



*Valoración de la relación C/N de dos cultivos de cobertura Vicia (Vicia stenophylla) y Centeno (Secale cereale) en tres localidades de la provincia de Chimborazo*

*Evaluation of the C/N ratio of two cover crops Vicia (Vicia stenophylla) and Rye (Secale cereale) in three localities of the province of Chimborazo*

*Avaliação da relação C/N de duas culturas de cobertura Vicia (Vicia stenophylla) e Centeio (Secale cereale) em três localidades da província de Chimborazo*

Fredy David Sinaluisa <sup>I</sup>

[Fredy.sinaluisa@esPOCH.edu.ec](mailto:Fredy.sinaluisa@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-8480-3059>

Juan Eduardo León-Ruiz <sup>II</sup>

[juan.leon@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.leon@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5304-7959>

Maria Elena Peralta-Culcay <sup>III</sup>

[maria.peraltac20@ucuenca.edu.ec](mailto:maria.peraltac20@ucuenca.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4284-9366>

Alfonso Suárez-Tapia <sup>IV</sup>

[Alfonso.suarez@esPOCH.edu.ec](mailto:Alfonso.suarez@esPOCH.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4342-9953>

**Correspondencia:** [Fredy.sinaluisa@esPOCH.edu.ec](mailto:Fredy.sinaluisa@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\***Recibido:** 04 de enero de 2022 \***Aceptado:** 31 de enero de 2022 \* **Publicado:** 21 de febrero de 2022

- I. Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

## Resumen

Los suelos andinos sufren erosión debido a la labranza y falta de cobertura vegetal en período de lluvias. Los cultivos de cobertura, pueden ser usados como estrategia para mantener la cobertura vegetal en períodos de barbecho y como fuente de nutrientes para el siguiente cultivo. Este trabajo de investigación tiene por objetivo: valorar el rendimiento de N, rendimiento de C y la relación C/N de dos cultivos de cobertura vicia (*Vicia stenophylla*) y centeno (*Secale cereale*) en tres localidades en la provincia de Chimborazo. Se usó un diseño de parcelas en bloques completamente al azar anidadas en diferentes localidades. Se obtuvieron los pesos de materia verde y seca y se procedió a calcular el rendimiento de N (kg/ha), rendimiento de C (kg/ha) y la relación C/N de cada cobertura. En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas en la cantidad promedio de biomasa por localidades, además diferencias en rendimiento de N para localidad y cultivo, diferencias en rendimiento de C por localidad y finalmente diferencias en relación C/N para cultivo. Con estos resultados se determinó que la relación C/N, en vicia es de 5:1, mientras que con el centeno 15:1 lo cual implicaría mayor mineralización de la vicia para el siguiente cultivo en relación al centeno, esto debido a la mayor cantidad de biomasa que presentaron estas gramíneas en comparación a las leguminosas.

**Palabras claves:** Cobertura vegetal; Relación C/N; Vicia; Centeno.

## Abstract

Andean soils suffer from erosion due to tillage and lack of plant cover in the rainy season. Cover crops can be used as a strategy to maintain plant cover in fallow periods and as a source of nutrients for the next crop. The objective of this research work is to assess the N yield, C yield and the C/N ratio of two cover crops vetch (*Vicia stenophylla*) and rye (*Secale cereale*) in three locations in the province of Chimborazo. A completely randomized block plot design nested in different locations was used. The weights of green and dry matter were obtained and the N yield (kg/ha), C yield (kg/ha) and the C/N ratio of each cover were calculated. In the analysis of variance, significant differences were found in the average amount of biomass by locality, as well as differences in N yield for locality and crop, differences in C yield by locality and finally differences in the C/N ratio for crop. With these results, it was determined that the C/N ratio in vetch is 5:1, while with rye it is 15:1, which would imply greater mineralization of the vetch for

the following crop in relation to rye, this due to the greater amount of biomass presented by these grasses compared to legumes.

