

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

Abono verde es toda planta que se cultiva, o a la que se le permite su crecimiento, con el fin de proteger el suelo y posteriormente se incorpora al mismo para recuperar aportar y mejorar las condiciones biológicas, físicas y nutricionales del suelo. (Jimenes, W y Añasgo, A.)

Los cultivos de abonos verdes permiten incorporar grandes volúmenes de materia orgánica de fácil descomposición y los nutrientes generados son fáciles de asimilarlo por los cultivos. (Programa de desarrollo Rural Agropecuario y de Medio Ambiente - 2008)

Las principales especies empleadas como abonos verdes son las leguminosas, gramíneas, Cada una de estas familias tiene características distintivas. (Gilsanz, J.C. - 2012)

El Proyecto maíz de INIAF también trabajan en tecnologías para el Manejo Agronómico, con el fin de mejorar la calidad de los suelos en la producción de maíz, con cultivos de cobertura conocidos como abonos verdes, Dolichos lab lab y Pisum sativum, en el Centro de Innovación Agropecuario de Chaguaya.

Como resultado de los cultivos intensivos y de monocultivo, se observan la degradación de la fertilidad y la compactación de los suelos, problema que es común a nivel nacional, donde poco o nada se practica la rotación cultivos después del cultivo el maíz, sin aplicación de algunas leguminosas como la soya, el maní y otras leguminosas forrajeras, consiguientemente la productividad es muy baja y los costos de producción altos. (INIAF-2016)

Mielgo, A Guzmán, y Casado. G – (2008) señala que la función fundamental de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos de la rotación, bien a través de la fijación de nitrógeno libre, o por su eficacia en hacer disponibles nutrientes para los cultivos que de otra manera serían inaccesibles o se perderían.

Un cultivo de leguminosa empleado como abono verde puede aportar todo o parte de los requerimientos de nitrógeno del cultivo siguiente si la biomasa de la leguminosa es importante, y la fijación ha sido efectiva. Se consideran especies fuertemente fijadoras a las

alfalfas, tréboles, altramuces, etc., cuya capacidad suele superar los 200 Kg de N/ha. Año medianamente fijadoras a habas, vezas, etc., que fijan entre 100-200 Kg de N/ha. año; y poco fijadoras a garbanzos, lentejas, guisantes, almortas, yeros, etc., con menos de 100 Kg de N/ha. y año.

Según el portal agrícola chileno que pertenece a Info. abcAgro, las leguminosas son las más empleadas dada su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico, en favor de los cultivos siguientes. Hay autores que afirman que las leguminosas además mejoran el terreno con la penetración de sus raíces y que incluso llegan a romper los terrenos más duros (las raíces de las leguminosas tienen más de 1 m de longitud).

### **1.1. PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo dirigido **“Incorporación de materia orgánica a través de abonos verdes de dos especies de leguminosas”** se realizó, en el Centro de Innovación Agropecuaria y Forestal de Chaguaya, se justifica la realización por los siguientes motivos, la mayoría de los suelos de dicho lugar tienen un bajo contenido de materia orgánica y nutrientes.

Los cultivos anuales implantados en el lugar muestran un déficit de nutrientes, los cuales se tienen que adicionar fertilizantes químicos para satisfacer los requerimientos nutricionales de dichos cultivos.

Los fertilizantes químicos empleados en los cultivos no benefician de ninguna manera los contenidos de materia orgánica ni las propiedades físicas de los suelos, lo que ocasiona la disminución de la retención de humedad, el deterioro de la estructura y la disminución de la permeabilidad, entre otros.

Con la incorporación de abonos verdes se pretende devolver la fertilidad a los suelos para incrementar la productividad, mejorar las condiciones físicas y químicas. Recomendar a los productores para que adopten esta tecnología para la conservación y recuperación de la fertilidad orgánica de los suelos, de una manera más económica que beneficie al productor.

## **1.2. Características y objetivos de la institución**

INIAF Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestas es una institución descentralizada de derecho público, con personería jurídica propia, autónoma de gestión administrativa, financiera, legal y técnica con patrimonio propio bajo la tuición del ministerio de desarrollo Rural y Tierras creada mediante D.S. No29611 del 25 de junio de 2008. (INIAF, 2018)

### **1.2.1. Funciones de la institución**

En atención al DS. 29611 de creación del INIAF, se le confieren las siguientes funciones:

- Dirigir, realizar y ejecutar procesos de Investigación, Innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semillas, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos.
- Regular, normar y supervisar toda actividad de investigación pública y privada en temas relacionados, de manera directa o indirecta, con los objetivos del INIAF.
- Administrar el Sistema nacional de recursos genéticos, agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales, bancos de germoplasma y centros de investigación.
- Articular y coordinar el trabajo con todos los actores sociales e institucionales del sector público y privado involucrados en el ámbito de intervención del INIAF a nivel nacional, departamental, regional y local.
- Articular el ámbito académico y/o de investigación con las políticas productivas priorizadas en el Plan Nacional de Desarrollo, a través de la suscripción de convenios y otros mecanismos.
- Vincular las necesidades de innovación de los actores locales con las prioridades nacionales a través de la construcción de demandas convergentes, en el marco de los objetivos del INIAF.
- Prestar servicios de certificación y fiscalización de semillas, registros de variedades, obtentores y otros, en el ámbito de la investigación agropecuaria, forestal y semillero.
- Gestionar y administrar los recursos económicos para el cumplimiento de sus objetivos.

- Fijar de forma anual el arancel que debe cobrar el INIAF por los servicios que preste.
- Otras que le sean asignadas en el marco de su competencia. (INIAF, 2018)

### **1.2.2. Líneas de acción**

La reestructuración institucional que considera la implementación y fortalecimiento de los Centros de Innovación y cobertura a mayor número de rubros. En este sentido, el Centro de Innovación Chaguaya viene consolidándose a través de la coordinación con los programas y proyectos de la Dirección Nacional de Innovación para el desarrollo de actividades en:

- Investigación en mejoramiento genético y mejoramiento del manejo agronómico en los rubros de maíz, trigo, hortalizas, nogal y vid.
- Transferencia de Tecnología de innovaciones desarrolladas por los programas de investigación.
- Prestación de servicios y Multiplicación de semilla de categorías altas en maíz y trigo.

### **1.3.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Evaluar el efecto de la utilización de leguminosas anuales como abonos verdes sobre las condiciones de fertilidad del suelo.
- Verificar el incremento de materia orgánica y los macros, micro nutrientes en el suelo con la incorporación de Dolichos lab lab y Pisum sativum como abonos verdes en el momento de la floración.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la producción de la biomasa en Tn/ha. de las dos especies de leguminosas Dolichos lab lab y Pisum sativum utilizadas como abono verde.

- Evaluar entre las dos especies empleadas como abonos verdes, cual aporta mayor cantidad de materia orgánica al suelo.
- Verificar el contenido de MO - N-P-K- del suelo antes y después de la incorporación de la biomasa al suelo de las especies Dolichos lab lab y Pisum sativum.
- Evaluar el efecto de la incorporación de la biomasa al suelo, en el comportamiento de la CE y el pH del suelo.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Importancia del suelo en la agricultura**

El suelo es la parte superior de la corteza terrestre que contiene varias capas, y de las cuales el suelo es la que se encuentra en una actividad biológica basada en la interacción de los factores abióticos y los factores bióticos que habitan en el planeta. Básicamente el suelo agrícola es aquel que tiene las características adecuadas para el desarrollo de la actividad de la agricultura. (Amaya, V. -2015)

#### **2.2. Características principales de un suelo agrícola**

Las características principales de un suelo agrícola es que se encuentran en zona de clima que favorecen el desarrollo y crecimiento de cultivos, teniendo en cuenta principalmente la variación de precipitación, temperatura, vientos, periodicidad de sucesos como fenómenos climáticos (tormentas eléctricas, vientos fuertes, etc.)

Por otra parte, el suelo debe ser rico en nutrientes, y también influye la pendiente del suelo que para el caso de suelos aptos para la agricultura debe ser igual o menor a 5%. (Amaya, V. - 2015)

#### **2.3. Concepto de abonos verdes**

Abono verde es toda planta a la que se cultiva, o a la que se le permite su crecimiento, con el fin de proteger el suelo y posteriormente se incorporan al mismo para recuperar y mejorar las condiciones biológicas, físicas y nutricionales de los suelos. (Jimenes, W y Añasgo, A - 2005)

Los abonos verdes son especies de vegetales bien silvestres o bien especies domesticas con ciertas características que se siembran para posteriormente ser incorporados al suelo.

Son plantas con capacidad de adaptarse a diversos suelos y climas, de rápido crecimiento y alto poder de producción de biomasa. (biogrowep.com)

##### **2.3.1. Plantas que se emplean como abonos verdes**

Se puede emplear cualquier planta herbácea y de hecho la incorporación de las hierbas que nacen junto al cultivo, son las que mantienen en cierta medida el nivel de materia orgánica del suelo. (Meneses - 2014)

Mayoritariamente como abonos verdes son las Leguminas, las gramíneas y las crucíferas, aunque también es interesante el aprovechamiento de las cubiertas vegetales naturales, pero cuidando la incorporación en la floración. (J. Labrador,-2012)

### **2.3.2. Características de los abonos verdes**

Los abonos verdes deben cumplir las siguientes características: (Jiménez -2005)

Rápido establecimiento, crecimiento y buena cobertura del suelo

- Gran cantidad de biomasa acumulada.
- Facilidad de matar o quemar.
- Baja descomposición de residuos.
- Actividad alelopática de las raíces y follaje.
- Producción de gran volumen de biomasa
- Que se adapte a varios tipos de suelos.

### **2.3.3. Función de los abonos verdes**

Los abonos verdes tienen las siguientes funciones. (Guzmán, G y Mielgo, A -2008)

- Aumentan la materia orgánica del suelo
- Aumento de nutrientes en el suelo, especialmente de nitrógeno por la fijación biológica de las leguminosas.
- Mantienen elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del Sistema radicular y de cobertura vegetal.
- Disminuyen la evaporación del agua del suelo.
- Protección contra la erosión superficial.

- Disminuyen la lixiviación de nutrientes.
- Mejora la estructura del suelo.
- Evita el desarrollo de las malas hierbas.
- Activa el ciclo de muchas especies de macro organismos y microorganismos en el suelo, cuya actividad mejora la dinámica física y química del suelo.
- Minimiza el ataque de plagas y enfermedades.
- Los abonos verdes aumentan el porcentaje de materia orgánica en el suelo, lo que mejora la retención de agua, la aireación y otras características del suelo.

