

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“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”

AUTORAS:

ANA LUCIA CHASI CAISAGUANO  
HIPATIA MARCELA MUSO DEFAZ

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JOSÉ MIÑO TOVAR

COTOPAXI

2009

El presente trabajo de investigación **“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”** Latacunga-Cotopaxi 2009 es original, auténtico y personal. En tal virtud declaramos que el contenido, las versiones y opiniones vertidas en el presente documento es de nuestra absoluta responsabilidad legal y académica.

---

Chasi Caisaguano Ana Lucia

CI. 050286675-9

---

Muso Defaz Hipatia Marcela

CI.171821692-0

## **DEDICATORIA**

*Ha sido el Omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos.*

*Ha sido el Todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado.*

*Ha sido el Creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.*

*De igual forma, con fe y amor a Dios, a los dos seres tan maravillosos que me ha regalado la vida, mis padres Juan José y Julia Luzmila, que con su infinito amor y consejos supieron guiarme en el camino del bien, del trabajo y de la responsabilidad para alcanzar una de mis metas.*

*A mi querido esposo Washington, por haberme regalado los momentos más felices de mi vida a él especialmente le dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es,..... Porque lo quiero, por haber estado siempre conmigo en los momentos más difíciles.*

*A mi HIJA Emilie Clarice, quien con su presencia ha venido ha llenar mi vida de alegría.*

*Anita*

## **DEDICATORIA**

*Dios es nuestro guía*

*Grande es el Señor, y muy digno de alabanza.*

*Oh Dios, meditamos tu misericordia en medio de tu templo:*

*“Éste es el Señor nuestro Dios”*

*Él nos guiará por siempre jamás*

*Esta tesis es el esfuerzo y dedicación de una hija que supo valorar el sacrificio que hicieron mis padres Francisco y Elvia, que con su infinito cariño y consejos supieron guiarme en el camino del bien, del trabajo y la responsabilidad así también con el objetivo de alcanzar un ideal prospero y firme en el futuro, por lo que con gran AMOR a ellos los Dedico.*

*Hoy al culminar mi carrera siento nostalgia en el interior de mí ser pues atrás quedaron mis inquietudes de estudiante y desde ahora serán reemplazadas por el conocimiento y experiencias de una profesional.*

*Dios bendiga a mis padres y hermanas, para juntos hacer de nuestra familia una pilastra que servirá de soporte y guía en el futuro*

*Hipatia Marcela*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, y Recursos Naturales Carrera de Ingeniería Agronómica que fue nuestro segundo hogar durante la vida estudiantil, por su intermedio al personal docente, administrativo y de servicio por impartir sus experiencias y conocimientos.*

*Al Ing. José Miño Tovar, Director de Tesis, quien con sus acertadas sugerencias hizo posible la culminación del presente trabajo de investigación.*

*Al Comité de Desarrollo Social Camino al Progreso CODESOCP a Sr. Manuel Chicaiza, Sr. Jorge Taipe y Ing. Willians Olmos, al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Santa Catalina INIAP por su intermedio al Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos PRONALEG-G.A. a Ing. Eduardo Peralta, Ing. Nelson Mazón, Ing. Marco Rivera y Ing. Cristian Subía y al Instituto Tecnológico Agropecuario “Simón Rodríguez” a Lic. Luis Molina, Agr. Carlos Alvear y Dr. Luis Borja, Quienes fueron fuentes de apoyo técnico y económico para la posible culminación de la presente investigación.*

*A la comunidad de Ninnin Cachipata y Canchagua por haber apoyado con la mano de obra, lo cual llevó al desarrollo normal de los ensayos y culminación de la presente investigación.*

*Anita y Marcela*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
RESUMEN	1
SUMMARY	3
INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
<b>CAPITULO I</b>	10
1. MARCO TEÓRICO	10
1.1 Abonos Verdes	10
1.1.1 Ventajas del abono verde	11
1.1.2 Fijación de nitrógeno en el suelo y nodulación en las leguminosas	12
1.1.3 Los Rhizobium. Vida libre en el suelo	13
1.1.4 Siembra del abono verde	14
1.1.5 Incorporación del abono verde	15
1.1.6 Especies de leguminosas usadas como abono verde	15
1.1.6.1 Chocho ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> )	16
1.1.6.2 Lenteja Putza ( <i>Lens spp</i> )	17
1.1.6.3 Arveja ( <i>Pisum sativum L.</i> )	18
1.1.6.4 Vicia ( <i>Vicia spp</i> )	19
1.1.6.5 Trébol Blanco ( <i>Trifolium repens</i> )	21
1.2. Cultivo de la Papa	23
1.2.1 Generalidades	23
1.2.2 Morfología y Taxonomía	23
1.2.3 Variedad Estela	24
1.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos	25
1.2.5 Preparación del suelo	25
1.2.6 Fertilización	25
1.2.7 Siembra	26

1.2.8 Controles fitosanitarios	26
1.2.9 Labores culturales	26
1.2.10 Cosecha	27
1.2.11 Selección y Clasificación	27
1.2.12 Almacenamiento	27
<b>CAPITULO II</b>	<b>28</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
2.1 Materiales	28
2.1.1 Materiales, equipos y herramientas	28
2.1.2 Equipo para toma de muestras del suelo	28
2.1.3 Materiales de escritorio, gabinete y oficina	29
2.1.4 Semillas	29
2.1.5 Insumos	29
2.2 Método	30
2.3 Ubicación del ensayo	30
2.4 Ubicación Geográfica	30
2.5 Condiciones Climáticas	31
2.6 Características del suelo	31
2.7 Factores en Estudio	31
2.7.1 Abonos Verdes	31
2.7.2 Localidades	32
2.8 Análisis Estadístico	32
2.8.1 Diseño Experimental	32
2.8.2 Pruebas Estadísticas	32
2.8.3 Análisis Económico	33
2.9 Características de la Unidad Experimental	33
2.9.1 Evaluación del Abono Verde (Fase I)	33
2.9.2 Evaluación del Cultivo de Papa (Fase II)	34
2.10 Manejo del Ensayo	34
2.10.1 Análisis de suelo	34
2.10.2 Preparación del suelo	34
2.10.3 Siembra de abonos verdes	35

2.10.4 Incorporación de abonos verdes	35
2.10.5 Desinfección de semilla de la papa	35
2.10.6 Siembra de la papa	36
2.10.7 Labores culturales	36
2.10.7.1 Deshierba y Aporques	36
2.10.7.2 Controles fitosanitarios	36
2.10.8 Riego	38
2.10.9 Cosecha	38
2.11 Indicadores en Estudio y métodos de evaluación	38
2.11.1 Indicadores para evaluar Abono Verde	38
2.11.1.1. Kilogramos de biomasa	38
2.11.1.2 Días a la incorporación de la leguminosa	38
2.11.2 Indicadores para evaluar el Cultivo de la Papa	39
2.11.2.1 Altura de plantas a los 45 y 120 días	39
2.11.2.2 Días a la floración	39
2.11.2.3 Días a la senescencia	39
2.11.2.4 Número de tubérculos por planta	39
2.11.2.5 Rendimiento por parcela neta	40
2.11.2.6 Análisis Económico	40
2.11.3 Indicadores a evaluar en el suelo	40
2.11.3.1 Densidad aparente	40
2.11.3.2 Materia orgánica	40
<b>CAPITULO III</b>	41
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	41
3.1 Indicadores para Evaluar Abono Verde	41
3.1.1 Días a la incorporación de la leguminosa	41
3.1.2 Kilogramos de Biomasa	43
a. Análisis del ADEVA Combinado	45
3.2 Indicadores para Evaluar el Cultivo de la Papa	50
3.2.1 Altura de Planta a los 45 días	50
a. Análisis del ADEVA Combinado	52
3.2.2 Variable Altura de Planta a los 120 días	57

a. Análisis del ADEVA Combinado	59
3.2.3 Días a la Floración	63
a. Análisis del ADEVA Combinado	66
3.2.4 Días a la senescencia	70
a. Análisis del ADEVA Combinado	72
3.2.5 Número de Tubérculos por Planta	76
a. Análisis del ADEVA Combinado	78
3.2.6 Rendimiento por Parcela Neta	83
a. Análisis del ADEVA Combinado	86
3.3 Indicadores a Evaluar en el Suelo	91
3.3.1 Densidad Aparente	91
3.3.2 Materia Orgánica	92
a. Analisis del ADEVA Combinado	93
3.4 Análisis Económico	94
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	102
GLOSARIO	103
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	110

