroptima. [En línea] 16 de Septiembre de 2020. [Citado el: 8 de Septiembre de 2021.] <https://www.agroptima.com/es/blog/principales-caracteristicas-del-cultivo-de-centeno/>.

CAMPO, GALEGO. *Campo Galego*. [En línea] 12 de Octubre de 2015. [Citado el: 27 de Agosto de 2021.] <https://www.campogalego.es/cultivos-alternativos-para-el-pago-verde-de-la-pac-vi-el-centeno/>.

CASTRO, Edwin, et al. *Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico*. Costa Rica : s.n., 2018.

CESAR, Venegas V. Uso de escalas de desarrollo y grados-días para determinar estados de desarrollo del trigo. [En línea] <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/34249/NR12528.pdf?sequence=1> 1989.

CUALCHI, BETTY ELIZABETH HERNÁNDEZ. *Investigación de potenciales propiedades alelopáticas.* Ecuador : s.n., 2015.

CURIA, JUAN IGNACIO. Peman Semillas. *Peman Semillas.* [En línea] Diciembre de 2017. <https://peman.com.ar/es/noticias/vicia-cultivo-estrat%C3%A9gico-para-producci%C3%B3n-sustentable>.

DUNNING, HAYLEY. *Noticias de la Tierra.* [En línea] 22 de Mayo de 2021. [Citado el: 14 de Septiembre de 2021.] <https://noticiasdelatierra.com/como-las-plantas-utilizan-el-carbono-afecta-su-respuesta-al-cambio-climatico/>.

ERNST, O. *Leguminosas como cultivo de cobertura.* Leguminosas como cultivo de cobertura. [aut. libro] O ERNST. Uruguay : Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N° 21, 2004.

FANG, LINK. *Link Fang.* [En línea] 22 de Junio de 2021. [Citado el: 02 de Septiembre de 2021.] https://es.linkfang.org/wiki/Secale_cereale.

FINNEY, Denise, WHITE, Charles & KAYE, Jason. *Organic Agriculture & Agroecology.* [Online] Enero 14, 2016. [Cited: Septiembre 14, 2021.] <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2134/agronj15.0182>.

GARDNER, F.P., BRENT PEARCE, R & MITCHEL, R.L. *Fijacin_de_carbono_por_los_cultivos.* [En línea] 2001. [Citado el: 25 de Noviembre de 2021.] http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACIN_DE_CARBONO_POR_LOS_CULTIVOS.pdf.

GOMEZ, A. *PennState Extension.* [En línea] 17 de Octubre de 2017. [Citado el: 20 de Agosto de 2021.] <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-el-manejo-de-los-suelos>.

GUZMAN, G & ALONSO, A. *Buenas Prácticas en Producción Ecológica - Uso de Abonos Verdes.* España : Grafismo, S.L., 2008.

INIAP & BEJARANO, WASHINGTON. *El nitrógeno.* [En línea] <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4727/1/iniapscFe-2%20A.V..pdf>.

IRENE MORENO, A. RAMÍREZ, R. PLANA & L. IGLESIAS *El cultivo de trigo. Algunos resultados de producción en Cuba.* 4, Cuba : Revista Inca, 2001, Vol. 22.

MAYZ, Julian. *Fijación biológica del nitrógeno.* Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/128283/1/Fijaci%C3%B3n%20Biol%C3%B3gica391%208MC%20F%20Pascual%29.pdf> Venezuela : s.n., 2004, Vol. 4.

MARTINEZ, Eduardo, FUENTES, Juan & ACEVEDO, Edmundo. *SCIELO.* SCIELO. [Online] 2008. [Cited: septiembre 11, 2021.] https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27912008000100006&script=sci_arttext.

MARTINEZ, Fabian. *Info pastos y forrajes.* Info pastos y forrajes. [En línea] 16 de Marzo de 2020. [Citado el: 03 de Septiembre de 2021.] <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas-de-clima-frio/ficha-tecnica-de-vicia-vicia-atropurpurea/>.

MONTOYA, Karina. *Características agronómicas y valor nutricional.* Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/2353> Lima : s.n., 2017.

NARVÁEZ, MARÍA JOSÉ CHAFLA. *Evaluación de la fijación de nitrógeno de cepas de rizobios.* Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4479> Otavalo : s.n., 2015.

