

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**“EFECTO COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE DOS ESPECIES DE
LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA
SOBRE ALGUNOS FACTORES DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL
MUNICIPIO DE BERMEJO”**

Por:

OLVIS NINA MARTINEZ

**Tesis de Grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Agronómica**

Gestión - 2018

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....

Ing. Miriam Torrico
PROFESOR GUÍA

.....

M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....

M.Sc. Ing. Sebastian Ramos
VICE DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....

M.Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez

.....

M.Sc. Ing. Daysi Orozco Espindola

.....

M.Sc. Ing. Lola Zenteno Reyes

El Tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad únicamente del (la) Autor (a).

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi querida Madre: Lourdes Martínez y hermanos, por brindarme su amor, cariño, confianza y apoyo en todo momento de mi vida; con cuyo esfuerzo se hizo posible la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de existir así, aquí y ahora; por mi vida, que la he vivido junto a ti. Gracias por iluminarme, darme fuerzas y caminar por tu sendero.

A mis padres Eduardo Nina y Lourdes Martínez por su amor incondicional y por todos los esfuerzos que han hecho para sacarme adelante en mis estudios.

A mi hermano Aldair Nina Q.E.P.D. que desde el cielo he sentido su apoyo incondicional, y en vida también fue una persona muy importante. Asimismo a mis hermanos Herminia, Jhonny, Saul, Roger y Juan Manuel por su constante preocupación y cariño.

A mis tíos Rider Martínez, Casilda Martínez, Victoria Nina, Catalina Nina y Alicia Nina por haber ayudado en mis estudios durante todos estos años, a mis primos porque me han apoyado en los momentos más alegres y más difíciles de mi vida y me han tratado como uno más de su familia.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho al Decano Ing. Freddy Castro Salinas y a todos los docentes de la carrera, por haberme transmitido sus enseñanzas y brindarme todos sus conocimientos hacia la agropecuaria.

A la Ing. Miriam Torrico, por su ayuda y colaboración que me brindó para la realización de este trabajo.

En especial a la Ing. Daysi Orozco por haberme ayudado en la corrección de este trabajo y por transmitir sus amplios conocimientos y sus sabios consejos.

Al personal administrativo de la UAJMS por toda su colaboración y apoyo desinteresado.

No puedo dejar de nombrar a mis grandes amigos José Luis Puma, Alex Gareca y Juan José Mendoza por su apoyo en mi trabajo de campo y afecto y amistad.

A mis amigos y compañeros de estudio muchas gracias por su amistad y por todos los momentos que compartimos durante este periodo. Gracias amigos y amigas!!!!.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.	OBJETIVOS.....	3
1.3.1.	Objetivo General.....	3
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	3

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	El suelo y su importancia.....	5
2.2	Abono verde.....	5
2.2.1.	Funciones y características de los abonos verdes.....	5
2.2.2	Especies utilizadas como abonos verdes.....	7
2.2.2.1	Las leguminosas.....	7
2.2.2.2	Las gramíneas.....	8
2.2.2.3	Las crucíferas.....	8
2.2.3.	Elección de plantas como abono verde	8
2.2.4.	Incorporación de los abonos verdes	9
2.2.5	Elección de la fecha de corte y enterramiento del abono verde	9
2.2.6	Elección del proceso de enterramiento del abono verde.....	10

2.2.7.	Influencia de los abonos verdes en el suelo.....	11
2.2.8	Descomposición del Abono Verde.....	12
2.2.8.1	Descomposición de los abonos verdes. Factores de los que depende.....	13
2.2.9	Clasificación abonos verdes de acuerdo a las estaciones de año.....	13
2.2.9.1	Abono verde de primavera verano	13
2.2.9.2	Abono verde de otoño invierno	13
2.2.10	Abonos verdes y su interacción con otros cultivos.....	14
2.2.10.1	Abono verde asociado con cultivos anuales.....	14
2.2.10.2	Abono verde intercalado a cultivos perennes.....	14
2.3	Mineralización.....	14
2.3.1	Aminización o amificación.....	14
2.3.2	Amonificación.....	15
2.3.3	Nitrificación.....	15
2.4.	Abono verde y Materia Orgánica.....	17
2.5	Abono verde y N del suelo.....	18
2.6	Importancia de la materia orgánica del suelo.....	19
2.7	Experiencias sobre los abonos verdes.....	19
2.8	Fertilidad del suelo.....	20
2.8.1	Factores de la fertilidad del suelo.....	21
2.8.1.1	Propiedades físicas del suelo.....	21
2.8.1.1.1	Textura.....	21

