



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 5</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-04-19</b>
	<b>PÁGINA: 1 de 1</b>

16

<b>FECHA</b> Viernes, 23 de julio de 2021
---

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Ubaté
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo de grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias agropecuarias.
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Zootecnia

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
García Cantor	Mónica Paola	1070305935

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Cortés Cortés	Javier Eduardo

TÍTULO DEL DOCUMENTO
EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INTERSIEMBRA Y ABONOS VERDES CON <i>Avena sativa</i> L. Y <i>Vicia atropurpurea</i> Desf. PARA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN CUATRO FINCAS DE COGUA, CUNDINAMARCA.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Zootecnista

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
Junio, 2021	65

DESCRITORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. <i>Avena sativa</i>	<i>Avena sativa</i>

2. <i>Vicia Atropurpurea</i>	<i>Vicia atropurpurea</i>
3. Abonos verdes	Green manures
4. Intersiembra	Intersowing
5. Producción de forraje	Forage production

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El panorama entre los productores ganaderos actuales requiere procesos de cambio en los cuales se ofrezcan estrategias de producción diferentes, dados sus evidentes problemas principalmente en cuanto al forraje destinado para alimentación animal, reflejado por su baja disponibilidad y poca calidad nutricional, que en la mayoría de los predios es ocasionado por problemas de manejo como, el uso excesivo de maquinaria pesada, baja fertilización, largos periodos de ocupación de los potreros, que hace que se pierda las características productivas del suelo y por ende la eficiencia del sistema productivo. En este ensayo se aplicaron dos alternativas para mejorar la producción de forraje: intersiembra (M1) y abonos verdes (M2), usando avena forrajera (*Avena sativa* L.) y vicia (*Vicia atropurpurea* Desft) en cuatro fincas del Municipio de Cogua. Los días de rebrote manejados para M1 y M2 fueron de 15, 30, 50 y 75 días, y 15, 30, 50, 75, 90 y 114 días, respectivamente; para cada uno de estos se tomaron aforos en las zonas de estudio para determinar la cantidad de biomasa (Kg MS/ha). Se evidencian resultados positivos para el método de intersiembra con un promedio entre tratamientos de  $3905,3 \pm 51,4$  MS/ha, entre fincas las mejores fueron la finca 1 (F1) y la finca 3 (F3) con promedios de  $3787,7 \pm 42,6$  y  $3930,3 \pm 48,3$  kg MS/ha respectivamente. Para el método de abonos verdes se obtuvo un promedio entre tratamientos de  $5145 \pm 56,4$  kg MS/ha y el mejor rendimiento de producción de forraje se obtuvo a los 114 días con un promedio de  $18584 \pm 81,6$  Kg MS/ha. Concluyendo que con la implementación de las dos alternativas se mejora la fertilidad del suelo, incrementando la producción de biomasa como consumo animal, y por consiguiente aumenta la capacidad de carga/ha en cada una de las fincas (1,6 – 2,5 UA) en comparación con los predios control que no superaron 1 UA/ha generando una alternativa viable al productor con base a los recursos disponibles de sus predios.

The panorama among current livestock producers requires change processes in which different production strategies are offered, given their obvious problems, mainly in terms of forage destined for animal feed, due to its low availability and poor nutritional quality, which in most of the Farms is caused by management problems such as the excessive use of heavy machinery, low fertilization, long periods of occupation of the pastures, which causes the productive characteristics of the soil and therefore the efficiency of the productive system to be lost. In this trial, two alternatives for forage production were applied: intersowing (M1) and green manures (M2) simultaneously compared to farms without intervention, from forage oat seeds (*Avena sativa* L.) and vetch (*Vicia atropurpurea* Desft.) in four farms in the Municipality of Cogua. The regrowth days managed for M1 and M2 were 15, 30, 50 and 75 days, and 15, 30, 50, 75, 90 and 114 days, respectively; For each of these, gauges were taken in the study areas to determine the amount of biomass (Kg DM / ha). Positive results are evidenced for the intersowing method with an average of  $3905.3 \pm 51.4$  DM / ha, among farms the best were farm 1 (F1) and farm 3 (F3) with averages of  $3787.7 \pm 42,6$  and  $3930.3 \pm 48,3$  kg DM / ha respectively. For the green manure method, an average between treatments of  $5145 \pm 56.4$  kg DM / ha was obtained and the best forage production performance was obtained at 114 days with an average of  $16584 \pm 81.6$  Kg DM / ha. Concluding that the implementation of the two alternatives improves soil fertility, increasing biomass production as animal consumption, and consequently increases the carrying capacity / ha in each of the farms (1,6 - 2,5AU) compared to the Control farms that did not exceed 1 AU/ha, generating a viable alternative to the producer based on the available resources of their farms.

## FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético )

- Alcaldía de Cogua. (2018). Agenda ambiental municipal, Cogua
- Altamirano M., Gómez C., Echevarría M., Osorio C., Chipana O. y Ruíz W. (2019). Rendimiento y valor nutricional de avena asociada con vicia en condiciones altoandinas de Junín, Perú.
- Alemu B., Melaku S. y Prasad Nk (2007). Efectos de diferentes proporciones de semillas y etapas de cosecha sobre la compatibilidad biológica y el rendimiento de forraje de mezclas de avena (*Avena sativa* L. ) y arveja (*Vicia sp.*).
- Argel P. (2006). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito.
- Bertolotto M. y Marzetti M. (2017). Cultivos de cobertura, bases para su sistema de producción.
- Blanco H., Shaver T., Lindquist J., Shapiro C., Elmore C., Francis C. y Hergert G. (2015). Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils.
- Castro E., Mojica J., Carulla J. y Lazcano C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico.
- Choulet A. (2007). Máquina agrícola apta para intersembra de cultivo.
- Contexto ganadero (2016). Los beneficios de mezclar avena y Vicia para su ganado.
- Corporación Autónoma Regional-Car- (2018). Metodología para la toma de muestras en la evaluación de la degradación de suelos "in situ" y diagnóstico rápido.
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria – AGROSAVIA- (2004). (HPLC) en vacas Holstein alimentadas con pasto Kikuyo.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA-(2018). Avena forrajera altoandina:nueva variedad de avena forrajera para el trópico alto colombiano.
- Da Costa-Mello S., Nimi-Kassoma J., Quesada G., Dantas A., Augusto M. y Dos Santos C. (2018). Abonos verdes en el rendimiento del perejil y la fertilidad del suelo en Piracicaba, Brasil.
- Díaz W. (2020). Cambios en las propiedades físicas, químicas, biológicas y captura de carbono del suelo en la recuperación de pasturas degradadas de braquiaria (*Brachiaria decumbens*), en Pucallpa, Perú.

- Dussan, S., García C. y Gutierrez N. (2012). Uso de horno microondas en la determinación de contenido de humedad: yuca, ñame y plátano. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial (BSAA)*. Vol. 10 Núm. 1 (2012): Enero a Junio.
- Espinoza F., Nuñez W., Ortiz I. y Choque D (2018). Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia sativa*) en condiciones de secano y gran altitud.
- Federación nacional de ganaderos, FEDEGAN (2014). Plan sucre.
- Federación nacional de ganaderos, FEDEGAN (2015). La importancia de la relación suelo-planta-animal en la ganadería.
- Ferrari O. (2014). Rejuvenecimiento de pasturas. *La Nación*, Supl. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf)
- Fertilcrop (2017). Examen de la actividad de los nódulos en raíces de leguminosas. <https://orgprints.org/id/eprint/32468/1/pommeresche-hansen-2017-root-nodules-spanish.pdf>
- Fino W. (2020). Presupuesto parcial: uso de la metodología del presupuesto parcial en producción animal, como base para toma de decisiones técnicas-financieras.
- García D. y Ortegón N. (2015). Producción de biomasa y calidad nutricional de la asociación pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Sauco (*Sambucus nigra*) en el trópico alto.
- García J., Murillo B., Nieto A., Fortis M., Márquez C., Castellanos E., Quiñonez J. y Ávila N. (2010). Avances en investigación y perspectivas del aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura.
- Gargoloff N. y Sarandón S. (2016). Conocimiento ambiental local y manejo de la biodiversidad. Su importancia para la sustentabilidad de fincas hortícolas de La Plata, Argentina.
- Google maps (2021). [Finca Agua Clara-Vereda El Mortiño, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.0484353,-73.9390528,465m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Google maps (2021). [Finca la Perla, El Mortiño, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.0500728,-73.9373895,467m/data=!3m1!1e3?hl=es>

- Google maps (2021). [Finca Fonseca-Vereda Rincón Santo, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.05843,-73.929281,464m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Google maps (2021). [Finca Horzon-Vereda El Mortiño, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.05843,-73.929281,464m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Guanche A. (2012). Información técnica. Los abonos verdes. [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec\\_454\\_abonos\\_verdes.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_454_abonos_verdes.pdf)
- Hernández S., Olivares J., Jiménez R. y Hernández E. Rojas (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. VI, núm. 5, mayo, 2005
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2020). Censo pecuario nacional.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM y Universidad de ciencias aplicadas y ambientales- UDCA- (2015). Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia.
- Kassahun D. y Wasihun H. (2015). Evaluation of Biomass Yield and Nutritional Value of Different Species of Vetch (Vicia). Academic Journal of Nutrition 4 (3): 99-105.
- Laiton A. y Arévalo A. (2007). Estudio del impacto financiero del mejoramiento de praderas mediante la sustitución de especies forrajeras nativas con especies forrajeras mejoradas.
- León C. (2017). Resultados del taller “Identificación, simulación y evaluación de estrategias de alimentación para mitigar las emisiones de metano entérico en ganadería andina”.
- Lemos E. (2020). Intersimbra girasol soja algunas consideraciones para su experimentación Adaptativa.
- Martin G. (2014). Técnicas de refinamiento y recuperación de pastizales.
- Menghini M. (2018). Intersiembrado de leguminosa sobre *thinopyrum ponticum* como mejoradora de la biomasa forrajera, valor nutricional y estado orgánico del suelo.
- Namesly A. (2020). Técnica del abono verde: Cómo puede implementarla la horticultura?.
- Olivares M. (2017). Análisis De La Evolución Del Valor Agregado Del Municipio De Cogua.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-(2018).  
Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales.
- Pagliaricci H. y Pereyra T. (2006). Producción y distribución de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) intersebrada con cereales forrajeros de invierno.
- Paredes J y Cotacallapa F. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno.
- Perfect Daily Grind (2019). Diversificar Cultivos: ¿Ayuda Contra Los Precios Bajos Del Café?.
- Prager M., Sanclemente O., Reyes M., Miller J. y Ángel D. (2012). Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos.
- Rayns F. y Rosenfeld A. (2010). Green manures – species selection. Horticulture Development Company.
- Ramos N. (2019). Abonos verdes guía técnica.
- Real statistics. (2021). Prueba de Shapiro Wilk.
- Riaño A. (2008). Evaluación a la producción de praderas renovadas y no renovadas en explotaciones lecheras especializadas de la sabana de Bogotá.
- Rincón E., Mojica J., Carulla J., Lazcano C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico.
- Rivera F. y Roca L. (2017). Efecto de diferentes proporciones de asociación (*Avena sativa* y *Vicia sativa*) en la producción de forraje.
- Roncallo B., Murillo J., Rodríguez G., Bonilla R. y Garrido M. (2016). Producción de forraje y respuesta animal en suelos del valle del Cesar en proceso de recuperación
- Roncedo C. y Pérez H. (2018). Intersiembra de leguminosas forrajeras en pasturas degradadas de *Chloris gayana* Kunt cv. Pioneer.
- Saenzfety (2020). *Vicia Atroporpúrea*. Tomado de [https://saenzfety.com/wp-content/uploads/producto/129/pdf/ft\\_vicia\\_atropurpurea.pdf](https://saenzfety.com/wp-content/uploads/producto/129/pdf/ft_vicia_atropurpurea.pdf)
- Salas R. y Cabalceta G. (2009). Manejo del Sistema Suelo – Pasto: partida para la producción de forrajes
- Sánchez S., Hernández M. y Ruz F (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios.
- Sosa B. y García Y. (2019). Emisión de gases de efecto invernadero en el suelo bajo el uso de abonos verdes.

Talgre L. (2013). Biomass production of different green manure crops and their effect on the succeeding crops yield

Vargas J., Sierra A., Mancipe E., y Avellaneda Y. (2018). El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano.

Viteri S., Martínez J. y Bermúdez A. (2008). Selección de abonos verdes para los suelos de Turmequé (Boyacá).

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital.		x
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional con motivos de publicación, en pro de su consulta, visibilización académica y de investigación.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. SI\_\_\_ NO\_\_x .

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(herimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



- j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



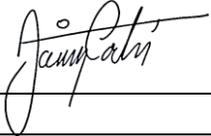
Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del trabajo.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Proyecto de grado_ modalidad pasantía_ Mónica García 2021.pdf	Texto
2,	
3,	
4,	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
García Cantor Mónica Paola	
Cortés Cortés Javier Eduardo	

21.1-51.20

**EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INTERSIEMBRA Y ABONOS VERDES CON *Avena sativa* L. Y *Vicia atropurpurea* Desf. PARA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN CUATRO FINCAS DE COGUA, CUNDINAMARCA**

**MÓNICA PAOLA GARCÍA CANTOR**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ZOOTECNIA  
UBATÉ, JUNIO 2021**

**EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE INTERSIEMBRA Y ABONOS VERDES CON *Avena sativa* L. Y *Vicia atropurpurea* Desf. PARA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN CUATRO FINCAS DE COGUA, CUNDINAMARCA**

**MÓNICA PAOLA GARCÍA CANTOR**

**JAVIER EDUARDO CORTÉS CORTÉS, Zootecnista MSc.  
TUTOR**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ZOOTECNIA  
UBATÉ, JUNIO 2021**

## **Preliminares de aceptación**

## Tabla de contenido

Resumen ejecutivo.....	1
Abstract.....	2
Palabras clave.....	2
Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Marco teórico.....	5
Relación suelo-pasturas.....	5
Degradación del suelo.....	7
Formas de degradación del suelo .....	7
Física.....	7
Química.....	7
Biológica.....	7
Concepción de labranza dentro del sistema de producción.....	7
Degradación de pasturas.....	8
Restauración del suelo.....	8
Métodos de restauración de suelos y praderas.....	8
Método de interseembra.....	9
Condiciones de uso.....	9
Método de abonos verdes.....	10
Incorporación de abonos verdes.....	11
Factores que determinan el desarrollo de los abonos verdes.....	12
Abonos verdes utilizados.....	12