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 1.</b> ESPECIES DE LEGUMINOSAS CON LOS RESPECTIVOS GRUPOS DE RHIZOBIUM	14
<b>CUADRO 2.</b> CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DEL CHOCHO	17
<b>CUADRO 3.</b> CONTENIDO DEL HENO DE LA LENTEJA	18
<b>CUADRO 4.</b> CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DE LA ARVEJA	19
<b>CUADRO 5.</b> ESPECIES DE VICIA MÁS CULTIVADAS COMO FORRAJE Y ABONO VERDE	20
<b>CUADRO 6.</b> CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DE LA VICIA	21
<b>CUADRO 7.</b> CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DE LA AVENA	21
<b>CUADRO 8.</b> CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DEL TRÉBOL BLANCO	22
<b>CUADRO 9.</b> UBICACIÓN POLÍTICA DE LOS ENSAYOS	30
<b>CUADRO 10.</b> SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ENSAYOS	30
<b>CUADRO 11.</b> CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS ENSAYOS	31
<b>CUADRO 12.</b> CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LOS ENSAYOS	31
<b>CUADRO 13.</b> ABONOS VERDES	31
<b>CUADRO 14.</b> LOCALIDADES	32
<b>CUADRO 15.</b> ESQUEMA DEL ADEVA POR LOCALIDAD	32
<b>CUADRO 16.</b> ESQUEMA DEL ADEVA COMBINADO	33
<b>CUADRO 17.</b> DÍAS A LA FLORACIÓN DE LAS LEGUMINOSAS AL 20%	35
<b>CUADRO 18.</b> DÍAS DE PERMANENCIA EN EL SUELO DEL ABONO VERDE	36
<b>CUADRO 19.</b> DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA DE LA PAPA	37
<b>CUADRO 20.</b> USO DE PESTICIDAS EN LA COMUNIDAD DE NINNIN CACHIPATA	37
<b>CUADRO 21.</b> USO DE PESTICIDAS EN LA COMUNIDAD DE CANCHAGUA	37

<b>CUADRO 22.</b> USO DE PESTICIDAS EN EL I.T.A. SIMÓN RODRÍGUEZ	38
<b>CUADRO 23.</b> VARIABLE DÍAS A LA INCORPORACIÓN DE LA LEGUMINOSA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	41
<b>CUADRO 24.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE KILOGRAMOS DE BIOMASA NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	43
<b>CUADRO 25.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE KILOGRAMOS DE BIOMASA NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	44
<b>CUADRO 26.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA LA VARIABLE KILOGRAMOS DE BIOMASA -NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	46
<b>CUADRO 27.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	47
<b>CUADRO 28.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	48
<b>CUADRO 29.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	49
<b>CUADRO 30.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	50
<b>CUADRO 31.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	51
<b>CUADRO 32.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	52
<b>CUADRO 33.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE	

PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	53
<b>CUADRO 34.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	54
<b>CUADRO 35.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	56
<b>CUADRO 36.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	57
<b>CUADRO 37.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	58
<b>CUADRO 38.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	60
<b>CUADRO 39.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	61
<b>CUADRO 40.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	62
<b>CUADRO 41.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	63
<b>CUADRO 42.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	64
<b>CUADRO 43.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	64

<b>CUADRO 44.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	66
<b>CUADRO 45.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	67
<b>CUADRO 46.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	68
<b>CUADRO 47.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR DIAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	69
<b>CUADRO 48.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	70
<b>CUADRO 49.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	71
<b>CUADRO 50.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	72
<b>CUADRO 51.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	73
<b>CUADRO 52.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	74
<b>CUADRO 53.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	75
<b>CUADRO 54.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-	

SIMÓN RODRÍGUEZ	77
<b>CUADRO 55.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	78
<b>CUADRO 56.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	79
<b>CUADRO 57.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	80
<b>CUADRO 58.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	81
<b>CUADRO 59.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	82
<b>CUADRO 60.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO POR PARCELA NETA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	84
<b>CUADRO 61.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	85
<b>CUADRO 62.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	86
<b>CUADRO 63.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	87
<b>CUADRO 64.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA	

NETA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	88
<b>CUADRO 65.</b> PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	89
<b>CUADRO 66.</b> DENSIDAD APARENTE DE LA COMUNIDAD DE NINNIN CACHIPATA	91
<b>CUADRO 67.</b> DENSIDAD APARENTE DE LA COMUNIDAD DE CANCHAGUA	92
<b>CUADRO 68.</b> DENSIDAD APARENTE DEL ITA SIMÓN RODRÍGUEZ	92
<b>CUADRO 69.</b> ANALISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMON RODRIGUEZ	93
<b>CUADRO 70.</b> COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN EN USD	95
<b>CUADRO 71.</b> COSTOS QUE VARIAN	96
<b>CUADRO 72.</b> COSTOS POR TRATAMIENTOS	97
<b>CUADRO 73.</b> TASA BENEFICIO / COSTO	98
<b>CUADRO 74.</b> ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS	99
<b>CUADRO 75.</b> ANÁLISIS DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1.</b> INDICADOR DÍAS A LA INCORPORACIÓN DE LA LEGUMINOSA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	42
<b>FIGURA 2.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	45
<b>FIGURA 3.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDAD EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	47
<b>FIGURA 4</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	48
<b>FIGURA 5</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	49
<b>FIGURA 6</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	52
<b>FIGURA 7</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	54
<b>FIGURA 8</b> PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	55
<b>FIGURA 9</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	56

<b>FIGURA 10.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	58
<b>FIGURA 11.</b> PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	61
<b>FIGURA 12.</b> PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	62
<b>FIGURA 13.</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	63
<b>FIGURA 14.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACION - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	65
<b>FIGURA 15.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACION - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	67
<b>FIGURA 16.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACION - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	68
<b>FIGURA 17.</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACION - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	70
<b>FIGURA 18.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA SENESCENCIA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	72
<b>FIGURA 19.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	74
<b>FIGURA 20.</b> PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LE INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN	

RODRÍGUEZ	75
<b>FIGURA 21.</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	76
<b>FIGURA 22.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	78
<b>FIGURA 23.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	81
<b>FIGURA 24.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	82
<b>FIGURA 25.</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ	83
<b>FIGURA 26.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	85
<b>FIGURA 27.</b> PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	88
<b>FIGURA 28.</b> PROMEDIOS DE PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO POR PARCELA NETA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	89
<b>FIGURA 29.</b> PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ	90

## **RESUMEN**

El tema de la investigación es “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CINCO ESPECIES DE LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE EN EL CULTIVO DE PAPA EN TRES LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”. Los objetivos específicos son: 1. Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de papas; 2. Determinar la producción de biomasa de abono verde para la producción de cultivo de papas; 3. Conocer la zona de mejor producción del cultivo de papas con la incorporación de abonos verdes; 4. Realizar el análisis económico.

La investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi, en las localidades de Ninnin Cachipata y Canchagua del Cantón Saquisilí, y en el Instituto Tecnológico Agropecuario “Simón Rodríguez” del Cantón Latacunga.

El área total de cada ensayo por localidad fue de 618,75 m<sup>2</sup>, en donde se sembraron cinco especies de leguminosas, estas fueron incorporadas al suelo y posteriormente se sembró papa de la variedad Estela, en cuatro repeticiones. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), y la Prueba de Tukey al 5%.

Los datos tomados para evaluar el abono verde fueron: peso de biomasa y días a la incorporación de las leguminosas. Para evaluar el cultivo de papa fueron: altura de planta a los 45 y 120 días, días a la floración, días a la senescencia, número de tubérculo por planta, rendimiento por parcela neta. Y los datos para evaluar en el suelo fueron: densidad aparente y porcentaje de materia orgánica.

De los resultados obtenidos la mejor zona de producción de papa con la incorporación de abono verde fue: El ITA Simón Rodríguez donde se obtuvieron los mejores rendimientos y se determinó que la producción de biomasa (kg/m<sup>2</sup>)

de chocho ubicándose en un valor de 66,00 kilogramos siendo este dato favorable para la producción de papa obteniendo un rendimiento de 40,68 kilogramos.

En la comunidad de Canchagua los mejores tratamientos en producción de biomasa ( $\text{kg/m}^2$ ) fueron chocho con 74,50 y vicia con 51,50 kilogramos con una producción de papa en chocho 28,96 y vicia 22,74 kilogramos.

En la comunidad de Ninnin Cachipata el mejor tratamiento en producción de biomasa ( $\text{kg/m}^2$ ) fue chocho con 25,00 kilogramos con una producción de 11,86 kilogramos.

El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento por parcela neta fue chL3 (chocho Simón Rodríguez) con 162,7 kg con un B/C de 20,79 USD, y el tratamiento con menor rendimiento y costo fue tL1 (testigo Ninnin Cachipata) con 22,65 kg y 8,60 USD respectivamente.

## SUMMARY

The topic of the research is "EVALUATION OF THE EFFECT OF THE INCORPORATION OF FIVE SPECIES OF LEGUMES AS GREEN MANURE IN THE CULTIVATION OF POTATO IN THREE LOCATIONS THE PROVINCES OF COTOPAXI." The specific objectives was: to evaluate the development of agronomic of the cultivation of potatoes, to determine the biomass production of green manure for the production potatoes, to know the surface of better production of the cultivation of potatoes with the incorporation of green manures, to perform economic analysis.

The research was realized in the Cotopaxi province, in the localities Ninnin Cachipata and Canchagua of the Canton Saquisilí, and in the Technological Agricultural Institute "Simón Rodríguez" of the Latacunga town

The total surface of the experiment was 618,75 m<sup>2</sup>, which were planted in five species of legumes for then incorporated into the soil and then planting potato variety Estela in four repetitions. It used a complete desing of bloks at random (DBCA) and the Tukey test to 5%.