OBSERVING, EARTH. *Earth observing system.* Earth observing system.. [En línea] 21 de Abril de 2021. [Citado el: 27 de Agosto de 2021.] <https://eos.com/es/blog/cultivos-de-cobertura/>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAD PARA LA ALIMEN. *Portal de Suelos de la FAO.* [En línea] 2021. [Citado el: 1 de 11 de 2021.] <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>.

PAREDES, María. *Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas.* Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/393/1/doc.pdf>. Argentina : s.n., 2013.

PÉREZ, Toño. *Escala Zadoks, descripción de las fases de desarrollo de cereales.* [En línea] 21 de 04 de 2016. [Citado el: 20 de 10 de 2021.] <https://borauhermanos.com/escala-zadoks-descripcion-de-las-fases-de-desarrollo-de-cereales/>.

RAZURI , HELLEN MARISOL. *Aplicación de coberteras vivas en la recuperación de suelos bajo sistemas agroforestales del ciptald-Tulumayo.* Tulumayo : s.n., 2014.

ROBINS, P & BURGOA, B. *Guía de Prácticas para el Manejo de Erosión y Escorrentía Agrícola en Laderas.* Monterrey : RCD del Condado de Monterrey, 2016.

RUFFO, M & PARSONS, A. *Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas.* 1, Argentina : s.n., 2004, Vol. 21.

SEGURA, Wilson. *Evaluación agronómica de la vicia (Vicia villosa Roth) fuera de la estación de cultivo, con tres tipos de coberturas en el centro Experimental de Quipaquipani.* Viacha : s.n., 2015.

USDA. *Cultivos de Servicios.* Cultivos de Servicios. [En línea] 4 de Abril de 2019. [Citado el: 28 de Agosto de 2021.] <http://cultivosdeservicios.agro.uba.ar/relacion-carbono-nitrogeno-en-los-agroecosistemas/>.

VAN & REEVES. *On farm quick test for estimating nitrogen in dairy manure.* s.l. : Journal of Dairy Science, 2000. 83.

VEZINA, A & BAENA, M. *ProMusa.* ProMusa. [Online] Septiembre 13, 2016. [Cited: Septiembre 8, 2021.] <https://www.promusa.org/Cultivos+de+cobertura>.

VIBRANS, Heike. *Conabio.* Conabio. [En línea] 22 de Julio de 2009. [Citado el: 29 de Agosto de 2021.] <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/vicia-sativa/fichas/ficha.htm>.

VIVEN, CLEMENTEN. *Semillas Ecológicas .* Semillas Ecológicas . [En línea] 9 de abril de 2020. [Citado el: 19 de 10 de 2021.] <https://ecologicas.semillasclemente.com/abono-verde-semilla-ecologica/>.



Firmado electrónicamente por:
**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE SUELO EN LAS TRES LOCALIDADES (NITRÓGENO TOTAL Y MATERIA ORGÁNICA)

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS

Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.



Análisis	PH	NT	P*	S*	B*	K*	Ca*	Mg*	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg*	Mg/K*	Ca+Mg/K*	Σ Bases*	M O	CO.*	Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq / 100 g	meq / 100 g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
21-0385		0,06											0,00	0,00	0,00	0,00	1,8	M					R1 Cód.: 101
21-0386		0,03											0,00	0,00	0,00	0,00	1,2	M					R2 Cód.: 102
21-0387		0,05											0,00	0,00	0,00	0,00	1,3	M					R3 Cód.: 103
21-0388		0,06											0,00	0,00	0,00	0,00	1,5	M					R4 Cód.: 104
21-0389		0,44											0,00	0,00	0,00	0,00	15,5	A					R1 Cód.: 201
21-0390		0,18											0,00	0,00	0,00	0,00	14,6	A					R2 Cód.: 202
21-0391		0,35											0,00	0,00	0,00	0,00	15,1	A					R3 Cód.: 203
21-0392		0,41											0,00	0,00	0,00	0,00	14,6	A					R4 Cód.: 204
21-0393		0,09											0,00	0,00	0,00	0,00	2,7	A					R1 Cód.: 301
21-0394		0,05											0,00	0,00	0,00	0,00	2,9	A					R2 Cód.: 302
21-0395		0,09											0,00	0,00	0,00	0,00	2,7	A					R3 Cód.: 303
21-0396		0,10											0,00	0,00	0,00	0,00	2,5	A					R4 Cód.: 304