Forrajes utilizados para los métodos de interseembra y abonos verdes.....	12
Asociación de especies forrajeras.....	13
Avena forrajera ( <i>Vicia sativa</i> L).....	13
Ciclo corto.....	13
Ciclo largo.....	14
Vicia ( <i>Vicia atropurpurea</i> Desf).....	14
Simbiosis entre raíz, planta y bacterias.....	14
Densidad de siembra.....	15
Factores que limitan la implementación de prácticas de recuperación.....	15
Diseño metodológico.....	15
Ubicación.....	15
Áreas de intervención.....	16
Registro de precipitaciones.....	17
Análisis de suelos.....	18
Siembra.....	18
Enmiendas y abonamiento.....	18
Ciclo vegetativo o días de rebrote.....	18
Estimación rendimiento de forraje verde.....	19
Determinación de contenido de materia seca.....	19
Determinación de capacidad de carga para el tratamiento de interseembra.....	20
Estimación de factibilidad económica.....	20
Diseño experimental.....	20
Análisis estadístico.....	21
Resultados.....	21
Precipitaciones medias.....	22
Análisis de suelos.....	23

Método de interseembra.....	23
Producción de biomasa.....	23
Abonos verdes.....	26
Crecimiento de forraje.....	26
Costos de producción.....	27
Capacidad de carga UA para el método de interseembra.....	28
Discusión.....	28
Conclusiones .....	30
Recomendaciones .....	31
Bibliografía.....	33

#### Lista de figuras

Figura 1. Mapa base del Municipio de Cagua.....	16
Figura 2. Representación Gráfica De Áreas De Intervención De Las Fincas.....	17
Figura 3. Precipitación acumulada registrada quincenalmente en las tres fincas para M1 durante todo el ciclo de rebrote .....	22
Figura 4. Precipitación acumulada registrada quincenalmente en F4 para M2 durante todo el ciclo de rebrote.....	23
Figura 5. Resultados de análisis de las fuentes de variación (tratamiento, finca, días de rebrote).....	24
Figura 6. Dinámica de la producción de biomasa con o sin interseembra en tres predios (Kg MS/ha) de Cagua, Cundinamarca.....	25
Figura 7. Producción de biomasa (Kg MS/ha) al día 50 de rebrote en tres predios con y sin interseembra.....	26
Figura 8. Crecimiento de forraje verde para el tratamiento de abonos verdes.....	27

## Lista de tablas

Tabla 1. Costos De Producción Para M1 Y M2.....27

Tabla 2. Determinación de UA/ha para F1, F2 y F3.....28

## Anexos

Anexo 1. Toma de muestras para análisis de suelo.....39

Anexo 2. Preparación del suelo.....39

Anexo 3. Siembra en asociación *Avena sativa* L. y *Vicia Atropurpurea* Desft.....40

Anexo 4. Implementación método de Intersiembra Fincas F1, F2 y F3.....41

Anexo 5. Implementación de método de abonos verdes.....42

Anexo 6. Toma de aforos.....43

Anexo 7. Resultados de análisis de suelos para la finca 1, 2, 3 y 4 antes de la siembra.....44

Anexo 8. Tabla de análisis de varianza para el método de intersiembra y diferencia entre medias, Prueba de Tukey entre tratamientos, método interisembra.....46

Anexo 9. Diferencia entre medias, Prueba de Tukey interacción tratamiento-finca, método intersiembra.....46

Anexo 10. Diferencia entre medias, Prueba de Tukey interacción tratamiento-días, método intersiembra.....46

Anexo 11. Tabla de análisis de varianza para el método de abonos verdes y diferencia entre medias, Prueba de Tukey, entre tratamientos, método abonos verdes.....47

Anexo 12. Diferencia entre medias, Prueba de Tukey, entre días, método abonos verdes .....48

## Resumen ejecutivo

El panorama entre los productores ganaderos actuales requiere procesos de cambio en los cuales se ofrezcan estrategias de producción diferentes, dados sus evidentes problemas principalmente en cuanto al forraje destinado para alimentación animal, reflejado por su por su baja disponibilidad y poca calidad nutricional, que en la mayoría de los predios es ocasionado por problemas de manejo como, el uso excesivo de maquinaria pesada, baja fertilización, largos periodos de ocupación de los potreros, que hace que se pierda las características productivas del suelo y por ende la eficiencia del sistema productivo. En este ensayo se aplicaron dos alternativas para mejorar la producción de forraje: interseembra (M1) y abonos verdes (M2), usando avena forrajera (*Avena sativa* L) y vicia (*Vicia atropurpurea* Desft) en cuatro fincas del Municipio de Cagua. Los días de rebrote manejados para M1 y M2 fueron de 15, 30, 50 y 75 días, y 15, 30, 50, 75, 90 y 114 días, respectivamente; para cada uno de estos se tomaron aforos en las zonas de estudio para determinar la cantidad de biomasa (Kg MS/ha). Se evidencian resultados positivos para el método de interseembra con un promedio entre tratamientos de  $3905,3 \pm 51,4$  MS/ha, entre fincas las mejores fueron la finca 1 (F1) y la finca 3 (F3) con promedios de  $3787,7 \pm 42,6$  y  $3930,3 \pm 48,3$  kg MS/ha respectivamente. Para el método de abonos verdes se obtuvo el mejor rendimiento para el día 114 con un promedio de  $18584 \pm 81,6$  Kg MS/ha. Concluyendo que con la implementación de las dos alternativas se puede incrementar la producción de biomasa, y por consiguiente aumenta la capacidad de carga/ha en cada una de las fincas (2-2,5 UGG) en comparación con los predios control que no superaron 1 UGG/ha, generando una alternativa viable al productor con base a los recursos disponibles de sus predios.

**Palabras clave:** *Avena sativa*, *Vicia atropurpurea*, abonos verdes, interseembra, biomasa.

## Abstract

The panorama among current livestock producers requires change processes in which different production strategies are offered, given their obvious problems, mainly in terms of forage destined for animal feed, due to its low availability and poor nutritional quality, which in most of the Farms is caused by management problems such as the excessive use of heavy machinery, low fertilization, long periods of occupation of the pastures, which causes the productive characteristics of the soil and therefore the efficiency of the productive system to be lost. In this trial, two alternatives for forage production were applied: intersowing (M1) and green manures (M2) simultaneously compared to farms without intervention, from forage oat seeds (*Avena sativa* L.) and vetch (*Vicia atropurpurea* Desft.) in four farms in the Municipality of Cogua. The regrowth days managed for M1 and M2 were 15, 30, 50 and 75 days, and 15, 30, 50, 75, 90 and 114 days, respectively; For each of these, gauges were taken in the study areas to determine the amount of biomass (Kg DM / ha). Positive results are evidenced for the intersowing method with an average of  $3905.3 \pm 51.4$  DM / ha, among farms the best were farm 1 (F1) and farm 3 (F3) with averages of  $3787.7 \pm 42.6$  and  $3930.3 \pm 48.3$  kg DM / ha respectively. For the green manure method, an average between treatments of  $5145 \pm 56.4$  kg DM / ha was obtained and the best forage production performance was obtained at 114 days with an average of  $16584 \pm 81.6$  Kg DM / ha. Concluding that the implementation of the two alternatives improves soil fertility, increasing biomass production as animal consumption, and consequently increases the carrying capacity / ha in each of the farms (3-4 AU) compared to the Control farms that did not exceed 1 AU / ha, generating a viable alternative to the producer based on the available resources of their farms.

**Keywords:** *Avena sativa*, *Vicia atropurpurea*, green manures, intersowing, biomass

## Introducción

Según el censo pecuario generado por el ICA (2020), se totalizan 27'973.390 semovientes distribuidos a nivel nacional en 633.408 predios, concentrándose en los departamentos de Boyacá (14,4%), Cundinamarca (12,9%), Antioquia (10,4%), Nariño (7,8%), Santander (6,4%), Córdoba (4,8%), Tolima (3,8%), Cauca (3,5%), Caquetá (3,4%) y Norte de Santander (3,1%). En el municipio de Cogua, Cundinamarca, la actividad pecuaria comprende cerca del 55% de las fincas que se encuentran en la Jurisdicción, dedicándose principalmente a la cría de ganado y producción de leche. Para el 2016, hubo un total de 840 granjas dedicadas a la producción bovina, de las cuales 315 están enfocadas en la producción de leche; 35 dedicadas a la producción de carne y 490 tienen doble propósito (Olivares, 2017). La mayoría de los predios se manejan bajo pastoreo rotacional en potreros con pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst ex Chiov), caracterizado por ser un forraje de buena calidad, principalmente cuando es manejado en suelos bien aireados y se fertiliza adecuadamente, pero al ser establecido por varios años y manejados intensivamente se degradan y dan espacio para el crecimiento de arvenses como la lengua de vaca, perdiendo capacidad de producción por el efecto “colchón” del pasto y el pobre desarrollo radicular dado por la compactación del suelo, siendo uno de los problemas que afecta a los ganaderos con una progresiva disminución de producción de forraje para la alimentación animal, además de las condiciones extremas del clima, como los prolongados períodos de sequía, lo que origina reducciones importantes de la oferta y calidad de forrajes; la poca o nula fertilización de las praderas y el inadecuado manejo asociado con las prácticas del sobrepastoreo, periodos de ocupación, lo que conduce a la rápida degradación del material vegetal y por ende de los suelos, afectando significativamente la producción, salud y reproducción de los animales (Ramírez, 2019).

La introducción de pasturas cultivadas con especies introducidas o mejoradas favorece una mayor producción y calidad forrajera, así como la producción animal por unidad de superficie de la pradera (León, 2017). En la actualidad se manejan diferentes técnicas de recuperación y mejoramiento de praderas, a partir de especies forrajeras con potencial productivo tanto en cantidad como en calidad, teniendo la posibilidad de superar algunas limitaciones presentadas en forrajes tradicionales, permitiendo la recuperación del suelo y de un forraje de calidad a través de siembras o intersiembras o por medio del uso de abonos verdes (Martín, 2014), de esta manera aumentar y aprovechar el área destinada para el desarrollo de la ganadería. Generalmente las especies utilizadas como cultivos de cobertura, deben tener una buena producción de materia seca y una alta concentración de

nutrientes como es el caso de las leguminosas (*Vicia atropurpurea* Desf.), ya que presentan una tasa de crecimiento rápida y contienen una gran cantidad de nutrientes, adaptándose con facilidad a diferentes condiciones climáticas (Chancosa y Viena, 2015), y las gramíneas como la avena forrajera (*Avena sativa* L.) mejoran el terreno y forman humus estable, debido a que las raíces de estas plantas airean el suelo (Cortina, 2020). Por esta razón se evaluaron dos métodos de mejoramiento de suelos y de producción de forraje destinados para ganadería: la interseembra y abonos verdes, a predios que han sido afectados a través de los años principalmente por problemas de manejo de los productores ganaderos. Este proyecto se llevó a cabo a partir de la pasantía realizada en la Gerencia de Desarrollo Económico y Ambiental del municipio de Cogua, contando con el apoyo del Gerente Juan Miguel Atuesta Guzmán y su equipo de trabajo.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar dos alternativas de producción de forrajes y de mejoramiento de suelos a partir de las técnicas de interseembra y abonos verdes con *Avena sativa* L y *Vicia atropurpurea* Desf. en cuatro fincas del municipio de Cogua, Cundinamarca.

### **Objetivos específicos**

Analizar la producción y rendimiento de biomasa de las especies forrajeras establecidas.

Determinar y comparar la capacidad de carga por hectárea en cada uno de los predios donde se intervino con el método de interseembra de acuerdo a la producción de biomasa disponible

Reconocer y estimar los costos de producción por kg MS/ha del establecimiento de cada uno de los métodos en las cuatro fincas.

## **Marco teórico**

Tradicionalmente, en el trópico alto colombiano y particularmente la zona Cundiboyacense, la alimentación de ganadería de leche está basada en el uso intensivo de los pastos adaptados como el kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst ex Chiov.), debido a que son considerados recursos de bajo costo (Calderón y Rodríguez, 2016), teniendo en cuenta que los rumiantes tienen la capacidad de consumir recursos fibrosos y convertirlos en productos de alto valor nutricional como leche o carne. Sin embargo, la producción de forrajes está condicionada por factores edafo-climáticas y prácticas de manejo, siendo los fenómenos más comunes en los diferentes ecosistemas de la región, el pisoteo, el monocultivo, la tala de árboles, la fertilización química, el uso de plaguicidas, entre otros, que van en contra de la dinámica natural de los ecosistemas tropicales (García y Ortegón, 2015), lo cual conlleva a una fluctuación de producción de los animales (Vargas *et al.*, 2018).

Desde este punto de vista, los costos de producción que generan más valor dentro de los sistemas especializados en leche son la mano de obra y la alimentación (alimentos balanceados) que representan cerca del 40%, debido a los altos precios de las materias primas para su elaboración, que terminan beneficiando básicamente a los comerciantes e intermediarios. Así mismo, para el mantenimiento de potreros, la mayoría de los ganaderos se ve en una inversión de solo un 11% (Fedegan, 2014), dado esto, se pueden implementar estrategias de aumento de producción de biomasa en suelos en estado de degradación y proporcionar un ambiente sostenible, la utilización de asociaciones leguminosas y gramíneas para mejorar condiciones del suelo tanto físicas como químicas, como concentración de nutrientes y físicos como densidad aparente o la capacidad de infiltración, debido al sistema radicular de los dos tipos de especies, al incrementar la tasa de mineralización y la relación C:N por el aporte de materia orgánica además del aumento de la diversidad de la fauna del suelo (Roncedo y Pérez, 2018).

### **Relación pastura-suelo**

El conocimiento pleno de lo que es un suelo permite trabajar con él sin afectar su fertilidad y productividad, sabiendo que es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos que contienen una gran variedad de macro y microorganismos, en el que su fertilidad depende de la eficiencia del reciclaje continuo de nutrientes. Si bien la ganadería es una actividad productiva importante, sus efectos negativos para el suelo se hacen cada vez más evidentes, representado principalmente por inadecuadas prácticas de manejo, por lo que la ganadería tiende a asociarse con los procesos de deforestación, erosión de los

suelos y contaminación ambiental, en parte esto explica la mala imagen que tiene esta actividad en muchos países (Argel, 2006), ya que cerca del 69,6% de los suelos tienen bajo contenido de materia orgánica y el 43,3% presentan signos de erosión, lo cual limita su productividad (Sánchez *et al.*, 2011).

Cerca del 39% de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes (eq), 65,92 % de CH<sub>4</sub> y 95,56 % de N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> eq, son originadas por el sector agropecuario en Colombia, ya que las emisiones de gases de efecto invernadero -GFE- son también originados por algunas prácticas de manejo del suelo. Los sistemas de preparación del suelo en los cultivos afectan el balance entre la absorción de carbono (C) fotosintetizado y las emisiones de CO<sub>2</sub> del suelo para la atmósfera, que lleva a caracterizar al suelo como banco (absorción>emisión) o fuente (emisión>absorción) de este gas, por lo tanto, los sistemas con monocultivos tienden acumular C en forma de materia orgánica (MO), sin embargo las tasas de acumulación son mayores cuando hay asociaciones de cultivos o en rotación de cultivos con altos aportes de residuos vegetales (Sosa y García, 2019).

De esto, la necesidad de desarrollar un sistema viable donde el suelo, el medio ambiente y la productividad, se beneficien cuando el potencial del suelo se administre de manera eficiente, produciendo cultivos y animales más saludables, menos susceptibles a enfermedades y más productivos además del aumento en los ingresos y mejoramiento del nivel de vida de los productores (Roncallo *et al.*, 2016), “porque aquellos que son capaces de leer los signos que reflejan cómo le está yendo a la tierra y comprender las consecuencias, tienen una mejor oportunidad de lograr un uso sostenible efectivo de la tierra” (Salas y Cabalceta, 2009).