21.06  
15.65  
9.38  
20.10  
15.72

### 2.3.4. Composición de algunas plantas utilizadas como abonos verdes

De acuerdo con la información disponible se presentan el contenido de macro y micro nutrientes de algunas leguminosas que se utilizan como abonos verdes en diferentes regiones y climas. (García, S. - 2012)

Especie	Macronutrientes (%)					Micronutriente Ppm			C/N
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	
Frijol terciopelo ( <i>Mucuna deeringiana</i> )	2.49	0.13	1.40	1.17	0.27	14	29	174	21.06
Crotalaria ( <i>Crotalaria mucronata</i> )	3.43	0.09	2.30	1.32	0.47	13	35	111	15.65
Chicharo gandul ( <i>Cajanus cajan</i> )	6.00	0.14	2.61	1.79	0.45	7	22	87	9.38
Canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	2.49	0.15	5.62	1.35	0.63	9	62	254	20.10
Soya perenne ( <i>Glycine whightii</i> )	2.60	0.23	2.39	0.35	0.35	8	32	102	15.72
Calopo ( <i>Calopogonium mucunoides</i> )	1.56	0.12	1.56	0.29	0.29	9	15	172	
Centro ( <i>Centrosema pubescens</i> )	1.34	0.23	1.19	0.45	0.45	10	32	67	
Kudzu ( <i>Pueraria phaseoloides</i> )	3.68	0.29	2.14	0.41	0.41	11	27	155	
Dolichos ( <i>Dolichos lablab</i> )	5.01	0.44	2.34	0.47	0.47	10	33	143	
Guaje ( <i>Leucaena glauca</i> )	4.30	0.22	1.70	0.50	0.50	45			
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )	3.20	0.33	2.14	2.19	0.27				
Trébol Alsique ( <i>Trifolium hybridum</i> )	3.85	0.42	2.31	1.19	0.34				
Trébol crimson ( <i>Trifolium incarnatum</i> )	2.72								
Trébol ladino ( <i>Trifolium repens</i> )	4.35	0.35	1.93	0.42	0.16				
Trébol rojo ( <i>Trifolium pratense</i> )	3.10	0.38	2.19	2.26	0.51				
Chicharo de vaca ( <i>Vigna sinensis</i> )	3.10	0.35	2.26	1.40	0.45				
Lespedeza ( <i>Lespedeza striata</i> )	2.60	0.21	1.12	1.35	0.27				
Chicharo ( <i>Pisum spp.</i> )	2.09	0.24	1.40	1.31	0.39				
Cacahuete ( <i>Arachis hypogea</i> )	1.72	0.15	1.38	1.23	0.49				
Soya ( <i>Glycine max</i> )	2.84	0.27	0.97	1.26	0.79				
Thymoty ( <i>Phleum pratense</i> )	2.88	0.32	2.40	0.39	0.15				
Trébol dulce ( <i>Melilotus officinalis</i> )	2.51	0.25	1.60	1.27	0.49				
Veza ( <i>Vicia spp.</i> )	3.32	0.32	2.32	1.18	0.25				

Fuentes: Calegari y Peñalva (1994) y Nutrient Requirements of Dairy Cattle (1988)

### 2.3.5. Criterios para elección de los abonos verdes



Los criterios que deben guiar la elección de las especies y variedades a emplear como abonos verdes podrían ser los siguientes. (Labrador, J. - 2012)

- Ser poco exigentes en agua, nutrientes y cuidados a lo largo de su desarrollo.
- Los costes de cultivo deben ser bajos.
- Si se trata de intercalarlo entre dos cultivos próximos elegir un ciclo corto.
- Elegir asociaciones para abonos verdes que aporten gran cantidad de biomasa con distinta biodegradabilidad.
- Deben fijar nitrógeno atmosférico de forma eficiente.
- Ser competidores eficaces frente a las malas hierbas, ya sea por competencia, que produzcan mucha biomasa en poco tiempo o por efecto alelopático.
- Debe pertenecer a diferentes familias botánicas que los cultivos anteriores y posteriores en la rotación.
- Debe favorecer la presencia y permanencia de enemigos naturales.

#### **2.3.6. Manejo de los abonos verdes**

Existen dos formas de manejo de los abonos verde, cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas.

#### **2.3.7. Residuos enterrados**

Es la forma de manejo más generalizado debido a su facilidad y mínima planificación. En general se cultiva el abono verde en plano al madurar se corta y se incorpora al suelo. Algunos efectos de esta práctica son:

Rápida mineralización de la materia orgánica.

Facilidad para agregar enmiendas.

Control de malezas.

Control de erosión.

Aumento de la actividad microbiológica (Gilsanz - 2012)

### **2.3.8. Residuos sobre superficie**

Es una práctica relativamente nueva en el cultivo de hortalizas, aunque está más integrada a la fruticultura. Al alcanzar la madurez este se mata de manera física o química para obtener el residuo. La mayor desventaja de esta práctica es la planificación que puede ser de varios meses. Sus efectos son: Mínima degradación de la materia orgánica

- Conservación de la humedad y moderación de la temperatura
- Lenta mineralización de residuos.
- Menor lavado de nutrientes.
- Disminución de la actividad microbiológica.
- Ahorro de horas de maquinaria agrícola y combustible (Gilsanz, J. - 2012)

### **2.4. Cómo manejar los abonos verdes y cultivos de cobertura**

Plantas que sembramos asociadas a los cultivos, para que crezcan y se estén podando sus hojas, las cuales se incorporan o dejan cubriendo el suelo. Ejemplos: madero negro (madreado o madre cacao). (Jiménez, W. y Añasco, A. – 1997)

Plantas que se siembran asociadas a los cultivos y se cortan antes que florezcan, incorporando su follaje (biomasa) al suelo o dejándolo como cobertura. Ejemplos: crotalarias, canavalia o frijol alacín.

Plantas que se siembran en lotes en descanso o rotación y se cortan antes de la floración, para incorporar su follaje al suelo o dejarlo encima, que se descomponga. Ejemplos: crotalarias, canavalia, girasol, gramíneas. (CIDICCO -1997)

Plantas que se siembran, para que a través de sus raíces los microorganismos asociados, enriquezcan el suelo con determinados elementos nutritivos. Ejemplos: las leguminosas para incorporar nitrógeno.

### **2.5. Influencia de los abonos verdes en el suelo**

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.

El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.

Disminuyen la erosión hídrica y eólica del suelo.

Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.

Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente. (InfoAgro-2014)

### **2.5.1. La profundidad de entierro de los abonos verdes**

La profundidad de entierro de 10-15 cm si se desea una descomposición rápida y efectiva del abono verde, a la par que una cierta formación de humus, pues a esta profundidad existe mayor actividad biológica. No obstante, si se prefiere proteger al suelo de la erosión o de los rayos solares, disminuyendo su calentamiento, se debe de segar la cubierta y dejar los restos en superficie. (PSCU - 2001)

### **2.5.2. Los abonos verdes y su papel como fertilizantes**

La función fundamental de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos de la rotación, bien a través de la fijación de nitrógeno libre, o por su eficacia en hacer disponibles nutrientes para los cultivos que de otra manera serían inaccesibles o se perderían. (André -1999)

### **2.5.3. Fijación biológica del nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento muy dinámico en el ecosistema y en su ciclo, el aire está constituido por 80% de nitrógeno gaseoso (N<sub>2</sub>), siendo la fuente más grande. Ese nitrógeno atmosférico es inerte y muy estable, pero este nitrógeno no es asimilable para las plantas (Pijnenborg -1996).

Los mismos autores indican que la fijación en forma asociada sucede en el suelo, en la zona de influencia de las raíces, llamada la rizosfera. La fijación simbiótica se realiza en órganos especiales, los nódulos, que se encuentra en las raíces de plantas leguminosas. En la agricultura, la fijación biológica de nitrógeno (FBN), por bacterias de la familia Rhizobiaceae, en simbiosis con plantas de la familia leguminosae, es la más importante, gracias a este proceso, el nitrógeno atmosférico se convierte en proteína vegetal y que puede ser absorbida por las plantas.

El sistema de la FBN está compuesta de tres partes: el macro simbiote (la planta), el micro simbiote (la bacteria) y el órgano donde sucede el proceso de la fijación (el nódulo). Cambios en cada uno de estos componentes o en las relaciones entre ellos influyen en la fijación de nitrógeno.

#### **2.5.4. Fertilización nitrogenada**

El empleo de especies leguminosas (dolichos, arveja, etc.) como abono verde tiene el objetivo principal de aportar nitrógeno extra a nuestro suelo y a los cultivos siguientes, ya que estas plantas son capaces de fijar este nutriente desde el aire, debido a su asociación simbiótica con unas bacterias denominadas rizobios (*Rhizobium* spp). Estas bacterias forman habitualmente unos nódulos (bultitos) en la raíz de la leguminosa, y es donde se lleva a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico. Estos nódulos pueden tener diferente forma según la planta. Así, los hay de forma esférica (soja, judía), elipsoide (trébol), digitada (haba, garbanzo) o que envuelven a la raíz (altramuz), etc.

El tamaño también varía en general cuando tienen mayor tamaño se encuentran en menor cantidad.

Dado que estos nódulos son la "fábrica", sin cuya presencia no se produce fijación de nitrógeno, es necesario que el agricultor extraiga de vez en cuando las raíces de varias plantas para observar si están presentes. También hemos de observar el color del interior de los nódulos, que debe ser rojo o rosa cuando están realizando la fijación de forma efectiva. (PSCU - 2001)

### **2.6. Como se descompone la biomasa de las leguminosas**

#### **2.6.1 Materia orgánica**

Son todos los residuos orgánicos como (estiércoles, hojarascas, tallos, etc.)

#### **2.6.2. Humificación**

Es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que transforman la materia orgánica en humus con la actividad de los microorganismos.

### **2.6.3. Humus**

El humus es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal que proviene de la descomposición de los restos orgánicos y microorganismos descomponedores como hongos y bacterias. Se caracteriza por su color responsable de mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos negruzcos debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se muestra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica.

### **2.6.4 Mineralización**

La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en amonio, mediante la acción de microorganismos del suelo.

