

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CINCO ESPECIES DE ABONOS VERDES CON BASE EN TRES VARIABLES FÍSICAS DE UN SUELO EN PREDIOS DE BIOENERGY EN LA ALTILLANURA COLOMBIANA.

Universidad de los Llanos, Programa de Ingeniería Agronómica



Diego Orlando Trujillo Barrera (111002632)

Daniel Samir Aldana Chacón (111002840)

Nota Aclaratoria

El proyecto de investigación sobre el cual nos basamos para el presente ensayo, está desarrollado en conjunto por la Universidad de los Llanos y la empresa Bioenergy S.A, el cual está siendo desarrollado por el ingeniero Carlos Armando Medina Polo, con el fin de obtener el título de maestría en “PRODUCCION TROPICAL SOSTENIBLE”.

JUSTIFICACION



- Los elevados costos de producción.
- Baja fertilidad en los suelos
- Inexistencia de una especie de abono verde para realizar prácticas de conservación de los suelos



OBJETIVO GENERAL

- ✓ Comparar el efecto de la incorporación de cinco especies de abonos verdes con base en tres variables físicas del suelo (resistencia a la penetración, Humedad de campo y Densidad aparente), en un suelo oxisol en predios de Bioenergy en la altillanura colombiana.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ▶ Modificar las condiciones de los suelos del ensayo mediante la incorporación de *Mucuna deeringiana*, *Pueraria Phaseoloides*, *Cannavalia Ensiformis*, *Vigna Ungiculata* y *Crotalaria Juncea* especies de abonos verdes, bajo tres densidades de siembra 30 kg/ha, 50 kg/ha y 80 kg/ha
- ▶ Medir y comparar los efectos de la materia orgánica incorporada en las condiciones físicas de humedad, penetración y densidad aparente.
- ▶ Generar una metodología acorde a las condiciones de la altillanura con el fin de realizar un manejo adecuado de los suelos del área de ensayo.

UBICACIÓN DEL ENSAYO



Variables

Independientes

- Densidad de siembra del “AV”.
- Especie sembrada de “AV”.

Dependientes

- Densidad aparente.
- Humedad del suelo.
- Resistencia a la penetración.

Intervinientes

- Topografía del terreno.
- Precipitaciones.
- Radiación solar.
- Humedad relativa.
- Encalamiento pre siembra.
- Uso de maquinaria en incorporación
- Abonamiento.

Diseño experimental

- ▶ El Diseño experimental utilizado es denominado *Bloques completos al azar* donde se tienen tres bloques que corresponden a tres densidades de siembra (30kg/ha, 50Kg/ha y 80Kg/ha) y 6 tratamientos que corresponden a 5 especies de abonos verdes más un testigo, las especies fueron ubicadas al azar y las parcelas fueron definidas en franjas.



Especies de abonos verdes



crotalaria juncea. (crotalaria)



pueraria phaseoloides (Kudzu)



Canavalia Ensiformis
(Canavalia)



Vigna Ungiculata (Caupi)



Mucuna deeringiana (Mucuna)



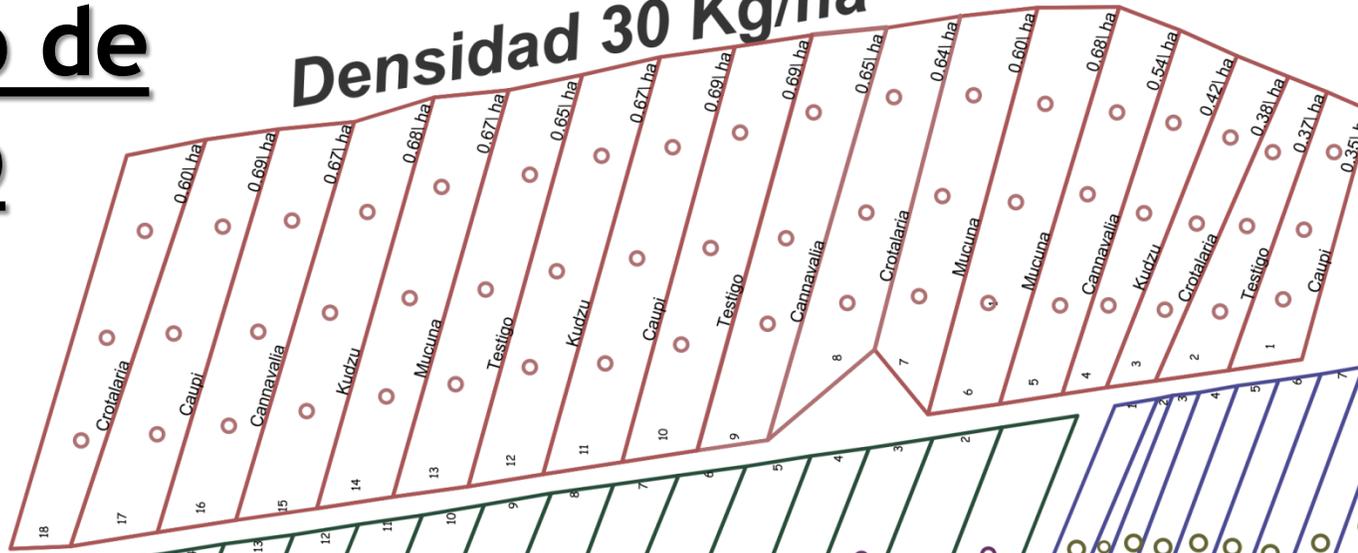
Testigo.