Factores como calidad de semilla, plan de fertilización, sistema de riego, manejo fitosanitario, control de arvenses, el manejo de pastoreo, así como el análisis de los suelos, son de gran importancia para incrementar el rendimiento y el valor nutritivo del forraje como elementos básicos para mejorar la productividad ganadera (Fedegan, 2015).

### **Degradación del suelo**

Para la FAO (2018), la degradación física del suelo es la pérdida de la calidad de la estructura del suelo que puede ser observada tanto en la superficie, con el surgimiento de finas costras, como bajo la capa arada, donde surgen capas compactadas, disminuyendo las tasas de infiltración de agua en el suelo y aumentando las tasas de escorrentía y de erosión. El uso excesivo de maquinaria agrícola en las prácticas de la agricultura

convencional provoca el cambio de la estructura física, química y biológica de los suelos ocasionando la pérdida de la materia orgánica y por ende la fertilidad de los mismos, generando pérdidas de capacidad de amortiguamiento, pérdida de capacidad de intercambio catiónico y el nulo desarrollo de la micro y macro-fauna benéficas del suelo (García *et al.* 2010).

### **Formas de degradación del suelo**

La degradación de los suelos puede ser física, química o biológica (IDEAM, 2015):

**Física:** La degradación física incluye la erosión y la compactación, siendo la primera la pérdida mecánica de partículas del suelo por factores como el agua o el viento y la compactación que es el aumento de la densidad y disminución de los poros en el suelo ocasionada por uso excesivo de maquinaria pesada o sobrepastoreo por ganadería.

**Química:** en este caso hay salinización de los suelos, acidificación y contaminación debido al uso excesivo de fertilizantes químicos.

**Biológica:** proceso de degradación más importante debido a la pérdida de materia orgánica del suelo, ocasionando un colapso estructural, influyendo en la disminución de la actividad biológica y en procesos de descomposición y mineralización, además que impide la infiltración del agua y la penetración de raíces, presentando pérdida de productividad y no responden a una eficientemente aplicación de correctivos.

### **Concepción de labranza dentro del sistema productivo**

La labranza del suelo tiene como finalidad alterar las propiedades físicas y permitir a las plantas la expresión de todo su potencial. Estas técnicas de labranza son usadas para proporcionar buen desarrollo de raíces, control de arvenses, manejar los residuos de los cultivos, nivelar la superficie para la siembra, riego, drenaje, trabajos culturales y operaciones de cosecha e incorporar fertilizantes. Para lograr una estructura estable y óptima tanto para el desarrollo de las plantas como para asegurar una buena infiltración de agua, minimizando las pérdidas de suelo por erosión, se logra sólo por procesos biológicos como la formación de humus en el suelo. Se debe tener en cuenta que muchos de los conceptos de labranza cero no son aplicables en todos los casos, por lo que se debe hacer una intervención en los procesos naturales y por lo tanto se debe intervenir y corregir (FAO, 2018).

### **Degradación de pasturas**

Se caracteriza por ser un proceso evolutivo de pérdida de vigor, productividad y capacidad de recuperación natural de las pasturas que limita mantener los niveles de producción y calidad exigida por los animales, así como superar los efectos nocivos de plagas y enfermedades y diversos cambios ecológicos y ambientales negativos (Díaz, 2020).

### **Restauración del suelo**

Los suelos degradados pueden llegar a restaurarse por sí mismos si se eliminan aquellos factores causantes de degradación como la erosión por falta de cobertura vegetal, lo que conlleva a un uso adecuado de la tierra y de sus prácticas de manejo apropiado de acuerdo a la capacidad de uso y el requerimiento del cultivo (Díaz, 2020).

### **Métodos de restauración de suelos y praderas**

Estudios de AGROSAVIA (2004), han permitido demostrar que es posible recuperar praderas degradadas desde la capacidad de producción de forraje al aumento de la capacidad de carga, con un impacto positivo en cuanto a la producción animal y el factor económico de la inversión si se compara con las técnicas tradicionales de tipo extractivo y sin ningún tipo de fertilización de las praderas.

Las praderas que son manejadas con asociaciones de especies forrajeras superan en producción de materia seca a las especies forrajeras nativas o aquellas que están en monocultivo; sin importar la época del año, seca o lluviosa, las leguminosas mejoran el valor nutritivo de la gramínea acompañante con incrementos de proteína cruda y de digestibilidad al disminuir la pared celular de los forrajes (Laiton y Arévalo, 2007), además, de generar una complementariedad de nichos ("transgressive overyielding" en inglés) y tiende a observarse cuando las especies son de grupos funcionales diferentes gramíneas, leguminosas, arbustos, árboles (Menghini, 2018).

### **Intersiembras**

El sistema de intersiembra de cultivos forrajeros consiste en la siembra intercalada de dos o más cultivos, de forma que comparten el terreno por lo menos en parte de su ciclo, de esta manera ambos cultivos comparten en un periodo de su ciclo la misma área, con el fin de lograr la máxima eficiencia en el uso de los recursos suelo, luz y agua en la producción forrajera (Lemos, 2020).

La incorporación de especies forrajeras puede ser:

- Especies nativas que se han perdido.
- Especies existentes en baja densidad y calidad
- Especies nuevas de alta calidad nutricional que presenten significativa producción de biomasa.

Según Choulet (2007), esta técnica de mejoramiento es recomendable para situaciones como:

- Zonas cuyo relieve no permita la utilización de algún tipo de maquinaria.
- Suelos que no permitan labranzas convencionales por sus limitaciones edáficas.
- Cuando se desea prolongar la vida de una pastura cultivada.
- Cuando se pretende incrementar la producción total del forraje incorporando especies de mejor calidad y más resistentes a enfermedades.
- Necesidad de mejorar la fijación de nitrógeno, incorporando leguminosas con rizobios seleccionados.
- Falta de una buena cobertura vegetal, para proteger la semilla de los factores ambientales como temperatura, humedad, etc.
- Pérdida de especies productivas por problemas físicos del suelo como compactación.

**Condiciones de aplicación de intersembría.** Sí el suelo está compactado, dificulta la penetración de las raíces y se retrasa la germinación, además que las nuevas plántulas competirán por luz y nutrientes, por lo que el manejo del pastoreo posterior a la implantación es determinante de su supervivencia. Según Ferrari (2014), en la mayoría de los casos, después de tres años de implantado el forraje, la población de leguminosas desciende mientras que se conserva una sólida base de gramíneas, es por esto que el uso de leguminosas en intersembría mejora la calidad forrajera final y <sup>4</sup> contribuyen al crecimiento de las gramíneas forrajeras existentes por la fijación biológica del nitrógeno atmosférico.

Otro beneficio que se puede obtener de la práctica de intersembría es proporcionar distintos nutrientes al suelo y crear hábitats para insectos útiles, los cuales pueden reducir la población de plagas (Perfect Daily Grind, 2019), explicándose desde el punto de vista de interferencia biológica, presencia de estímulos químicos adversos, impiden la ubicación del alimento por parte de la plaga y así evitan un aumento en la densidad de la misma (Gargoloff y Sarandón, 2016).

### **Abonos verdes**

Existen algunos cultivos que no producen cosecha, pero son empleados con el fin de proteger el suelo, mejorar la fertilidad y biodiversidad, conocidos como abonos verdes, ya que son cultivos que, aun estando verdes se incorporan al suelo con el arado, también son llamados cultivo de cobertura o cultivo de captura (Namesly, 2020). Su uso se fundamenta en el aprovechamiento de la energía solar para producir biomasa vegetal de alta calidad nutricional, la cual, posteriormente se adiciona o incorpora al suelo con miras de incrementar el contenido de materia orgánica rápidamente mineralizable (Prager, 2012), que, en asociación, brinda la función de cobertura y de recuperación de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo (Castro *et al.*, 2018), como alimentación animal, basando su importancia en características de la agricultura como los altos costos de producción, degradación ambiental, seguridad alimentaria y cambio climático (Blanco *et al.*, 2015).

Prager (2012), menciona, que las principales funciones y beneficios de los abonos verdes son:

- Protección y conservación al suelo por condiciones climáticas extremas.
- Mejora la infiltración del agua por el sistema radicular.
- Aporta y aumenta niveles de materia orgánica al suelo.
- A través de la penetración de las raíces genera aireación y permite la descompactación del suelo.
- Ayuda a la fijación natural de nitrógeno al suelo a través del uso de leguminosas.
- Reduce la población de arvenses a través del efecto supresor y/o alelopático ocasionado por el rápido crecimiento inicial.
- El desarrollo de los abonos verdes a través de la descomposición permite el aumento la actividad biológica del suelo, mejorando la dinámica física y química del suelo.
- Desintoxica los suelos para iniciar procesos de agricultura orgánica, eliminando residuos de químicos utilizados comúnmente para fertilizar, ya que algunas plantas son consumidoras de gran cantidad de nutrientes.
- Son utilizados como barreras para interrumpir el ciclo de las plagas y enfermedades de las pasturas, en cambio son reservorios de insectos benéficos, a tener en cuenta a la hora de diseñar las plantaciones para introducir o asociar estas plantas.

**Incorporación de abonos verdes.** Una etapa importante en el método de abonos verdes es la incorporación en el suelo, para lo cual es preferible cortar el forraje al inicio de la floración, de manera que es importante dejar sobre el suelo varios días o como mínimo una semana, dependiendo el clima, dejándose superficialmente, no es conveniente enterrar el material vegetal, pues se generarían efectos de fermentación por condiciones anaerobias, provocando el exceso de sustancias tóxicas (García J, 2010). La trituración del cultivo antes de la incorporación normalmente no es necesario, pero puede ser útil para acelerar el proceso de descomposición como sea necesario, permitiendo que la degradación de los residuos de la planta sea más rápida (Namesly, 2020). Tampoco se debe cortar en un estado vegetativo muy tierno, pues se generaría una rápida mineralización y por ende humificación perdiendo la calidad y enfoque del material vegetal. Adicionalmente, se debe observar el problema de cada suelo, bien sea de tipo físico, químico o biológico, por ejemplo, si hay problemas de compactación la mejor opción es la utilización de gramíneas por su desarrollo radicular profundo (Guanche, 2012).

Si bien es cierto que los abonos verdes ayudan a aumentar la concentración de carbono orgánico, sus efectos son detectables después de un par de años de su establecimiento y dependiendo de la textura de cada suelo (Blanco *et al.*, 2015).

**Factores que determinan el desarrollo de los abonos verdes.** Dentro de los factores más importantes para el buen desarrollo y crecimiento microbiano en los suelos se encuentran la temperatura y la humedad, los cuales influyen en el proceso de mineralización de los residuos vegetales. Para el crecimiento microbiano la temperatura optima es de hasta 35°C y en condiciones anaerobias de 40°C y la humedad debe estar entre 50 y 60% (Talgre, 2013).

**Abonos verdes utilizados.** Según Ramos (2019), las variedades que se recomiendan como abono verde son principalmente leguminosas, crucíferas y gramíneas. Las leguminosas poseen una cualidad especial de formar nódulos en su raíz, alojando bacterias que tienen la capacidad de convivir con las plantas aportándoles nitrógeno, que a su vez lo toman del aire y lo fijan en el suelo, convirtiéndolo en nitrógeno aprovechable por cultivos que posteriormente se establezcan, también aumentan la biomasa microbiana y

la actividad enzimática de los microorganismos del suelo y han sido usadas en programas de recuperación de áreas degradadas, por características como rusticidad y sistemas radiculares vigorosos y profundos (Da Costa-Mello *et al.*, 2018).

Para la implementación de abonos verdes en un predio, es importante tener en cuenta las características definidas por el ciclo vegetativo, la cantidad de material vegetal que aporta, la posible incompatibilidad con el cultivo anterior o el siguiente o con los que se asocia, los requerimientos en temperatura, rapidez de crecimiento, disponibilidad de agua y nutrientes y su capacidad de adaptación (Guanche, 2012).

### **Forrajeras utilizadas para métodos de intersejembra y abonos verdes**

Son muchas las especies que se siembran como coberturas, es importante destacar la práctica de asociación de distintas especies con el fin de generar un nicho ecológico más amplio que permita aprovechar de forma más completa los recursos y a su vez pueda cumplir distintos objetivos dentro del sistema productivo (Bertolotto y Marzetti, 2017). Es necesario conocer que variedades se adaptan a las condiciones agroecológicas presentes en la zona donde se llevará a cabo la siembra, y considerar la disponibilidad y acceso a semilla de buena calidad. En regiones donde la posibilidad de una invasión de arvenses es alta, se necesitarán especies de gran vigor de establecimiento y agresivas. Teniendo en cuenta lo anterior es posible considerar mezclas de gramíneas y leguminosas, de tal manera que el área descubierta (dependiendo del hábito de crecimiento de algunas gramíneas) sea poblado por leguminosas herbáceas (Gutiérrez, 2018).

### ***Asociación de especies forrajeras***

Se define como asociación a la mezcla de gramíneas y leguminosas, con el propósito de obtener mayor producción forrajera, palatabilidad, digestibilidad y nutrientes, como una fuente de alimentación para el ganado, buscando un equilibrio entre proteínas que la suministran las leguminosas y carbohidratos, que la proporcionan las gramíneas. De esta manera, este tipo de asociaciones se traduce en mayor volumen de producción de biomasa, alimentación balanceada, disminución de riesgo de timpanismo por el efecto de las gramíneas con las leguminosas y como cobertura vegetal para la protección del suelo. La avena y la vicia producen buena cantidad de forraje verde, aún en periodos de sequía, cuando no hay suficiente forraje para la alimentación del ganado (Rivera y Roca, 2017).

Sin embargo, es importante conocer el periodo vegetativo oportuno de cosecha o de corte de la asociación de avena-vicia, con el fin de aprovechar lo mejor posible el rendimiento y su composición nutricional. Para ser usado como heno es recomendable que la cosecha sea hasta el 100% de su floración hasta grano lechoso en avena y de un 50% de la floración de la vicia, ya que, en estas condiciones, la avena tiene mayor contenido de energía y la vicia mayor aporte de proteína (Altamirano *et al.*, 2019).

**Avena forrajera (*A. sativa* L.).** Es una variedad forrajera que tiene capacidad de adaptación entre los 1600 a 3100 msnm. Crece en una amplia variedad de suelos, pero los mejores resultados se obtienen en suelos de mediana a alta fertilidad, profundos y bien drenados. La especie de avena forrajera se puede clasificar en dos grupos de acuerdo a su tiempo de rebrote: de ciclo corto y de ciclo largo

**Ciclo corto:** variedades que fueron desarrolladas para la producción de grano, pero que con mayor densidad de siembra han dado excelentes resultados en producción de forraje. Comprenden un período vegetativo entre 60 a 70 días para forraje y 90 a 100 días para grano, siendo los mejores resultados en producción de forraje es entre 2100 y 2400 metros. Dentro de este grupo se destacan las variedades ICA Cajicá e ICA Bacatá. Estas variedades pueden rendir en promedio 35 Ton/Ha, de forraje verde a los 65 días de período vegetativo (Laiton y Arévalo, 2007).