**Keywords:** Plant cover; C/N ratio; vetch; Rye.

## Resumo

Os solos andinos sofrem com a erosão devido à lavoura e à falta de cobertura vegetal na estação chuvosa. As culturas de cobertura podem ser utilizadas como estratégia para manter a cobertura vegetal em períodos de pousio e como fonte de nutrientes para a próxima safra. O objetivo deste trabalho de pesquisa é avaliar o rendimento de N, o rendimento de C e a relação C/N de duas culturas de cobertura ervilhaca (*Vicia stenophylla*) e centeio (*Secale cereale*) em três locais na província de Chimborazo. Foi utilizado um delineamento de blocos inteiramente casualizados aninhados em diferentes locais. Obteve-se os pesos de matéria verde e seca e calculou-se a produção de N (kg/ha), a produção de C (kg/ha) e a relação C/N de cada cobertura. Na análise de variância foram encontradas diferenças significativas na quantidade média de biomassa por localidade, assim como diferenças na produção de N por localidade e cultura, diferenças na produção de C por localidade e finalmente diferenças na relação C/N por cultura. Com esses resultados, determinou-se que a relação C/N na ervilhaca é de 5:1, enquanto no centeio é de 15:1, o que implicaria em maior mineralização da ervilhaca para a safra seguinte em relação ao centeio, isso devido à maior quantidade de biomassa apresentada por essas gramíneas em relação às leguminosas.

**Palavras-chave:** Cobertura vegetal; relação C/N; ervilhaca; Centeio.

## Introducción

Los cultivos de cobertura son especies no pastoreadas ni cosechadas, que quedan sobre la superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes de la biomasa aérea y radicular (Cazorla & Baigorria, 2013). Entre otros beneficios, protegen al suelo de los cambios climáticos, controlan malezas, mayor aporte de carbono orgánico y nutrientes móviles a través de su biomasa (Duval, Galantini, Capurro, & Beltran, 2017; Gomez, 2017). Por su alto contenido de agua y su buena relación carbono/nitrógeno (C/N), contribuyen al aumento de la materia orgánica (MO), ya que

entre el 20 y el 30% de la materia seca permanece en el suelo como MO estable (Suquilanda, 2017).

Entre los cultivos de cobertera se encuentran los cereales como *Secale cereale*, *Setaria italica* o *Triticum spp.* etc., que aportan cantidades significativas de C y N para el cultivo siguiente (Castro, Mojica, Corulla, & Lascano, 2018). Un estudio realizado por Mesa & Rodríguez, (2020), se determinó que, el aporte de N varió entre 15 y 200 kg /ha, con valores más probables entre 60 y 100 kg /ha de nitrógeno. Las variaciones responden a la producción de materia seca de una leguminosa, al manejo del barbecho y del cultivo.

La vicia es una leguminosa anual, tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus nódulos de la raíz (Milano, 2018). Esta especie se incorpora al suelo como abono verde al inicio de su floración (López, López, Lépiz, González, & Rodríguez, 2020). Mientras que, el centeno (*Secale cereale*), es una planta anual de la familia de las gramíneas, los contenidos de MO son mayores cuando se incorporan cultivos de cobertura en la rotación, generando la estabilidad de los macro poros y la liberación de nutrientes como nitrógeno y fósforo (Morales, Iocoli, Villamil, & Zabaloy, 2021).

El Nitrógeno es un elemento necesario en la composición de proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes celulares (Corrales, Antolinez, Bohórquez, & Corredor, 2015). En la atmosfera, el N ocupa aproximadamente el 80%, sin embargo, el N<sub>2</sub> debido al triple enlace entre los dos átomos de este elemento, hace a la molécula casi inerte, siendo aprovechada por un pequeño grupo de microorganismos como algas, bacterias y actinomicetos (Corrales, Caycedo, Gómez, Ramos, & Rodriguez, 2016).

Para ser utilizado en el crecimiento, este debe ser primero reducido y "fijado" en un proceso conocido como Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), proceso que llevan a cabo los microorganismos en vida libre o en simbiosis con plantas (Mayz, 2004). Según Ernst, (2004), 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 (rango entre 8 y 23%).

La vegetación fija el carbono de la atmósfera por fotosíntesis transportándolo a la materia viva y muerta de las plantas, que constituye la biomasa (Martínez & Leyva, 2014). El carbono que se libera constituye 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 ( $\text{CO}_2$ ) o metano ( $\text{CH}_4$ ), en condiciones de encharcamiento del suelo (Labrador, 2012).