Diseño en bloques al azar

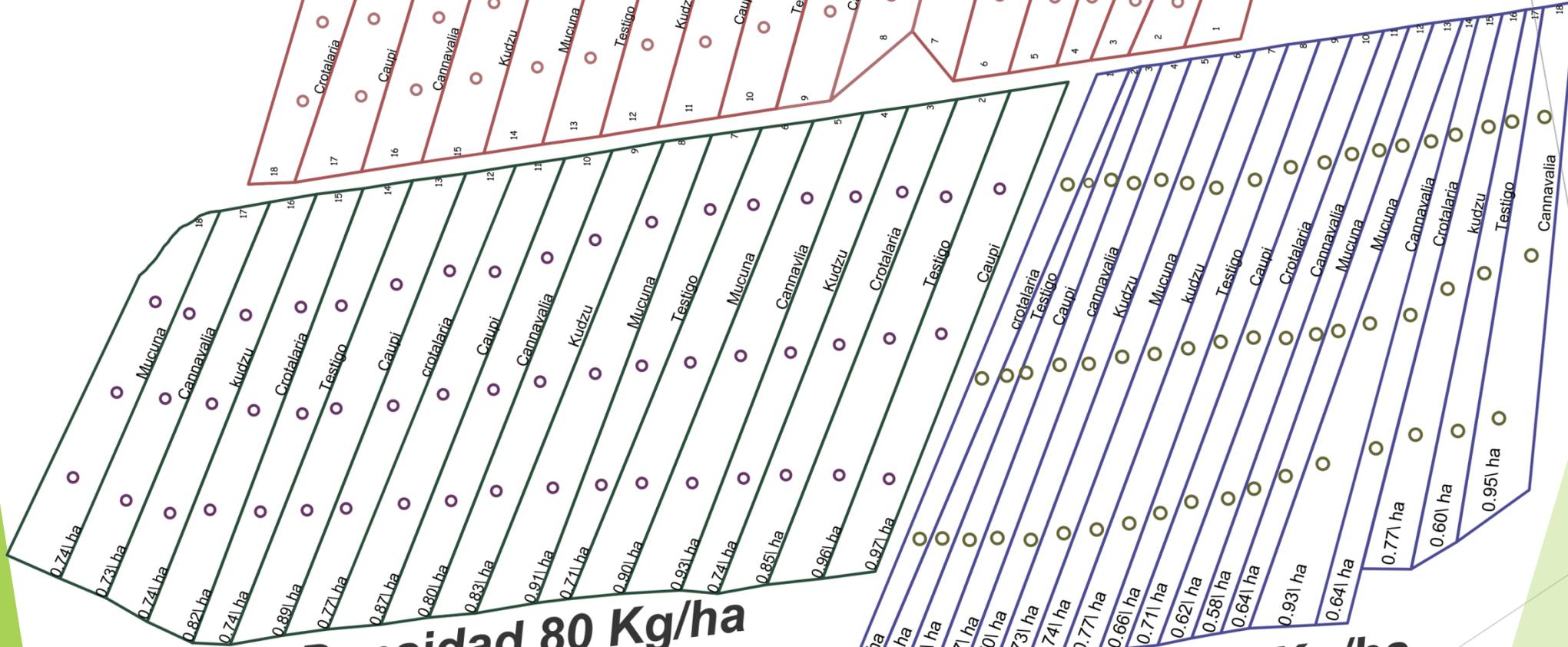
| | | Replica 1 | | | | | | Replica 2 | | | | | | Replica 3 | | | | | |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|-----------|------------|------------|------------|---------|------------|
| Bloque 1 | 80 Kg/ha | Mucuna | Cannavalia | Kudzu | Crotalaria | Testigo | Caupi | Crotalaria | Caupi | Cannavalia | Kudzu | Mucuna | Testigo | Mucuna | Cannavalia | Crotalaria | Kudzu | Testigo | Caupi |
| Bloque 2 | 50 Kg/ha | Crotalaria | Testigo | Caupi | Cannavalia | Kudzu | Mucuna | Kudzu | Testigo | Caupi | Crotalaria | Cannavalia | Mucuna | Mucuna | Cannavalia | Crotalaria | Kudzu | Testigo | Caupi |
| Bloque 3 | 30 Kg/ha | Caupi | Testigo | Crotalaria | Kudzu | Cannavalia | Mucuna | Mucuna | Crotalaria | Cannavalia | Testigo | Caupi | Kudzu | Mucuna | Testigo | Kudzu | Cannavalia | Caupi | Crotalaria |