**Ciclo largo:** variedades desarrolladas para la producción de forraje y por lo tanto son regulares o malas para la producción de granos. Comprende un período vegetativo entre 120 y 150 días. Las mejores variedades en su orden son la *nehuen* y la *cayuse*. Los mejores rendimientos en producción de forraje son en alturas por encima de los 2300 metros, pues se acortan los períodos vegetativos a 60 días en las de ciclo corto y a 100 días en las de ciclo largo. A alturas superiores se alargan los ciclos vegetativos, y a alturas inferiores se presenta mucha incidencia de roya. La avena de período largo puede rendir 75 Ton/ha a los 120 días (Laiton y Arévalo, 2007).

**Vicia (*V. atropurpurea* Desf).** Es una especie leguminosa forrajera anual de tallos largos y abundantes, bastante reconocida y utilizada a nivel mundial en sistemas de producción ganadera, pudiéndose utilizar como suplemento por su alta calidad nutricional en pastoreo, abonos verdes o como ensilajes (Kassahun y Wasihun, 2015). La floración es de color púrpura y sus vainas y hojas son vellosas. Se adapta a suelos de diversa textura,

fertilidad y profundidad. Su altura varía de 15 a 70 cm. La producción aproximada es de 2000 kg/ha, dependiendo de la cantidad de lluvia (Rivera y Roca, 2017). Las leguminosas tienen capacidad para desarrollar nódulos en sus raíces y fijar nitrógeno en simbiosis con rizobios compatibles, que es utilizado por la planta huésped o por cultivos asociados, siendo la tasa de fijación de nitrógeno de 1 a 2 kg por hectárea por día. Crece en suelos sueltos y bien drenados, con pH 4.5 – 7.5 y en alturas entre 2200 y 3300 msnm (Espinoza *et al.*, 2018). Posee una proteína cruda de 18 a 22% y FDN de 32 a 45% (SaenzFety, 2020).

### **Simbiosis entre la raíz de la planta y las bacterias**

Las raíces de la planta se comunican con las bacterias produciendo nodulación de las raíces, en las cuales la bacteria se multiplica, iniciando una transformación biológica del nitrógeno inerte del aire (N<sub>2</sub>) a amoníaco y aminoácidos dentro de los nódulos. Este proceso requiere de energía que obtiene de la planta. De esta manera, los factores que obstaculizan la fotosíntesis en las plantas, como el estrés hídrico y la carencia de otros nutrientes aparte del nitrógeno, reducirán la fijación biológica de nitrógeno. Por lo tanto, los factores que obstaculizan la fotosíntesis en plantas, como el estrés hídrico y la falta de otros nutrientes, también reducirá la fijación biológica de nitrógeno (Fertilcrop, 2017).

### **Densidad de siembra**

Las dosis de semillas usadas son de 80 a 100 kg por cada hectárea en el caso de la avena y entre 16 y 20 kg de Vicia por Ha y los rangos de producción varían entre 7 a 12 toneladas de materia seca por hectárea (Contexto ganadero, 2016).

### **Factores que limitan la implementación de prácticas de recuperación**

Según Rincón *et al* (2018), son múltiples los beneficios que proporcionan estas estrategias de restauración, aunque existen muchos limitantes que restringen su uso, principalmente por tres factores:

1. Los productores se limitan por este tipo de estrategias principalmente por su complejidad, primero por el costo de producción (semillas, mano de obra, etc.) ya que no llegan a compensar los costos de su implementación, además de ser tecnologías que conllevan periodos de tiempo relativamente largos para ver los resultados y segundo por el poco interés de los productores tradicionalistas por optar nuevas tecnologías.

2. En muchos casos en donde se han adoptado el uso de estas tecnologías no se ha logrado resultados esperados que satisfaga las expectativas de los productores, debido a problemas de plagas y enfermedades y cambios constantes del clima.
3. Existe una baja participación en el área de investigación, no se lleva un seguimiento en campo, debido a una falta de comunicación entre investigadores y agentes promotores de tecnología en el sector privado lo que ha resultado en la ausencia de sistemas de producción y distribución de semillas.

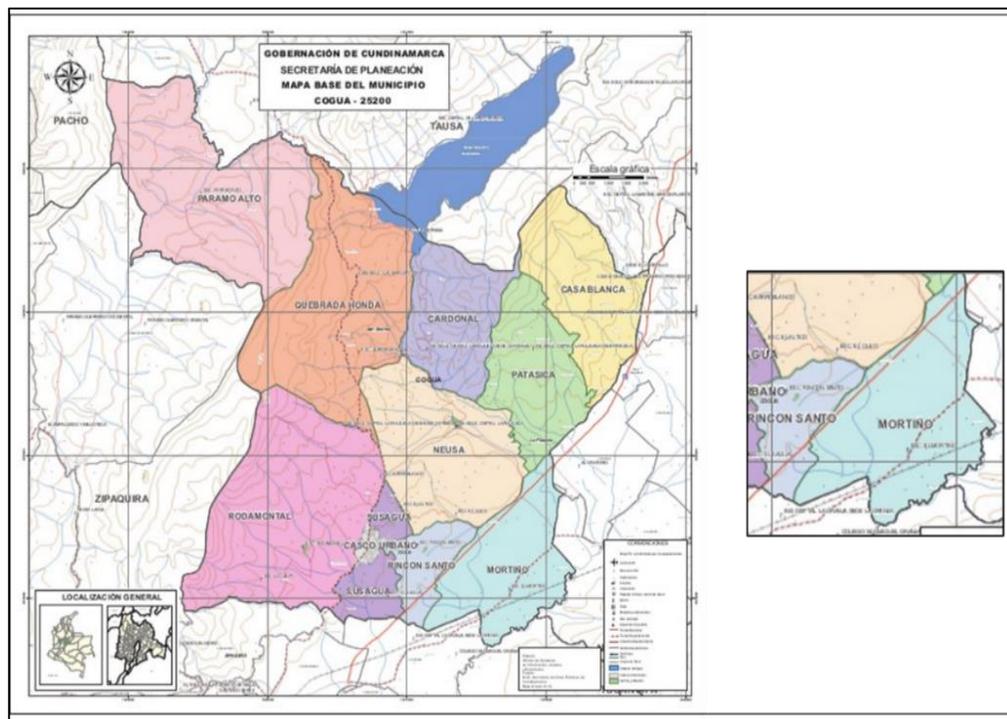
## Diseño metodológico

### Ubicación

El proyecto se realizó en el Municipio de Cogua, Cundinamarca, a través de la Gerencia de Desarrollo Económico y Ambiental, en cuatro (4) fincas en las veredas El Mortiño y Rincón Santo (Figura 1): Finca 1 (F1) (N 5.049468, - W 73.938667), Finca 2 (F2) (N5.044672 -W 73.967479), Finca 3 (F3) (N 5.049647 – W 73.936756) y Finca 4 (F4) (N 5.058225 – W 73.928196) a 2630 m.s.n.m, con temperaturas promedio mínima de 5°C y máxima de 18°C y con una precipitación media anual de 1216 mm (Alcaldía de Cogua, 2018). Este proyecto se llevó a cabo a partir de la pasantía realizada en la Gerencia de Desarrollo Económico y Ambiental del municipio de Cogua, Cundinamarca, contando con el apoyo del Gerente Juan Miguel Atuesta Guzmán y su equipo de trabajo.

### Figura 1.

Mapa base del Municipio de Cogua.



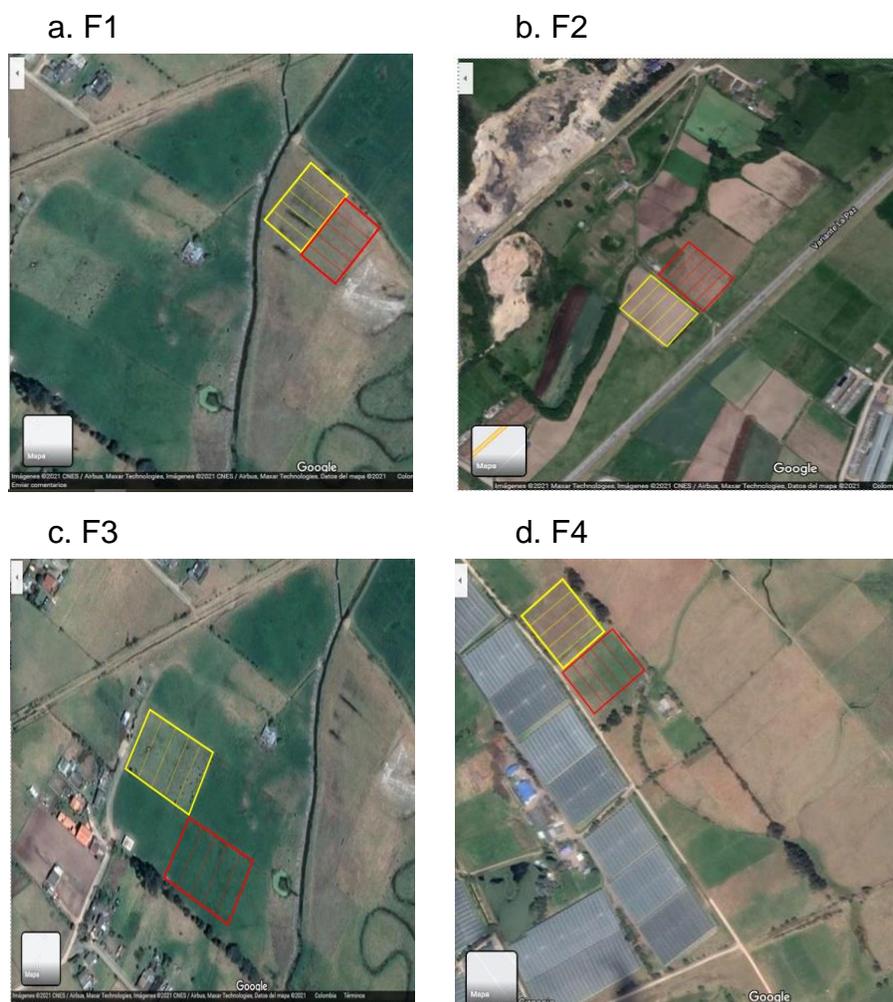
Nota. El mapa muestra la ubicación geográfica de las veredas donde se llevó a cabo el ensayo. Fuente: Adaptado del Plan de desarrollo de la Alcaldía de Cogua (2018).

## Áreas de intervención

Se implementaron dos alternativas para mejorar la producción de forraje e incrementar el contenido de materia orgánica en suelos degradados: método de intersembra (M1), en las fincas F1, F2 y F3 y el método de abonos verdes (M2), en la finca F4, como único predio. En cada finca se tomó un área donde se aplicaría el método y contiguo a esta, otra área de igual dimensión donde no se realizó ninguna práctica. El área de estudio para cada tratamiento fue de una (1) hectárea. Dentro de cada hectárea se establecieron cinco (5) parcelas de 20 x 100 m cada una (Figura 2), que representaron las repeticiones. Estas fincas se seleccionaron debido a que presentaban problemas de degradación asociadas a acciones antrópicas, las condiciones edafo-climáticas fueron diferentes para cada una de las fincas.

**Figura 2.**

*Representación Gráfica De Áreas De Intervención De Las Fincas.*



Nota. El gráfico muestra el área delimitada para cada uno de los tratamientos implementados, cada cuadrante equivale a 1 ha, siendo a, b y c las fincas con tratamiento de intersembra (M1) y d tratamiento de abonos verdes (M2). Las líneas rojas representan el tratamiento control y las amarillas representan los tratamientos, respectivamente.

Fuente: adaptado de Google Maps (2021).

### **Registro de precipitaciones**

Se registraron los datos de precipitación diariamente (pluviómetro) desde el día 0 (antes de la siembra) hasta completar el tiempo de cosecha en cada uno de los métodos, 75 días para intersembra y 114 días para abonos verdes.

### **Análisis de suelo**

Antes de la siembra en cada predio, se tomaron muestras para el análisis de suelo, con el acompañamiento de funcionarios de la Corporación Autónoma Regional CAR, bajo metodologías ya establecidas por la institución (CAR, 2018), estas muestras se analizaron en el laboratorio de Innovación Ambiental de la CAR, en Mosquera, Cundinamarca (Anexo 1).

### **Siembra**

Para los dos tratamientos se usaron semillas de avena forrajera y vicia en asociación, semillas que fueron entregadas por parte de la alcaldía municipal. La preparación del suelo se realizó con renovador de praderas para el método de intersembra y para el método de abonos verdes se utilizó retobo de cuchilla curva (Anexo 2). La siembra en ambos casos se realizó al voleo en relación de porcentaje de semillas: gramíneas 60% y leguminosa 40%, con una densidad de siembra de 90 kg/ha para la avena (*A. sativa*: Cayuse) y 20 kg/ha (*V. atropurpúrea*) (Anexo 3). Estas especies se escogieron ya que son una de las asociaciones más utilizadas por su mayor producción de biomasa y resistencia a diferentes condiciones climáticas. La proporción de semillas de leguminosa, para obtener resultados positivos de las asociaciones debe estar entre 30 a 40 % de dicha especie en relación con la gramínea, para este estudio se utilizó 40% de leguminosa, sin embargo Hernández *et al.* (2005) indica que valores superiores o inferiores a estos porcentajes 30-40 daría una reducción de la producción de forraje.

### **Enmiendas y abonamiento**

Se incorporó al suelo al voleo 90, 100, 80, 100 kg de cal dolomita para F1, F2, F3 y F4, respectivamente, para la corrección de pH de acuerdo al análisis de suelos, y 20 bultos de abono orgánico (gallinaza) antes de la siembra, en cada una de las fincas.

### **Ciclo vegetativo o días de rebrote**

Para M1 se manejó un ciclo vegetativo hasta los 75 días, realizando un corte a 10 cm del suelo para posteriormente ser suministrada al ganado (Anexo 4). En el caso de M2 el proceso llegó hasta el día 114 (Anexo 5), donde se cortó el material vegetal y se incorporó al suelo para iniciar una etapa de mineralización, con el fin de generar mayor contenido de materia orgánica al suelo y mejorar sus condiciones productivas. El tiempo de cosecha para los tratamientos M1 y M2 fue estipulado de acuerdo al requerimiento de los productores.

### **Estimación de la producción de biomasa (kg MS/ha).**

Para esta estimación primero se determinó la producción de forraje verde (FV) lo cual se realizó a partir de aforos con un cuadrado con tubos de PVC con dimensiones de 1m x 1m, en las zonas de estudio, tomando diez (10) aforos por cada tratamiento (Anexo 6), es decir, dos lanzamientos por cada una de las cinco franjas en cada finca. Para las fincas que representan el tratamiento M1 se realizó el día 0 (antes de la siembra) y en los días 15, 30, 50 y 75 de rebrote. De esta manera, para cada finca se realizaron 50 aforos para el tratamiento control y 50 para el tratamiento de intersembrado, para un total de trescientas (300) muestras para los tres predios. Para el tratamiento de abonos verdes se tomaron pesos en fresco para el día 0 (antes de la siembra) y para los 15, 30, 50, 75, 90 y 114 días de rebrote, para un total de ciento cuarenta (140) aforos muestras, 70 para el tratamiento control y 70 para el tratamiento de abonos verdes.