The data taken to evaluate the green manures were: weight of biomass and days to the incorporation of legumes. To evaluate the potato's cultivation they were: plant height at 45 and 120 days, days to flowering, days to florewing and physiological maturity, tuber number`s for plant, efficiency for net plot. And they for the data to evaluate in the soil were: Apparent density and percentage of organic matter.

Of the obtained results the best area of potato production with the incorporation of fertilizer green was: The ITA Simón Rodríguez where the best yields were obtained and it was determined that the production of biomass (kg/m<sup>2</sup>) of

potato's production obtaining a yield of 40,68 kilograms.

In the community of Canchagua the best treatments in production of biomass (kg/m<sup>2</sup>) they were doddering with 74,50 and it corrupts with 51,50 kilograms with potato's production in doddering 28,96 and it corrupts 22,74 kilograms.

In the community of Ninnin Cachipata the best treatment in production of biomass (kg/m<sup>2</sup>) it was doddering with 25,00 kilograms with a production of 11,86 kilograms.

The best treatment as for yield for net parcel was chL3 (doddering Simón Rodríguez) with 162,7 kg with a B/C 20,79 USD, and the treatment with smaller yield and cost was tL1 (witness Ninnin Cachipata) with 22,65 kg and 8,60 USD respectively.

## INTRODUCCIÓN

El uso de especies leguminosas como abono verde para mejorar los suelos data de hace muchos siglos, ya que las primeras civilizaciones griegas, romanas y chinas los usaban. Aún en los tiempos actuales, la incorporación de grandes cantidades de materia orgánica, ya sea en forma de material verde o rastrojos de cosechas para abonadura, es una práctica corriente y recomendada para mejorar y mantener el contenido de materia orgánica y la productividad de los suelos, en casi todas las regiones de producción del mundo. En la República Argentina, las primeras experiencias fueron desarrolladas por la sección Forrajeras de la estación Experimental Agropecuaria de Pergamino, durante los años 1946-50, con diversas leguminosas anuales y perennes. Los abonos verdes se han utilizado en gran parte del mundo con más éxito para incrementar la cantidad de nitrógeno asimilable que para aumentar la cantidad de humus.

El abonamiento verde es una práctica que consiste en cultivar plantas, especialmente leguminosas (como trébol, alfalfa, chocho, lenteja, arveja, etc.) o gramíneas (como avena, cebada, ray grass, etc.), luego son incorporados al suelo en estado verde, sin previa descomposición, con el propósito de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, restableciendo y mejorando su fertilidad natural. Es recomendable utilizar mezclas de cultivos para utilizarlos como abonos verdes, porque mientras las leguminosas aportan nitrógeno, las gramíneas mejoran el contenido de materia orgánica. Las leguminosas que se utilizan como abono verde aumentan las reservas de nitrógeno del suelo, si embargo, estas plantas normalmente crecerán en forma adecuada y fijarán nitrógeno suficiente para hacer que su cultivo valga la pena, si el suelo contiene cantidades adecuadas de Ca (calcio), P (fósforo) y K (potasio) y S (azufre). La acción mecánica de las raíces mejora el estado físico de la tierra, aumentando su permeabilidad, su cohesión y estableciendo la morada óptima para los miles de

millones de seres participantes de la red alimentaria del suelo, ocupación masiva e interactiva para la nutrición simbiótica (recíproca) con las plantas.

El manejo racional de los abonos verdes, se puede convertir en un valioso aliado para: evitar pérdidas de nutrientes por lixiviación, controlar la erosión y mantener o adicionar materia orgánica al suelo. La cantidad de material que se puede acumular con las incorporaciones varía fundamentalmente por la cantidad del cultivo incorporado, la naturaleza del cultivo, el grado de aireación del suelo, las condiciones climáticas, el momento del ciclo en que se hace la incorporación.

El principal problema de la zona es la falta de un manejo adecuado de los cultivos y los factores climáticos adversos (heladas, falta de lluvia, vientos, suelos erosionados, etc.); lo cual no permite el desarrollo y obtención de una buena producción y esto lleva a que la población migre en busca de mejores oportunidades, porque la economía de cada una de las familias es baja, lo cual determina la pobreza, desnutrición y el abandono de las tierras.

El desconocimiento sobre el uso inadecuado de fertilizantes químicos (10-30-10, 18-46-00, 15-15-15, urea,), con aplicaciones de pre-siembra y más de 5 ocasiones durante el ciclo vegetativo y la importancia económica que estos demandan, el contenido nutricional y ambiental del cultivo de papa ha hecho que sea una labor con alto grado de inversión económica y poca rentabilidad tanto en la producción, como en el consumo.

Se estima que en el país las pérdidas de suelos varían entre 30 y 50 TM/ha/año en áreas de estribaciones con pendientes superiores a 25%. En zonas con pendientes que varían entre 12 y 25%. La erosión está comprendida entre 10 y 30 TM/ha/año y en suelos con pendientes menores al 12% la erosión se sitúa entre < 5 y 10 TM/ha/año.

Actualmente se han desarrollado tecnologías para la producción (variedades precoces con resistencia a plagas y enfermedades, manejo del cultivo),

procesamiento y procesos agroindustriales que es necesario validar y transferir a los productores. Así como también su uso como abono verde tan útil para el suelo y su conservación.

Luego de haber analizado los problemas que enfrenta el sector agrícola en nuestro país, en especial los cambios que se vienen desarrollando en el suelo; nuestra investigación se orienta a dar una alternativa de fertilización orgánica a través utilización de abonos verdes ya que su principal función es la de complementar la nutrición del suelo para cultivos posteriores, bien a través de la fijación del Nitrógeno atmosférico, aportación de humus, y la disponibilidad de elementos nutritivos macro y micro nutrientes evitando la aplicación y uso de fertilizantes químicos (n)

Con la siembra de abonos verdes se aporta al suelo de 2,5 a 4 Kilos por metro cuadrado de masa verde, que nos daría entre 100 y 200 gramos de humus por metro cuadrado, que sería el equivalente a aportar de entre 1 a 2 Kilos de estiércol por metro cuadrado, reduciendo el gasto de estiércol a casi la mitad lo que ya se esta practicando con los agricultores de la zona. (n)

Las comunidades de Ninnin Cachipata y Canchagua fueron seleccionadas para nuestro ensayo práctico de tesis debido a la existencia de los grupos CIAL's (Comité de investigación agrícola local) con el INIAP – Programa de leguminosas y Granos andinos con lo que consecuentemente vienen realizando investigaciones con la participación de pequeños agricultores. Los CIAL's surgieron para satisfacer las necesidades de las comunidades agrícolas de escasos recursos cuyo acceso a los servicios agrícolas y de extensión es limitado o inexistente; es un medio de acelerar la propagación de la tecnología disponible y una plataforma para evaluar, adaptar y difundir nueva tecnología. El I.T.A Simón Rodríguez también trabaja en convenio con el INIAP – Programa de leguminosas y Granos andinos y siendo este una entidad educativa agropecuaria aprobó la participación de nuestro tema de investigación como un aporte para mejorar la fertilidad de los suelos y por ende la constante producción de los diferentes cultivos que la hacienda produce.

## JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas se ha venido aplicando todo el progreso científico y tecnológico a la llamada Revolución Verde, cuyo resultado final son suelos erosionados, salinización, compactación, contaminación ambiental, o sea rompimiento del equilibrio ecológico.

Por lo expuesto anteriormente se hace necesario el contribuir a la producción eficiente y de calidad, retomando algunas de las prácticas agrícolas de nuestros antepasados y apoyándonos en tecnologías acordes a nuestro medio, que no deterioren nuestro medio ambiente. Este trabajo permitirá a los interesados contar con una fuente de información confiable en lo referente a la utilización de abonos verdes.

En la actualidad en vista de la acelerada degradación de los suelos por el efecto de tecnologías inadecuadas y una vez que se ha comprobado que los fertilizantes químicos echan a perder la estructura física y química del suelo y que sus precios se han elevado tanto, que no son accesibles a gran parte de los agricultores, por tal razón nuestra investigación se orienta a la utilización de los abonos verdes como alternativa viable y ecológicamente racional a favor de una agricultura sana y a la disminución de los impactos ambientales, generando un manejo sostenible a las tierras de esta manera los agricultores mejoraran sus cosechas y a la vez sus ingresos, que actualmente son de 205 dólares mensuales generado a través de la venta de productos agrícolas(papas, habas, chochos, zanahoria, arveja, etc.), migración y venta de animales menores(cuy, gallinas, conejos, ovejas, etc.).