Las plantas absorben o fijan dióxido de carbono de la atmósfera durante la fotosíntesis (Pérez & Carril, 2011). 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 (Guerrero, Quintero, Espinoza, Benedicto, & Sanchez, 2012). El equilibrio entre la liberación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) durante la respiración y la fijación de carbono durante la fotosíntesis afecta el crecimiento de la planta. Al utilizar más  $\text{CO}_2$  para el crecimiento, las plantas están «fijando» más  $\text{CO}_2$  de la atmósfera al bloquearlo en sus hojas y tallos mayor será la velocidad a la que los ecosistemas absorben el carbono atmosférico (Lanchimba, 2016).

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. 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) (USDA, 2019).

La relación existente entre el carbono y el nitrógeno, se produce en la materia orgánica del suelo y en la planta (Barrezueta & Paz, 2017). Hay carbono (carbohidratos) formado durante el proceso de fotosíntesis y nitrógeno que son absorbidos a través de aplicaciones foliares, en fertirrigación o ayudados por organismos que fijan el nitrógeno atmosférico en cierto tipo de plantas (Soto, Hernández, Luna, Ortiz, & García, 2016).

El rendimiento de un cultivo posterior a un cultivo de cobertura está influenciado por la relación C/N, de la biomasa del cultivo, es recomendable considerar esta relación al momento de elegir los cultivos de cobertura (Mailhos & Ramos, 2017). La diferencia de rendimientos en el tiempo está relacionada con la cantidad de nitrógeno suministrado a los residuos de los cultivos de cobertura y depende de la inmovilización y mineralización durante la descomposición de los residuos (Colazo & Garay, 2020).

Con estos antecedentes, el objetivo de este ensayo es valorar 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 Ecuador.

## **Materiales y métodos**

La investigación se realizó en tres localidades, la primera localidad se encuentra en la parroquia de Licán, la segunda localidad pertenece a Colta y la tercera localidad en la estación experimental Tunshi en la parroquia Licto.

Dentro de las técnicas estadísticas, el presente proyecto investigativo utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, se utilizaron dos tratamientos: vicia y centeno con cuatro repeticiones cada uno en bloques completamente al azar, se trabajó con medidas de 24 X 21 m<sup>2</sup>; 60 x 25,5 m<sup>2</sup> ;60 x 25,5 respectivamente en las localidades antes mencionadas.

En campo, primero se pesó las semillas de cada tratamiento, vicia 300 gramos (g), dentro de un área de 60 m<sup>2</sup> y 900 g de centeno para la primera localidad, para el resto de localidades se utilizó 1200 g de centeno y 500 g de vicia en un área de 150 m<sup>2</sup>. La siembra de los cultivos de cobertura fue al voleo, previamente se realizó un análisis de suelo en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Después de la siembra de los cultivos de cobertura, se realizó un monitoreo constante del control de malezas, plagas y enfermedades y monitoreo de las diferentes etapas de desarrollo del cultivo ya que se debe tomar en cuenta la etapa óptima (antes de la caída de flores), para muestrear la biomasa.

Después de 91 DDS en la parroquia de Licán, 94 DDS en Colta y 83 DDS en Tunshi se muestreó la biomasa, en base a la metodología usada por Moreno & García, (2021), en un diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja Pagua de la UTMACH en la provincia de el Oro, Ecuador.

Para lo cual se lanzó un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm al azar y se recolectó la biomasa verde de esta superficie, este procedimiento se realizó dos veces con el fin de obtener la cantidad necesaria para el análisis de Materia seca, nitrógeno total y carbono orgánico. Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos y aguas del INIAP (Santa Catalina) para la determinación de N total mediante el método de Kjeldahl y el C orgánico por el método de Ignición. Estos parámetros fueron valorados mediante una prueba de LSD al 10%.