Para cada una de las muestras tomadas se determinó el contenido de materia seca, lo cual se realizó usando el método del horno microondas, se usó un microondas de cocina, con una potencia de 1200 +/- 50 W y una frecuencia de Microondas de 2450 MHz y con una capacidad de 19 litros y cinco niveles de potencia. Las muestras fueron cortadas y colocadas en cajas de icopor, se tomó el peso inicial (fresco) y se introdujeron en el microondas, junto con un vaso con aproximadamente 150 ml de agua, para evitar la incineración de la muestra (Dussan *et al.*, 2012) y se registró su peso. Esto se repitió por 3

a 4 veces hasta que el peso de la muestra se estabilizó. Posteriormente se determinó el porcentaje de materia seca con la siguiente formula:

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Húmedo}} \times 100$$

Así mismo para determinar la cantidad de kg MS/ ha se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Kg Ms/ha} = (\% \text{MS}/100) * \text{kg Fv/m}^2 * 10000 \text{ m}^2$$

### **Determinación de capacidad de carga para el método de intersiembra**

Para estimar la capacidad de carga por hectárea se tuvo en cuenta los días de rotación de las praderas, porcentaje de pérdidas por pisoteo y porcentaje de consumo de materia seca por animal, de la siguiente manera:

Periodo de rotación (PR): teniendo en cuenta el día cincuenta (50) de rebrote.

Porcentaje de perdidas: 20% por pisoteo

Consumo de materia seca (CMS): 2-3% del peso vivo por animal.

Unidad animal (UA) = 450 kg de peso vivo

$$\text{CMS} = 450 * 3\% = 13,5 \text{ Kg MS/día}$$

$$\text{Capacidad de carga (UA/ha)} = \frac{\text{producción de biomasa (kg MS/ha)} - \% \text{pérdidas por pisoteo}}{\text{CMS} * \text{PR}}$$

### **Estimación de costos de producción**

Se estimó los costos a partir de los insumos utilizados para la implementación de cada método, como semillas, abonos y alquiler de maquinaria, mano de obra directa, valor del arriendo de cada predio y a partir de la cantidad de biomasa que se produjo en cada predio, de esta manera se calculó el valor por kilogramo de biomasa disponible por hectárea y determinar el beneficio de la aplicación de cada uno de los métodos.

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar para el método de interseembra (M1), donde los bloques están representados por las fincas, cuyo efecto de interacción entre factor día, finca y tratamiento se evaluó con el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + f_i + t_j + d_k + (tf)_{ij} + (td)_{ik} + (df)_{jk} + E_{ijkl}$$

$\mu$ = media general

$f_i$ =efecto finca

$t_j$ = efecto Tratamiento

$d_k$  = efecto días

$(tf)_{ij}$ = interacción tratamiento -finca

$(td)_{ik}$  = interacción tratamiento días

$(df)_{jk}$  = interacción finca-días

$E_{ijkl}$ = error ijkl

Para el método de abonos verdes (M2) se utilizó un diseño completamente al azar en parcelas divididas, aplicando el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_i + D(T)_{ij} + (TD)_{ij} + E_{ij}$$

$\mu$ =media general

$T_i$ =efecto tratamiento

$E_i$ =error efecto tratamiento

$D(T)_{ij}$ = efecto factor días sobre el tratamiento

$(TD)_{ij}$ = interacción tratamiento-días

$E_{ij}$ =error interacción

### **Análisis estadístico**

La producción de biomasa para los métodos M1 y M2 se comparó a partir de la aplicación de un análisis de varianza, ANOVA (Anexo 8 y 13, respectivamente). Se realizaron comparaciones de medias a partir de la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 0,05, entre tratamiento, interacción días, interacción tratamiento-finca, interacción tratamiento-día; para M2 entre tratamientos, interacción entre días e interacción tratamiento-día. Adicionalmente, se analizó el efecto de la finca y el tratamiento a los 50

días de rebrote a partir de un análisis de varianza con estos factores como fuente de variación. El análisis de los datos se realizó a través del programa Infostat.

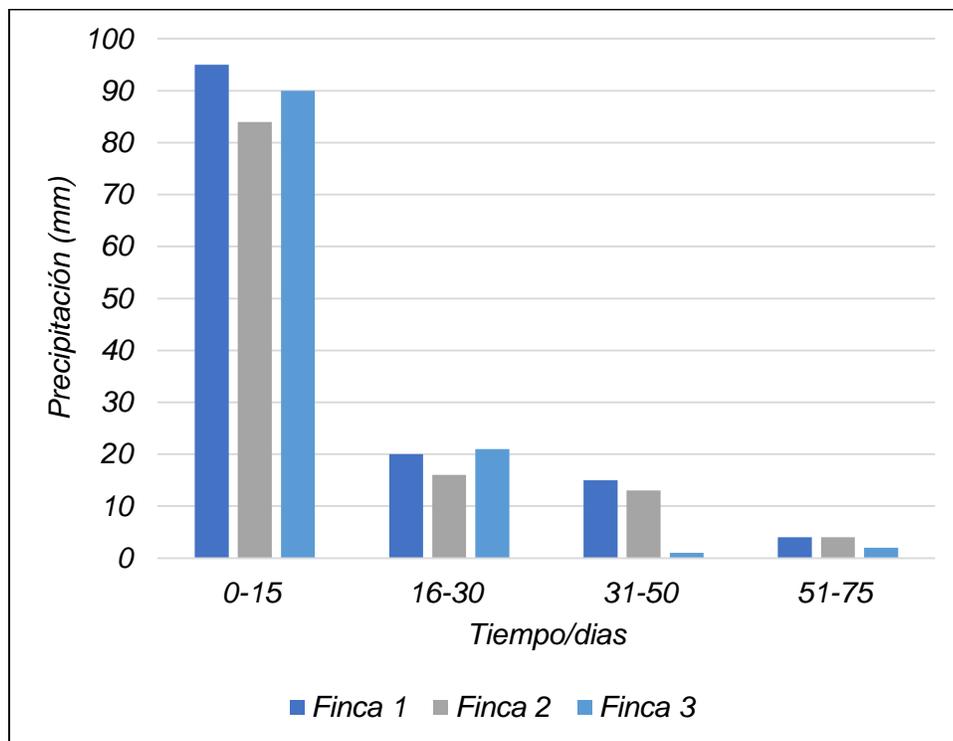
## Resultados

### Precipitaciones

En la Figura 3 se reflejan los datos de la precipitación total registrada quincenalmente a lo largo del periodo de rebrote para las fincas F1, F2 y F3, determinando que para los días cero (0) al día quince (15) se presentaron las precipitaciones más altas, de 95, 84 y 90 mm para F1, F2 y F3 respectivamente, con respecto a los días posteriores de rebrote para las tres fincas, mientras que en el último periodo de rebrote se presentaron precipitaciones muy bajas, teniendo para todo el ciclo de rebrote una precipitación promedio acumulada de 365 mm.

### Figura 3.

Precipitación acumulada quincenalmente en las tres fincas con implementación de M1 durante todo el ciclo de rebrote.

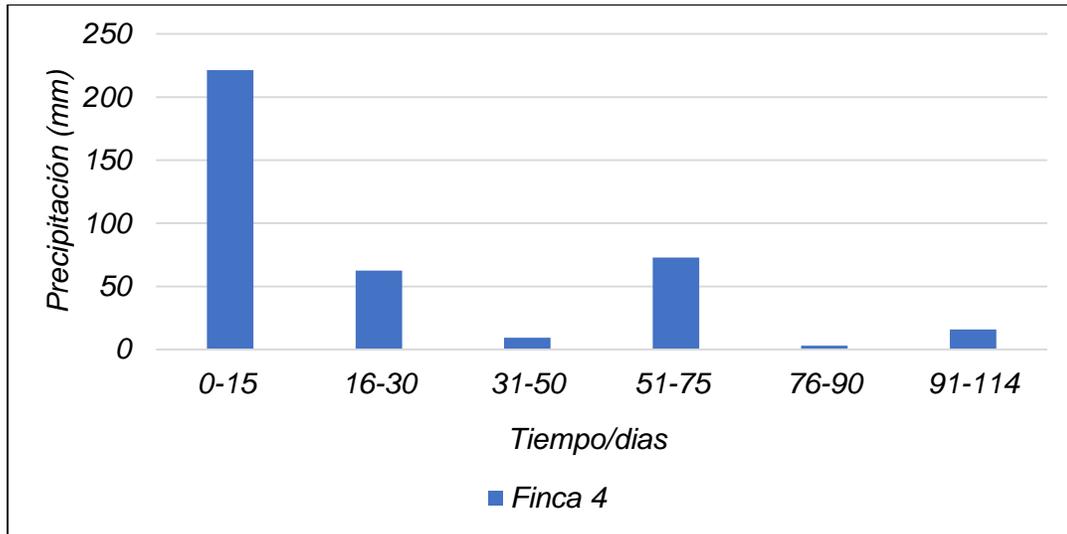


Nota. Elaboración propia (2021).

Para la Finca F4 se registró un valor alto de precipitación acumulada para los primeros quince días de 221,4 mm, con precipitaciones mínimas de 3 mm/día, obteniendo una precipitación acumulada para todo el ciclo de rebrote de 385,3 mm.

**Figura 4.**

Precipitación acumulada quincenalmente en la finca F4 con implementación de M2 durante todo el ciclo de rebrote.



Nota. Elaboración propia (2021).

### **Resultados de análisis de suelo**

De acuerdo al análisis de suelo, para las cuatro fincas (F1, F2, F3 y F4) se tiene suelos con textura arcillo-limoso, arcilloso, franco-arcilloso y franco-arcilloso, respectivamente, con un contenido de materia orgánica medio, que fluctúa de 2,01 a 2,35% y un pH de 5,5 a 6,0 clasificándose como medianamente ácido. Respecto a nutrientes como el fósforo para la finca 1, 3 y 4 los valores son altos y bajo para la finca 2; el contenido de calcio es bajo para la finca 2 y medio para las demás fincas; el contenido de potasio resultó ser alto para las 4 fincas; el contenido de magnesio fue bajo para las fincas 1,2 y 3 y con relación al sodio se obtuvieron valores medios para las fincas 3 y 4, bajo para la finca 2 y alto para la finca 1 (Anexo 7).

### **Método de intersiembra**

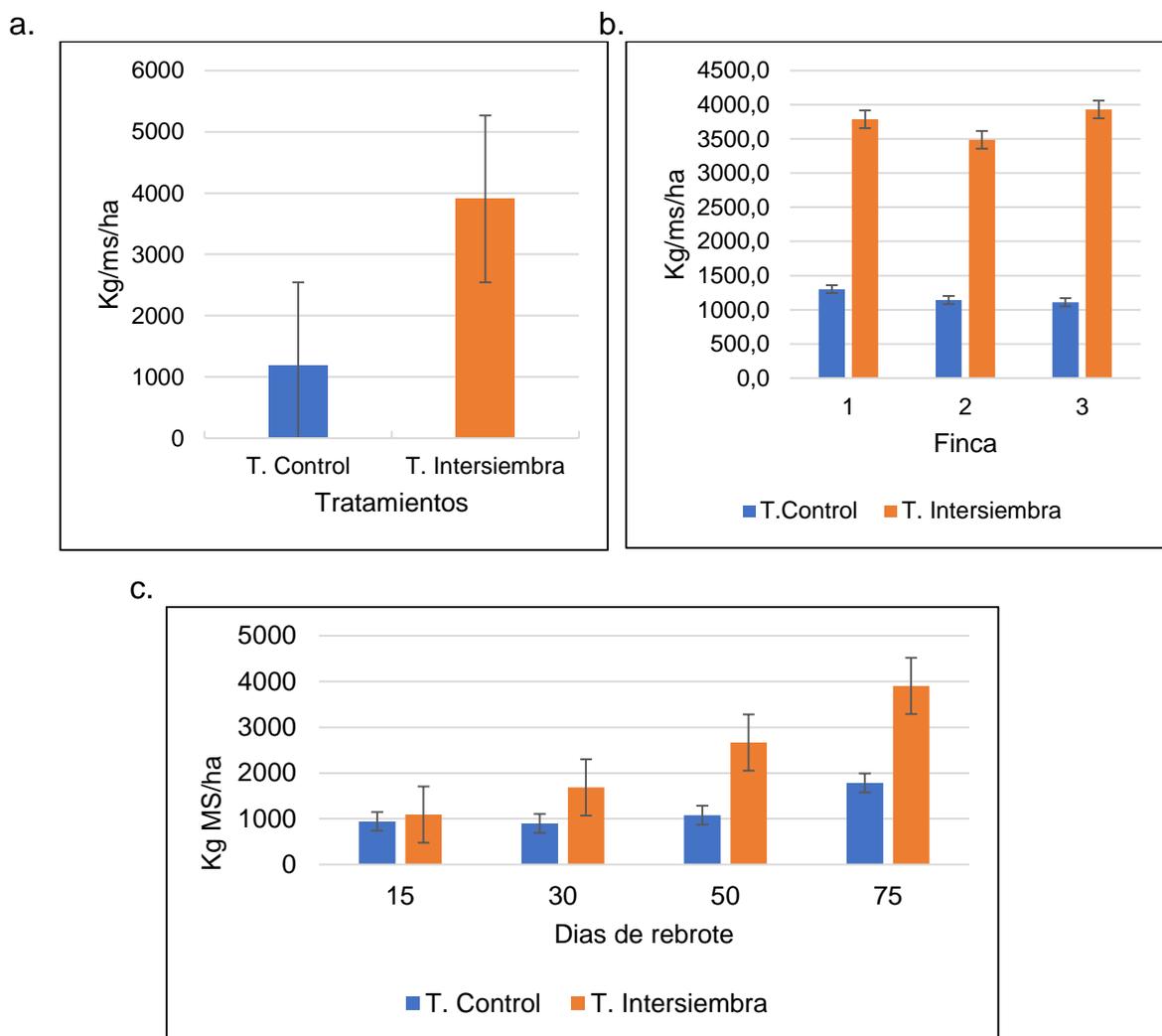
#### ***Producción de biomasa***

De acuerdo con el análisis de varianza se determinó que existe un efecto altamente significativo ( $p < 0,0001$ ), según el tratamiento aplicado a cada uno de los predios (Anexo 8), con una producción promedio de biomasa para el tratamiento de intersiembra de 30905 kg

MS/ha y para el tratamiento control un promedio de 1183 kg MS/ha, indicando que un incremento de producción 3,3 veces más para el día 75, en comparación al tratamiento control (Figura 5a). En cuanto al factor finca (Anexo 9), hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0,0001$ ), siendo mayor la producción de biomasa para las fincas F1 y F3 en comparación con la finca F2 (Figura 5b) obteniendo en promedio 3787 y 3930 kg MS/ha respectivamente, teniendo un incremento de producción de 2,8 y 2,5 veces más para la finca F1 y F3 con respecto a F2. Para el factor día (Anexo 10), como era de esperarse a medida que pasa el tiempo de rebrote se incrementa la producción de biomasa (Figura 5c).