Es el proceso de transformación del humus, en compuestos solubles asimilables por las plantas. Proceso lento en condiciones ecológicas óptimas. (InfoAgro-2014)

## **2.7. Selección de la planta a usar como abono verde**

Para nuestro caso se determinó que se usará de manera total para aprovechar mejor la fijación de nitrógeno y el uso de la biomasa de Dolichos lab lab y Pisun sativum como materia orgánica para mejorar el suelo.

### **2.7.1. Cultivo Dolichos lab lab**

### **2.7.2 Origen**

El cultivo de Dolichos lab lab se considera nativa de Asia, aunque algunos autores reportan que es originaria de África y de la India. (Binder, Ulrique 1997)

### **2.7.3. Taxonomía**

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida

Orden	fabales
Familia	fabaceae o leguminoseae
Sub familia	faboideae
Género	Dolichos
Especie	Dolichos lab lab
Nombre común	frejol de Egipto ó poroto

(InfoAgro -2014)

#### **2.7.4. Clasificación botánica**

Dolichos lab lab es una hierba reptante o preferentemente trepadora, cuyos tallos alcanzan los 6 m de largo y se levantan hasta 80 cm del suelo; son cilíndricos y vellosos. La raíz es pivotante. Las hojas son trifoliadas, con folíolos ovado a romboidales, apicadas casi lisas, pubescentes por el envés, ubicadas al cabo de pecíolos largos y delgados, acanalados. Las flores forman inflorescencias en forma de racimos axilares, con pedúnculos de unos 40 cm de largo. El cáliz es tubular; el fruto aplastado, oblongo, de unos 8 por 2,5 cm, liso, dehiscente. Contiene tres a cinco semillas elípticas, de alrededor de 1 cm de largo, pardos o negruzcos. ([wikipedia.org/wiki/Lablab\\_purpureus](http://wikipedia.org/wiki/Lablab_purpureus))

#### **2.7.5. Condiciones edafo climáticas**

Radiación prolongada

Temperatura 26 a 36°C limitan su producción a 10°C

Requieren una precipitación de 200 a 2500 mm.

Altitud desde el nivel del mar a 2000msnm

Se establece mejor en suelos bien preparados, profundos y bien drenados en suelos con pendientes se debe sembrar en curvas de nivel.

La profundidad del suelo debe ser de 30 a 40 cm. el pH óptimo se encuentra 4.4 a 7.8

## **2.8. Cultivo de la arveja**

### **2.8.1. Origen**

La arveja (*Pisum sativum*) se considera originario de Australia Occidental, luego fue trasladada a China, Estados Unidos, posteriormente a otras regiones, donde se cultivaban en jardines, ambientes atemperados porque este cultivo requiere temperaturas elevadas para una buena producción de vainas. (Zander - 2000) <https://repositorio.umsa.bo>

### **2.8.2. Taxonomía**

Reino	Plantae
Clase	Angiosperma
Sub clase	Dicotiledónea
Orden	Leguminosa
Familia	Leguminoceae
Sub familia	Palionaceae
Genero	Pisum
Especie	Pisum sativum
Nombre común	Arveja

(InfoAgro -2014)

### **2.8.3. Clasificación botánica**

La arveja es considerada como hortaliza o legumbre, herbácea, de hábito rastroso o trepador, cuyas características morfológicas lo hacen distinguible.



Las semillas de la arveja tienen una ligera latencia, el peso medio es de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor, raíz pivotante, con numerosas raicillas secundarias y terciarias, presenta sobre crecimientos denominados nódulos que contienen bacterias nitrificantes, cuyo papel es fijar el nitrógeno atmosférico para servir de nutrimento a la planta.

Las plantas de arvejas se caracterizaban por la presencia de zarcillos y grandes láminas con apariencia de hojas (estípulas) en la base de las hojas verdaderas.

Tallo según la variedad, puede ser corto, mediano o largo, pero en todos los casos es hueco, ligeramente estriado, provisto de nudos y de color verde claro.

Hojas Compuestas e imparipinadas, con folíolos elípticos, de bordes onduladas. En las hojas superiores los folíolos se transforman en zarcillos, que utiliza la planta para sostenerse.

Flores son blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos, de una o dos flores en las axilas.

El fruto seco presenta dehiscencia cuyas vainas encierran semillas lisas o arrugadas con dos cotiledones, sin endospermo, harinosas y con germinación hipogea.

Altura de la planta se distinguen cultivares de plantas bajas, determinadas enanas (0,5 a 0,7 m de altura), intermedias o semiterminadas (0,7 a 1,0 m), y altas, indeterminadas o guiadoras (más de 1,0 m. pudiendo llegar hasta 3,0 m). (Riva -1979)

#### **2.8.4. Época de siembra**

La arveja es un cultivo de invierno - primavera. Según las regiones, puede sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse en enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano.

Dado que es una especie que tolera bien las bajas temperaturas invernales, incluyendo las heladas, puede adaptarse el ciclo de cultivo a los requerimientos de cada zona. (FAO-1999)

#### **2.8.5. Densidad de siembra**

Según la FAO antes de realizar la siembra, es conveniente proteger a las semillas con una mezcla de insecticida y fungicida. Dependiendo de la tecnología, la siembra puede realizarse en surcos separados entre 40 a 60 cm, y entre plantas de 15 a 20 cm, depositando dos semillas por golpe. Esta práctica se debe realizar a una profundidad de 10 cm, ya que la semilla es cubierta con tierra de 5 a 10 cm, a una densidad de 80000 -110000 plantas por hectárea.

#### **2.8.6. Siembra en surcos**

El guisante es un cultivo de invierno-primavera.

Según las regiones, puede sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse en enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano. (FAO -1999)

#### **2.8.7. Ciclo del cultivo**

Dependiendo de la altitud y temperatura entre 110 a 115 días para verde y 130 a 140 días para seco.

Ciclo vegetativo: 60-140 días.

La arveja llega a la floración a los 60 días después de la siembra y tiene unas flores de color blanco a los 62 días de floración llega a obtener un 20% de la floración. (FAO-1999)

#### **2.8.8. Condiciones edafoclimáticas del área en estudio**

La arveja es una especie de clima templado algo húmedo. La planta se hiel con temperaturas por debajo de -3 ó -4 °C. Detiene su crecimiento cuando las temperaturas empiezan a ser de 5 ó 7 °C. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo crecimiento con temperaturas comprendidas entre 16 y 20 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo entre 35 °C. Si la temperatura es muy elevada la planta vegeta bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que vegete bien. (Valdez -1998)

La arveja es una especie que requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrientes asimilables y de reacción levemente ácida a neutra.

Los mejores resultados se logran en suelos con buen drenaje, que aseguran una adecuada aireación y a su vez, tengan suficiente capacidad de adaptación y almacenaje de agua para permitir su normal abastecimiento, en especial durante su fase crítica, periodo de floración y llenado de vainas. (Manual Agrícola, 1998)

Podemos sembrar arveja desde la costa durante el invierno y en toda la sierra, incluso hasta los 3600 metros de altura produce bien.

En regiones tropicales y subtropicales a alturas menores a 1300 m no produce bien (Rodríguez - 2013)

Necesita mucha luz, requiere de una iluminación intensa a moderada. En su periodo de desarrollo vegetativo, la arveja necesita de 1200 a 1400 horas luz.

Requiere de 350 a 500 mm para completar el ciclo vegetativo. La absorción de agua en relación con la evapotranspiración, se ve poco afectada hasta un agotamiento del agua del suelo próximo al 40% del total del agua disponible, requiere condiciones intermedias de humedad atmosférica de un 57%. (Pinto -2013)

Requiere suelos de textura ligera a media.

Requiere suelos de mediana profundidad con un mínimo de 60 cm de profundidad efectiva.

Requiere buen drenaje porque es un cultivo sensible al ataque de hongos, no tolera humedades prolongadas porque se propagan más los hongos y patógenos.

La arveja es sensible a la salinidad del suelo, siendo la disminución del rendimiento en función de la conductividad eléctrica (mmhos/cm) de la siguiente manera: 0% a 1.0; 10% a 1.5; 25% a 2.3; 50% a 3.6 y 100% a 6.5 mmhos/cm.

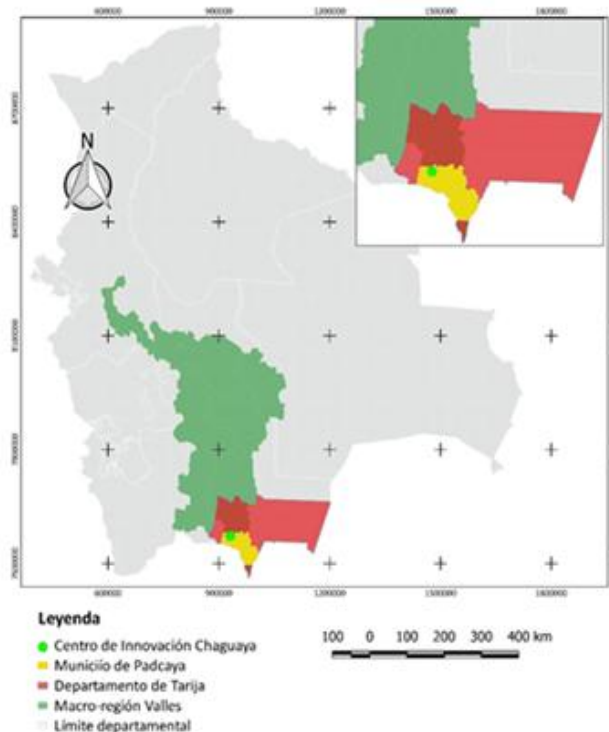
PH El óptimo se encuentra entre 5.5 y 6.8 (FAO-1999)

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

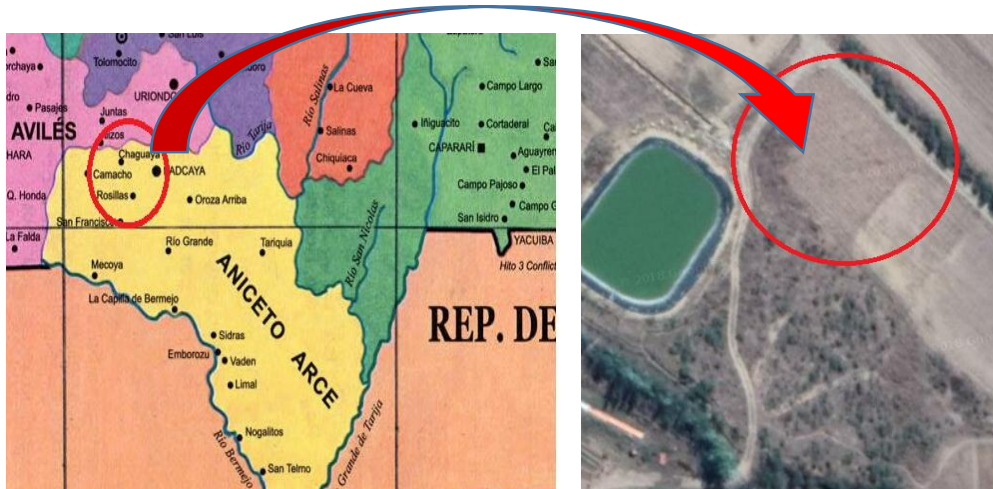
#### 3.1. Ubicación del centro experimental Chaguaya

El Centro Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal Chaguaya, está ubicado en el municipio de Padcaya, provincia Arce del departamento de Tarija, entre las comunidades, Abra de San Miguel y Chaguaya, está distante a 75 kilómetros de la ciudad de Tarija. El Centro de innovación de Chaguaya es un Centro de Recursos Genéticos forestales que funciona con la cooperación italiana. El predio consta de 68,7 hectáreas aproximadamente, bajo riego y luz eléctrica, y fue que a partir de noviembre de la gestión 2015, llegó a ser propiedad del INIAF, dependiente del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras MDRyT. (INIAF-2018).