Es por ello que se justifica el presente tema de investigación ya que al final del este se espera obtener un estudio fidedigno acerca de las mejores especies de leguminosas utilizadas como abonos verdes en el cultivar de papa, con la finalidad

de dar un aporte social, económico-técnico, para que en el futuro se realicen proyectos que permitan al productor extender las áreas cultivadas y obtener una productividad de calidad suficiente para mejorar su nivel de vida.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar el 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

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la producción de biomasa de abono verde para la producción de cultivo de papas.
- Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de papas.
- Conocer la zona de mejor producción del cultivo de papas con la incorporación de abonos verdes.
- Realizar el análisis económico.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Abonos Verdes

La práctica de los abonos verde se conoce desde hace aproximadamente 3000 años y constituye una de las tecnologías que manejó la agricultura prehispánica en los territorios que hoy constituyen nuestro país. (14)

Tradicionalmente el término «abonos verdes» se ha usado para referirse a plantas que se incorporan al suelo cuando aun están verdes, o un poco después de la floración con el objetivo de enriquecer los suelos. Los abonos verdes son utilizados para conservar mediante succión los nutrientes del suelo, para añadir nutrientes y materiales orgánicas al suelo, para mejorar la estabilidad y estructura del suelo y, además, para controlar la erosión, el saturado de aguas y la lixiviación de minerales (a)

Los abonos verdes se definen como cultivos de cobertura. La finalidad es incorporarlos después de un cierto tiempo al suelo y así devolverle los nutrientes absorbidos. Por lo general se siembran sólo leguminosas, o en combinación con cereales, las cuales son cortadas en la época de la floración e incorporadas al suelo. (19)

Debido a la fijación de nitrógeno de la atmósfera por las leguminosas, este método enriquece el suelo con nitrógeno y carbono y también mejora sus

propiedades físicas y biológicas, dando como resultado una mejor estructura del suelo. (19)

### **1.1.1 Ventajas del abono verde**

Los efectos favorables del abonado verde no acaban en el aspecto nutricional sobre el vegetal, sino que alcanzan a todos los componentes relacionados con la fertilidad global del suelo agrícola ya que: (a)

- ✓ Estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, por los exudados radiculares, por la formación de sustancias prehúmicas al descomponerse y por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos.
- ✓ Protegen al suelo de la erosión y la desecación durante el desarrollo vegetativo, y mejoran la circulación del agua en el mismo.
- ✓ Aseguran la renovación del humus estable, acelerando su mineralización mediante el aporte de un humus más "joven" y más activo.
- ✓ Enriquecen al suelo en nitrógeno, si se trata de leguminosas, e impiden, en gran medida la lixiviación del mismo y de otros elementos fertilizantes.
- ✓ En su descomposición, se liberan o sintetizan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo.
- ✓ En los sistemas cerealistas, aseguran una mejor descomposición de la paja del cereal, al mantener el medio más húmedo, equilibrar la relación C/N y activar los microorganismos responsables de la misma.
- ✓ Limitan el desarrollo de malezas, directamente por el efecto de la cubierta vegetal en sí misma e indirectamente porque ciertos

abonos verdes tienen poder desherbante, como el alforfón (*Fagopyrum esculentum*), o la facelia (*hacelia tanacetifolia*).

En general, los abonos verdes contribuyen a mantener el equilibrio biológico del suelo, protegiendo la micro y macrovida del mismo. Incremento de su contenido de materia orgánica, así como del aporte, reciclaje y la movilización de nutrientes. (8)

Los compuestos orgánicos incorporados o dejados en el suelo, cuando son sometidos a condiciones aeróbicas, producen CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y energía, y un residuo de naturaleza compleja estable que se denomina materia orgánica del suelo o humus. (8)

La materia orgánica vegetal aportada al suelo evoluciona de dos formas que ocurren al unísono (humificación y mineralización): la humificación, es decir, la transformación de esa materia orgánica en humus y la mineralización directa, que a su vez puede ser lenta o rápida, dependiendo esto de factores como: pH del suelo, aireación de este, climatología y naturaleza de los restos. (8)

### **1.1.2 Fijación de nitrógeno en el suelo y nodulación en las leguminosas**

El gran problema que en cuanto a alimentación tiene planteado el mundo, no es sólo la falta de hidratos de carbono, sino fundamentalmente de proteínas. La mayor parte de la humanidad no dispone de proteínas de calidad como las que pueden encontrarse en la carne. Los cereales (gramíneas), que constituyen el mayor volumen de la alimentación humana y animal, carecen todos ellos de ciertos aminoácidos esenciales, componentes básicos de las proteínas, y por tanto son alimentos parcialmente incompletos. (12)

Las leguminosas, por el contrario, son plantas especialmente ricas en proteínas, tanto en la planta verde como en sus granos. (18)

En todos los casos, la fuente primaria y principal de las proteínas vegetales es el nitrógeno libre atmosférico, el cual debe ser primeramente «fijado» o combinado (unido a compuestos que la planta puede utilizar) por alguno de los siguientes mecanismos o procesos: (18)

### **1.1.3 Los Rhizobium. Vida libre en el suelo**

El Nitrógeno se fija a través de la actividad de las bacterias *Rhizobium sp* que viven en el suelo y forman nódulos en las raíces de las plantas leguminosas. (19)

Hay mucha controversia sobre la cantidad de nitrógeno que puede ser fijada por las leguminosas en el suelo pero puede decirse que el promedio anual por hectárea es de 140 kg N/ha. Los sistemas Rhizobium - leguminosa forrajera fijan entre 62 y 897 kg de N/ha/año. (19)

Los rhizobium se encuentran también con más abundancia en terrenos cultivados que en terrenos vírgenes, quizás, como consecuencia de la aireación y aumento de la actividad microbiana. (3)

Viven mejor en suelos cercanos a la neutralidad, siendo muy variable su resistencia a la acidez o alcalinidad según la especie de rhizobium. (12)

Para cada grupo de leguminosa existe una bacteria (ver CUADRO 1) que vive en relación simbiótica, es decir que beneficia tanto a las plantas como a las bacterias. La planta da energía a las bacterias en forma de azúcares, y las bacterias aportan nitrógeno a la planta para que crezca mejor en suelos pobres. (19)

Así una planta leguminosa puede crecer bien aunque haya muy poco nitrógeno en el suelo. Al incorporar el abono verde sus hojas, tallos y nódulos se

descomponen y el nitrógeno fijado vuelve a ser disponible para otros cultivos. (19)

No cualquier *Rhizobium* forma nódulos en cualquier leguminosa. Por tal razón con el *Rhizobium* se clasifica en especies o grupos de inoculación según las leguminosas que infecte como se describe en el CUADRO 1. (19)

**CUADRO 1. ESPECIES DE LEGUMINOSAS CON LOS RESPECTIVOS GRUPOS DE RHIZOBIUM**

<b>Leguminosas</b>	<b>Grupos de Rhizobium</b>
Medicago, Melilotus, Trigonella	<i>Rhizobium meliloti</i>
Trifolium	<i>Rhizobium trifolii</i>
Vicia, Lathyrus , Lens, Pisum	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
Phaseolus vulgaris	<i>Rhizobium phaseoli</i>
Lupinus, Ornithopus	<i>Rhizobium lupini</i>
Glycine max	<i>Rhizobium japonicum</i>

**Fuente:** Suquilanda M., Agricultura Orgánica, 1995

#### **1.1.4 Siembra del abono verde**

Algunas especies se pueden sembrar al voleo, o a mayor densidad. Para no perder una época completa por sembrar abono verde, es recomendable elaborar un plan de uso de la tierra, sembrando en fajas con rotación de cultivos, se requiere de una preparación del suelo en base a arada y rastra a fin de mullir el suelo y facilitar a la semilla un medio adecuado para germinar y crecer. (19)

Las semillas para los abonos verdes deberían tener los siguientes requisitos:

- Tener un crecimiento rápido.
- Tener un follaje abundante y succulento.
- Plantas rústicas que se adapten a suelos pobres.

- Que sean baratas y no comestibles (la parte vegetativa).

Los abonos verdes se pueden sembrar como cultivo principal, cultivo de rotación o intercalado con el cultivo principal. (14)

### **1.1.5 Incorporación del abono verde**

El abono verde logra su máximo contenido de nutrientes (especialmente de nitrógeno) y alcanza su máximo crecimiento, cuando está en estado de floración 10 – 20 %, siendo este el momento que debe incorporarse al suelo. (14)

Previo a su incorporación el abono verde debe cortarse para que haya una superficie mayor expuesta al ataque de microorganismos que se encargarán de convertir sus nutrientes en asimilables para los próximos cultivos. (19)

Entre 5 a 8 días después de haber sido cortado se procede a enterrarlo ya sea en forma manual o con la ayuda de una rastra o un arado, procurando que el material no se profundice más allá de los primeros 15 centímetros de suelo para que se descomponga más rápido, pues si se entierra más profundo se corre el riesgo de que se pudra. Si las condiciones de humedad y temperatura son favorables el abono verde se descompone en el suelo entre los 30 a 50 días, a partir de lo cual se puede proceder a realizar las labores previas a la siembra de los cultivos. (19)

### **1.1.6 Especies de leguminosas usadas como abono verde**

Las plantas utilizadas como abono verde poseen un sistema radicular profundo y ramificado, permitiendo el reciclaje de nutrientes de las capas más profundas del suelo. Esto depende de la cantidad y distribución del agua, de la capacidad buffer de los suelos y de la duración de los procesos de lixiviación. Por ejemplo: (8)

- ✓ Nitrógeno: por la fijación simbiótica de leguminosa y por la masa verde rica en nitrógeno.
- ✓ Fosforo: movilizado por raíces de las leguminosas como pueraria (*Pueraria phaseloides*, *Vigna sinensis*), ervilhaca (*Vicia sativa*) y el milio forrajero (*Sorghum vulgare*).
- ✓ Calcio: movilizado por las leguminosas como lupino (*Lupinus sp.*) y la soya (*Glycine max.*)
- ✓ Potasio: es movilizado especialmente por plantas de porte alto como napier (*Pennisetum purpurarum*) y por el gandul (*Cajanus cajan*).