**Figura 5.**

Resultados de análisis de las fuentes de variación (tratamiento, finca, días de rebrote).

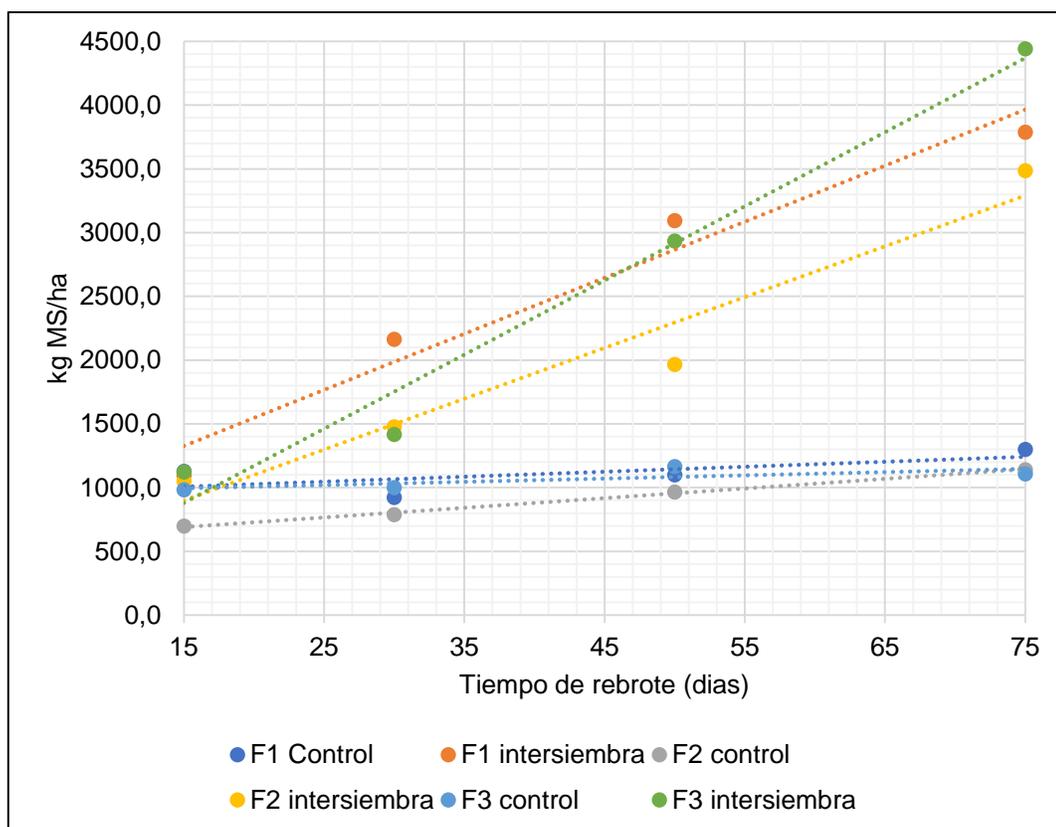


Nota. a). Entre tratamientos. b). Interacción tratamiento x finca y c). Interacción entre días de rebrote x tratamiento. Fuente: Elaboración propia (2021).

En síntesis, la implementación de la intersembra incrementó la producción de biomasa en todos los predios donde se realizó, sin embargo, la respuesta depende del día en que se haga la medición y las condiciones físicas-químicas del suelo de cada predio (Figura 6), a pesar de que las precipitaciones presentaron un comportamiento similar.

**Figura 6.**

Dinámica de la producción de biomasa con y sin intersembra en los tres predios (Kg MS/ha) de Cogua, Cundinamarca.



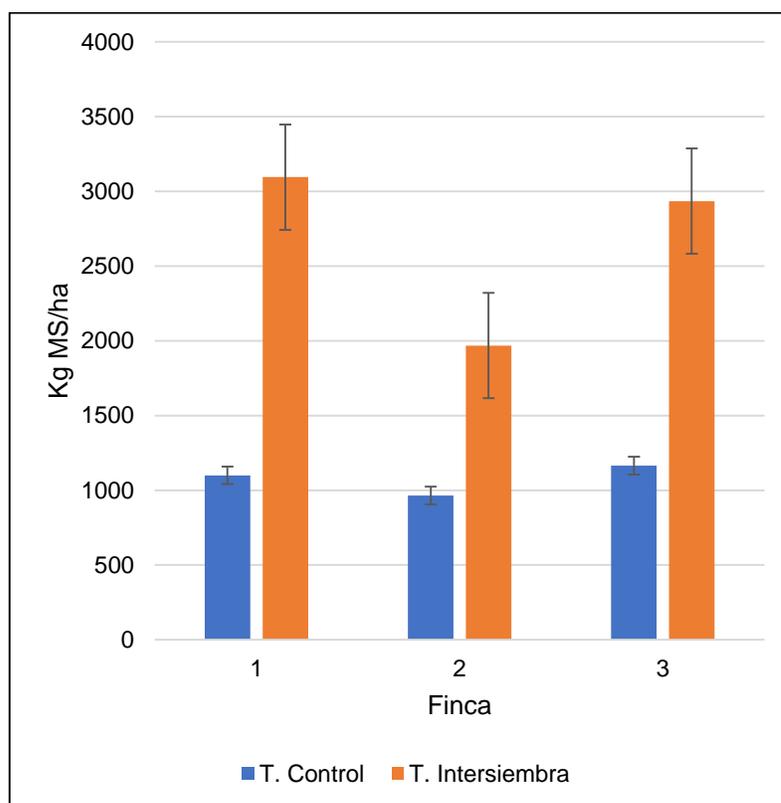
Nota. Producción de biomasa en diferentes edades de rebrote de acuerdo al tratamiento establecido. Fuente: Elaboración propia.

Para el día 50 de rebrote se obtuvo efecto altamente significativo ( $p > 0,0001$ ) del tratamiento de intersembra para los tres predios, sin embargo, la magnitud del incremento dependió del predio, encontrando que las fincas F1 y F3 presentaron una mayor producción ( $p > 0,05$ ) con un promedio de 3095 y 2934 kg MS/ha respectivamente,

observando un incremento de producción de 1,8 y 1,5 veces más comparada con F2, respectivamente (Figura 7).

### Figura 7.

Producción de biomasa (Kg MS/ha) al día 50 de rebrote en tres predios con y sin intersembra.



Nota. Elaboración propia (2021).

## Abonos verdes

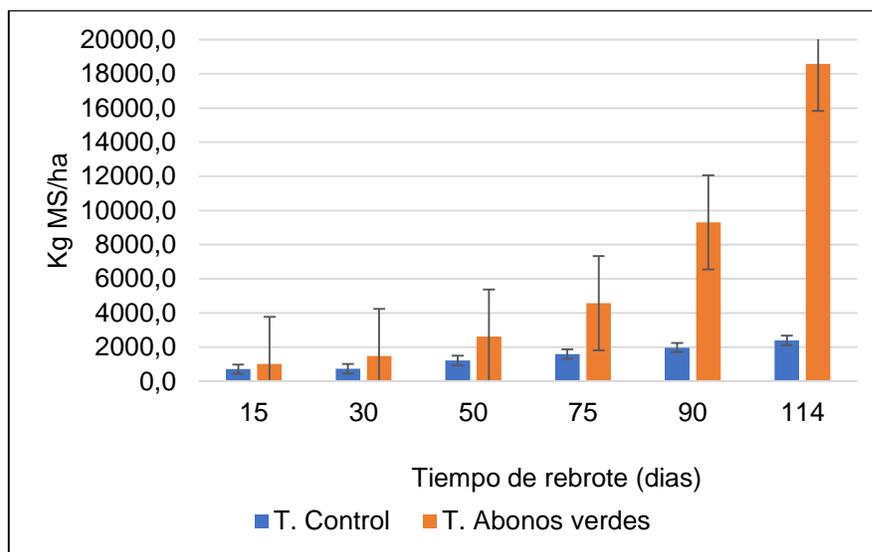
### Crecimiento de forraje

Para la metodología de abonos verdes se alcanzó a realizar la siembra de los forrajes, quedando pendiente el corte del material, la incorporación al suelo y la medición del crecimiento del forraje resultante de la implementación.

Con el crecimiento de forraje verde por días de rebrote se encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0,0001$ ) para el tratamiento de abonos verdes (Anexo 11), con una producción promedio de 18584 kg MS/ha, evidenciando un incremento de producción de forraje 8,5 veces más al día 114, con respecto al tratamiento control (Figura 8).

**Figura 8.**

*Crecimiento de forraje verde según el tiempo de rebrote (días).*



Nota. Crecimiento de forraje verde en diferentes días de rebrote para ser utilizado como abono verde. Fuente: Elaboración propia (2021).

### **Costos de producción para M1 y M2.**

Para el método de interseembra para los predios F1 y F3 se obtuvieron los costos más bajos de producción por kilogramo, en comparación a los costos generados en F2 para el día 75 de rebrote. En el caso de F4 disminuyen estos costos a partir del día 114 de rebrote, debido a efectos de mayor producción de biomasa por hectárea. Teniendo en cuenta que estos costos varían de acuerdo a las condiciones del predio.

**Tabla 1**

Costos De Producción para M1 Y M2.

Ítem	Interseembra			Abonos verdes
	F1	F2	F3	F4
<b>Costo (miles)</b>	\$ 2.076,00	\$ 1.760,10	\$ 1.814,10	\$ 2.702,10
<b>Producción (kg MS/ha)</b>	3787	3486	3930	18584
<b>Precio/kg ms(\$)</b>	\$ 499,19	\$ 504,90	\$ 408,49	\$ 146,63

Nota. En la tabla se estima los valores de producción por kg MS/ha de biomasa producida para cada uno de los métodos de interseembra y de abonos verdes para el día final de rebrote para cada uno (75 y 114 respectivamente). Fuente. Elaboración propia (2021).

### Capacidad de carga para el tratamiento de interseembra

Se estimó la unidad animal UA o unidad gran ganado UGG a partir de la producción de biomasa neta al día 50 y del consumo de materia seca por animal, determinando que con el método de interseembra se puede tener mayor UA/ha, pues habría más rotación de praderas por año y se ofrecería un forraje a una edad ideal, traducido en calidad, de esta manera la capacidad de carga es de 1,6 a 2,5 UA/ha para F1, F2 y F3, en comparación con el tratamiento control que no supera 1 UA/ha.

**Tabla 2.**

Capacidad de carga (UA/ha) para los predios F1, F2 y F3 con 50 días de rebrote.

Finca	Tratamiento					
	Control			Interseembra		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Producción de biomasa (Kg MS/ha)	1099,7	965,1	1165,3	3095,04	1968,05	2934,92
UA/ha	0,8	0,7	0,9	2,5	1,6	2,3

Nota: Elaboración propia (2021).

### Discusión

De manera general se puede decir que la aplicación del tratamiento (interseembra) mejora significativamente la producción de forraje, sin embargo, esta mejora depende del predio (calidad y características del suelo) y de los días de rebrote (a más días, mayor biomasa producida), evidenciando resultados positivos para las fincas F1 y F3, con mayor producción de biomasa. Para la finca F2 se obtuvieron resultados un poco más bajos debido posiblemente a los niveles de compactación y degradación del terreno, ya que antes de ser destinado para ganadería se intervino con siembras constantes de ajo, provocando su deterioro.

En cuanto al desarrollo de las plantas se evidenció un progreso más rápido de la *A. sativa* en comparación con la *V. atropurpurea* en las cuatro fincas, que según resultados de Alemu *et al* (2007), a 2240 m.s.n.m, evidenció que la avena siempre fue agresiva sobre la

vicia, y que va aumentando conforme avanzan los días de rebrote de la cosecha, pudiendo ser al crecimiento más rápido de la avena, lo que le permite tener una mejor utilización del espacio, mejor absorción de nutrientes y de energía lumínica.

Para el rendimiento de producción de forraje para ambos tratamientos influyeron parámetros como el suelo y la precipitación, factores importantes para el desarrollo de las pasturas. En cuanto a condiciones de precipitación, con niveles mayores a 500 mm desde la siembra hasta la cosecha (165 días), se obtienen hasta 19,9 tn/ha biomasa; con precipitaciones menores a 500 mm se obtiene en promedio 6,9 tn/ha de biomasa según estudios de Agrosavia (2018), obteniendo para este estudio una precipitación acumulada durante todo el ciclo de rebrote manejado de 365 y 385,3 mm para M1 y M2, respectivamente, valores medios para el desarrollo de las pasturas, sin embargo, la mayor cantidad de lluvia se dio durante el inicio de la siembra, lo que favoreció en gran medida el desarrollo de la avena principalmente.

En cuanto al factor suelo, de acuerdo con los resultados de los análisis de suelo, se observa que el pH es moderadamente ácido, factor que pudo influir en el poco desarrollo de la *V. atropurpurea*, aún con la aplicación de cal, ya que, al encontrarse sobre este rango de acidez, generalmente lo ocurre es que se encuentran altos contenidos de hierro y aluminio en forma soluble, volviéndose tóxicos para las raíces e inhiben el crecimiento de las plantas para este tipo de especie, según estudios de Mamani y Cotacallapa, (2018).

De acuerdo al promedio de crecimiento de biomasa por hectárea para el tratamiento de abonos verdes en este ensayo, los valores fueron superiores a los reportados en el estudio realizado por Viteri *et al.* (2008), en tres fincas en el departamento de Boyacá, donde determinaron la producción de forraje verde de 4 especies forrajeras y en asociación, donde se obtuvo en promedio 10600 kg/ha para la mejor finca con asociación de avena forrajera y vicia sativa, para el día 105 de rebrote, sin embargo, para el presente estudio contrario al estudio de Viteri, se obtuvo una buena producción de forraje con la especie de avena forrajera al día 114 del ciclo de rebrote, por lo que puede llegar a funcionar una asociación de especies pero de acuerdo a las condiciones edafo-climáticas de cada finca.

Kassahun y Wasihun (2015), encontraron que en Addis Ababalos, Etiopía, a una altura de 2100 msnm, con una temperatura entre 12°C a 28°C, en cuatro especies de vicia, el rendimiento de biomasa para *V. atropurpurea* fue de 3112 kg/ha para materia seca, en el 50% del periodo de floración que, en asociación con *A. sativa*, como expone Rayns y Rosenfeld, 2010, se puede incrementar el crecimiento de biomasa a corto plazo, como

también se pudo reflejar en este ensayo con los días de rebrote manejados, alcanzando buena producción de forraje, aun con el desarrollo de una sola especie.