### 3.1.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental en la provincia Arce

Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 21° 53' 53.38" de latitud Sud 64° 49' 31.31". De longitud Oeste y con una altura de 1957 m.s.n.m.



### 3.1.2. Características climáticas del área de estudio

En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas y la ausencia de precipitaciones. El invierno también está asociado a la llegada de frentes fríos provenientes del sur, llamados “surazos”, que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad. (INIAF, 2018)

#### 3.1.2.1. Temperaturas máximas y mínimas

la temperatura media anual es de 16.7 °C, con una máxima de 24.6 °C y una mínima de 8.8 °C. Los días con heladas se registran en los meses de mayo a septiembre. La humedad relativa promedio es de 67 %. La dirección del viento aproximadamente es el Sur-Este con una velocidad promedio de 2.6 km/hora.

### 3.1.2.2. Precipitaciones pluviales

Las precipitaciones pluviales totales anuales en el municipio oscila entre 1,0 mm en el mes de julio a una máxima de 145.4 mm en el mes de enero, identificándose dos periodos: un periodo seco que abarca los meses de mayo a septiembre y un periodo húmedo en los meses de octubre a abril.

### 3.1.2.3. Clima Mesotermal Semiárido

Se ubica en los valles de la Cordillera Oriental, con una temperatura anual media de 16.7 °C y con una precipitación media anual de 619 mm (Padcaya y Chaguaya).

### 3.1.2.4. Registro precipitación pluvial (mm)

Registro de precipitación pluvial media mensuales desde año 2006 - 2018 para la elaboración del climograma.

Estación meteorológica de Junta Provincia Avilés del departamento de Tarija

Lat. S.: 21° 48' 37"

Long. W.: 64° 47' 51"

Altura: 1,882 m.s.n.m.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2006	183,5	179,5	177,0	58,5	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	78,0	129,2	864,7
2007	361,5	82,0	127,5	51,0	1,5	0,0	0,0	0,1	33,0	58,0	91,0	133,0	938,6
2008	162,5	90,5	120,0	9,5	0,0	0,0	0,0	4,0	0,5	45,5	108,6	290,0	831,1
2009	221,0	107,0	162,0	26,5	0,0	0,0	0,0	1,5	18,0	17,5	168,5	158,0	880,0
2010	71,1	256,5	104,0	6,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	5,6	69,0	535,2
2011	148,5	150,0	103,0	30,5	4,0	0,0	0,0	2,5	18,5	22,0	717,0	124,1	1196,0
2012	287,0	180,8	65,8	32,0	1,5	3,5	0,0	0,0	0,0	51,0	19,6	124,1	641,2
2014			66,8	14,8	0,0	0,0	0,0	2,1	14,7	97,2	79,9	79,1	
2015	217,9	144,8	168,0	103,5	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	27,1	68,0	86,4	819,2
2016	131,7	101,5	85,3	12,0	0,0	0,0	0,0	40,0	15,0	24,0	77,0	49,0	535,5
2017	14,0	45,3	72,8	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	21,0	20,5	123,1	337,7
2018	344,8	191,7	55,0										
MEDIA	194,9	139,1	108,9	32,8	2,4	0,5	0,0	4,6	11,5	38,8	130,3	124,1	787,7

### 3.1.2.5. Registro de temperatura °C

Registro de temperaturas medias mensuales correspondientes al año 2006 - 2018 para la elaboración del climograma

Estación meteorológica de Juntas provincia Avilés del departamento de Tarija

Lat. S.: 21° 48' 37"

Long. W.: 64° 47' 51"

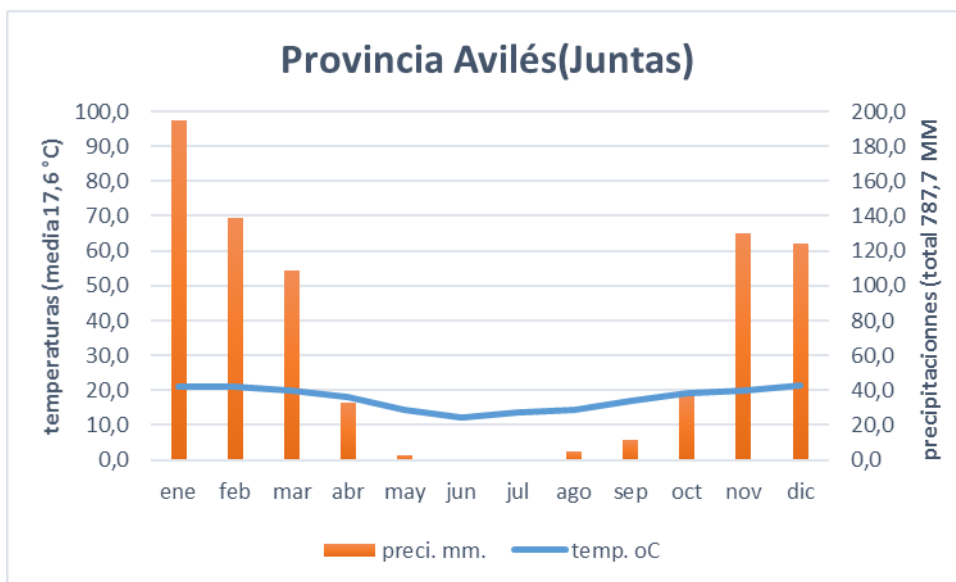
Altura: 1882 msnm.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2006	21,5	20,9	22,0	19,3	14,2	14,2	19,0	14,9	16,5	20,9	20,7	23,4	19,0
2007	22,4	22,3	22,0	19,4	14,0	12,6	18,7	11,9	18,7	20,6	20,5	21,1	18,7
2008	21,2	20,2	16,4	16,6	13,2	10,3	14,5	14,3	14,4	16,4	20,1	19,6	16,4
2009	17,5	20,0	18,4	18,4	13,6	10,7	10,6	13,4	14,8	17,0	20,9	19,9	16,3
2010	20,5	21,8	20,5	17,0	13,9	12,0	10,8	12,9	18,0	17,2	18,2	21,2	17,0
2011	22,6	20,4	18,5	18,5	14,2	14,0	8,6	13,4	16,5	18,6	20,4	19,6	17,1
2012	19,6	19,8	19,7	18,9	15,4	11,4	13,6	15,2	17,4	20,2	20,2	23,2	17,9
2013	20,3	20,2	19,2	16,5	15,5	14,4	12,9	17,9	17,9	17,9	20,6	21,8	17,9
2014	21,4	21,2	18,9	18,9	15,6	13,6	12,5	15,3	18,9	21,5	19,9	20,6	18,2
2015	21,0	20,8	20,4	18,2	14,4	12,6	20,0	15,8	17,4	18,2	20,2	21,6	18,4
2016	21,8	22,6	19,5	19,0	12,3	9,2	10,9	15,2	14,5	18,4	18,6	16,5	16,5
2017	21,6	20,4	20,2	17,0	15,1	12,4	15,3	17,4	19,4	19,0	19,8	21,8	18,3
MEDIA	21,0	20,9	19,9	18,1	14,3	12,3	13,5	14,5	16,8	19,2	20,0	21,3	17,6

### 3.1.2.6. Climograma correspondiente a la zona de Juntas

La estación meteorológica de Juntas es la más cercana al centro experimental de Chaguaya y el climograma fue elaborado con los datos de precipitación pluvial en mm y temperatura en °C, media mensual de doce años para estimar el comportamiento del clima y meses de sequía de la comunidad de Chaguaya.

Climograma que representa los datos termopluviométricos medios mensuales de la estación meteorológica de Juntas y 2006 al 2018



La siembra de las dos especies de leguminosas se realizó en la segunda quincena de mayo del año 2018 donde la precipitación pluvial fue de 5 mm, durante el ciclo del cultivo y la temperatura media mensual fue de 13,65 °C por tal motivo se tuvo que aplicar un riego a los cultivos.

### 3.1.2.8. Características Fisiografía

La unidad fisiográfica corresponde al Centro experimental de Chaguaya presenta las siguientes características: Llanura Fluvio – lacustre, disección moderada. Se ubica en las comunidades de Chaguaya, Abra de San Miguel, con una altitud que varía entre 2.000 a 2.300 msnm aproximadamente, se caracteriza por presentar una disección moderada a muy fuerte; determinada por una litología que corresponde a sedimentos de origen lacustre. (INIAF - 2018)

### 3.1.2.9. Vegetación

La unidad se localiza en la mayor parte de la Cordillera Oriental, con una superficie de 354,1 km<sup>2</sup> (8,0 % del total de la superficie del Municipio de Padcaya), cubriendo un paisaje de



ladera de serranía alta, muy disectada y parte de piedemonte, desde los 2000 a 2500 msnm, con clima templado semiárido, con una precipitación anual de 600 a 1300 mm/año. Esta formación se caracteriza por presentar especies con apéndices espinosos como *Acacia caven* (Churqui negro), *Duranta serratifolia* (Espinillo), y el herbáceo caracterizado por *Stipa sp* (Paja), *Aristida sp* (Pasto cakco), entre otras.