#### **1.1.6.1 Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)**

El chocho es una leguminosa de origen andino, en los agroecosistemas andinos, el chocho es un componente importante de los sistemas de producción de pequeñas, medianas o grandes fincas. Se produce en unicultivo, asociación y en rotación de cultivos; tiene buena capacidad de nodulación y por ende de fijar nitrógeno atmosférico. Crece y se desarrolla preferentemente en ambientes desfavorables, como áreas secas, suelos arenosos, pobres (16)

Utilizado como abono verde, protector y recuperador de las condiciones físicas y biológicas del suelo y para la producción de granos. (2)

Planta anual se cultiva, ciertas variedades para grano y también para forraje. Se adapta a toda clase de suelos incluso de escasa fertilidad y de naturaleza seca; es resistente a la sequía y es más propia de cultivarse en climas templados y relativamente fríos. Es un tanto exigente en fosforo y potasio como fertilizante, abasteciéndose de nitrógeno atmosférico captado y asimilado por las bacterias que tienen simbióticamente en sus raíces. (10)

El contenido químico del forraje en estado verde y en plena floración se detalla en el CUADRO 2. (10)

## CUADRO 2. CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DEL CHOCHO

Agua	83 – 85	%
Sustancia Seca	14,9 – 15,3	%
Proteínas Digestibles	3,0 – 3,2	%
Grasas	0,3 – 0,4	%
Fibras	3,9 – 4,1	%
Cenizas	0,9 – 1,0	%

**Fuente:** Juscafresa B., Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo 1983

### 1.1.6.2 Lenteja Putza (*Lens spp*)

La lenteja es una planta anual herbácea, de la familia de las Papilionáceas, con tallos de tres a cuatro diámetro, endebles, ramosos y estriados, hojas oblongas, estípulas lanceoladas, zarcillos poco arrollados, flores blancas con venas moradas, sobre un pedúnculo axilar, y fruto en vaina pequeña, con dos o tres semillas pardas en forma de disco de medio centímetro de diámetro aproximadamente. (2)

Las lentejas son leguminosas, fijadoras de nitrógeno a través de la simbiosis de unas bacterias del género *Rhizobium leguminosarum*. La lenteja es una planta de cultivo anual y de porte erecto. (i)

El cultivo de la lenteja requiere un suelo con un pH comprendido entre 5.5 a 9. Es un cultivo muy sensible a la salinidad. Tolera la sequía bastante y no los suelos encharcadizos y mal drenados. (2)

Las zona de origen de esta lenteja en nuestro país son: Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar. Actualmente existen solo dos variedades: Alausí y Putza; tres mejoradas E - 141 (INIAP - 406), E - 112 y E - 115 (j)

La lenteja es también a veces cultivadas con el propósito de abono verde o para ser utilizada como forraje. El heno de lenteja tiene aproximadamente lo siguiente y se detalla en el CUADRO 3. (i)

**CUADRO 3. CONTENIDO DEL HENO DE LA LENTEJA**

Humedad	10 %
Grasa	2 %
Proteína	4 a 5 %
Carbohidratos	50 %
Fibra	21 %
Ceniza	12 %

**Fuente:** FENALCE, Cultivo de Lenteja 2005

#### **1.1.6.3 Arveja (*Pisum sativum L.*)**

Leguminosa apropiada para tierras leves a altitudes de 1700 – 2800 m. con precipitaciones de 400 a 600 mm durante todo el ciclo y T° promedio de 12 a 16 °C . Enriquece la tierra en nitrógeno, producidas por bacterias radicales, y en masa biológica. Se siembra individualmente o mezclada con cereales de apoyo. (b)

Es una planta poco exigente en fertilizantes, bastando una ligera aportación de fosfatos y sales potásicas con omisión de nitrogenados, que serían contraproducentes como en todo cultivo de leguminosa. (5)

La arveja a menudo ocupa el último lugar en el ciclo de rotación de cultivos ya que se supone que su capacidad fijadora de nitrógeno no solo exime de la necesidad de aplicar abono alguno sino que sirve para aportar aquel elemento a la tierra. (15)

Su contenido químico medio en plena floración y estado verde se detalla en el CUADRO 4. (10)

**CUADRO 4. CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DE LA ARVEJA**

Agua	82,2 – 83,7 %
Sustancia Seca	16,9 – 17,2 %
Proteínas Digestibles	3,8 – 4,1 %
Grasas	0,4 – 0,5 %
Fibras	4,9 – 5,1 %
Cenizas	1,2 – 1,4 %

**Fuente:** Juscafresa B., Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo 1983

#### **1.1.6.4 Vicia (*Vicia spp*)**

Es una leguminosa anual que presentan tallos rastreros o trepadores sus flores son de color variable según la especie las hojas compuestas contienen de 10 a 14 foliolos y poseen un zarcillo terminal. El fruto consiste en una legumbre oscura en el momento de la maduración. (18)

También se utiliza como cultivo protector en las plantaciones frutales, donde contribuyen a defender el suelo de la erosión le aportan materia orgánica y lo enriquecen con el nitrógeno atmosférico que fijan las bacterias *Rhizobium* que viven en simbiosis en sus raíces: de este modo mejora las condiciones físicas y de fertilidad del terreno. Otra utilización de las plantas de vicia consiste en destinarlas como abono verde cuando se cultivan especies herbáceas anuales. (18)

Para disponer de una buena cobertura vegetal en abonos verdes se sigue las mezclas destacadas en condiciones de media a alta fertilidad es la asociación de vicia y avena negra, lupino blanco y nabo forrajero. En este caso se promueve mayor producción de biomasa y cobertura de suelo en un ciclo de

aproximadamente 120 días, además de un buen control de malezas, quedando la parcela libre de malezas para la siembra directa de los cultivos posteriores, sin necesidad de control químico. (n)

Son leguminosas pertenecientes a la subfamilia de las papilionaceas y a la tribu de las viciaeas. Existen alrededor de 150 especies distribuidas por todo el mundo, de las cuales las principales y más importantes cultivadas con fines forrajeros y abono verde como se describen en el CUADRO 5. (9)

La cantidad de semilla que se necesita por hectárea, en cultivo puro, difiere en la cantidad, por la densidad de siembra y el tamaño de las semillas. En general se utiliza 75 kilogramos por hectárea de las vicias señaladas. Cuando se consocia con cereales: avena, cebada, etc., una buena mezcla es: 60 kilogramos de avena con 40 kilogramos de vicia común por hectárea. La misma dosis se aplica para las otras vicias. También se consocia 70 kilos de avena con 30 kilos de vicia. (9)

**CUADRO 5. ESPECIES DE VICIA MÁS CULTIVADAS COMO FORRAJE Y ABONO VERDE**

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>
<i>Vicia benghalensis</i> L	Vicia morada
<i>Vicia sativa</i> L	Vicia común
<i>Vicia villosa</i> ROTH	Vicia velluda
<i>Vicia pannonica</i> CRANTZ	Vicia de Hungría

**Fuente:** JUSCAFRESA.B, Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo. 1978

El contenido químico medio de la vicia cortada en verde y en plena floración se describe en el CUADRO 6. (10)

#### CUADRO 6. CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DE LA VICIA

Agua	87 – 90	%
Sustancia Seca	10 – 13	%
Proteínas Digestibles	2,8 – 2,8	%
Grasas	0,5 – 0,7	%
Fibras	5,8 – 6,3	%
Cenizas	1,5 – 1,7	%

**Fuente:** Juscafresa B., Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo 1983

Estudios realizados en Bolivia ha demostrado que la asociación de vicia + avena es una excelente combinación como abono verde debido a que la avena potencializa el crecimiento de la vicia obteniendo mayor cantidad de cobertura vegetal (13)

El contenido químico medio de la avena en estado verde se describe en el CUADRO 7. (10)

#### CUADRO 7. CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DE LA AVENA

Agua	82 – 88	%
Sustancia Seca	17,8 – 18,1	%
Proteínas Digestibles	1,7 – 2,0	%
Grasas	0,4 – 0,6	%
Fibras	5,8 – 6,5	%
Cenizas	1,6 – 1,7	%

**Fuente:** Juscafresa B., Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo 1983

##### 1.1.6.5 Trébol Blanco (*Trifolium repens*)

El trébol blanco se adapta a diversidad de climas, suelos y altitudes. Su óptimo de crecimiento se encuentra en climas templado-húmedos con escasa sequía estival. No tolera el sombreo. Para ser productivo requiere humedad y buenos niveles de fósforo y potasio en el suelo. (10)

Su utilización básica es para pastoreo en mezcla con gramíneas, a las cuales suministra además grandes cantidades de nitrógeno fijado en sus nódulos radiculares, pues se trata de una de las leguminosas de mayor capacidad de fijación simbiótica de aquél elemento. (12)

El trébol blanco contrasta con otras especies pratenses en que no posee órganos específicos ni para la producción y asimilación de carbohidratos ni para la acumulación de reservas. (12)

Este comportamiento de rebrote parece ser ideal, ya que su crecimiento alcanza rápidamente volúmenes altos de forraje y, en su manejo se alternan situaciones cambiantes de luz y sombra en periodos cortos de tiempo. (12)