2.8.1.1.2	Estructura.....	23
2.8.1.1.3	Porosidad.....	24
2.8.1.1.4	Densidad Aparente.....	25
2.8.1.1.5	Densidad Real.....	26
2.8.1.2	Propiedades químicas.....	27
2.8.1.2.1	Carbonato de Calcio	27
2.8.1.2.2	Fósforo disponible.....	27
2.8.1.2.3	Potasio Disponible.....	28
2.8.1.2.4	pH del Suelo	29
2.8.1.2.5	Conductividad eléctrica.....	31
2.8.1.2.6	Capacidad de Intercambio Catiónico.....	32
2.8.1.3	Propiedades biológicas del suelo.....	33
2.8.1.3.1	Materia orgánica.....	33
2.9	EL CULTIVO DE LA HABA.....	35
2.9.1	Origen.....	35
2.9.2	Importancia del cultivo.....	35
2.9.3	Clasificación taxonómica.....	36
2.9.4	Características morfológicas y fisiológicas.....	37
2.9.4.1	Semilla.....	37
2.9.4.2	Raíz.....	37
2.9.4.3	Tallos.....	37
2.9.4.4	Hojas.....	37
2.9.4.5	Flor.....	38
2.9.4.6	Ciclo Vegetativo.....	38
2.9.5	Labores culturales del cultivo.....	38
2.9.5.1	Preparación del Terreno.....	38

2.9.5.2	Importancia de la época de siembra.....	39
2.9.5.3	Siembra.....	39
2.9.5.4	Germinación.....	40
2.9.5.5	Aporque.....	40
2.9.5.6	Riego.....	40
2.9.5.7	Deshierbar.....	41
2.9.5.8	Abonado.....	41
2.9.6	Variedades de habas que se siembran en Tarija.....	42
2.9.7	Requerimientos agroclimatológicos.....	42
2.9.7.1	Clima.....	42
2.9.7.2	Altitud.....	42
2.9.7.3	Efecto de la temperatura.....	43
2.9.7.4	Efecto de la precipitación.....	43
2.9.7.5	Efecto del fotoperiodo.....	43
2.9.8	Requerimientos edáficos.....	43
2.9.8.1	Suelo.....	43
2.9.8.1.1	Características físicas.....	44
2.9.8.1.1.1	Textura.....	44
2.9.8.1.1.2	Estructura.....	44
2.9.8.1.1.3	Densidad Aparente.....	44
2.9.8.1.1.5	Profundidad del suelo.....	44
2.9.8.1.2	Características químicas.....	44
2.9.8.1.2.1	pH.....	44
2.9.8.1.2.2	Salinidad del suelo.....	45
2.9.8.1.2.3	Requerimiento de nutrientes del cultivo.....	45
2.10	EL CULTIVO DEL FRIJOL.....	46
2.10.1	Origen.....	46
2.10.2	Importancia del cultivo.....	47

2.10.3	Clasificación taxonómica.....	48
2.10.4	Características morfológicas y fisiológicas.....	48
2.10.4.1	Semilla.....	48
2.10.4.2	Raíz.....	48
2.10.4.3	Tallos.....	49
2.10.4.4	Hojas.....	49
2.10.4.5	Flor.....	49
2.10.5	Labores culturales del cultivo.....	50
2.10.5.1	Época de siembra.....	50
2.10.5.2	Siembra.....	50
2.10.6	Requerimiento edafoclimática.....	51
2.10.7	Variedades.....	52
2.10.7.1	Variedades de grano negro.....	52
2.10.7.1.1	Talamanca.....	52
2.10.7.1.2	Porrillo sintético.....	52
2.10.7.1.3	Brunca.....	52
2.10.7.1.4	Huasteco.....	52
2.10.7.1.5	México 29.....	53
2.10.7.2	Variedades de grano rojo.....	53
2.10.7.2.1	Huetar.....	53
2.10.7.2.2	Chorotega.....	53
2.10.7.2.3	México 80.....	53
2.10.7.2.4	Alajuela 1.....	53
2.11	Otras experiencias de trabajos de investigación sobre incorporación de abonos verdes.....	54
2.11.1	Evaluación del efecto de la incorporación de cinco especies de leguminosas como abono verde en el cultivo de papa (solanum tuberosum l.) en tres localidades de la provincia de Cotopaxi.....	54