#### **3.1.2.10. Suelos**

Según el PDM Municipal de Padcaya. Los suelos que predominan en el fundo de Chaguaya de acuerdo a la clasificación taxonómica americana son los siguientes: Asociación Lixisol-Cambisol. Las comunidades como referencia: Abra de San Miguel, Chaguaya; donde los suelos dominantes.

Son profundos a muy profundos, de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a arcillosa en el subsuelo, con pH ligeramente alcalino a alcalino, y fertilidad natural baja a moderada. (INIAF, 2018)

#### **3.1.2.11. Textura**

La textura del suelo según el análisis de suelo realizado antes de la siembra corresponde a textura Franca. (datos en anexos)

#### **3.1.2.12. Densidad aparente**

La densidad aparente antes de la siembra fue de 1,60 gr/cc. (datos en anexos)

### **3.1.3 Unidad experimental y Diseños Experimentales**

El diseño experimental en el presente trabajo fue de bloques al azar, con dos tratamientos y dos repeticiones donde los tratamientos son dos especies de leguminosas *Dolichos lab lab* y *Pisum sativum*.

#### **3.1.4 Características del diseño**

Número de tratamientos: 2

Número de réplicas: 2

Número de unidades experimentales: 4

Largo de la unidad experimental: 40m

Ancho de la unidad experimental: 30m

Espacio entre bloques: 1m

Superficie por unidad experimental  $6m \times 38m = 228m^2$

Área total del ensayo:  $1200m^2$

### Factores:

**Factor:** Variedades de leguminosas

**Niveles:** T1; T2

### Dónde:

- T1= Dolichos lab lab
- T2= Pisum sativun

### 3.1.5. Diseño de Campo

Unidades experimentales con los dos tratamientos y dos replicas.

		38m	
6m		T1R2	
		T2R2	
1m			
		T1R1	
		T2R1	

### HIPOTESIS

Ha: El efecto de la incorporación de la leguminosa influye en la mejora de la fertilidad de los suelos.

Ho: El efecto de la incorporación de las leguminosas no influye en la restauración de la fertilidad de los suelos

### 3.1.6. Variables

1.- Producción de biomasa de las dos especies de leguminosas en Tn/ha.

- 2.- Aporte de materia orgánica (MO) por la incorporación de las dos especies de leguminosas.
- 3.- Aporte de macro nutrientes (NPK) por la incorporación de las dos especies de leguminosas.
- 4.- Análisis de conductividad eléctrica (CE) y (pH)

## **3.2. DESCRIPCIÓN SISTEMATIZADA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DIRIGIDO**

El presente trabajo dirigido incorporación de materia orgánica a través de abonos verdes de dos especies de leguminosas se realizó, mediante la coordinación con el técnico II en investigación del proyecto maíz Ing. Horacio Fernando Vega Gareca INIAF-Tarija.

El trabajo inició con la visita al centro experimental de Chaguaya y reconocimiento de campo, para posteriormente iniciar con los trabajos de campo como se detalla a continuación.

### **3.2.1. Mensurado de la parcela**

En la parcela seleccionada procedí a medir las dimensiones el largo y ancho para determinar la superficie del terreno.

Los datos de la medición fueron 40m de largo 30m de ancho, este dato para determinar la superficie =  $1200\text{m}^2$

### **3.2.2. Toma de muestras de suelo**

En fecha 20 de abril del año 2018 se tomó las muestras de suelo de las parcelas experimentales del fundo de Centro experimental de Chaguaya.

Para la toma de muestras de suelo se procedió siguiendo la metodología o guía de laboratorio de suelos. (Espinosa, L. - 2015)

Se tomó 6 sub muestras de suelo en forma de zigzag a una profundidad de 20 cm, para lo cual se procedió de la siguiente manera.

Se limpió los sitios seleccionados al azar para quitar las hojas secas, hiervas a una profundidad de 2 a 3cm.

Las sub muestras fueron extraídas a una profundidad de 20 cm. con la ayuda de una pala y acopiadas en una bolsa limpia de polietileno de color negro, cada sub muestra tenía un peso aproximado de 300gr.

Una vez obtenida las 6 sub muestras se procedió a mezclar para que quede homogénea la muestra, de las cuales se tomó aproximadamente 1Kg para su posterior envasado y etiquetado y posterior envío al laboratorio para su análisis físico químico de los principales elementos, materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Conductividad eléctrica (CE), pH, densidad aparente (DA).

Para el análisis físico densidad aparente del suelo se tomó la muestra con un cilindro de volumen conocido para determinar la densidad en laboratorio.

### **3.2.3. Preparación del terreno**

En fecha 27 de abril del año 2018 se inició con el preparado del terreno, para lograr una buena implantación de los cultivos se realizó una arada y posteriormente el rastreo y así obtener un suelo bien mullido. Esta labor se realizó de forma mecanizada con el tractor de la institución, para darle las condiciones adecuadas a la semilla para el establecimiento del cultivo.

### **3.2.4. Delimitación de parcelas experimentales**

La delimitación de las parcelas experimentales consistió en dividir la superficie mensurada en cuatro partes, las cuales serán de cuatro unidades experimentales cada unidad experimental de 6m. x 38m. Con una superficie de 228m<sup>2</sup> cada uno con una separación de 1m entre unidades experimentales.

Se realizó el trazado con la ayuda de estacas que van en las esquinas colocando la tanza, posteriormente se escuadró para tener una mejor precisión de la superficie de la parcela experimental, para después dividir en cuatro unidades experimentales y colocando las demás estacas.

### **3.2.5. Siembra**

Se realizó la siembra de las dos especies de leguminosas en fecha 25 de mayo de 2018.

Esta labor de siembra se realizó de forma mecanizada con la sembradora calibrada, la distancia entre surcos para las dos especies es de 50 cm. Y 10 cm planta/planta, una semilla por golpe en cada sitio, la superficie total sembrada para cada especie 456m<sup>2</sup> en total se sembró 912 m<sup>2</sup> para las dos especies.

### **3.2.6. Riego**

El Fundo de Chaguaya cuenta con atajados para el reservorio de agua para riego de las parcelas.

El primer riego al terreno se efectuó antes de la siembra para que el suelo tenga la humedad necesaria y la semilla pueda germinar.

Los riegos aplicados a la parcela experimental fueron por inundación cada 10 días, hasta el momento de la floración de las dos especies de leguminosas.

### **3.2.7. Control de malezas**

Control de maleza método químico, antes de la siembra se aplicó herbicida total para controlar las malezas de hojas anchas y angostas.

Control de maleza método manual, se realizó en tres ocasiones cada 15 días los primeros 45 días con la ayuda de una azada.

Por qué las malezas hacen competencia por el agua, el sol, los nutrientes y la parcela experimental estaba muy afectado por diferentes especies de malezas.

### **3.2.8. Control fitosanitario**

Los cultivos de dolichos y arveja sufrieron daño por hormigas, que causaron la defoliación parcial de las plantas de arveja, se logró controlar aplicando Folidol insecticida en polvo que es coloca en los respectivos hormigueros según las recomendaciones técnicas del producto.

### **3.2.9. Floración de las dos especies de leguminosas**

El cultivo de la arveja inició la floración a los sesenta y cinco días después de la siembra y el cultivo del dolichos inició la floración a los setenta y tres días después de la siembra.

### **3.2.10. Incorporación de la biomasa al suelo de las dos especies de leguminosas**

Antes de incorporar la biomasa de las dos especies de leguminosa al suelo Se tomaron cuatro sub muestras al azar de 1 m<sup>2</sup> cada una, de cada unidad experimental para el estimar el peso de la biomasa en kilogramos.

Posteriormente los cultivos de las 2 especies fueron incorporados al suelo con la rastra del tractor.

Todo el material fue incorporado al suelo en la primera quincena de agosto de 2018 a los 75 días posterior a la siembra de las leguminosas.

El entierro de la biomasa de las especies cultivadas como abono verde, se debe realizar cuando las plantas estén en floración, porque es la etapa que ha alcanzado su máximo desarrollo y concentración de nutrientes los cultivos.

### **3.2.11. Análisis de suelo posterior a la incorporación de la biomasa al suelo**

El segundo análisis se realizó en fecha 7 de noviembre 2018.

Se consideró tres meses tiempo en que la biomasa pasa a descomponerse y mineralizarse.

Para la toma de muestras se tomó cinco sub muestra en forma de zigzag de cada unidad experimental, se tomó las muestras con la ayuda de una pala a una profundidad de 20 cm, las cinco sub se acopió en una bolsa de polietileno la cual se mezcló para que quede homogénea y se separó un aproximado de ½ kg y se etiquetó las muestras.

Se envió a laboratorio las muestras de suelo de los dos tratamientos y replicas en total se envió cuatro muestras de suelo para el análisis químico y físico.

## **3.3. MÉTODOS, TÉCNICAS Y MATERIALES EMPLEADOS**

Como abonos verdes se emplearon dos especies de leguminosa dolichos y arveja, las especies se sembraron en parcelas 228 m<sup>2</sup> (38m x 6m) donde se establecieron surcos distanciados a 50 cm y 10cm entre plantas.

Las variables a evaluar fueron peso de la biomasa ton/ha, incremento de materia orgánica, NPK.

Para estimar la producción de biomasa de cada especie empleada como abono verde se procedió a cortar con una oz la materia. Se tomó cuatro muestras compuesta de un 1m<sup>2</sup> cada uno en cada unidad experimental, las muestras de materia verde obtenidas en cada unidad experimental, se pesó para su posterior interpretación.

Los métodos para estimar el contenido de materia orgánica macro nutrientes, condiciones físicas y químicas del suelo fueron realizados en laboratorio de suelo de la institución INIAF

Los métodos para interpretación de resultados de macro nutrientes NPK condiciones físicas, químicas, fueron realizados por factores de conversión del texto de fertilidad, y fertilizantes recopilación, sistematización del Ing. Linder Espinoza Marquez.

La valoración e interpretación de MO, NPK, CE, PH y textura de suelos fue realizado por comparación con tablas según el laboratorio del CIAT Santa Cruz y FAO.

### **3.3.1. Materiales Genéticos**

El material genético utilizado fue: Dolichos lab lab (dolichos), Pisun sativum (arveja) para la producción de abono verde.

Peso del material genético empleado fue 2 a 3 Kg de cada especie.