Como cultivo puro apenas se siembra, por constituir un forraje algo desequilibrado y de gran peligro por meteorismo para los rumiantes. (12)

El trébol blanco ofrece un forraje muy rico en proteínas y principios nutritivos, dando en estado verde y en diversos estados de desarrollo por término medio según varios autores, el contenido siguiente se detalla en el CUADRO 8. (10)

**CUADRO 8. CONTENIDO QUÍMICO DEL FORRAJE DEL TRÉBOL BLANCO**

	<b>Al iniciarse la floración</b>		<b>En plena floración</b>	
Agua	85-90	%	83-87	%
Sustancia Seca	10-15	%	12-17	%
Proteínas Digestibles	3,1-3,4	%	2,8-3,0	%
Grasas	0,46-0,50	%	0,5-0,52	%
Fibras	2,4-2,7	%	2,6-2,9	%
Cenizas	1,7-1,9	%	1,9-2,0	%
Almidón	9,0-9,31	%	10,3-10,6	%
Sustancias Alimentación	14,5-14,9	%	15,2-15,8	%

**Fuente:** Juscafresa B., Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo 1983

## 1.2. Cultivo de la Papa

### 1.2.1 Generalidades

La papa es uno de los tubérculos más consumidos en el Ecuador. Procede de la planta *Solanum tuberosum*, que posee un importante contenido de almidón, que en promedio puede alcanzar un 14%. Su contenido en proteína y grasa es bajo y presenta una gran variedad de posibilidades para ser industrializada y obtener productos con valor agregado de gran aceptación por parte del consumidor en general. (o)

Actualmente el cultivo de la papa es de gran importancia mundial ya que solo es superado por el trigo, maíz y arroz. (k)

El cultivo de la papa constituye la base de producción de los agricultores del área y su fuente principal de alimentación e ingresos económicos. Se estima que alrededor de 65 kg/año es el consumo percapita con una tendencia al crecimiento, considerando el aspecto económico, dentro del gasto en alimentos la papa tiene incidencia aproximadamente el 10% del total, especialmente en las familias de ingresos bajos a medios del sector urbano y rural.(20)

Constituye la cabeza de rotación de otros cultivos como el haba, cebada y pastos. Las regiones productoras de papa se encuentran localizados en las zonas que van de 3300 a 3600 msnm. (20)

### 1.2.2 Morfología y Taxonomía

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Solanales

Familia : Solanaceae  
Género : Solanum  
Especie : tuberosum L.  
Nombre Científico : *Solanum tuberosum* L.

Es una planta anual herbácea, con hojas alternas, simples, sin estipulas; inflorescencia cimosa, con flores bisexuales, actinomorfas; cáliz de 5 sépalos unidos, persistente; corola de 5 pétalos unidos, rotados. (c)

Fruto es una baya, semillas con un embrión curvo o recto de sabor desagradable y probablemente venenosa, con semillas fértiles. Debajo del suelo, a partir del extremo de un estolón se forman los tubérculos cargados de almidón. (f)

### **1.2.3 Variedad Estela**

- Origen: Proviene del cruzamiento entre la variedad comercial Superchola y un híbrido originario del cruzamiento de las especies nativas *Solanum phureja* y *S. pausissectum*.
- Altitud: 2.600 a 3.500 m.s.n.m.
- Morfología: Desarrollo rápido, vigorosa, tamaño mediano, erguida con 3 tallos gruesos color verde oscuro con pigmentación morada y presencia de alas rectas.
- Tubérculo: Forma redonda, piel morada, pulpa amarillo claro. Ojos intermedios, dormancia de 60 días a 16 C
- Periodo de madurez: 150 a 160 días (entre 2830 a 3200 msnm)
- Días a la cosecha: 160.
- Rendimiento potencial: 41 Tm/ha
- Zonas de adaptación: Norte: Provincias del Carchi y Pichincha. Centro: Provincia del Chimborazo.
- Reacción a enfermedades: Resistente a la lancha (*Phytophthora infestans*) medianamente resistente a la roya (*Puccinia pittieriana*), tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).

#### **1.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos**

Los suelos ideales son los francos y franco arenosos, fértiles, sueltos, profundos, drenados, ricos en materia orgánica y con un pH de 4.5 - 7.5. En suelos arcillosos no se debe aplicar mucha agua en la última etapa. (g)

Las temperaturas más favorables para el cultivo son las que están en torno a 13 y 18°C, al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas. (g)

Un cultivo de papa localizado a 3.000 msnm necesita entre 600 y 700 mm de agua, distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. La etapa crítica, durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de floración -tuberización. (20)

#### **1.2.5 Preparación del suelo**

La preparación del suelo, generalmente, es mecánica para lo cual es común un pase de arado y dos de rastra. La labor de surcado es manual y en ocasiones con bueyes (yunta). (c)

#### **1.2.6 Fertilización**

Para cultivar papa es generalizado utilizar abono químico. La incorporación de 1 saco de abono por cada dos quintales de semilla es práctica tradicional la misma que se aplica en corona durante el rascadillo. (e)

Las formulaciones de fertilizantes más usados son el 18-46-0, 10-30-10, 8-20-20. En ocasiones también se aplica una mezcla de muriato de potasio con urea, al momento de las deshierbas. (e)

### **1.2.7 Siembra**

La distancia de siembra es de 1 m entre surcos por 0.4 m entre plantas. Depositán dos unidades por sitio sembrado, descartan tubérculos podridos y partidos. Antes de la siembra suelen almacenar en trojes, para lo cual la semilla se coloca en sacos y una vez depositados en el troje, se tapa con paja y permanecen allí hasta que exista emisión de brotes. (e)

### **1.2.8 Controles fitosanitarios**

Para el control de enfermedades como la lancha, alternativamente utilizan los siguientes fungicidas: Mancozeb, Metalaxil+Mancozeb (Ridomil), Cimoxanil+mancozeb (ridomil gold) y abonos foliares como Foliar plus (N5%, P5% K45%), More (citoquinina 0,009%, ácido giberélico al 0,005% y ácido indol-3butírico al 0,005%), entre otros, productos que son utilizados sin ninguna planificación; más bien obedecen a recomendaciones empíricas, en la mayoría de los casos, realizados por los expendedores de las casas comerciales, quienes entregan el producto tomando como referencia "primera, segunda o tercera fumigación". (e)

Respecto a las plagas, controlan el gusano negro trozador (*Agrotis ypsilon*), pulgilla (*Epitrix spp*) y trips (*Frankliniella tuberos*) y en muy pocos casos el gusano blanco (*Premnotrypex vorax*); para evitar daños mayores, adelantan la cosecha cortando el follaje. (f)

### **1.2.9 Labores culturales**

Después de la siembra realiza el rascadillo a los 45 días, generalmente en el país se practica dos momentos de aporque (50-60 y 90- 80 días). Sin embargo, con las variedades de ciclo corto, es posible aporcar una sola vez. Si en estos

casos existen problemas de drenaje, un segundo aporque puede ser aconsejable. (20)

### **1.2.10 Cosecha**

Se realiza a mano, la producción obtenida es de 170 a 200qq/ha, la papa es utilizada básicamente para el mercado y el autoconsumo. (e)

### **1.2.11 Selección y Clasificación**

Las papas recién cosechadas son seleccionadas, los tubérculos deben ser clasificados de acuerdo a su peso y forma en: primera o gruesa (>121 gr), segunda o redroja (71-120 gr), tercera o redrojilla (51-70 gr). Cuarta o fina (31-50 gr) y cuchi (<30 gr). (20)

### **1.2.12 Almacenamiento**

Un adecuado manejo de la iluminación, temperatura (15 a 20°C aceleran el brotamiento en tubérculos, con T° de 5 a 13°C, el brotamiento apical es prácticamente nulo), humedad y aireación ayuda a conservar la calidad del tubérculo semilla para la comercialización. (20)

## **CAPITULO II**

### **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 Materiales**

##### **2.1.1 Materiales, equipos y herramientas**

Tractor  
Estacas  
Azadones  
Piola  
Rastrillos  
Flexómetro  
Balanza  
Rótulos  
Hoz  
Botas  
Machete  
Reglas de 30 - 60 cm

##### **2.1.2 Equipo para toma de muestras del suelo**

Barreno de anillos  
Cajas metálicas  
Cuchillo  
Martillo  
Pala  
Azadón  
Fundas plásticas  
Balanza de precisión  
Horno  
Etiquetas  
Balde plástico  
Cinta adhesiva

### **2.1.3 Materiales de escritorio, gabinete y oficina**

Computador  
Internet  
Cuaderno  
Papel bond  
Flash memory  
Esferos, lápices y borrador  
Libro de campo  
Cámara fotográfica

### **2.1.4 Semillas**

Semillas de: arveja (0,22kg), chocho (0,14kg), lenteja putza (0,14kg), trébol blanco (0,045 kg) y vicia (0,10kg)

Semilla de papa variedad estela (6 qq) proporcionado por el Instituto Tecnológico Agropecuario Simón Rodríguez

### **2.1.5 Insumos**

Gastoxin  
Vitavax  
Curacron  
Orthene  
Curalancha  
Acrobat  
Soll 76 pm  
Obex  
Campuz  
Methofan

## 2.2 Método

La metodología utilizada en la presente investigación es Hipotético – Deductivo el mismo que permitió extraer información de conceptos, principios y normas generales preexistentes que ayudaron a ir de lo general a lo particular, y por último el experimental el cual se realizó un ensayo práctico del se toman datos y se procesa estos para realizar conclusiones y recomendaciones.