Diseño de campo

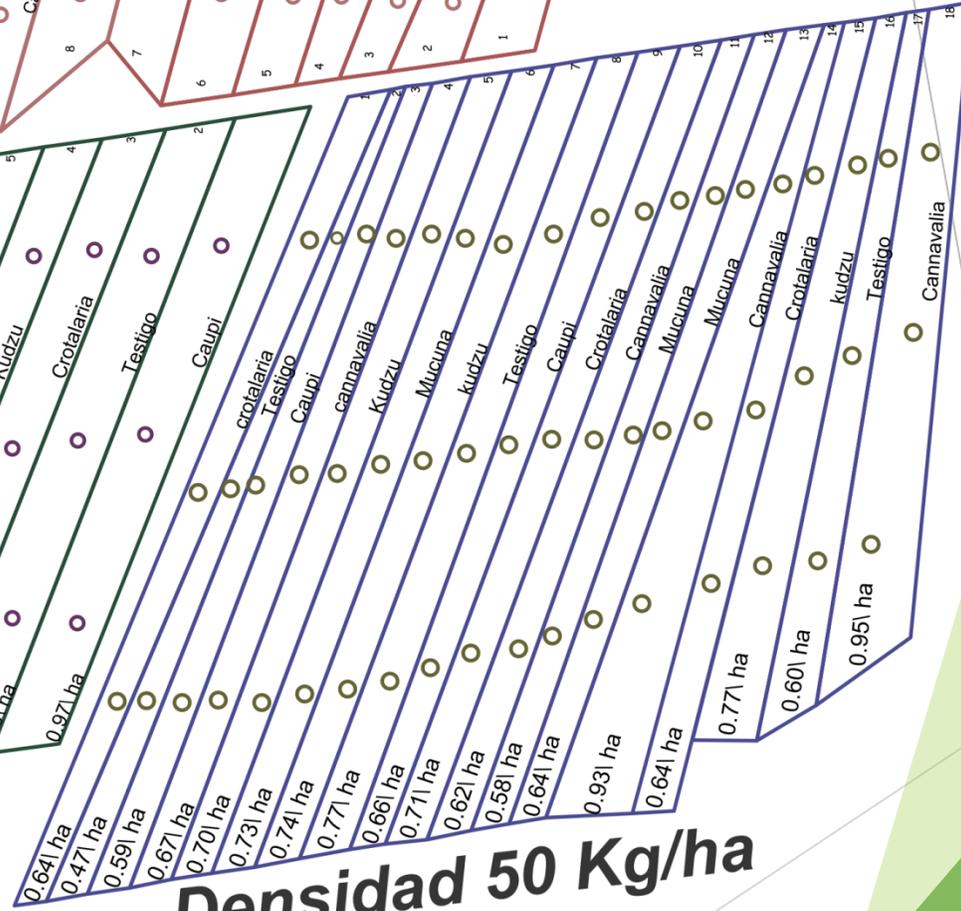
Densidad 30 Kg/ha



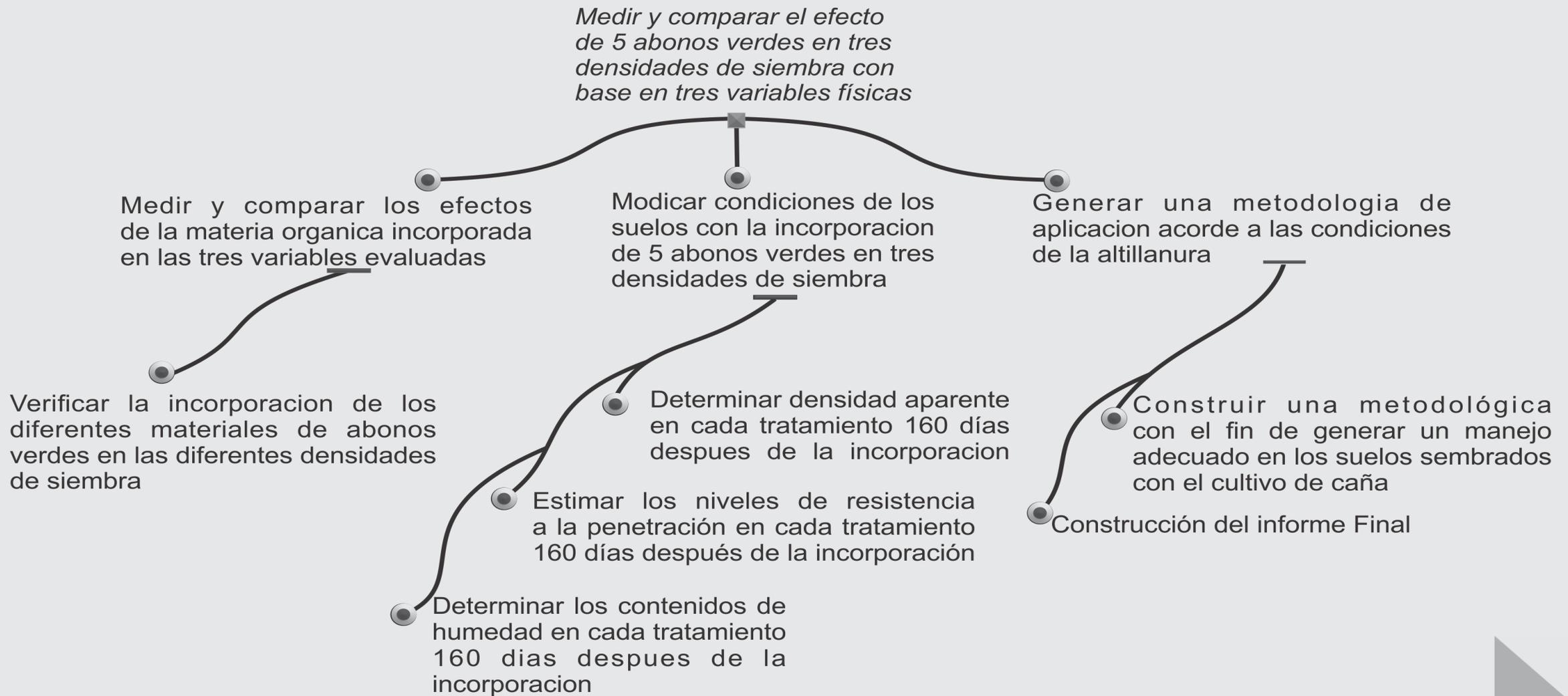
Densidad 80 Kg/ha



Densidad 50 Kg/ha



Metodología del ensayo



Fase # 1

Fase # 2

Fase # 3

Objetivo General

Objetivos Específicos

Actividades

Equipos usados



Sensor HH02 de humedad de campo.



Sonda SM150 conectada al sensor HH2.



Gps Garmin 62S.



Anillos con muestras de D.A.



Penetrografo Daiki.