2.11.2	Efecto de la utilización de leguminosas anuales como abono verde sobre las condiciones del suelo y la productividad de cultivos subsiguientes.....	55
2.11.3	Incorporación de tres especies como abono verde y su efecto en el rendimiento de variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.).....	56

CAPÍTULO III

3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
3.1	Localización.....	58
3.2	Características generales del territorio de la comunidad Colonia José María Linares.....	59
3.2.1	Clima.....	59
3.2.1.1	Temperatura.....	59
3.2.1.2	Humedad relativa.....	59
3.2.1.3	Vientos.....	60
3.2.1.4	Heladas.....	60
3.2.1.5	Insolación.....	60
3.2.1.6	Precipitaciones pluviales.....	61
3.2.1.7	Granizadas.....	61
3.2.2	Geología.....	61

3.2.3	Fisiografía.....	62
3.2.4	Suelos.....	63
3.2.5	Vegetación natural.....	63
3.2.6	uso del suelo	65
3.2.7	Producción y problemas en la producción.....	66
3.2.8	Características socioeconómicas.....	66
3.3	MATERIALES.....	66
3.3.1	Material vegetal.....	66
3.3.2	Material de campo	67
3.3.3	Material de Escritorio.....	67
3.4	METODOLOGÍA.....	68
3.4.1	Diseño experimental.....	68
3.4.2	Diseño bloques al azar.....	68
3.4.3	Características del diseño	69
3.4.4	Densidades de siembra.....	69
3.4.5	Descripción de los tratamientos.....	69
3.4.6	Procedimiento experimental	70
3.4.6.1	Determinación de las características del suelo antes de la siembra	70
3.4.6.2	Análisis de suelo antes de la siembra.....	70

3.4.6.2.1	Toma de muestra.....	70
3.4.6.3	Preparación del terreno.....	71
3.4.6.4	Delimitación de parcelas.....	71
3.4.6.5	Siembra.....	71
3.4.6.6	Segado, trozado y enterrado de la materia verde al suelo.....	71
3.4.6.7	Determinación de las características del suelo después de la incorporación de la biomasa.....	72
3.4.6.8	Análisis de suelo después de incorporar la biomasa de las leguminosas	72
3.4.7	Interpretación de los datos físicos y químicos.....	73
3.4.7.1	Nitrógeno total.....	73
3.4.7.2	Fósforo asimilable.....	74
3.4.7.3	Potasio de intercambio.....	75
3.4.7.4	Materia orgánica total.....	76
3.4.7.5	El pH activo del suelo.....	77
3.4.7.6	Porosidad.....	77
3.4.7.7	Conductividad eléctrica.....	78
3.5	Variables a estudiar	79
3.6.	Tabulación y análisis de datos.....	80

CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	81
4.1	Densidad Aparente.....	81
4.2	Porosidad.....	83
4.3	Textura.....	85
4.4	Conductividad Eléctrica.....	86
4.5	PH.....	88
4.6	NITRÓGENO ASIMILABLE.....	90
4.7	FÓSFORO ASIMILABLE.....	93
4.8	POTASIO ASIMILABLE.....	95
4.9	MATERIA ORGÁNICA.....	97
4.10	DÍAS A FLORACIÓN.....	100

CAPÍTULO V

5.1	CONCLUSIONES.....	103
5.2	RECOMENDACIONES.....	106
5.3	BIBLIOGRAFÍA.....	107

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 2.1 Nitrificación.....	16
Cuadro N° 2.2 interpretación de la porosidad.....	25
Cuadro N° 2.3: densidades óptimas para cada tipo de suelo..	26

Cuadro N° 2.4. Valores Estándares de Carbonatos.....	27
Cuadro N° 2.5. Rangos Estándares de Fósforo Disponible...	28
Cuadro N° 2.6. Rangos Estándares de Potasio Disponible...	29
Cuadro N° 2.7 rangos estándares del Ph.....	29
Cuadro N° 2.8. Valores de C. E según respuesta de los cultivos.....	32
Cuadro N° 2.9 Rangos Estándares de MO.....	33
Cuadro N° 2.10. Países productores de habas verdes.....	36
Cuadro N° 2.11. Densidad de siembra de haba.....	46
Cuadro N° 2.12. Países productores de frijol.....	47
Cuadro N° 3.1 temperatura media anual mensual en °C...	59
Cuadro N° 3.2 promedio de temperaturas extremas mensuales (°C).....	59
Cuadro N° 3.3 Humedad relativa media mensual (%).....	60
Cuadro N° 3.4 Insolación media mensual (Hrs.).....	60
Cuadro N° 3.5 Precipitación media mensual y anual (mm.)..	61
Cuadro N° 3.6 Distribución fisiográfica.....	62
Cuadro N° 3.7 Cobertura vegetal.....	63
Cuadro N° 3.8 Especies vegetales existentes en el municipio de Bermejo.....	64
Cuadro N° 3.9 Principales especies forestales.....	65
Cuadro N° 3.10 Superficie ocupada según la clasificación de tierras.....	65
Cuadro N° 3.11 Nitrógeno total (método Kjeldahl) en %.....	73