Análisis	PH	NT	P*	S*	B*	K*	Ca*	Mg*	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg*	Mg/K*	Ca+Mg/K*	Σ Bases*	MO	CO.*	Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
21-0385		0,06											0,00	0,00	0,00	0,00	1,8	M					R1 Cód.: 101
21-0386		0,03											0,00	0,00	0,00	0,00	1,2	M					R2 Cód.: 102
21-0387		0,05											0,00	0,00	0,00	0,00	1,3	M					R3 Cód.: 103
21-0388		0,06											0,00	0,00	0,00	0,00	1,5	M					R4 Cód.: 104
21-0389		0,44											0,00	0,00	0,00	0,00	15,5	A					R1 Cód.: 201
21-0390		0,18											0,00	0,00	0,00	0,00	14,6	A					R2 Cód.: 202
21-0391		0,35											0,00	0,00	0,00	0,00	15,1	A					R3 Cód.: 203
21-0392		0,41											0,00	0,00	0,00	0,00	14,6	A					R4 Cód.: 204
21-0393		0,09											0,00	0,00	0,00	0,00	2,7	A					R1 Cód.: 301
21-0394		0,05											0,00	0,00	0,00	0,00	2,9	A					R2 Cód.: 302
21-0395		0,09											0,00	0,00	0,00	0,00	2,7	A					R3 Cód.: 303
21-0396		0,10											0,00	0,00	0,00	0,00	2,5	A					R4 Cód.: 304

Análisis	Al+H	Al*	Na *	C.E. *	N. Total	N-NO3 *	K H2O*	P H2O*
Unidad	meq/100g			dS/m	%	ppm	ppm	ppm

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA		
pH =	Suelo: Agua (1:	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S,B =	Fosfato de Calc	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B =	Curcumina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA

INTERPRETACION

C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasion
Al+H = Titulación NaOH

Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino MS = Muy Salino	M. = Medio
T = Tóxico		A = Alto



Firmado electrónicamente por:
**JOSE ALONSO
LUCERO
MALATAY**

LABORATORISTA



Firmado electrónicamente por:
**IVAN RODRIGO
SAMANIEGO
MAIGUA**

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ANEXO B. ANÁLISIS DE BIOMASA (NITRÓGENO Y MATERIA SECA) SECTOR SAN VICENTE DE LUISA Y ACHULLAY

MC-LASPA-2201-01



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGROPECUARIOS**

Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.

Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240



INFORME DE ENSAYO No: 21-0153

NOMBRE DEL CLIENTE:	Sinaluisa Sanannay Fredy David	FECHA
DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	02/03/2021	
PETICIONARIO:	Sinaluisa Sanannay Fredy David	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Sinaluisa Sanannay Fredy David	FECHA
DE ANÁLISIS:	08/03/2021	
DIRECCIÓN:	Parroquia y Aruquies, Barrio Santa Cruz Calle principal s/n	FECHA
DE EMISIÓN:	12/03/2021	

ANÁLISIS SOLICITADO: MS+NT

Análisis	N	P*	K*	Ca*	Mg*	S*	Materia seca	B*	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Na *	Cl *	Identificación de la muestra
Unidad	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)							
21-0597	3,93						29,82								Cód. 101 Vicia
21-0598	1,38						40,72								Cód. 101 Centeno
21-0599	3,75						29,31								Cód. 102 Vicia
21-0600	1,02						3,81								Cód. 102 Centeno

ANEXO C: ANÁLISIS DE BIOMASA (NITRÓGENO Y MATERIA SECA) SECTOR TUNSHI ESPOCH

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1, S/N Cutuglagua. Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsag@inlap.gob.ec	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 21-0325

NOMBRE DEL CLIENTE: Sinaluisa Sananay Fredy David
PETICIONARIO: Sinaluisa Sananay Fredy David
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Sinaluisa Sananay Fredy David
DIRECCIÓN: Parroquia y Aruques, Barrio Santa Cruz Calle Principal

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15/04/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15:05
FECHA DE ANÁLISIS: 19/04/2021
FECHA DE EMISIÓN: 23/04/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: MS. +NT.