Resultados pre-incorporación

| Especie | Densidad de Siembra | | |
|------------|---------------------|----------|------------|
| | 30 Tn/ha | 50 Tn/ha | 80 Tn / ha |
| Cannavalia | 19 | 12 | 10 |
| Testigo | 4 | 4,6 | 4,1 |
| Caupi | 9,5 | 16,1 | 7,1 |
| Crotalaria | 37 | 17 | 16 |
| Kudzu | 11,5 | 5,2 | 6,2 |
| Mucuna | 9,5 | 8,6 | 11 |

Materia seca por especie



Resultados

| Tratamientos | Humedad de campo | | | Densidad Aparente | | | Penetrabilidad | | |
|---------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
| | Replica # 1 | Replica # 2 | Replica # 3 | Replica # 1 | Replica # 2 | Replica # 3 | Replica # 1 | Replica # 2 | Replica # 3 |
| | % | | | g/cm3 | | | Kg/cm2 | | |
| Kudzu 30Kg/ha | 12,18 | 9,57 | 12,40 | 1,17 | 1,32 | 1,23 | 36,95 | 27,76 | 30,31 |
| Kudzu 50Kg/ha | 10,12 | 9,60 | 9,93 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 30,23 | 37,18 | 40,62 |
| Kudzu 80Kg/ha | 8,27 | 9,62 | 8,60 | 1,22 | 1,25 | 1,32 | 36,46 | 37,74 | 16,59 |
| Cannavalia 30Kg/ha | 11,05 | 11,22 | 10,55 | 1,23 | 1,37 | 1,28 | 34,15 | 33,87 | 38,08 |
| Cannavalia 50Kg/ha | 9,80 | 8,83 | 9,22 | 1,28 | 1,34 | 1,26 | 30,54 | 32,15 | 36,92 |
| Cannavalia 80Kg/ha | 7,68 | 12,03 | 8,98 | 1,36 | 1,31 | 1,20 | 30,85 | 30,90 | 28,95 |
| Mucuna 30 Kg/ha | 11,25 | 12,20 | 10,92 | 1,43 | 1,43 | 1,30 | 29,15 | 30,69 | 28,33 |
| Mucuna 50 Kg/ha | 9,60 | 9,07 | 9,08 | 1,39 | 1,36 | 1,24 | 39,18 | 37,03 | 36,36 |
| Mucuna 80 Kg/ha | 7,55 | 9,32 | 9,40 | 1,23 | 1,31 | 1,15 | 35,92 | 27,03 | 27,67 |
| Caupi 30 Kg/ha | 11,07 | 10,70 | 10,75 | 1,35 | 1,20 | 1,33 | 30,31 | 27,01 | 35,79 |
| Caupi 50 Kg/ha | 11,10 | 9,47 | 9,07 | 1,47 | 1,46 | 1,32 | 33,92 | 28,59 | 39,38 |
| Caupi 80 Kg/ha | 9,00 | 9,92 | 8,87 | 1,22 | 1,34 | 1,39 | 30,15 | 24,41 | 21,54 |
| Crotalaria 30 Kg/ha | 15,60 | 10,23 | 9,78 | 1,34 | 1,32 | 1,33 | 28,32 | 24,97 | 33,28 |
| Crotalaria 50 Kg/ha | 8,30 | 8,87 | 10,03 | 1,29 | 1,25 | 1,36 | 30,67 | 34,41 | 30,33 |
| Crotalaria 80 Kg/ha | 8,80 | 6,52 | 9,27 | 1,29 | 1,16 | 1,28 | 31,64 | 28,64 | 39,36 |
| Testigo 30Kg/ha | 12,73 | 11,08 | 10,38 | 1,37 | 1,40 | 1,26 | 34,85 | 27,46 | 34,44 |
| Testigo 50Kg/ha | 11,92 | 8,90 | 10,83 | 1,41 | 1,16 | 1,36 | 38,00 | 27,49 | 37,74 |
| Testigo 80Kg/ha | 10,57 | 9,85 | 11,00 | 1,23 | 1,33 | 1,36 | 26,51 | 25,03 | 25,36 |

Análisis de resultados

Humedad de campo

| Análisis de la varianza | | | | |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
| %humedad | 54 | 0,54 | 0,29 | 12,58 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|-------|-------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | Valor p |
| Modelo | 64,56 | 19 | 3,4 | 2,12 | 0,0271 |
| tratamiento | 6,81 | 5 | 1,36 | 0,85 | 0,5238 |
| densidad de siembra | 45,61 | 2 | 22,81 | 14,25 | <0,0001 |
| replica | 2,94 | 2 | 1,47 | 0,92 | 0,409 |
| tratamiento*densidad .. | 9,21 | 10 | 0,92 | 0,58 | 0,8223 |
| Error | 54,41 | 34 | 1,6 | | |
| Total | 118,97 | 53 | | | |

| Test : Duncan Alfa: 0,05 | | | |
|-----------------------------|--------|----|---|
| <i>Error: 1,6003 gl: 34</i> | | | |
| densidad de siembra | Medias | n | |
| 80 | 9,19 | 18 | A |
| 50 | 9,65 | 18 | A |
| 30 | 11,33 | 18 | B |