Según el estudio de Espinoza *et al.* (2018), a mayor número de días de la siembra a la cosecha, mayor rendimiento de materia seca, como se refleja en este ensayo. Con una proporción de 61:33 de avena y vicia respectivamente estos autores obtuvieron hasta 1,87 t MS/ha para el día 120 y 4,42 t MS/ha para el día 150 de rebrote, valores similares a los obtenidos para el tratamiento de abonos verdes.

## **Conclusiones**

De acuerdo al ensayo se determinó que el tratamiento de intersembra tuvo efectos positivos significativos en cuanto a la producción de biomasa por ha hasta de 6,9 veces y por otro lado, el tratamiento de abonos verdes también logró resultados altamente significativos en lo que concierne al crecimiento del forraje verde con un incremento de producción al día 114 de hasta 8,5 veces.

Se evidenció el aumento de la capacidad de carga a partir del método de intersembra a partir del aumento de la biomasa para F1, F2 y F3 hasta de 2,5 UA/ha, lo cual se reflejaría en el retorno económico por unidad de superficie.

En relación a los costos de producción y al precio por kilogramo de forraje, se puede concluir que los costos de implementación de estas alternativas de mejoramiento de suelos y forrajes no altos, y se puede ver reflejado en el tiempo con más producción de forraje y menos gastos en suplementos alimenticios, teniendo en cuenta que el precio por kilogramo de concentrado se encuentra alrededor de \$1800, por lo tanto, es una buena inversión y se puede lograr una buena optimización del aprovechamiento de las pasturas de cada finca si se aplica este tipo de alternativas de forma constante en el tiempo.

## **Recomendaciones**

Se recomienda la inclusión de más fincas para la aplicación del tratamiento de abonos verdes, de esta manera se podrían contrastar de una forma más uniforme los datos.

Igualmente es importante hacer un seguimiento de los abonos verdes después de su incorporación al suelo, ya que por el tiempo de la práctica no se pudo continuar con el proceso, sabiendo que los resultados se reflejan alrededor de los dos años después de su implementación.

Se recomienda para próximos estudios realizar un análisis de calidad nutricional de los forrajes antes y después de la siembra.

En las fincas intervenidas los productores no llevan un control en cuanto al manejo de praderas como periodos de ocupación y rotación, además de la nula fertilización, dado esto, se encontraron suelos con mayores niveles de degradación y compactación, en consecuencia bajos niveles de producción de forraje, por esto es importante que los productores lleven registros e implementen alternativas de manejo de renovación y mejora de las praderas para que puedan garantizar una mayor oferta de biomasa y mejor calidad nutricional.

## Bibliografía

- Alcaldía de Cogua. (2018). Agenda ambiental municipal, Cogua
- Altamirano M., Gómez C., Echevarría M., Osorio C., Chipana O. y Ruíz W. (2019). Rendimiento y valor nutricional de avena asociada con vicia en condiciones altoandinas de Junín, Perú.
- Alemu B., Melaku S. y Prasad Nk (2007). Efectos de diferentes proporciones de semillas y etapas de cosecha sobre la compatibilidad biológica y el rendimiento de forraje de mezclas de avena (*Avena sativa* L. ) y arveja (*Vicia sp.*).
- Argel P. (2006). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito.
- Bertolotto M. y Marzetti M. (2017). Cultivos de cobertura, bases para su sistema de producción.
- Blanco H., Shaver T., Lindquist J., Shapiro C., Elmore C., Francis C. y Hergert G. (2015). Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils.
- Castro E., Mojica J., Carulla J. y Lazcano C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico.
- Choulet A. (2007). Máquina agrícola apta para interseembra de cultivo.
- Contexto ganadero (2016). Los beneficios de mezclar avena y Vicia para su ganado.
- Corporación Autónoma Regional-Car- (2018). Metodología para la toma de muestras en la evaluación de la degradación de suelos “in situ” y diagnóstico rápido.
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria – AGROSAVIA- (2004). (HPLC) en vacas Holstein alimentadas con pasto Kikuyo.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA-(2018). Avena forrajera altoandina:nueva variedad de avena forrajera para el trópico alto colombiano.

- Da Costa-Mello S., Nimi-Kassoma J., Quesada G., Dantas A., Augusto M. y Dos Santos C. (2018). Abonos verdes en el rendimiento del perejil y la fertilidad del suelo en Piracicaba, Brasil.
- Díaz W. (2020). Cambios en las propiedades físicas, químicas, biológicas y captura de carbono del suelo en la recuperación de pasturas degradadas de braquiaria (*Brachiaria decumbens*), en Pucallpa, Perú.
- Dussan, S., García C. y Gutierrez N. (2012). Uso de horno microondas en la determinación de contenido de humedad: yuca, ñame y plátano. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial (BSAA). Vol. 10 Núm. 1 (2012): Enero a Junio.
- Espinoza F., Nuñez W., Ortiz I. y Choque D (2018). Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia sativa*) en condiciones de secano y gran altitud.
- Federación nacional de ganaderos, FEDEGAN (2014). Plan sucre.
- Federación nacional de ganaderos, FEDEGAN (2015). La importancia de la relación suelo-planta-animal en la ganadería.
- Ferrari O. (2014). Rejuvenecimiento de pasturas. La Nación, Supl.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf)
- Fertilcrop (2017). Examen de la actividad de los nódulos en raíces de leguminosas.  
<https://orgprints.org/id/eprint/32468/1/pommeresche-hansen-2017-root-nodules-spanish.pdf>
- Fino W. (2020). Presupuesto parcial: uso de la metodología del presupuesto parcial en producción animal, como base para toma de decisiones técnicas-financieras.
- García D. y Ortegón N. (2015). Producción de biomasa y calidad nutricional de la asociación pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Sauco (*Sambucus nigra*) en el trópico alto.
- García J., Murillo B., Nieto A., Fortis M., Márquez C., Castellanos E., Quiñonez J. y Ávila N. (2010). Avances en investigación y perspectivas del aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura.

- Gargoloff N. y Sarandón S. (2016). Conocimiento ambiental local y manejo de la biodiversidad. Su importancia para la sustentabilidad de fincas hortícolas de La Plata, Argentina.
- Google maps (2021). [Finca Agua Clara-Vereda El Mortiño, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.0484353,-73.9390528,465m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Google maps (2021). [Finca la Perla, El Mortiño, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.0500728,-73.9373895,467m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Google maps (2021). [Finca Fonseca-Vereda Rincón Santo, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.05843,-73.929281,464m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Google maps (2021). [Finca Horzon-Vereda El Mortiño, Municipio de Cogua, Cundinamarca]. Recuperado el 05 de enero de 2021 de <https://www.google.com/maps/search/morti%C3%B1o/@5.05843,-73.929281,464m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Guanche A. (2012). Información técnica. Los abonos verdes. [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec\\_454\\_abonos\\_verdes.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_454_abonos_verdes.pdf)
- Hernández S., Olivares J., Jiménez R. y Hernández E. Rojas (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. VI, núm. 5, mayo, 2005
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2020). Censo pecuario nacional.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM y Universidad de ciencias aplicadas y ambientales- UDCA- (2015). Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia.
- Kassahun D. y Wasihun H. (2015). Evaluation of Biomass Yield and Nutritional Value of Different Species of Vetch (Vicia). Academic Journal of Nutrition 4 (3): 99-105.

- Laiton A. y Arévalo A. (2007). Estudio del impacto financiero del mejoramiento de praderas mediante la sustitución de especies forrajeras nativas con especies forrajeras mejoradas.
- León C. (2017). Resultados del taller “Identificación, simulación y evaluación de estrategias de alimentación para mitigar las emisiones de metano entérico en ganadería andina”.
- Lemos E. (2020). Intersimbra girasol soja algunas consideraciones para su experimentación Adaptativa.
- Martin G. (2014). Técnicas de refinamiento y recuperación de pastizales.
- Menghini M. (2018). Intersiembra de leguminosa sobre *thinopyrum ponticum* como mejoradora de la biomasa forrajera, valor nutricional y estado orgánico del suelo.
- Namesly A. (2020). Técnica del abono verde: Cómo puede implementarla la horticultura?.
- Olivares M. (2017). Análisis De La Evolución Del Valor Agregado Del Municipio De Cogua.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales.
- Pagliaricci H. y Pereyra T. (2006). Producción y distribución de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) intersebrada con cereales forrajeros de invierno.
- Paredes J y Cotacallapa F. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno.
- Perfect Daily Grind (2019). Diversificar Cultivos: ¿Ayuda Contra Los Precios Bajos Del Café?.
- Prager M., Sanclemente O., Reyes M., Miller J. y Ángel D. (2012). Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos.
- Rayns F. y Rosenfeld A. (2010). Green manures – species selection. Horticulture Development Company.
- Ramos N. (2019). Abonos verdes guía técnica.
- Real statistics. (2021). Prueba de Shapiro Wilk.
- Riaño A. (2008). Evaluación a la producción de praderas renovadas y no renovadas en explotaciones lecheras especializadas de la sabana de Bogotá.

- Rincón E., Mojica J., Carulla J., Lazcano C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico.
- Rivera F. y Roca L. (2017). Efecto de diferentes proporciones de asociación (*Avena sativa* y *Vicia sativa*) en la producción de forraje.
- Roncallo B., Murillo J., Rodríguez G., Bonilla R. y Garrido M. (2016). Producción de forraje y respuesta animal en suelos del valle del Cesar en proceso de recuperación
- Roncedo C. y Pérez H. (2018). Intersiembra de leguminosas forrajeras en pasturas degradadas de *Chloris gayana* Kunt cv. Pioneer.
- Saenzfety (2020). *Vicia Atroporpúrea*. Tomado de [https://saenzfety.com/wp-content/uploads/producto/129/pdf/ft\\_vicia\\_atropurpurea.pdf](https://saenzfety.com/wp-content/uploads/producto/129/pdf/ft_vicia_atropurpurea.pdf)
- Salas R. y Cabalceta G. (2009). Manejo del Sistema Suelo – Pasto: partida para la producción de forrajes
- Sánchez S., Hernández M. y Ruz F (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios.
- Sosa B. y García Y. (2019). Emisión de gases de efecto invernadero en el suelo bajo el uso de abonos verdes.
- Talgre L. (2013). Biomass production of different green manure crops and their effect on the succeeding crops yield
- Vargas J., Sierra A., Mancipe E., y Avellaneda Y. (2018). El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano.
- Viteri S., Martínez J. y Bermúdez A. (2008). Selección de abonos verdes para los suelos de Turmequé (Boyacá).

## Anexos

### Anexo 1. Toma de muestras para análisis de suelo.



### Anexo 2. Preparación de terrenos

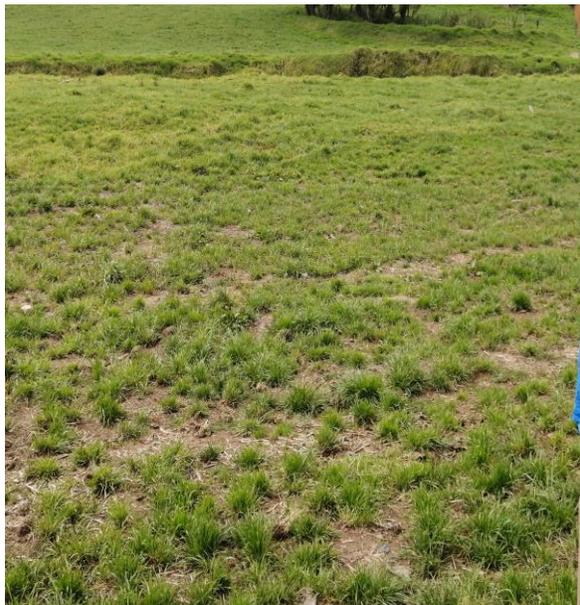


**Anexo 3.** Siembra en asociación *A. sativa* y *V. atropurpurea*.



**Anexo 4. Implementación método de interseembra en F1, F2 y F3.**

*Interseembra Finca 1 día 0 y 75 de rebrote*



*Interseembra Finca 2 día 0 y 75 de rebrote*



*Intersiembra Finca 3 día 0 y 75 de rebrote*



**Anexo 5.** *Abonos verdes Finca 4 día 0 y 114 de rebrote*



**Anexo 6. Toma de aforos**



# Anexo 7. Resultados de análisis de suelo para la finca 1, 2, 3 y 4 antes de la siembra.



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR  
DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL

## REPORTE DE RESULTADOS DE SUELOS

GAM-FR-78 V9 2020-11-03

INFORME N°: 1250

CLIENTE: DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA Teléfono: 5801111 EXT 4310-4300 21 DE OCTUBRE DE 2020  
PROGRAMA: PROGRAMA GENERAL DE MUESTREO PARA SUELOS DEGRADADOS (GAM-PG-Z2) Dirección: C.E. SANTO DOMINGO (AVENIDA TRONCAL DE OCCIDENTE #18-78 MANZANA C RIVERA 15 MOSQUERA Correo Electrónico: [garclam@car.gov.co](mailto:garclam@car.gov.co)  
Municipio de muestreo: COGUA Comisión de muestreo: DCASC- GRUPO PACHO N° de muestras: 3 DE 4  
Fecha Muestreo: 2020-11-24 LDA EMLISE ALFONSO Plan de muestreo No. 1025  
Recepción: 2020-11-26  
Reporte: 2020-12-29

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S):  
Muestra N° 3008-20 PRADERA BASE DE KIKUYO Y RYEGRASS, CON Muestra N° 3009-20 LA MUESTRA SE TOMA EN UNA PRADERA BASE KIKUYO Muestra N° 3010-20 RELLENO CON PENDIENTE MINIMA Y VARIAS ZONAS DE SUELO DESNUDO. NO SE OBSERVAN INSECTOS Y RYEGRASS, ES UN TERRENO ENCHARCADO CON PROBLEMAS DE ALGUNOS PROBLEMAS DE INFILTRACIÓN BUENA A LA TOMA DE LA MUESTRA, TERRENO BIEN DRENADO COMPACTACIÓN, SE OBSERVA LOMBRICES E INSECTOS PRODUCCIÓN DE FORRAJE, SIN CALVAS EN EL TERRENO