## **Resultados**

### **Biomasa de los cultivos de cobertura**

**Tabla 1** Biomasa de los cultivos de cobertura, rendimiento de C (kg C/ha, rendimiento de N (kg N/ha), y relación C/N

Fuente de Variación	gl	Biomasa de cultivos de cobertura p-valor	Rendimiento de Nitrógeno (kg N/ha) p-valor	Rendimiento de Carbono (kg C/ha) p-valor	de C/N p-valor
Total	23				
Localidad	2	0.02 *	<0.0001 *	0.05 *	0.57
Localidad  bloques	9	0.84	0.81	0.54	0.48
Cultivo	1	0.22	<0.0001 *	0.34	<0.001 *
Localidad*cultivo	2	0.5	0.51	0.95	0.28
Error	9				

\*Significativo <0.1 ; no significativo >0.1

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. 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 Colta aquel que tiene una mayor producción de biomasa con una cantidad promedio de 48 805 kg/ha, seguido de la localidad de Lican con una producción promedio de 35 500 kg/ha y finalmente en Licto 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 normalidad Shapiro - Wilks ( $p= 0.7961$ ).

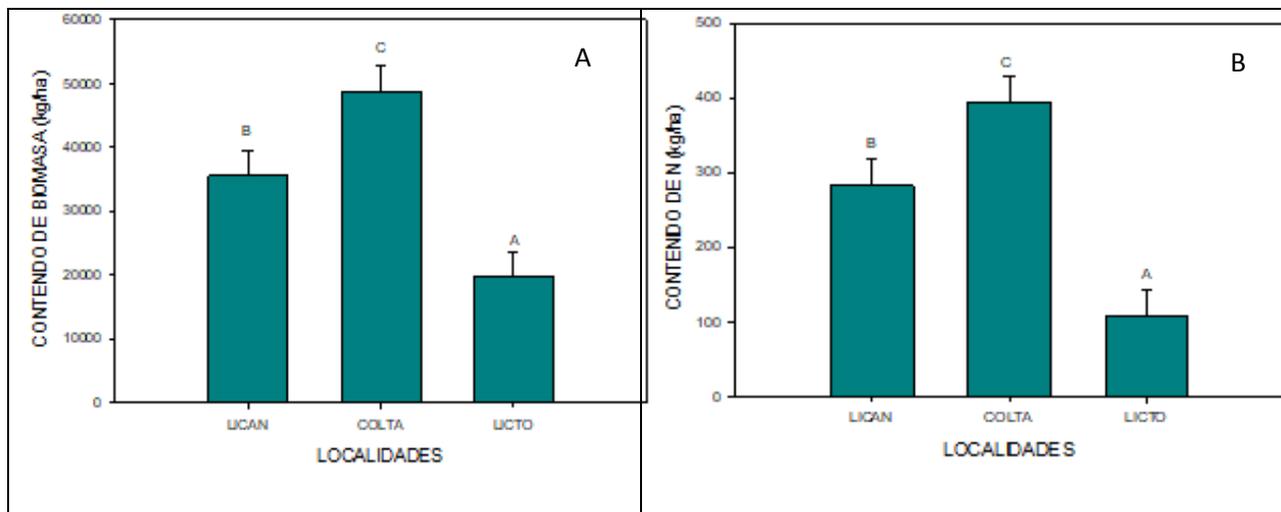
### **Rendimiento de Nitrógeno en los cultivos de cobertura (kg/ha), carbono (kg/ha) y relación C/N**