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 1,6003 gl: 34

| Tratamiento | Densidad de Siembra | Medias | n | | | | |
|-------------|---------------------|--------|---|----------|---|---|---|
| Crotalaria | 80 | 8,2 | 3 | A | | | |
| Mucuna | 80 | 8,77 | 3 | A | B | | |
| Kudzu | 80 | 8,83 | 3 | A | B | | |
| Crotalaria | 50 | 9,07 | 3 | A | B | C | |
| Mucuna | 50 | 9,27 | 3 | A | B | C | |
| Cannavalia | 50 | 9,27 | 3 | A | B | C | |
| Caupi | 80 | 9,27 | 3 | A | B | C | |
| Cannavalia | 80 | 9,57 | 3 | A | B | C | D |
| Kudzu | 50 | 9,87 | 3 | A | B | C | D |
| Caupi | 50 | 9,9 | 3 | A | B | C | D |
| Testigo | 80 | 10,5 | 3 | A | B | C | D |
| Testigo | 50 | 10,53 | 3 | A | B | C | D |
| Caupi | 30 | 10,87 | 3 | | B | C | D |
| Cannavalia | 30 | 10,97 | 3 | | B | C | D |
| Testigo | 30 | 11,4 | 3 | | | C | D |
| Kudzu | 30 | 11,4 | 3 | | | C | D |
| Mucuna | 30 | 11,47 | 3 | | | C | D |
| Crotalaria | 30 | 11,87 | 3 | D | | | |

Densidad Aparente

| Análisis de la varianza | | | | |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
| Densidad Aparente | 54 | 0,37 | 0,01 | 6,42 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III) | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | Valor p |
| Modelo | 0,14 | 19 | 0,01 | 1,03 | 0,4554 |
| tratamiento | 0,03 | 5 | 0,01 | 0,84 | 0,5329 |
| densidad de siembra | 0,05 | 2 | 0,02 | 3,19 | 0,0536 |
| replica | 3,10E-03 | 2 | 1,50E-03 | 0,22 | 0,8052 |
| tratamiento*densidad .. | 0,06 | 10 | 0,01 | 0,86 | 0,5798 |
| Error | 0,24 | 34 | 0,01 | | |
| Total | 0,38 | 53 | | | |

| Test : Duncan Alfa: 0,05 | | | | |
|-----------------------------|--------|----|---|---|
| <i>Error: 0,0071 gl: 34</i> | | | | |
| densidad de siembra | Medias | n | | |
| 80 | 1,27 | 18 | A | |
| 30 | 1,31 | 18 | A | B |
| 50 | 1,34 | 18 | | B |

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0071 gl: 34

| Tratamiento | Densidad de Siembra | Medias | n | | |
|-------------|---------------------|--------|---|---|---|
| Mucuna | 80 | 1,2 | 3 | A | |
| kudzu | 30 | 1,24 | 3 | A | |
| kudzu | 80 | 1,26 | 3 | A | |
| Crotalaria | 80 | 1,27 | 3 | A | |
| Caupi | 30 | 1,3 | 3 | A | B |
| Cannavalia | 80 | 1,3 | 3 | A | B |
| Cannavalia | 50 | 1,3 | 3 | A | B |
| Cannavalia | 30 | 1,3 | 3 | A | B |
| Testigo | 80 | 1,3 | 3 | A | B |
| Caupi | 80 | 1,3 | 3 | A | B |
| Crotalaria | 30 | 1,3 | 3 | A | B |
| kudzu | 50 | 1,32 | 3 | A | B |
| Crotalaria | 50 | 1,33 | 3 | A | B |
| Testigo | 50 | 1,33 | 3 | A | B |
| Mucuna | 50 | 1,33 | 3 | A | B |
| Mucuna | 30 | 1,37 | 3 | A | B |
| Testigo | 30 | 1,37 | 3 | A | B |
| Caupi | 50 | 1,43 | 3 | | B |