Análisis	N	P*	K*	Ca*	Mg*	S*	Materia seca	B*	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Na *	Cl *	Identificación de la muestra
Unidad	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)							
21-1122	1,05						30,67								Cod. 301 Centeno
21-1123	3,68						37,25								Cod. 301 Vicia
21-1124	1,06						31,61								Cod. 302 Centeno
21-1125	4,04						19,96								Cod. 302 Vicia
21-1126	0,91						29,79								Cod. 303 Centeno
21-1127	2,99						18,74								Cod. 303 Vicia
21-1128	0,81						31,47								Cod. 304 Centeno
21-1129	3,23						20,80								Cod. 304 Vicia

OBSERVACIONES:


 Firmado digitalmente por:
JOSE ALONSO LUCERO MALATAY
LABORATORISTA


 Firmado digitalmente por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO D: CANTIDAD DE BIOMASA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA EN (KG/HA) DE LA LOCALIDAD DE SAN VICENTE DE LUISA

Código	Cultivo	Kg/m2	Kg/Ha
101	Vicia	0,658	26320
101	Centeno	1,236	49440
102	Vicia	0,669	26760
102	Centeno	0,827	33080
103	Vicia	0,531	21240
103	Centeno	1,342	53680
104	Vicia	1,279	51160
104	Centeno	0,558	22320

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

ANEXO E: CANTIDAD DE BIOMASA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA EN (KG/HA) DE LA LOCALIDAD DE ACHULLAY.

Código	Cultivo	Kg/m2	Kg/Ha
201	Vicia	1,711	68440
201	Centeno	1,171	46840
202	Vicia	0,652	26080
202	Centeno	1,394	55760
203	Vicia	1,037	41480
203	Centeno	1,907	76280
204	Vicia	0,572	22880
204	Centeno	1,317	52680

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

**ANEXO F: CANTIDAD DE BIOMASA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA EN (KG/HA)
DE LA LOCALIDAD DE TUNSHI ESPOCH.**

Código	Cultivo	Kg/m2	Kg/Ha
301	Vicia	0,379	15160
301	Centeno	0,485	19400
302	Vicia	0,267	10680
302	Centeno	0,29	11600
303	Vicia	0,547	21880
303	Centeno	0,569	22760
304	Vicia	0,82	32800
304	Centeno	0,56	22400

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

ANEXO G: RENDIMIENTO DE CARBONO Y NITRÓGENO DE BIOMASA EN (KG/HA).

- **Localidad:** San Vicente de Luisa

Código	Cultivo	Kg N/m2	Kg N/Ha	Kg C/m2	Kg C/Ha
101. R1	Vicia	0,008	308	0,034	1357
101. R1	Centeno	0,007	278	0,119	4755
102. R2	Vicia	0,007	294	0,033	1333
102. R2	Centeno	0,0003	13	0,0007	28
103. R3	Vicia	0,007	270	0,046	1833
103. R3	Centeno	0,009	346	0,104	4168
104. R4	Vicia	0,016	657	0,096	3837
104. R4	Centeno	0,002	90	0,050	2014

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

ANEXO H: RENDIMIENTO DE CARBONO Y NITRÓGENO DE BIOMASA EN (Kg/Ha).

- **Localidad:** Achullay.

Código	Cultivo	Kg N/m2	Kg N/Ha	Kg C/m2	Kg C/Ha
201. R1	Vicia	0,017	692	0,076	3026
201. R1	Centeno	0,006	244	0,097	3874
202. R2	Vicia	0,013	522	0,098	3921
202. R2	Centeno	0,004	170	0,087	3479
203. R3	Vicia	0,013	522	0,076	3058
203. R3	Centeno	0,009	364	0,083	3326
204. R4	Vicia	0,009	375	0,055	2181
204. R4	Centeno	0,007	262	0,072	2872

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

ANEXO I: RENDIMIENTO DE CARBONO Y NITRÓGENO DE BIOMASA EN (Kg/Ha).

- **Localidad:** Tunshi Espoch.