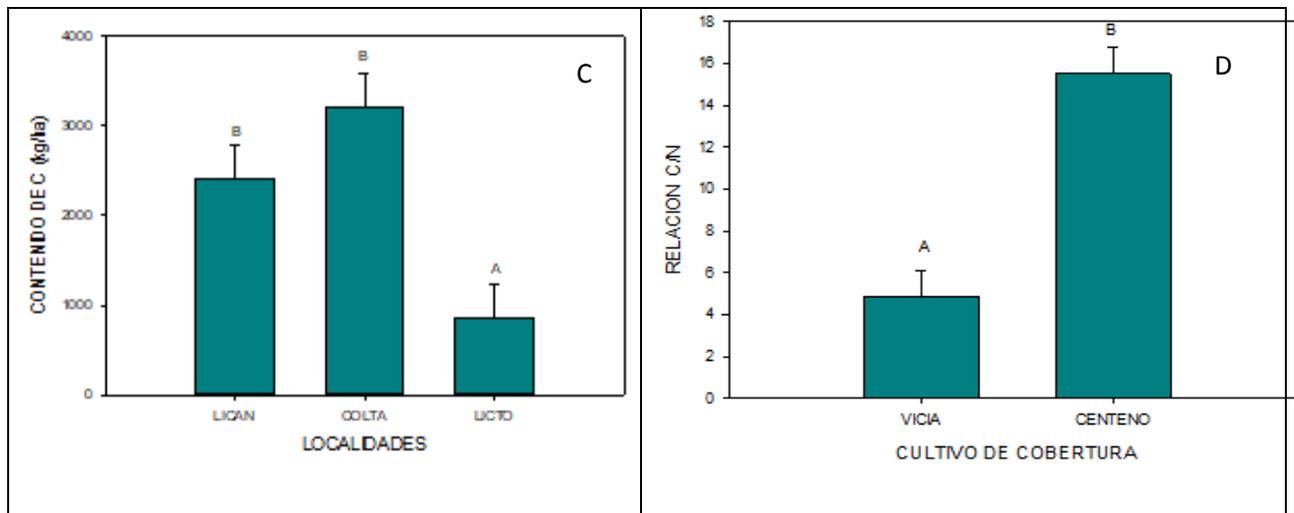
En el análisis de varianza para la concentración de los cultivos de cobertura se observan diferencias altamente significativas (valor  $p \leq 0.01$ ) tanto en las localidades como en los cultivos. La validez de los resultados obtenidos en la ANOVA y prueba de comparación de medias se

verifica por el cumplimiento del supuesto de normalidad realizado para los residuos por medio de las pruebas de Shapiro Wilks ( $p= 0.98$ ).

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. 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 ( $p= 0.25$ ).

Según los resultados del análisis de varianza para la relación Carbono/Nitrógeno existen diferencias altamente significativas (valor  $p \leq 0.01$ ) debidas al cultivo. 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 ( $p=0.86$ ). La prueba de LSD al 10% del Gráfico 1 permite visualizar que el cultivo de Centeno supera de manera significativa la relación promedio C/N 15; mientras que la Vicia tiene una relación C/N de 5.





**Gráfico 1.** Biomasa de los cultivos de cobertura (panel A); rendimiento de Nitrógeno en los cultivos de cobertura (kg/ha) (panel B); rendimiento de Carbono en los cultivos de cobertura (kg/ha) (panel C); y Relación Carbono/Nitrógeno (panel D) en los cultivos de cobertura. Letras distintas implican diferencia según prueba LSD al 10%.

## Discusión

La mayor cantidad de producción de biomasa se da en el sector de Colta con una cantidad de 48 805 Kg de Biomasa/ ha (Gráfico 1), en diferencia al resto de localidades y se da por las condiciones climáticas y de adaptación de los cultivos de cobertera al sector, esto concuerda con Espinoza, Hernández, & Morales, (2013); y Suquilanda, (2017), ellos mencionan que, la cantidad de biomas está condicionada por las características edafo- climáticas en las que se desarrollan los cultivos de cobertera y que 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.

Según Ernst, O, (2004), 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.

El aporte de nitrógeno dentro del estudio tiene diferencia significativa para el sector de Colta con una cantidad de 390 Kg N/Ha, en la que aporta los cultivos de 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. Según Castro et al., (2018), el aporte nutricional de los cultivos de cobertera depende de factores edafo-climáticos y de

microrganismos 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.

De acuerdo a una investigación realizada por Aapresid, (2019), indica que, la vicia absorbe unos 24 kg de N/Ha de MS producida, de los cuales los 16 kg provienen de la fijación biológica de N. Este dato es variable según el N que existe en el suelo. En términos de superficie, la vicia puede aportar unos 151 kg de N/Ha, a 200 kg de N/Ha de los cuales la mitad de los kg de nitrógeno fijado provienen de FBN.