Penetrabilidad

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Penetrabilidad | 54 | 0,45 | 0,14 | 14,9 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | Valor p |
|----------------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 608,41 | 19 | 32,02 | 1,44 | 0,174 |
| Tratamiento | 57,8 | 5 | 11,56 | 0,52 | 0,7602 |
| Densidad de Siembra | 258,27 | 2 | 129,14 | 5,8 | 0,0068 |
| Replica | 66,42 | 2 | 33,21 | 1,49 | 0,2395 |
| Tratamiento*Densidad | 225,91 | 10 | 22,59 | 1,01 | 0,4521 |
| Error | 757,44 | 34 | 22,28 | | |
| Total | 1365,84 | 53 | | | |

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 22,2775 gl: 34

| densidad de siembra | Medias | n | | |
|---------------------|--------|----|---|---|
| 80 | 29,14 | 18 | A | |
| 30 | 31,43 | 18 | A | B |
| 50 | 34,48 | 18 | | B |

Test : Duncan Alfa: 0,05*Error: 22,2775 gl: 34*

| Tratamiento | Densidad de Siembra | Medias | n | | |
|--------------------|----------------------------|---------------|----------|---|---|
| Caupi | 80 | 25,37 | 3 | A | |
| Testigo | 80 | 25,63 | 3 | A | |
| Crotalaria | 30 | 28,87 | 3 | A | B |
| Mucuna | 30 | 29,4 | 3 | A | B |
| Cannavalia | 80 | 30,2 | 3 | A | B |
| Mucuna | 80 | 30,2 | 3 | A | B |
| Kudzu | 80 | 30,27 | 3 | A | B |
| Caupi | 30 | 31,03 | 3 | A | B |
| Kudzu | 30 | 31,67 | 3 | A | B |
| Crotalaria | 50 | 31,8 | 3 | A | B |
| Testigo | 30 | 32,23 | 3 | A | B |
| Crotalaria | 80 | 33,2 | 3 | A | B |
| Cannavalia | 50 | 33,2 | 3 | A | B |
| Caupi | 50 | 33,97 | 3 | A | B |
| Testigo | 50 | 34,4 | 3 | A | B |
| Cannavalia | 30 | 35,4 | 3 | | B |
| Kudzu | 50 | 36 | 3 | | B |
| Mucuna | 50 | 37,53 | 3 | | B |

CONCLUSIONES

- ▶ Tomando como base los análisis de resultados podemos concluir que las densidades de siembra marcan diferencias significativas respecto a las variables evaluadas dentro de los bloques de densidades.
- ▶ Partiendo de los conceptos emitidos por el actual proyecto de Tesis proponemos la especie *Crotalaria júncea* por ser la más eficiente luego de ser incorporada en mantener la humedad de campo, generar un equilibrio entre la densidad aparente y la resistencia a la penetración.
- ▶ Densidades de 50kg/ha y 80kg/ha generan efectos adversos en cuanto a la disminución de humedad de campo, mayor costo de producción y menor aporte materia seca al suelo.

Metodología de aplicación de los abonos verdes en suelos de la altillanura colombiana



Bibliografía

- ▶ Alban, M. (21 de 10 de 2013). *SwissContact*. Recuperado el 02 de 03 de 2016, de [http://www.swisscontact.org.pe/sites/default/files/CAUPI\[smallpdf.com\].pdf](http://www.swisscontact.org.pe/sites/default/files/CAUPI[smallpdf.com].pdf)
- ▶ Aspromor;. (22 de 11 de 2010). *Asociacion de productores agropecuarios del distrito de Morropon*. Recuperado el 09 de 03 de 2016, de <http://aspromorperu.org/documentos/Fichatecnicacomercial-productivafrijolcaupi.pdf>
- ▶ Atilio Cabrera, C., & Reyes Castillo, C. (02 de 07 de 2008). *Centro Nacional de Tecnologia Agropecuaria y Forestal "Enrique Alvares Cordoba"*. Recuperado el 02 de 03 de 2016, de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf>
- ▶ Bertimelo. (25 de 04 de 2013). *Universidade Estadual Paulista "julio de Mezquita Filho"*. Recuperado el 02 de 03 de 2016, de <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/aula-leguminosas-2013.pdf>
- ▶ CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1983). En J. Salinas, & C. Valencia, *Oxisoles y Ultisoles en America Tropical (Distribucion, Importancia y Propiedades Fisicas)* (págs. 5-9). Cali: CIAT.
- ▶ Colacelli, Norberto;. (02 de 12 de 2002). *Produccion Agroindustrial del NOA*. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de http://www.produccion.com.ar/2002/02dic_03.htm