Cuadro N° 3.12 Fósforo asimilable (método Olsen) en ppm....	74
Cuadro N° 3.13 Potasio de Cambio (meq/100gr).....	75
Cuadro N° 3.14 Materia orgánica oxidable (método Walkley-Black) en %.....	76
Cuadro N° 3.15 Interpretación de valores del Ph.....	77
Cuadro N° 3.16. Valores orientativos de la porosidad total de un suelo y su interpretación.....	78
Cuadro N° 3.17 Clasificación de suelos salinos Clase de Suelos.....	78
Cuadro N° 3.18 Clasificación de la Salinidad de suelos de acuerdo a la respuesta de los cultivos.....	79
Cuadro 3.19 densidad aparente.....	79
Cuadro 4.1 Densidad aparente del suelo por tratamiento antes y después del abonado.....	81
Cuadro N° 4.2. Diferencia de la densidad aparente del suelo antes y después del abonado.....	82
Cuadro N° 4.3 Porosidad del suelo por tratamiento antes y después de incorporar abonos verdes.....	83
Cuadro N° 4.4 Diferencia de la porosidad del suelo por tratamiento antes y después del abonado.....	84
Cuadro N° 4.5 Textura del suelo por tratamientos.....	85
Cuadro N°4.6 conductividad eléctrica del suelo por tratamiento antes y después del abonado.....	86

Cuadro N°4.7. Diferencia de la conductividad eléctrica del suelo antes y después del abonado.....	87
Cuadro N° 4.8 pH del suelo por tratamiento antes y después del incorporar abonos verdes.....	88
Cuadro N° 4.9 Diferencia del pH del suelo antes y después del abonado en verde.....	89
Cuadro N° 4.10 NT del suelo por tratamiento antes y después de incorporar abono verde.....	90
Cuadro N° 4.11. Diferencia del Nitrógeno total del suelo antes y después del abonado en verde.....	91
Cuadro N° 4.12 Fosforo del suelo por tratamiento antes y después de la incorporación del abono verde.....	93
Cuadro N° 4.13. Diferencia del fosforo del suelo antes y después de incorporar abono verde.....	94
Cuadro N° 4.14 Potasio del suelo por tratamiento antes y después de incorporar abonos verdes.....	95
Cuadro N° 4.15. Diferencia del potasio del suelo antes y después del abonado.....	96
Cuadro N° 4.16 MO del suelo por tratamiento antes y después de incorporar abonos verdes.....	97
Cuadro 4.17. Diferencia del contenido de materia orgánica del suelo antes y después del abonado.....	98
Cuadro N° 4.18. Días a floración por tratamientos y bloques.....	100
Cuadro. 4.19. Análisis de varianza de los días de floración...	100

Cuadro N° 4.20. Prueba M.D.S de los días a floración.....	101
--	------------

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 2.1: velocidad de mineralización de nitrógeno, nitrificación y desnitrificación en función del contenido de agua en el suelo.....	16
Grafico 2.2: clasificación de suelos según granulometría.....	23
Grafico 3.1 Municipio De Bermejo.....	58
Gráfico 4.1. Densidad aparente.....	82
Grafico 4.2 Porosidad.....	84
Gráfico 4.3. Conductividad eléctrica.....	87
Grafico 4.4. PH.....	89
Gráfico 4.5. Nitrógeno asimilable.....	92
Grafico 4.6. Fosforo asimilable.....	94
Gráfico 4.7. Potasio asimilable.....	96
Gráfico 4.8. Materia orgánica.....	99
Gráfico 4.9. Días a floración.....	102

ANEXOS

ANEXOS 1

MEMORIA DE CÁLCULOS

CÁLCULOS DE LOS MACRONUTRIENTES DEL PRIMER ANÁLISIS DE SUELOS

CÁLCULOS DE LOS MACRONUTRIENTES DESPUÉS DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS VERDES AL SUELO

ANEXOS 2

FOTOGRAFIAS

ANEXOS 3

ANÁLISIS DEL LABORATORIO