Según la (FAO, 2021), 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 50-300 kg N/ha, lo cual puede ser suficiente para cubrir las necesidades de muchos cultivos que se siembran posterior a una leguminosa.

Para la aportación de carbono de los cultivos de cobertera se evidencia diferencia significativa en mayor cantidad en el sector de Colta con una cantidad de 3 217 Kg C/Ha en el cultivo de centeno, se evidenció que este cultivo presentó mayor crecimiento y desarrollo de la planta. Según Rillo, Álvarez, Bagnato, & Noellemeyer, (2013), parte del carbono absorbido por las plantas usan para su crecimiento, y parte del mismo se usa en la respiración, las plantas fijan mayor cantidad de CO<sub>2</sub> de la atmósfera al bloquearlo en sus hojas y tallos, siendo las gramíneas plantas con mayor biomasa captan mayor cantidad de CO<sub>2</sub>.

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. Según Finney, White, & Kaye, (2016), el rendimiento del siguiente cultivo estará influenciado por la cantidad de carbono-nitrógeno presente en el suelo por el cultivo de cobertura. Es recomendable considerar la cantidad de biomasa que los cultivos de cobertura producen y la relación de carbono-nitrógeno al momento de elegir los cultivos de cobertura. Según (Agromática, 2012), cuando hay relación carbono-nitrógeno alta, existe una prevalencia del contenido de carbono (carbohidratos) sobre el contenido en nitrógeno.

## Conclusiones

Los cultivos de cobertera obtuvieron mayor resultado en cantidad de biomasa en el sector de Colta en comparación de Lican y Licto. Además, el aporte de nitrógeno en la localidad de Colta y el cultivo vicia tuvieron la mayor aportación de nitrógeno a comparación de Lican y Licto. Para el Carbono se diferenció de su aportación en las localidades al igual que el resto en el sector de Colta se obtuvo su mayor aportación a comparación del resto de localidades.

## Referencias

1. Aapresid. (2019). *Cuantificación del aporte de N de vicia en rotación*. Santa Fe. Recuperado de <https://www.aapresid.org.ar/blog/cuantificando-el-aporte-de-n-de-vicia-en-la-rotacion/>
2. Agromática. (2012). Relación C/N (carbono/nitrógeno) en el suelo . Recuperado 11 de febrero de 2022, de <https://www.agromatica.es/relacion-cn-o-carbono-nitrogeno/>
3. Barrezueta, S., & Paz, A. (2017). Estudio comparativo de la estructura elemental de materia orgánica de suelo y mantillo cultivados de cacao en El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 54–62. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/141/175>
4. Castro, E., Mojica, J., Corulla, J., & Lascano, C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 711–729. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31612>
5. Cazorla, C., & Baigorria, T. (2013). Antecesoros de maíz: barbecho o cultivos de cobertura? *INTA*. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-antecesoros\\_de\\_maz.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-antecesoros_de_maz.pdf)
6. Colazo, J., & Garay, J. (2020). Cultivos de cobertura en San Luis. *INTA*, (327–425), 3–50.
7. Corrales, L., Antolinez, D., Bohórquez, J., & Corredor, A. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *NOVA*, 13(23), 55–81. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
8. Corrales, L., Caycedo, L., Gómez, M., Ramos, S., & Rodriguez, J. (2016). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Revista NOVA*, 15(27), 45–65. Recuperado de