Código	Cultivo	Kg C/Ha	Kg N/Ha	Kg C/m2	Kg C/Ha
301. R1	Vicia	0,005	208	0,031	1220
301. R1	Centeno	0,002	62	0,026	1058
302. R2	Vicia	0,002	86	0,006	247
302. R2	Centeno	0,001	39	0,017	672
303. R3	Vicia	0,003	123	0,011	446
303. R3	Centeno	0,002	62	0,029	1171
304. R4	Vicia	0,006	220	0,021	823
304. R4	Centeno	0,001	57	0,032	1287

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

ANEXO J: RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N).

Sector: San Vicente de Luisa.

Código	Cultivo	R. C/N
101	Vicia	1,74
101	Centeno	17,11
102	Vicia	4,53
102	Centeno	2,17
103	Vicia	6,80
103	Centeno	12,06
104	Vicia	5,84
104	Centeno	22,43

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

ANEXO K: RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N).

- **Sector:** Achullay.

Código	Cultivo	R. C/N
201	Vicia	4,38
201	Centeno	15,87
202	Vicia	7,51
202	Centeno	20,46
203	Vicia	5,86
203	Centeno	9,14
204	Vicia	5,82
204	Centeno	10,98

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

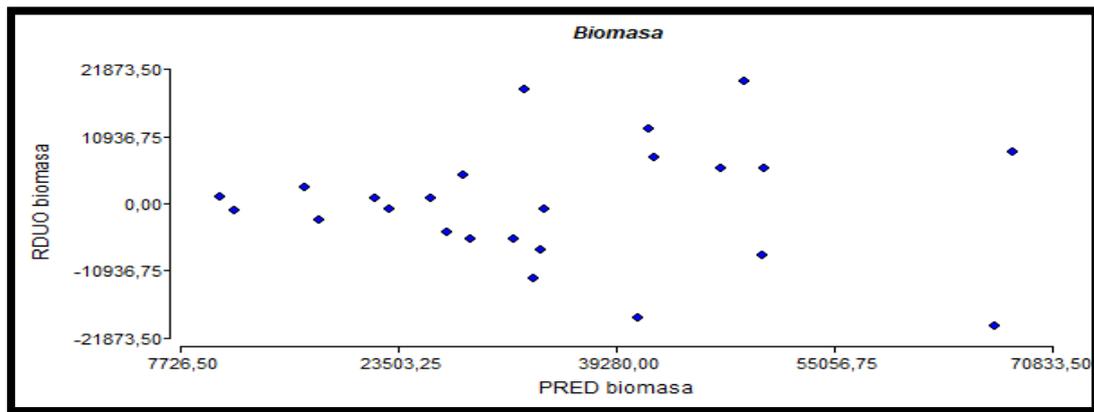
ANEXO L: RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO (C/N).

Sector: Tunshi Espoch

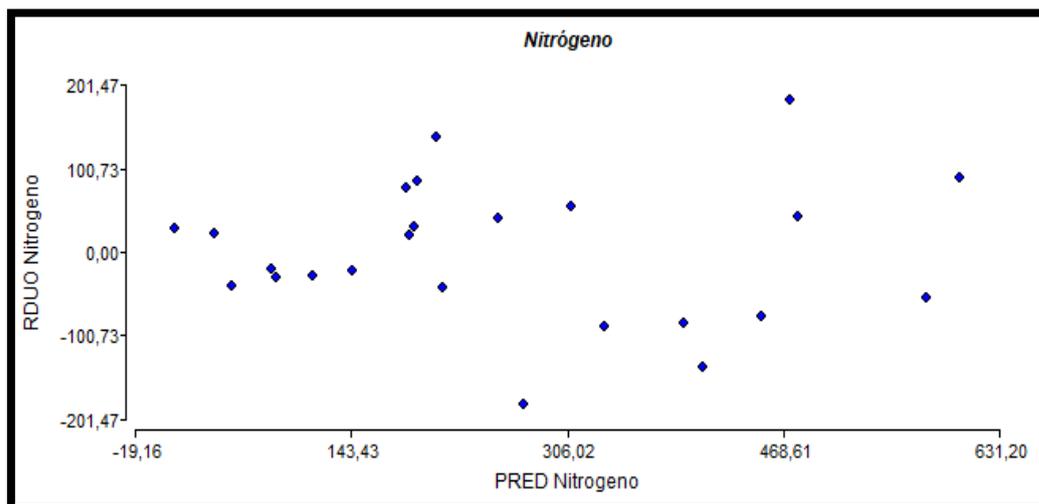
Código	Cultivo	R. C/N
301	Vicia	5,87
301	Centeno	16,94
302	Vicia	2,87
302	Centeno	17,30
303	Vicia	3,64
303	Centeno	18,99
304	Vicia	3,73
304	Centeno	22,53