El muestreo se realizó con base en el procedimiento de Toma de muestras de suelos GAM-POE-80 de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA	LCT / LCM	LÍMITE NORMALIDAD	MUESTRAS N°						
							3008-20		3009-20		3010-20		
							RESULTADO	INFORME	RESULTADO	INFORME	RESULTADO	INFORME	
1	Toma de Muestra de Suelos*		Gestión Ambiental, Calidad de Suelos, Muestreo, Guía Sobre Técnicas de Muestreo, NTC 4113-2, 1997-07-23.										
2	ANÁLISIS QUÍMICO												
3	pH*	Unidades pH	Determinación de pH, NTC 5254, 2015-10-17	2020-12-09	NA	NA	6,0	+/- 0,1	5,1	+/- 0,1	6,0	+/- 0,1	
4	Conductividad Eléctrica*	dSm	Determinación de la Conductividad Eléctrica, NTC 5596, 2008-03-26.	2020-12-10	LCM	0,02	0,073	+/- 0,0015	0,033	+/- 0,0007	0,059	+/- 0,0012	
5	Humedad*	Porcentaje	Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de Suelos y Rocas en Base a la Masa, NTC 1495:2013-04-17.	2020-12-09	NA	NA	3,00	+/- 0,02	3,40	+/- 0,02	3,10	+/- 0,02	
6	Carbono Orgánico Total*	g/100g (%) suelo	Determinación de Carbono Orgánico NTC 5403, 2013-07-24, Método C: Oxidación Humeda.	2020-12-15	LCM	0,13	2,34	+/- 0,16	2,22	+/- 0,15	2,35	+/- 0,16	
9	Fósforo Disponible*	mg/Kg	Determinación de Fósforo Disponible, NTC 5330, 2020-09-09) Extracción Bray II.	2020-12-11	LCM	7,02	156	+/- 10	2,99	+/- 0,20	14,85	+/- 0,88	
10	Capacidad de Intercambio Catiónico*	cmol (+)/kg suelo seco	Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico, NTC 5265, 2014-01-29.	2020-12-10	LCM	6,61	20,95	+/- 2,51	14,01	+/- 1,68	16,83	+/- 2,02	
11	Bases Cambiables Calcio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,5	6,73		4,15		6,72		
12	Bases Cambiables Magnesio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,3	0,78		0,34		0,63		
13	Bases Cambiables Sodio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,5	2,15		0,53		0,81		
14	Bases Cambiables Potasio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,5	1,47		0,50		0,86		
50	ANÁLISIS FÍSICO												
57	Textura*	Porcentaje Arena	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	15,00	+/- 1,20	4,00	+/- 0,40	23,00	+/- 1,90	
58	Textura*	Porcentaje Arcilla	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	44,00	+/- 3,70	65,00	+/- 5,40	31,00	+/- 2,60	
59	Textura*	Porcentaje Limo	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	41,00	+/- 3,40	31,00	+/- 2,60	46,00	+/- 3,80	
60	Textura*	Clase Textural	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	ARCILLOLIMOSO		ARCILLOSO		FRANCOARCILLOSO		

\* Parámetros Acreditados según Resoluciones IDEAM desde el año 2007. Res. N° 0243 del 10 de Septiembre de 2007. Res. N° 0504 del 18 de Diciembre de 2008. Res. N° 0914 del 10 de Junio de 2009. Res. No. 0323 del 12 Febrero 2010. Res. No. 2327 del 02 de Noviembre de 2010. Res. No. 776 del 08 de Mayo de 2012. Res. No. 3134 del 13 de Diciembre de 2013. Res. No. 1940 del 20 de Agosto de 2014. Res. No. 0665 del 15 de Marzo de 2016. Res. 1862 del 24 de Agosto de 2016 y Resolución 1358 del 13 de Noviembre de 2019.

NA No Aplica  
NR NO REPRESENTATIVO: Se reporta cuando la muestra analizada presenta interferencias físicas o químicas que impiden la determinación del análisis de interés y que no pueden ser corregidas al momento de realizar el análisis, por lo cual el Laboratorio no puede garantizar el valor obtenido.  
LCT LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN TEÓRICO: Corresponde a la concentración teórica mínima de un analito que puede ser detectada con una precisión y exactitud aceptables bajo condiciones establecidas, para la matriz analizada. A partir de este valor se puede garantizar la veracidad del resultado obtenido.  
LCM LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DEL MÉTODO: Corresponde a la concentración mínima de un analito que puede ser cuantificado o medido en la matriz analizada, lo cual genera un resultado con un nivel de confianza definido. A partir de este valor se puede garantizar la veracidad del resultado obtenido.

VALORES DEL ANÁLISIS TOMADOS DE LA RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA, DAF, DE LA CAR No. 80207100171 DEL 24 DE AGOSTO DE 2020  
RESULTADO(S) VÁLIDO(S) ÚNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S)

EL INFORME INCLUYE LAS MUESTRAS N° 3008-20 3009-20 3010-20

OBSERVACIONES:

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN PREVIA DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL. EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR LA INTERPRETACIÓN Y EL USO QUE EL CLIENTE DE A LOS RESULTADOS SUMINISTRADOS EN EL PRESENTE INFORME.

Vs. Sr. Director / Técnico Especialista de Laboratorio e Innovación Ambiental /  
Vs. Sr. Responsable de Calidad



REPORTE DE RESULTADOS DE SUELOS

GAM-FR-78 V9 2020-11-03

INFORME N°: 1250

CLIENTE: DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL - DLIA Teléfono: 5801111 EXT 4310-4300  
 PROGRAMA: PROGRAMA GENERAL DE MUESTREO PARA SUELOS DEGRADADOS (GAM-PG-22) Dirección: C.E. SANTO DOMINGO (AVENIDA TRONCAL DE OCCIDENTE #18-76) MANZANA C BODEGA 13 MOSQUERA  
 Solicitud: 21 DE OCTUBRE DE 2020  
 Correo Electrónico: egarciam@car.gov.co  
 Municipio de muestreo: COGUA  
 Fecha Muestreo: 2020-11-24  
 Recepción: 2020-11-26  
 Reporte: 2020-12-29  
 Comisión de muestreo: DCASC- GRUPO PACHO  
 LIA EMLISE ALFONSO  
 N° de muestras: 4 DE 4  
 Plan de muestreo No. 1025

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S):  
 Muestra N° 3011-20 TERRENO CON PENDIENTE DÓNLY BUENA  
 FILTRACIÓN, SE OBSERVA ZONAS SIN COBERTURA VEGETAL Y CON PROBLEMAS DE COMPACTACIÓN.  
 Muestra N°  
 Muestra N°

El muestreo se realizó con base en el procedimiento de Toma de muestras de suelos GAM-PE-60 de la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental

RESULTADOS ANÁLISIS DE SUELOS

N°	PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO	FECHA	LCT / LCM	LÍMITE NORMALIDAD	MUESTRAS N°						
							3011-20		3011-20		3011-20		3011-20
							RESULTADO	INCERTIDUMBRE	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	
1	Toma de Muestra de Suelos*		Gestión Ambiental. Calidad de Suelo. Muestreo. Guía Sobre Técnicas de Muestreo. NTC 4113-2, 1997-07-23.										
2	ANÁLISIS QUÍMICO												
3	pH*	Unidades pH	Determinación de pH. NTC 5264, 2018-10-17	2020-12-09	NA	NA	5,5	+/- 0,1					
4	Conductividad Eléctrica*	ds/m	Determinación de la Conductividad Eléctrica. NTC 5596, 2008-03-26	2020-12-10	LCM	0,02	0,034	+/- 0,0007					
5	Humedad*	Porcentaje	Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de Suelos y Rocas en Base a la Masa. NTC 1655-2013-04-17.	2020-12-09	NA	NA	3,00	+/- 0,02					
6	Carbono Orgánico Total*	g/100g (%) suelo	Determinación de Carbono Orgánico NTC 5403, 2013-07-24. Método C: Oxidación Humada.	2020-12-15	LCM	0,13	2,01	+/- 0,13					
9	Fósforo Disponible*	mg/kg	Determinación de Fósforo Disponible. NTC 5350, 2020-09-09) Extracción Bray II.	2020-12-11	LCM	7,02	12,67	+/- 0,84					
10	Capacidad de Intercambio Catiónico*	cmol (+)/kg suelo seco	Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico. NTC 5265, 2014-01-29.	2020-12-11	LCM	6,61	10,64	+/- 1,99					
11	Bases Cambiables Calcio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,5	5,68						
12	Bases Cambiables Magnesio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,3	1,34						
13	Bases Cambiables Sodio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,5	0,73						
14	Bases Cambiables Potasio	cmol (+)/kg suelo seco	Extracción por acetato de amonio 1N (NTC 5349) Espectroscopia Óptica / Plasma Acoplado Inductivamente (ICAP), 3125 B.	2020-12-14	LCM	0,5	0,88						
56	ANÁLISIS FÍSICO												
57	Textura*	Porcentaje Arena	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	28,00	+/- 2,30					
58	Textura*	Porcentaje Arcilla	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	39,00	+/- 3,20					
59	Textura*	Porcentaje Limo	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	33,00	+/- 2,80					
60	Textura*	Clase Textural	Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos, IGAC, 6ª edición, 2006, Modificado.	2020-12-02	NA	NA	FRANCOARCILLOSO						

\* Parámetros Acreditados según Resoluciones IDEAM desde el año 2007: Res. N° 0243 del 10 de Septiembre de 2007, Res. N° 0504 del 18 de Diciembre de 2008, Res. N° 0914 del 10 de Junio de 2009, Res. No. 0323 del 12 Febrero 2010, Res. No. 2327 del 02 de Noviembre de 2010, Res. No. 776 del 08 de Mayo de 2012, Res. No. 3134 del 13 de Diciembre de 2013, Res. No. 1940 del 30 de Agosto de 2016, Res. No. 0645 del 15 de Marzo de 2018, Res. 1952 del 24 de Agosto de 2019 y Resolución 1358 del 13 de Noviembre de 2019.

NA No Aplica  
 NR NO REPRESENTATIVO. Se reporta cuando la muestra analizada presenta interferencias físicas o químicas que impiden la determinación del analito de interés y que no pueden ser corregidas al momento de realizar el análisis, por lo cual el Laboratorio no puede garantizar el valor obtenido.  
 LCT LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN TEÓRICO: Corresponde a la concentración teórica mínima de un analito que puede ser detectada con una precisión y exactitud aceptables bajo condiciones establecidas, para la matriz analizada. A partir de este valor se puede garantizar la veracidad del resultado obtenido.  
 LCM LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN DEL MÉTODO: Corresponde a la concentración mínima de un analito que puede ser cuantificada o medida en la matriz analizada, lo cual genera un resultado con un nivel de confianza definido. A partir de este valor se puede garantizar la veracidad del resultado obtenido.

VALORES DEL ANÁLISIS TOMADOS DE LA RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA, DAF, DE LA CAR No. 80207100171 DEL 24 DE AGOSTO DE 2020  
 RESULTADO(S) VÁLIDO(S) ÚNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S)

EL INFORME INCLUYE LAS MUESTRAS No 3011-20

OBSERVACIONES:

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ÉSTE INFORME SIN AUTORIZACIÓN PREVIA DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO E INNOVACIÓN AMBIENTAL.  
 EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR LA INTERPRETACIÓN Y EL USO QUE EL CLIENTE DE A LOS RESULTADOS SUMINISTRADOS EN EL PRESENTE INFORME

Vo. Bº Director Técnico Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental /  
 Vo. Bº Responsable de Calidad

**Anexo 8.** *Tabla de análisis de varianza para el método de intersembra.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	317818062,7	29	10959243,54	135,92	<0,0001
Tratamiento	81491704, 83	1	81491704,83	1010,68	<0,0001
Día	141530519,01	4	35382629,75	438,83	<0,0001
Finca	6705170,03	2	3352585, 01	41,58	<0,0001
Tratamiento*día	77104719, 12	4	19276179,78	239,07	<0,0001
Tratamiento*finca	924156,24	2	462078, 12	5,73	<0,0037
Día*finca	3306773, 91	8	413346, 74	5,13	<0,0001
tratamiento*día*finca	6755019,56	8	844377, 45	10,47	<0,0001
Error	21770190,3	270	80630, 33		
total	339588253	299			

*Diferencia entre medias, Prueba Tukey interacción tratamientos.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T. Control	940,57	150	23,18	A
T. Intersiembr	1990,14	150	23,18	B

Prueba de Tukey Tratamientos, método de intersembra: Alfa=0,05; DMS= 64,34172; Error: 80630,3344; gl: 270. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

**Anexo 9.** *Diferencia entre medias, Prueba Tukey interacción tratamiento-finca.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Finca</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T. Intersiembr	F1	2146,7	50	40,16	A
T. Intersiembr	F3	2102,9	50	40,16	B
T. Intersiembr	F2	1692,6	50	40,16	C
T. Control	F1	1029,7	50	40,16	D
T. Control	F3	807,1	50	40,16	E
T. Control	F2	978,1	50	40,16	F

Prueba de Tukey Interacción Tratamiento-finca: Alfa=0,05 DMS=162,15237; Error: 80630,3344; gl: 270. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

**Anexo 10.** *Diferencia entre medias, Prueba Tukey interacción tratamiento-día.*

Tratamiento	Día	Medias	n	E.E.	
T.Control	75	1783,93162	30	51,84	A
T.Control	50	1076,74601	30	51,84	B
T.Control	30	899,461742	30	51,84	C
T.Control	15	943,09475	30	51,84	D
T.Control	0	588,27	30	51,84	E
T. Intersiembr	75	3905,37111	30	51,84	F
T. Intersiembr	50	2666,00427	30	51,84	G
T. Intersiembr	30	1685,99145	30	51,84	H
T. Intersiembr	15	1090,75556	30	51,84	I
T. Intersiembr	0	555,43	30	51,84	E

Prueba de Tukey interacción tratamiento-día: Alfa=0,05 DMS=162,15237; Error: 80630,3344; gl: 270. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

#### Anexo 11. Tabla de análisis de varianza para Método de abonos verdes

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2624734968,60	13	201902689,89	273,07	<0,0001
Tratamiento	517827369,64	1	517827369,64	700,36	<0,0001
Día	1291149822,10	6	215191637,02	291,05	<0,0001
Tratamiento*día	815757776,86	6	135959629,48	183,88	<0,0001
Error	93161207,47	126	739374,66		
Total	2717896176,07	139			

Diferencia entre medias, prueba de Tukey entre tratamientos.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T. Control	1298,73	70	A
T. Abonos verdes	5145,17	70	B

Prueba de Tukey para tratamientos: Alfa=0,05; DMS=285,21497; Error: 739374,6625; gl: 126; Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

**Anexo 12.** Diferencia entre medias, prueba de Tukey interacción días.

<b>Día</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
114	9489,79	20	192,27	A
90	5639,93	20	192,27	B
75	3083,21	20	192,27	C
50	1916,47	20	192,27	D
30	1110,53	20	192,27	E
15	861,93	20	192,27	E
0	451,8	20	192,27	E

Prueba de Tukey interacción entre días: Alfa=0,05; DMS=803,33011; Error: 739374,6625; gl: 126. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

Diferencia entre medias, prueba de Tukey

<b>Tratamiento</b>	<b>Día</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T.Control	114	18584,9	10	271,91	A
T.Control	90	9308,4	10	271,91	B
T.Control	75	4576,9	10	271,91	C
T.Control	50	2613,5	10	271,91	D
T.Control	30	1485,0	10	271,91	E
T.Control	15	1016,1	10	271,91	F
T.Control	0	431,4	10	271,91	F
T. Abonos verdes	114	2394,7	10	271,91	G
T. Abonos verdes	90	1971,4	10	271,91	H
T. Abonos verdes	75	1589,6	10	271,91	I
T. Abonos verdes	50	1219,4	10	271,91	J
T. Abonos verdes	30	736,0	10	271,91	K
T. Abonos verdes	15	707,8	10	271,91	K
T. Abonos verdes	0	472,2	10	271,91	K

Prueba de Tukey interacción Tratamiento-días: Alfa=0,05; DMS=1292,83212; Error: 739374,6625; gl: 126. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).