- <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/588/955>
9. Duval, M., Galantini, J., Capurro, J., & Beltran, M. (2017). Producción y calidad de diferentes cultivos de cobertura en monocultivo de soja. *Revistas Agronomicas XXIX*, 7(13). Recuperado de [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/30471/CONICET\\_Digital\\_Nro.1609770a-efe4-474f-8433-bf0a54a66fa4\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/30471/CONICET_Digital_Nro.1609770a-efe4-474f-8433-bf0a54a66fa4_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
  10. Ernst, O. (2004). LEGUMINOSAS COMO CULTIVO DE COBERTURA \*. *Cono Sur*, 21, 1–9.
  11. Espinoza, G., Hernández, C., & Morales, J. (2013). Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. *CENGICANÑA*, 3–90.
  12. FAO. (2021). Portal de suelos de la FAO. Recuperado 11 de febrero de 2022, de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
  13. Finney, D. M., White, C. M., & Kaye, J. P. (2016). Biomass production and carbon/nitrogen ratio influence ecosystem services from cover crop mixtures. *Agronomy Journal*, 108(1), 39–52. <https://doi.org/10.2134/AGRONJ15.0182>
  14. Gomez, A. (2017). Introducción a los Suelos. *PennState Extension*. Recuperado de <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-el-manejo-de-los-suelos>
  15. Guerrero, P., Quintero, R., Espinoza, R., Benedicto, E., & Sanchez, M. (2012). Respiración de CO<sub>2</sub> como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus*. *Terra Latinoamericana*, 30, 355–362. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v30n4/2395-8030-tl-30-04-00355.pdf>
  16. Labrador, J. (2012). Avances en el conocimiento de la dinámica de la materia orgánica dentro de un contexto agroecológico. *Agroecología*, 7, 91–108. Recuperado de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/171051/146251>
  17. Lanchimba, A. (2016). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
  18. López, E., López, J., Lépiz, R., González, D., & Rodríguez, R. (2020). Eficiencia en fijación biológica de nitrógeno de cepas de *Rhizobium* spp. recolectadas en frijol cultivado y silvestre. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 841–852.

<https://doi.org/10.28940/TERRA.V38I4.654>

19. Mailhos, A., & Ramos, M. (2017). *Efecto del cultivo cobertura con y sin pastoreo sobre las propiedades físicas del suelo y rendimiento de la soja posterior*. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Recuperado de [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/18659/1/TTS\\_MailhosAlgortaAgustín.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/18659/1/TTS_MailhosAlgortaAgustín.pdf)
20. Martínez, A., & Leyva, A. (2014). Biomass crops in the agroecosystem. Its benefits agroecological. *Cultivos Tropicales*, 35(1), 11–20. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu>
21. Mayz, J. (2004). Fijación biológica de nitrógeno. *Revista UDO Agrícola*, 4(1), 1–20.
22. Mesa, P., & Rodríguez, M. (2020). *Respuesta a la fertilización nitrogenada y azufrada en cebada cervecera*. Udelar. FA, Uruguay. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/29115>
23. Milano, C. (2018). *Leguminosas herbáceas nativas: una alternativa para la restauración de pastizales y suelos degradados en el sudoeste bonaerense*. Universidad Nacional del Sur, Argentina. Recuperado de [https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4439/Milano%2C 2018. Tesis versión final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4439/Milano%2C%202018.Tesis%20versión%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
24. Morales, M., Iocoli, A., Villamil, M., & Zabaloy, C. (2021). Efecto de los cultivos de cobertura invernales sobre el microbioma del suelo: revisión sistemática de la literatura. *Revista Argentina de Microbiología*, 2(8), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.02.008>
25. Moreno, C., & García, R. (2021). Diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja Pagua de la UTMACH en la provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 119–129. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/500/477>
26. Pérez, E., & Carril, U. (2011). Fotosíntesis: Aspectos Básicos. *REDUCA (Biología)*, 2(3), 1–47. Recuperado de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/793>
27. Rillo, S., Álvarez, C., Bagnato, R., & Noellemeyer, E. (2013). Cultivos de cobertura: gramíneas y leguminosas en el centro oeste de la provincia de Buenos Aires. *INTA*.
28. Soto, E., Hernández, M., Luna, H., Ortiz, E., & García, E. (2016). Evaluación del

contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbono/nitrógeno. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(5), 98–103. Recuperado de <http://reibci.org/publicados/2016/oct/1800105.pdf>

29. Suquilanda, M. (2017). *Manejo agroecológico de suelos*. (M. Villamar & C. Carrión, Eds.), *MAGAP* (Medios Públicos (MP), Vol. 1). Quito: MAGAP. Recuperado de [https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo Agroecológico Suelos MSV.pdf](https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo_Agroecológico_Suelos_MSV.pdf)
30. USDA. (2019). *Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems*. Recuperado de <http://www.nm.nrcs.usda.gov/Technical/tech-notes/agro/>