Realizado por: Sinaluisa, D, 2021

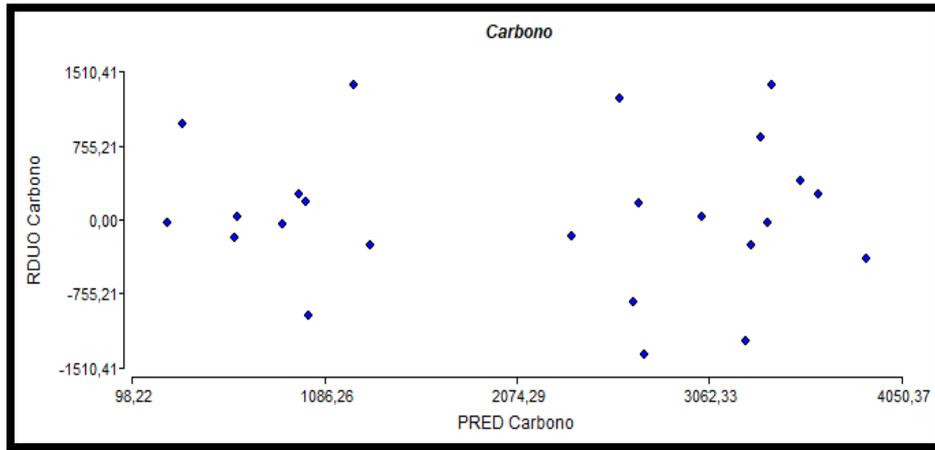
ANEXO M: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA BIOMASA.



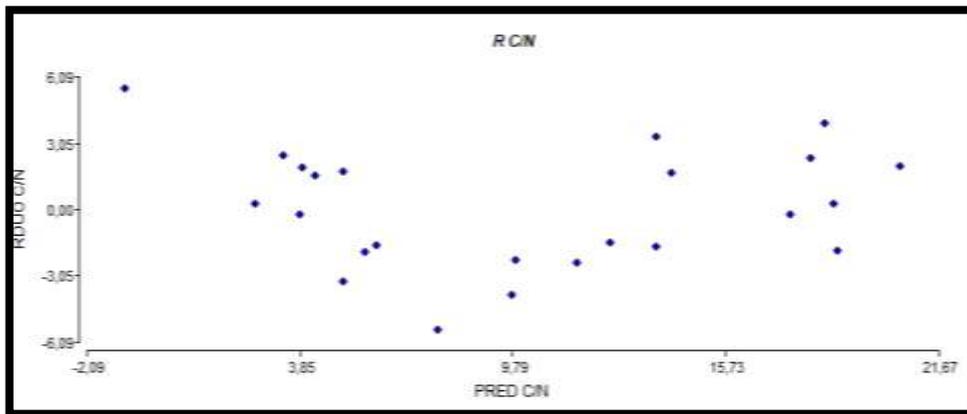
ANEXO N: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA NITRÓGENO