### **3.3.2. Material de campo**

- Tractor agrícola
- Arado
- rastra
- Sembradora
- Azadones
- Palas
- Bolsas plástica
- Cilindro

### **3.3.3. Materiales de Gabinete**

- Computadora
- Escritorio
- Calculadora
- Impresora

### **3.3.4. Materiales de Demarcación**

- Cinta métrica
- Estacas
- Letreros

### **3.3.5. Materiales de Registro**

- Tablero de campo
- Libreta de campo
- Planillas
- Celular (toma de fotografía)



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Evaluación cuantitativa de la biomasa de las dos especies de leguminosas

En el cuadro se muestra el peso de la producción de biomasa en kilogramos (kg) de cada especie.

**Donde:**

**T1 = Tratamiento 1 = Cultivo de Dolichos**

**T2 = Tratamiento 2 = Cultivo de la arveja**

**R1 = Replica 1**

**R2 = Replica 2**

Trat./Replíc.	R1	R2	X
T1	237	228	232.5
T2	218	217	217.5
$\Sigma$	455	445	

De acuerdo a la media aritmética el tratamiento T1 alcanzó un peso en la producción de biomasa de 232.5 kg. Corresponde a la especie dolichos.

El tratamiento T2 alcanzó un peso de 217,5 kg. Corresponde al cultivo de la arveja.

Si llevamos estos valores de cada tratamiento a ton/ha tenemos como resultado en el tratamiento T1(dolichos) 10197,36 Kg/ha biomasa materia verde = 10,197ton/ha

En el tratamiento T2 (arveja) tenemos como resultado 9539,47 kg/ha biomas materia verde = 9,539ton/ha

Si comparamos los pesos obtenidos por las dos especies tenemos una diferencia muy importante, ya que el cultivo de dolichos obtuvo un peso mayor en la producción de biomasa

respecto al cultivo de la arveja esto debido a su mayor desarrollo foliar y adaptabilidad en la zona.

#### 4.1.2. Comparación por T de Studet el peso de la biomasa

Repeticiones	Tratamientos		a-b	(a-b)-x	((a-b)-Dx) <sup>2</sup>
	Dolichos(b)	Arveja(b)			
1	237	218	19	4	16
2	228	217	11	-4	16
∑	465	435	30	0	32
X	232,5	217,5	15		

$$TC = 3,75$$

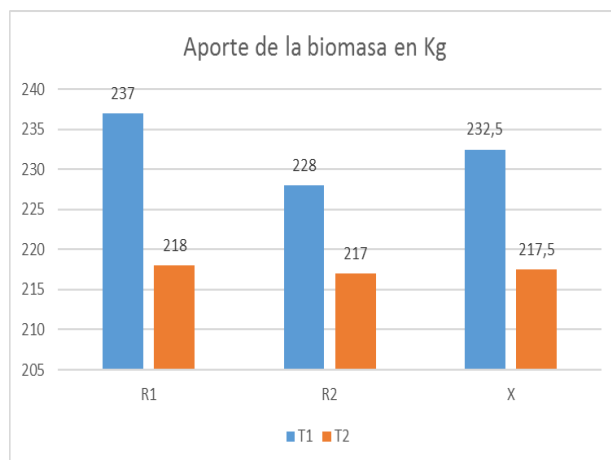
$$TC = \frac{xa - xb}{\sqrt{\frac{\sum D^2}{n(n-1)}}}$$

$$Tt = 12,706$$

Se acepta la hipótesis nula, porque TC es menor que Tt, demostrando claramente mediante la T de student, no existe diferencias estadísticas significativas considerables entre los tratamientos al 5% de probabilidad del error.

#### 4.1.3. Representación gráfica peso de la biomasa

De las 2 especies de leguminosas.



En el gráfico se muestra los pesos de la biomasa obtenidos por en cada unidad experimental de los tratamientos T1 dolichos y T2 arveja, El T1 réplica 1 de dolichos fue la que alcanzó mayor peso del contenido de biomasa con 237 kg seguido por el tratamiento T1 réplica 2 dolichos con 228 kg de biomasa.

El tratamiento T2 de la arveja réplica 1 alcanzó un peso de 218 kg de biomasa y por último tenemos el tratamiento T2 réplica 2 con 217 kg de biomasa.

El tratamiento T1 del cultivo de dolichos alcanzó mayor peso con una media aritmética 232.5 kg. debido a su mayor desarrollo en tallo, hojas también porque esta especie de leguminosa tiene una gran adaptabilidad a la zona, es más resistente al estrés hídrico.

El tratamiento T2 del cultivo de la Arveja alcanzó un peso con una media aritmética 217.5 kg.

Las dos especies fueron sembradas en la misma fecha, los riegos fueron aplicados en las mismas fechas.

El tratamiento T2 del cultivo de la arveja tuvo un peso menor en la biomasa debido a que es muy susceptible al estrés hídrico a falta de riego, porque esto dificulta su desarrollo vegetativo otro motivo es muy susceptible a ataque de insectos como la hormiga.

#### **4.2.1. FERTILIDAD DEL SUELO**

#### 4.2.2. Materia orgánica (MO)

Se realizó un análisis de suelo compuesto antes de la siembra, de toda la parcela experimental

Profundidad de muestreo es de 20 cm densidad aparente  $D_a=1,60$  gr/cc

Superficie 1ha =  $10000\text{m}^2$  para fines de estimación en el trabajo dirigido.

El contenido de materia orgánica en el análisis de suelo antes de la siembra de las dos especies de leguminosas es la siguiente  $13,15$  g/kg de MO =  $42080,0$  kg/ha

#### 4.2.3. Aporte de materia orgánica al suelo, por los tratamientos

Aporte de materia orgánica MO post incorporación de la biomasa al suelo en cada unidad experimental. (Más detalles en anexos)

Tratamiento/ Replicas	R1	R2
T1	20,82 g/kg	20,54 g/kg
T2	18,26 g/kg	17,51g/kg

Contenido de materia orgánica MO en kg/ha.

Tratamiento/ replicas	R1	R2	X
T1	57879,6 kg/ha	57101,0 kg/ha	57490,3 kg/ha

T2	50032,4 kg/ha	36907,3 kg/ha	43469,85 Kg/ha
----	---------------	---------------	-------------------

Cuadro ganancia de materia orgánica por la incorporación de abonos verdes al suelo

Se tomó la media aritmética  $T1 = (T1R1 + T1R2) / 2$  y  $T2 = (T2R1 + T2R2) / 2$

Tratamientos/ Análisis	Antes de la siembra	después de incorporar la biomasa al suelo
T1 dolichos	42080,0 kg/ha	57490,3 kg/ha
T 2 Arveja	42080,0 kg/ha	43469,9 kg/ha

La materia orgánica incremento en los dos tratamientos, pero en el tratamiento T1 del cultivo de dolichos tuvo un incremento importante de 42080,0 Kg/ha. a 57490,3Kg/ha.

El tratamiento T2 del cultivo de la arveja tuvo un incremento de 42080,0 kg/ha. a 43469,9 kg/ha.

#### 4.2.4. Valoración de la materia orgánica MO

Según parámetro de la FAO.

Valoración del contenido de materia orgánica en %

Época	Contenido en %	Clase	Grado
Antes de la siembra	<b>1,31</b> ( < 1,0- 2,5) FAO	Moderado	3
Posterior a la incorp. T1	<b>2,07</b> ( < 1,0- 2,5) FAO	Moderado	3

Posterior a la incorp. T2	<b>1,59</b> ( < 1,0- 2,5) <i>FAO</i>	Moderado	3
------------------------------	---	----------	---

El contenido de Materia Orgánica en % de los dos tratamientos T1 y T2 no superó el rango que establece la FAO como se ve en el cuadro, por lo tanto, ese suelo continuo en la categoría clase moderado grado 3.

En el tratamiento T1 del cultivo de dolichos, el contenido de materia orgánica en % incremento de 1,31% antes de la siembra a 2,07 % después de tres meses de incorporar la biomasa al suelo, este incremento se debe a que la biomasa de este cultivo fue mayor que el cultivo de la arveja.

En el tratamiento T2 incremento el contenido de MO de 1,31% a 1,59% en este caso el incremento fue menor ya que el aporte de la biomasa también fue menor que el cultivo del dolichos.

Comparado los dos tratamientos con la tabla de FAO está dentro del rango de (< 1,0- 2,5) % por lo tanto el contenido de MO es de clase moderada de grado tres.

Para incrementar el contenido de MO se tiene que seguir incorporando rastrojos de cultivos o abonos verdes, de este modo mejorará el contenido de materia orgánica superaría el valor de 2.5 %MO la cual ayudaría a pasar a clase medio moderado de grado dos.

### **4.3. NITRÓGENO**

#### **4.3.1. Valoración cuantitativa de Nitrógeno Total (NT)**

En el primer análisis de suelo antes de la siembra el nitrógeno total fue de:

$$0,91\text{g/kg} = 2912,0 \text{ kg NT/ha}$$

Contenido de nitrógeno total después de tres meses de ser incorporado la biomasa al suelo de los dos tratamientos y sus réplicas. (Más detalles en anexos)

Tratamiento/ Replicas	R1	R2
T1	1,32g/kg	1,31 g/kg
T2	1,19 g/kg	1,15 g/kg

Nitrógeno total en kg/ha según el análisis de suelos

Tratamiento/ replicas	R1	R2	X
T1	3836,4 kg/ha	3641,8 kg/ha	3739,1kg/ha
T2	3260,6 kg/ha	3151,0 kg/ha	3205,8 kg/ha

Comparación del contenido de nitrógeno total y ganancia de nitrógeno total en los dos tratamientos en kg/ha.

<b>Tratamientos/ Análisis</b>	<b>antes de siembra</b>	<b>Después de incorporar la biomasa al suelo</b>
T 1 Dolichos	2912,0 kg NT/ha.	3739,1 kg NT/ha.
T 2 Arveja	2912,0 kg NT/ha.	3205,8 kg NT/ha.

Haciendo una comparación e interpretación de los datos de nitrógeno total, hubo un incremento en los dos tratamientos.