## 2.3 Ubicación del ensayo

**CUADRO 9. UBICACIÓN POLÍTICA DE LOS ENSAYOS**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>Localidad 1</b>	<b>Localidad 2</b>	<b>Localidad 3</b>
Provincia	Cotopaxi	Cotopaxi	Cotopaxi
Cantón	Saquisilí	Saquisilí	Latacunga
Parroquia	Cochapamba	Canchagua	Alaquez
Comunidad	Ninnin Cachipata	Canchagua	Laigua de Vargas
Propietario	Sr. Domingo Totasig	Sra. María Changoluisa	Hacienda del ITA Simón Rodríguez

**Fuente:** Diagnostico 2006 CODESOCP-Saquisilí

## 2.4 Ubicación Geográfica

**CUADRO 10. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ENSAYOS**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Localidad 1</b>	<b>Localidad 2</b>	<b>Localidad 3</b>
Longitud	78°44' O	78°40' O	78°36' O
Latitud	0°49' S	0°49' S	0°37' S
Altitud	3.200 m.s.n.m	3.100 m.s.n.m	2.793 m.s.n.m

**Fuente:** Diagnostico 2006 CODESOCP-Saquisilí

## 2.5 Condiciones Climáticas

**CUADRO 11. CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS ENSAYOS**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Localidad 1</b>	<b>Localidad 2</b>	<b>Localidad 3</b>
Temperatura media anual	12- 18 °C.	12-15 °C.	12 -14 °C.
Pluviosidad anual	250 -500 mm	250 - 500 mm	656 mm
Humedad Relativa	80%	75%	72%
Velocidad del viento	4,9 km/hora	4,3 km/hora	4 km/hora
Heliofania	6 - 8 horas	10-12 horas	10 -12 horas

**Fuente:** Diagnostico 2006 CODESOCP-Saquisilí

## 2.6 Características del suelo

**CUADRO 12. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LOS ENSAYOS**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Localidad 1</b>	<b>Localidad 2</b>	<b>Localidad 3</b>
% de pendiente	30 - 40	5 – 25	Plano
% de materia orgánica	1,40	0,90	1,60
pH	6,60	7,20	6,80
textura	Arenoso	Arenoso	Franco arenoso

**Fuente:** Diagnostico 2006 CODESOCP-Saquisilí

## 2.7 Factores en Estudio

### 2.7.1 Abonos Verdes

**CUADRO 13. ABONOS VERDES**

<b>N°</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
1	ch	Chocho
2	l	Lenteja putza
3	a	Arveja
4	v/a	Vicia +avena
5	tb	Trébol Blanco
6	t	Testigo

## 2.7.2 Localidades

**CUADRO 14. LOCALIDADES**

<b>N°</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
1	L1	Ninnin Cachipata
2	L2	Canchagua
3	L3	I.T.A. "Simón Rodríguez"

## 2.8 Análisis Estadístico

### 2.8.1 Diseño Experimental

Para el análisis de las variables en estudio se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones.

### 2.8.2 Pruebas Estadísticas

Para la interpretación de resultados se aplicó el Análisis de Varianza (ADEVA) por localidad, ADEVA combinado y la prueba de Tukey al 5% como se detallan en los CUADRO 21 y 22

**CUADRO 15. ESQUEMA DEL ADEVA POR LOCALIDAD**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total (t x r- 1)	23
Abonos (6-1)	5
Repeticiones (4-1)	3
Error	15

## CUADRO 16. ESQUEMA DEL ADEVA COMBINADO

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total (a x l x r)-1	71
Abonos (6-1)	5
Localidades (3-1)	2
Ab x Localidades (6-1)(3-1)	10
Repeticiones (4-1)	3
Error	51

### 2.8.3 Análisis Económico

El análisis económico de los experimentos se realizó mediante la metodología de Perrín et al en cuyos Análisis se calculó la Taza de Retorno Marginal. (TRM)

## 2.9 Características de la Unidad Experimental

Área total de ensayo	618,75 m <sup>2</sup>
Área total de la parcela	20,0 m <sup>2</sup>

### 2.9.1 Fase I (abonos verdes)

Modalidad de siembra	al voleo
Cantidad de semilla de chocho por parcela	0,14 kg
Cantidad de semilla de lenteja putza por parcela	0,14 kg
Cantidad de semilla de arveja por parcela	0,22 kg
Cantidad de semilla de trébol blanco por parcela	0,045 kg
Cantidad de semilla de vicia y avena por parcela	0,10 kg

## 2.9.2 Fase II (papas)

Área de la parcela neta	12 m <sup>2</sup>
Número de surcos por parcela total	5
Número de surcos por parcela neta	3
Número de plantas por surco	16
Número de plantas totales por parcela	80
Número de plantas por parcela neta	48
Número de plantas por localidad	1920
Número de tratamientos por repetición	6
Número de repeticiones	4
Distancia entre plantas	0,30 m
Distancia entre surco	1,00 m
Distancia de caminos	0,50 m
Modalidad de siembra	a golpe
Numero de semilla por golpe	1-2 semillas

## 2.10 Manejo del Ensayo

### 2.10.1 Análisis de suelo

Se procedió a tomar una muestra de suelo por localidad antes de sembrar los abonos verdes y después de la cosecha, se envió al laboratorio de suelos del INIAP Santa Catalina, y se conoció el estado nutricional del suelo de cada localidad (ANEXO 43 al 48)

### 2.10.2 Preparación del suelo

Se realizó con la ayuda de la rastra removiendo el suelo hasta dejarlo desmenuzado, estableciendo la respectiva área del ensayo

### 2.10.3 Siembra de abonos verdes

La siembra de leguminosas se realizó con la cantidad calculada para cada parcela, el sistema de siembra fue al voleo y se tapo con una capa delgada de tierra.

### 2.10.4 Incorporación de abonos verdes

Cuando las leguminosas llegaron al 20 % de floración se procedió a cortar el follaje y a enterrarlo en forma manual con la ayuda del azadón y permaneció en el suelo como se describe en el CUADRO 23, posterior a esta actividad se procedió a la siembra del cultivo de papa. Los días a la floración son los días a la incorporación.

**CUADRO 17. DÍAS A LA FLORACIÓN DE LAS LEGUMINOSAS AL 20%**

TRATAMIENTOS	NINNIN CACHIPATA	CANCHAGUA	ITA SIMÓN RODRÍGUEZ
Chocho	110	100	97
Lenteja putza	98	92	83
Vicia/avena	90	85	90
Arveja	81	79	76
Trébol blanco	105	108	104

### 2.10.5 Desinfección de semilla de la papa

Para prevenir la infestación de hongos e insectos se procedió a la desinfección de la semilla de la papa para esto se utilizó dos pastillas de Gastoxin para controlar la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), se colocó la semilla en un tanque plástico el cual se cerró herméticamente durante 24 horas y antes de la siembra se desinfectó la semilla con Vitavax a razón de 100 ml en 200 lt de agua esto para prevenir hongos.

### 2.10.6 Siembra de la papa

Se realizó en forma manual y se colocó dos tubérculos por sitio, la distancia entre planta fue de 0,30 m y entre surco 1 m. La siembra del cultivo se realizó cuando los abonos verdes estuvieron en el suelo por un lapso de tiempo de 30 a 60 días dependiendo de las especies de leguminosas como podemos observar en el CUADRO 18.

**CUADRO 18. DÍAS DE PERMANENCIA EN EL SUELO DEL ABONO VERDE**

TRATAMIENTOS	DÍAS		
	Ninnin Cachipata	Canchagua	Simón Rodríguez
ch	38	30	37
l	46	32	51
v/a	53	50	44
a	59	59	62
t	59	59	62
tb	30	35	30

### 2.10.7 Labores culturales

#### 2.10.7.1 Deshierba y Aporques

Se realizó en forma manual, la primera deshierba se efectuó a los 30 días de la emergencia, el medio aporque a los 60 días y el aporque a los 80 días.

#### 2.10.7.2 Controles fitosanitarios

Los controles se realizaron después de comprobar la presencia de las plagas y enfermedades en niveles de población que pueden causar daño al cultivo, en la Localidad 1 (Ninnin Cachipata) se realizaron seis controles, en la Localidad 2 (Canchagua) tres controles y en la Localidad 3 (Simón Rodríguez) cuatro controles, como se detallan en los CUADROS 18 al 21.