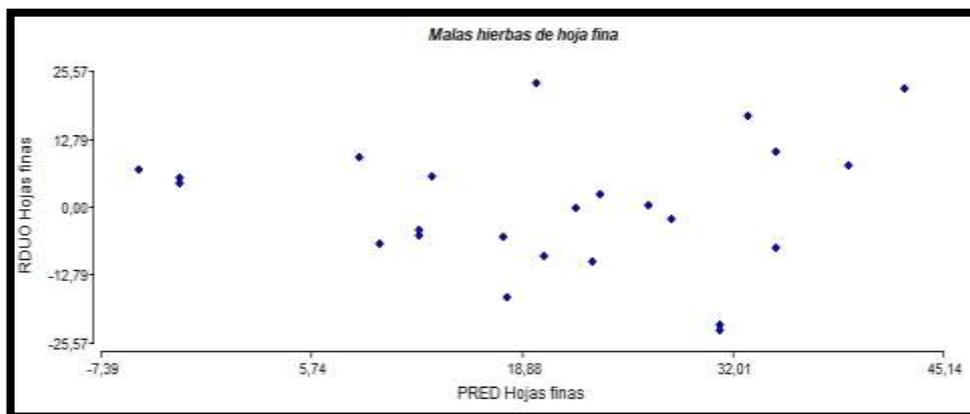
ANEXO O. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA CARBONO



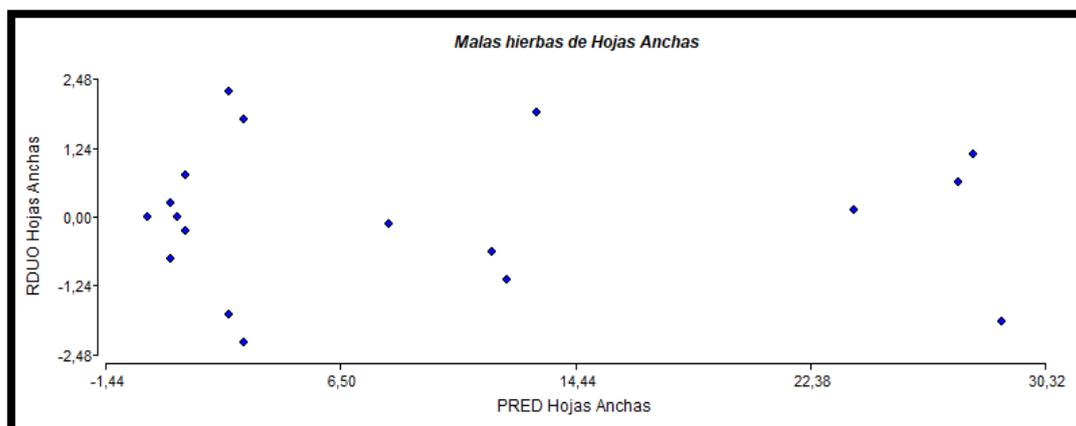
ANEXO P. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO (C/N).



ANEXO Q: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA LA CANTIDAD DE HOJAS FINAS POR METRO CUADRADO.



ANEXO R. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN, SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD PARA LA CANTIDAD DE HOJAS ANCHAS POR METRO CUADRADO.



ANEXO S. TABLA DE COSTOS CON CULTIVOS DE COBERTERA (VICIA)

Rubro	Unidad	Cantidad	P- Unidad (USD)	P. Total (USD)
Preparación de suelo				
Arada	hora	5	15	75
Siembra				
Semilla de Vicia	Kg/ha	50	1,3	65
Mano de Obra	Jornal	10	12	120
Total				260 \$

ANEXO T. TABLA DE COSTOS CON CULTIVOS DE COBERTERA (CENTENO)

Rubro	Unidad	Cantidad	P- Unidad (USD)	P. Total (USD)
Preparación de suelo				
Arada	hora	5	15	75
Siembra				
Semilla de Centeno	Kg/ha	150	0,6	90
Mano de Obra	Jornal	10	12	120
Total				285 \$

ANEXO U. PREPARACIÓN DE SUELO EN LAS TRES LOCALIDADES



San Vicente de Luisa



Achullay



Tunshi Espoch

ANEXO V: DELIMITACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES EN LAS 3 LOCALIDADES



ANEXO W. MUESTREO DEL SUELO PARA SU PRÓXIMO ANÁLISIS.



ANEXO X. SIEMBRA DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA



ANEXO Y. MUESTREO DE LOS CULTIVOS DE COBERTERA PARA BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO Y NITRÓGENO.



ANEXO Z. INFORME DE RESULTADOS A LAS COMUNIDADES QUINUEROS DE CHIMBORAZO





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 02 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Fredy David Sinaluisa Sananay

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Recursos Naturales*

Carrera: Agronomía

Título a optar: Ingeniero Agrónomo



0063-DBRA-UTP-2022