El tratamiento T1 incremento de 2912,0 kg NT/ha. a 3739,1 kg NT/ha

El tratamiento T2 incremento de 2912,0 kg NT/ha. a 3205,8 kg NT/ha

### 4.3.2. Interpretación Nitrógeno Total (NT)

Según parámetro laboratorio CIAT. Santa Cruz

TIPO DE ANÁLISIS	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ADECUADO	ALTO	MUY ALTO
Nitrógeno Tota% <i>Rango CIAT</i>	<0,05	<b>0,091</b> (0,05-0,10)	0,10-0,15	-----	0,15-0,25	>0,25
Nitrógeno tota % <b>T2</b> Después de la Inc.			<b>0,13</b> (0,10-0,15)			
Nitrógeno tota % <b>T2</b> Después de la Inc.			<b>0,11</b> (0,10-0,15)			

De acuerdo al cuadro el % de Nitrógeno Total incrementó en los dos tratamientos, y en la clasificación pasó rango de bajo a moderado según la tabla de interpretaciones de CIAT. Se encuentra en un rango de (0,10-0,15)% por lo tanto se encuentra el contenido de nitrógeno total en la clase moderada en los dos tratamientos.

## 4.4. FÓSFORO

### 4.4.1. Cuadro de comparación fósforo asimilable P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

El contenido de fósforo de acuerdo al primer análisis de suelo antes de la siembra de las dos especies de leguminosa es de: 0,77 mg/kg.

El contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> antes de la siembra = 5,67 kg/ha.

Fósforo asimilable P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en kg/ha de los dos tratamientos y sus réplicas.

Tratamiento2/ Replicas	R1	R2	X
---------------------------	----	----	---



T1	94,90 Kg/ha	9,15 Kg/ha	52,03kg/ha
T2	40,02 kg/ha	3,78 kg/ha	21,90 kg/ha

Comparación cuantitativa de fosforo asimilable P2O5 de los tratamientos T1 y T2 con relación al primer análisis de suelo

<b>Tratamientos/ Análisis</b>	<b>antes de la siembra</b>	<b>después de incorporación de la biomasa al suelo</b>
T 1	5,67 kg/ha	52,03 kg/ha
T 2	5,67 kg/ha	21.90 kg/ha

De acuerdo a la interpretación de los datos de fósforo según el análisis de suelos hubo un incremento del fósforo asimilable en los dos tratamientos, el tratamiento que más incrementó fue el T1 con 52,03 kg/ha seguido por el T2 con

21, 90 kg/ha. Después de la incorporación de la biomasa al suelo.

El incremento de fósforo y se debe a que las especies usadas como abonos verdes bombean los nutrientes desde las capas profundas hasta la superficie. Esto ocurre con todos los nutrístes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Cuando son empleados especies de vegetales de raíces profundas, que ahondan en el suelo y extraen nutrientes de capas inferiores. Estas especies al ser incorporadas ponen a disposición de los cultivos siguientes (Guzmán y Mielgo)

#### **4.4.2. Interpretación del contenido de Fósforo**

Según laboratorio CIAT de Santa Cruz, el contenido de fósforo en partes por millón (ppm)

Datos análisis de suelo antes de la siembra  $0,77\text{mg/kg} = 0,77\text{ppm}$  fósforo.

Datos del análisis de suelos tres meses después de ser incorporado la biomasa al suelo T1=  
(T1R1+T1R2)/2

T2 = (T2R1+T2R2)/2

TIPO DE ANÁLISIS	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ADECUADO	ALTO	MUY ALTO
<i>Fosforo Aprov. (ppm) Ante de la siembra</i>	<b>0,77</b> (<3,0)	(3,0-7,0)	(-----)	(7-15)	(15-25)	(>25)
Fosforo Aprov. (ppm) Después de incor. A. V. T1				<b>8,13</b>		
Fosforo Aprov. (ppm) Después de icor. A.V. T2		<b>3,47</b>				

El fósforo en el primer análisis de suelos fue de 0,77ppm estaba dentro del parámetro menor a 3ppm se clasifica el contenido como muy bajo según Lab. CIAT

El fósforo en el tratamiento T1 pasó de la clasificación muy bajo a adecuado, según parámetro de CIAT que es de (7-15) y nuestro resultado es de 8,13 ppm hubo una mejora considerable con los tratamientos aplicado.

El tratamiento T2 del cultivo de la arveja incrementó el contenido de fósforo de 0,77ppm a 3,47 ppm después de tres meses de haber sido incorporado la biomasa al suelo en el cuadro de interacción paso de muy bajo a bajo.

El contenido de fosforo del tratamiento T1 y T2 confrontando con la tabla del Lab. CIAT.

Se presenta T1 en nivel adecuado y T2 en nivel bajo, es necesario el uso de abonos verdes para mejorar el contenido de fosforo en el suelo o el uso de fertilizantes fosforados según requerimiento del cultivo y para mantener una reserva en el suelo.

## 4.5. POTASIO

### 4.5.1. Cuadro de comparación potasio asimilable K<sub>2</sub>O

Tratamientos/ Análisis	antes de la siembra	después de incorporación de la biomasa al suelo
T 1	628,99 kg /ha	585,47kg/ha
T 2	628,99 kg /ha	564,22 kg /ha

De acuerdo a los cálculos de rutina realizado el potasio (K<sub>2</sub>O) en kg/ha hubo un decrecimiento en los dos tratamientos esto debido a la densidad aparente empleadas e los cálculos de rutina realizada 1,60gr/cc inicial antes de la siembra y después de ser incorporado la biomasa al suelo, para el tratamiento T1 cultivo del dolichos la densidad aparente fue de 1,39gr/cc.

Para el tratamiento T2 cultivo de la arveja la densidad aparente fue de 1,37 gr/cc.

### 4.5.2. Interpretación del contenido de Potasio Intercambiable

Datos de potasio intercambiable antes de la siembra 0,42 cmolc/kg = **0,42meq/100g**

Datos de potasio intercambiable (T1R1+T1R2)/2= T1

Datos de potasio intercambiable (T2R1+T2R2)/2= T2

**T1 = (0,39meq/100g + 0,51meq/100g)/2 = 0,45meq/100g**

**T2 = (0,54meq/100g + 0,33meq/100g)/2 = 0,44meq/100g**

**UNIDAD 1cmolc/kg =1meq/100**

TIPO DE ANÁLISIS	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ADECUADO	ALTO	MUY ALTO
K. inter. (meq/100gr) Rango CIAT	(<0,1)	(0,1-0,2)	(0,2-0,4)	<b>0,42</b> (0,4-0,7)	(0,7-2,0)	(>2,0)

K. inter. (meq/100gr) <b>T1</b>				<b>0,54</b>		
K. inter. (meq/100gr) <b>T1</b>				<b>0,44</b>  (0,4-0,7)		

El contenido de potasio en meq/100gr confrontando con la tabla de del Lab. CIAT. En los dos tratamientos T1 y T2 se mantiene en nivel adecuado.

#### 4.6. Cuadro de comparación análisis del PH

Análisis del pH antes de la siembra dio como resultado 7,39.

Análisis de pH en los dos tratamientos T1y T2 y su replicas, tres meses después de haber sido incorporado la biomasa al suelo.

pH en el tratamiento T1= (T1R1 es 7,25 + T1R2 es 6,29)/2= 6,77

$$T1= 6,77$$

pH en el tratamiento T2= (T2R1 es 6,35 + T2R2 es 7,16)/2= 6,76

$$T2= 6,76$$

<b>Tratamientos</b>	<b>pH Antes de siembra</b>	<b>pH después de incorporación del abono verde</b>
T 1 Dolichos	7,39	6,77
T 2 Arveja	7,39	6,76

El pH bajó en los dos tratamientos, en el tratamiento T1 de 7,39 antes de la siembra bajó a 6,77.

En el tratamiento T2 el ph bajo de 7,39 a 6,76.

#### 4.6.1. Interpretación del PH

<b>Análisis</b>	<b>PH</b>	<b>Clase</b>	<b>Condición</b>
<b>Antes de la siembra</b>	<b>7,39</b> <i>FAO. (7,31-7,5)</i>	Suavemente alcalino	Basicidad
<b>Post incorporación de biomasa</b>	<b>6,77</b> <i>FAO. (6,0-6,9)</i>	Suavemente acido	Acidez
<b>Post incorporación de la biomasa</b>	<b>6,76</b> <i>FAO. (6,0-6,9)</i>	Suavemente acido	Acidez

El valor del pH antes de la siembra confrontada con la tabla de interpretación, pH 7,39 es suavemente alcalino.

Los valores del pH de los tratamientos T1 y T2 confrontados con la de tabla de interpretaciones se tiene un pH suavemente ácido.

La acidez suave permite la presencia y desarrollo de microorganismos del suelo, favorece la actividad biológica, por ejemplo, las micorrizas para la fijación de N atmosférico, al favorecer la actividad biológica del suelo, ayuda a la formación de poros y porosidad del suelo.

Un pH suavemente ácido favorece la presencia de varios nutrientes entre ellos e N, P, K, S, micro elementos como Cu y Mo. En pH de 6,76 o 6,77 sugiere que no hay presencia de Ca ni Fe o Al intercambiable que son elementos que bloquean la asimilación de P por las plantas.

#### 4.7. Conductividad Eléctrica (CE)

<b>Tratamientos</b>	<b>CE Antes de siembra</b>	<b>CE después de incorporación del abono verde</b>
T 1	37,30 umhs/cm	61,47 umhos/cm
T 2	37,30 umhos/cm	75.02mhos/cm

La conductividad eléctrica incremento en el tratamiento T1 dolichos de 37,30 umhs/cm. a 61,47 umhos/cm y el suelo corresponde a una clase de suelo no salino.

En tratamiento T2 cultivo de la arveja incremento la conductividad eléctrica de 37,30 mmhos/cm a 75.02 mmhos/cm el suelo corresponde a un suelo no salino.

#### **4.7.1. Interpretación de la salinidad del suelo**

Según la (FAO)

<b>Época</b>	<b>C:E umhs/cm</b>	<b>Clase</b>	<b>Grado</b>
<b>Antes de la siembra</b>	<b>37,30</b> <i>FAO. (&lt; 200)</i>	No salino	1
<b>Post incorporación de la biomasa</b>	<b>T1</b> 61,47 (< 200)	No salino	1
<b>Post incorporación de la biomasa</b>	<b>T2</b> 75,02 (< 200)	No salino	1

El valor de la conductividad eléctrica (CE) del tratamiento T1 es 61,47umhs/cm y en T2 es 75,02umhs/cm es menor 200umhs/cm se concluye que es un suelo no salino de grado uno. La CE es un indicador de salinidad como consecuencia de la presencia sales en el suelo.

#### **4.8. Interpretación de clases texturales y grupos (FAO)**

<b>Textura</b>	<b>Definición</b>	<b>Grado</b>
<b>F</b> <i>FAO. (F, FYA, FL, L, YA)</i>	Mediano	2

Confrontando la textura franca (Y) con el cuadro interpretaciones, corresponde al grupo de textura media, ésta es la mejor textura, presenta una distribución adecuada de partículas finas y gruesas, lo que mejora las características físicas en cuanto a porosidad, almacenamiento de agua y aire, incluso en la fertilidad natural a través de la capacidad de intercambio catiónico entre otras.

#### **4.9. Densidad aparente**

Densidad aparente de fecha 23 de abril 2018 antes de realizar la siembra en la unidad experimental

DA = 1,60 gr/cc.

Densidad aparente realizada en fecha 15 de noviembre del año 2018 tres meses después de haber incorporado la biomasa al suelo. (Detalles en anexos)

Densidad aparente de los dos tratamientos y replicas  $T1 = (T1R1 + T1R2) / 2$

$T2 = (T2R1 + T2R2) / 2$

T1 Da = 1,39 gr/cc

T2 Da = 1,37 gr/cc

Los cálculos de rutina fueron realizados con las siguientes densidades antes de la siembra 1.60gr/cc.

Posterior a la incorporación de la biomasa al suelo densidad para el tratamiento T1 Da 1,39gr/cc. y densidad para el tratamiento T2 Da 1,37gr/cc.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIÓN

#### **Biomasa**

Uno de los objetivos es la incorporación de materia orgánica a través de abonos verdes, la biomasa fue el material incorporado como materia orgánica de las dos especies de leguminosas Dolichos lab lab (dolichos) y Pisum sativum (arveja) de acuerdo al análisis de los dos tratamientos, la producción de biomasa en el tratamiento T1 del cultivo del Dolichos lab lab fue la que alcanzó mayor peso de biomasa con una media de 232.5kg en una superficie de 228m<sup>2</sup> y en una superficie de una hectárea tendríamos un peso de 10,197 ton/ha de biomasa.

Seguido por el tratamiento T2 Pisum sativum (arveja) alcanzó un peso de biomasa 217.5kg en una superficie de 228m<sup>2</sup> y en superficie de una hectárea tendríamos un aporte significativo de 9.53 ton/ ha de biomasa. Una vez incorporado este material se transformará en materia orgánica.

Comparación por T de Student del peso de la biomasa

Se acepta la hipótesis nula, porque TC es menor que Tt, demostrando claramente mediante la T de student, no existe diferencias estadísticas significativas considerables entre los tratamientos al 5% de probabilidad del error.

#### **Materia Orgánica**

El contenido de materia orgánica (MO) incrementó en los dos tratamientos, pero en el tratamiento T1 del cultivo de dolichos tuvo un incremento mayor de 42080,0 Kg/ha. MO en el análisis de suelo antes de la siembra a 57490,3 kg/ha MO posterior a la incorporación de la biomasa al suelo.

El tratamiento T2 del cultivo de la arveja tuvo un incremento de 42080,0 kg/ha de MO análisis de suelo realizado antes de la siembra a 43469,0 kg/ha MO posterior a la incorporación de la biomasa al suelo.



Confrontando el contenido de materia orgánica en % con la tabla de interacción de la FAO se tiene la siguiente conclusión.

El contenido de materia orgánica antes de siembra fue de 1,31%.

El tratamiento T1 tubo 2,07 % MO y T2 tiene 1,59% de MO confrontando con l tabla de interpretaciones de la FAO se concluye que el contenido de materia orgánica en el suelo es moderado.

El % de materia orgánica antes de la siembra y posterior a la siembra se mantuvo dentro del rango moderado debido no superó los rangos de (1,0-2,5)

La materia orgánica es de gran importancia por su influencia como mejorador de las características físicas del suelo como la estructura, porosidad capacidad de retención de agua y fuente de nutrientes. En todo caso en el suelo en cuestión es necesario recomendar y definir estrategias de incorporación de abonos orgánicos y material vegetal para contribuir a mantener y mejorar el contenido de materia orgánica del suelo.

### **Nitrógeno Total**

Haciendo una comparación e interpretación de los datos de nitrógeno total, hubo un incremento significativo en los dos tratamientos.

En el tratamiento T1 cultivo del dolichos incremento de 2912,0 kg NT/ha antes de la siembra a 3739,1 kg NT/ha posterior a la incorporación de la biomasa al suelo.

En el tratamiento T2 cultivo de la arveja incremento de 2912.0 kg NT/ha antes de la siembra a 3205,8 kg NT/ha posterior a la incorporación de la biomasa al suelo.

De acuerdo a la interpretación de nitrógeno total se concluye que la disponibilidad del N total en los dos tratamientos T1 y T2, en el suelo se encuentra en niveles adecuados, por lo tanto siendo necesario recomendar la adición de materia orgánica abonos verdes, abonos orgánicos u otra forma de materia orgánica para lograr cierta mineralización del N y mantener el contenido de materia orgánica y nitrógeno total.

### **Fósforo asimilable P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

El fósforo asimilable P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> incrementó en los dos tratamientos comparando los análisis de suelo realizados antes de la siembra posterior a la incorporación de la biomasa al suelo.

El tratamiento T1 cultivo de dolichos de 5,67 kg/ha  $P_2O_5$  antes de la siembra incrementó a 52.03 kg/ha  $P_2O_5$  y el tratamiento T2 cultivo de la arveja incrementó de 5,67 kg/ha  $P_2O_5$  a 21,90 kg/ha.  $P_2O_5$  Después de la incorporación de la biomasa al suelo.

El contenido de fósforo en ppm en el tratamiento T1cultivo del dolichos pasó de la clasificación muy bajo a adecuado según el parámetro de CIAT, después de haber sido incorporado la biomasa al suelo.

El tratamiento T2 del cultivo de arveja también tuvo un incremento del contenido de fosforo de 0,77ppm a 3,47 ppm después de tres meses de haber sido incorporado la biomasa al suelo en el cuadro de interacción paso de muy bajo a bajo.

El contenido de fósforo en el tratamiento T1 se encuentra en nivel adecuado y T2 en bajo.

El incremento de fósforo se debe a que las especies usadas como abonos verdes bombean los nutrientes desde las capas profundas hasta la superficie, cuando son empleados especies de vegetales de raíces profundas, que ahondan en el suelo y extraen nutrientes de capas inferiores. Estas especies al ser incorporadas ponen a disposición de los cultivos siguientes.

### **Potasio asimilable $K_2O$**

Comparando los resultados obtenidos de los análisis de suelo realizados antes de la siembra, potasio asimilable ( $K_2O$ ) en los dos tratamientos T1 dolichos y T2 arveja después de tres meses de haber sido incorporada la biomasa al suelo.

El tratamiento T1 el contenido de potasio asimilable ( $K_2O$ ) decreció de:

628,99 Kg/ha. En el análisis antes de la siembra a 585,47 kg/ha de  $K_2O$  después de tres meses de ser incorporado la biomasa al suelo.

El tratamiento T2 el contenido de potasio asimilable decreció de 628,99 kg/ha a 564,22 kg/ha  $K_2O$  posterior a la incorporación de la biomasa al suelo.

El potasio K inter. en meq/100gr confrontando con la tabla de del Lab. CIAT.(0,4 -0,7 nivel adecuado) En los dos tratamientos T1 y T2 se mantiene en nivel adecuado por lo que no sería necesario recomendar la fertilización con potasio, dependiendo el requerimiento de los cultivos.

## **pH**

El pH bajó en los dos tratamientos, en el tratamiento T1 de 7,39 antes de la siembra bajó a 6,77 en el tratamiento T2 el pH bajó de 7,39 a 6,76.

Un pH suavemente ácido favorece la presencia de varios nutrientes entre ellos N, P, K, S, micro elementos como Cu y Mo. En pH de 6,76 o 6,77 sugiere que no hay presencia de Ca ni Fe o Al intercambiable que son elementos que bloquean la asimilación de P por las plantas.

## **Conductividad eléctrica CE**

La conductividad eléctrica incremento en el tratamiento T1 dolichos de 37,30 umhs/cm. a 61,47 umhos/cm y el suelo corresponde a una clase de suelo no salino.

En tratamiento T2 cultivo de la arveja incremento la conductividad eléctrica de 37,30 mmhos/cm a 75,02 mmhos/cm el suelo corresponde a un suelo no salino.

El valor de la conductividad eléctrica (CE) del tratamiento T1 es 61,47umhs/cm y en T2 es 75,02umhs/cm es menor 200umhs/cm por lo tanto corresponde a un suelo no salino de grado uno. La CE es un indicador de salinidad.

## **Textura del suelo**

La textura del suelo en las unidades experimentales corresponde a textura franca (Y) confrontado al cuadro interpretaciones, corresponde al grupo de textura media, esta es la mejor textura, presenta una distribución adecuada de partículas finas y gruesas, lo que mejora las características físicas en cuanto a porosidad, almacenamiento de agua y aire, incluso en la fertilidad natural a través de la capacidad de intercambio catiónico entre otras.

## **RECOMENDACIONES**

En el trabajo dirigido realizado los dos tratamientos T1 cultivos de dolichos y T2 cultivo de la arveja tuvieron un incremento importante de en cuanto a producción de biomasa, contenido de Materia Orgánica Nitrógeno total y fosforoso asimilable y potasio asimilable.

Por lo tanto, se recomienda el uso de Dolichos Lab lab especie de leguminosa cultivada como abono verde, por que obtuvo más peso de producción de biomasa, por su resistencia a estrés causada por falta de agua, por su adaptabilidad en la zona.

Esta práctica de incorporación de abonos verdes de leguminosas, se debe incluir en un plan de rotación de cultivos, con la finalidad de reponer el desgaste y extracción de nutrientes del suelo.

Es muy importante cultivar leguminosas para devolver la fertilidad a los suelos, las leguminosas no sólo aportan MO al suelo, también aportan nitrógeno biológico a través de la simbiosis de la bacteria del género Rizobium, que capturan de la atmosfera y lo fijan en el suelo.

Esta práctica de incorporación de abonos verdes como las leguminosas arvejas y dolichos mejoran los suelos y el aporte de nutrientes como NPK, las leguminosas empleadas como abonos verdes mejoran los suelos y por ende los rendimientos de los cultivos.