**CUADRO 19. DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA DE LA PAPA**

<b>Descripción</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Control</b>
Gastoxin	Fosfamina (PH3)	2 pastillas 3 g	Pulguilla de la papa en poscosecha

**CUADRO 20. USO DE PESTICIDAS EN LA COMUNIDAD DE NINNIN CACHIPATA**

<b>Detalle</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Control</b>
Vitavax	Carboxin + Captan	100cc/200lt	Pudrición de la semilla y la muerte de la plántula
Curacron	Profenofos 50%	100cc/200lt	Hongos en semilla papa
Orthene	Acefato	100gr/200lt	Acaros
Curalancha	64% Mancozeb +Cymoxanil 8%	500gr/200lt	Lancha negra
Acrobat	9% dimetomorf +60% mancozeb	750gr/200lt	Hongos oomicetos, lancha
Soll 76 pm	Propineb + cymoxanil	500gr/200lt	Lancha
Obex	Parafinia + HonilFenol	50 cc/100lt	Fijador

**CUADRO 21. USO DE PESTICIDAS EN LA COMUNIDAD DE CANCHAGUA**

<b>Descripción</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Control</b>
Vitavax	Carboxin + Captan	100cc/200lt	Pudrición de la semilla y la muerte de la plántula
Curacron	Profenofos 50%	100cc/200lt	Hongos en semilla papa
Campuz	Acephato	500gr/200lt	Mosca Blanca
Orthene	Acefato	100gr/200lt	Ácaros
Curalancha	64% Mancozeb+Cymoxanil 8%	500gr/200lt	Lancha

**CUADRO 22. USO DE PESTICIDAS EN EL I.T.A. SIMÓN RODRÍGUEZ**

<b>Descripción</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>	<b>Control</b>
Vitavax	Carboxin + Captan	100cc/200lt	Pudrición de la semilla y la muerte de la plántula
Curacron	Profenofos 50%	100cc/200lt	Hongos en semilla papa
Methofan	180gr Endosulfan+60gr Metomil	100cc/200lt	Cutzo, gusano negro trozador minador de la hoja
Curalancha	64% Mancozeb +Cymoxanil 8%	500gr/200lt	Lancha
Acrobat	9% dimetomorf+60% mancozeb	750gr/200lt	Hongos oomicetos, lancha

### **2.10.8 Riego**

Esta actividad no se la realizó en ninguna de las localidades puesto que en el período del cultivo durante los meses de Septiembre a Marzo precipitó 562,3 mm. (ANEXO. 41)

### **2.10.9 Cosecha**

Se procedió a la cosecha cuando los tubérculos alcanzaron la madurez fisiológica y se realizó manualmente utilizando azadas y lonas, se clasificó por categorías y por tratamiento en cada localidad.

## **2.11 Indicadores en Estudio y métodos de evaluación**

### **2.11.1 Indicadores para evaluar Abono Verde**

#### **2.11.1.1. Kilogramos de biomasa**

Antes de la incorporación se procedió a cortar el follaje de cada leguminosa, con la ayuda de una cinta métrica se midió 1,00 m<sup>2</sup> por parcela y se peso con la balanza expresada en kilogramos.

#### **2.11.1.2 Días a la incorporación de la leguminosa**

A partir de la siembra de cada leguminosa se contó los días hasta el

momento de la floración al tener el 20% se procedió a la incorporación.  
(CUADRO 16)

## **2.11.2 Indicadores para evaluar el Cultivo de la Papa**

### **2.11.2.1 Altura de plantas a los 45 y 120 días**

Se lo realizó con la ayuda de una cinta graduada y se registro la altura de la planta tomando en cuenta el brote central más vertical de la planta desde la superficie del suelo al punto más alto de la planta, se escogió 10 plantas por parcela neta al azar.

### **2.11.2.2 Días a la floración**

Se evaluó cuando el 75 % de plantas florecieron, se procedió a contar 10 plantas de la parcela neta al azar y se determinó el porcentaje

### **2.11.2.3 Días a la senescencia**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela total presentaron el 50% de amarillamiento de la planta, se expresó en días después de la siembra.

### **2.11.2.4 Número de tubérculos por planta**

Se lo realizó en el momento de la cosecha y se procedió a contar el número de tubérculos por planta seleccionando las 10 plantas de la parcela neta al azar.

#### **2.11.2.5 Rendimiento por parcela neta**

Con la ayuda de una balanza se determinó el peso de los tubérculos cosechados en la parcela neta, se procedió a clasificar en categorías comerciales y se registro en kg. Se escogió 10 plantas por parcela neta al azar.

#### **2.11.2.6 Análisis Económico**

Se utilizó la metodología de análisis de presupuesto parcial por Perrin et al para el cultivo de la papa, se establecieron los costos variables, el beneficio neto y la Tasa de Retorno Marginal

### **2.11.3 Indicadores a evaluar en el suelo**

#### **2.11.3.1 Densidad aparente**

Se expresó en  $\text{gr/cm}^3$  y se determinó la muestra antes de la incorporación de leguminosas, al mes de la incorporación y al final de la cosecha, estas muestras se tomaron de los tres mejores tratamientos por localidad a dos profundidades (0-15) (16-30) con la ayuda de una barreno de anillo, las muestras se colocaron en cajas metálicas, posteriormente se pesaron las cajas en la balanza digital y luego fueron llevadas a la estufa a 90 °C por 24 horas, pasado este lapso de tiempo se procedió nuevamente a pesar las muestras con los datos obtenidos se utilizo la formula matemática para obtener la densidad aparente de los tratamientos , no está sujeto a análisis estadístico.

#### **2.11.3.2 Materia orgánica**

Se determinó el contenido de MO antes de la siembra de las leguminosas e inmediatamente luego de la cosecha de papas se tomó una muestra por tratamiento y por localidad se expreso en porcentaje.

## CAPITULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Indicadores para Evaluar Abono Verde

##### 3.1.1 Días a la incorporación de la leguminosa

**CUADRO 23.** INDICADOR DÍAS A LA INCORPORACIÓN DE LA LEGUMINOSA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ

TRATAMIENTOS	LOCALIDADES		
	Ninnin Cachipata (Días)	Canchagua (Días)	Simón Rodríguez (Días)
ch	110	100	97
v/a	90	85	90
l	98	92	83
a	81	79	76
tb	105	108	104
t	81	79	76

El CUADRO 23, podemos observar que la localidad que menos días se demoró la leguminosa en ser incorporada es L3 (Simón Rodríguez) el tratamiento con menor número de días es a (arveja) con 76 días y el último es tb (trébol blanco) con 104 días.

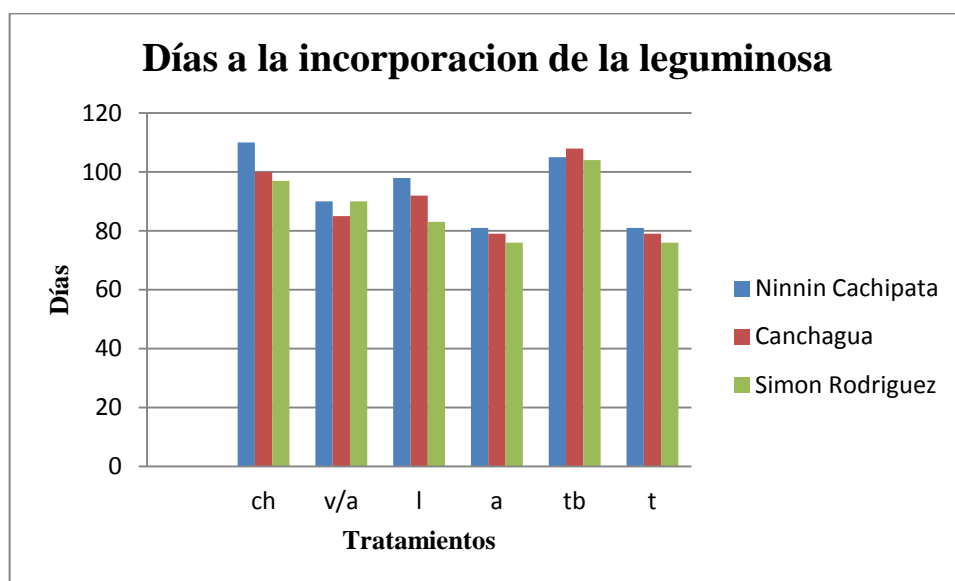
En la L2 (Canchagua) tenemos que la primera especie de leguminosa incorporada es a (arveja) con 79 días y el último tratamiento es tb (trébol blanco) con 108 días.

En la L1 (Ninnin Cachipata) observamos que el tratamiento que se incorporó en primer lugar es a (arveja) con 81 días y el último es el tratamiento ch

(chocho) con 110 días.

Lo que se demuestra que la L3 (Simón Rodríguez) respondió mejor al desarrollo de las leguminosas eficientemente, aprovechando los macro y micro nutrientes que se encontraban en el suelo (contenido de materia orgánica 1,60%), en general, la diferenciación de los días de la floración de los tratamientos se manifiesta por los periodos vegetativos de las leguminosas como la arveja (100 a 115 días), vicia y avena (100 a 150 días) , lenteja (150 a 200 días) el chocho (120 a 160 días) y el trébol (pasto forrajero perenne) y en segundo lugar debido a los agentes climáticos ocurriéndose las variaciones de acuerdo a la altitud L1 (Ninnin Cachipata 3200 m.s.n.m), L2 (Canchagua 3100 m.s.n.m) y L3 (Simón Rodríguez 2793 m.s.n.m) con las modificaciones propias que posee el relieve, la exposición de los vientos , la humedad ( 70 al 80%), la temperatura( 16 °C y 5 °C), las condiciones edáficas de cada localidad, la cantidad de lluvias caídas en los meses de abril a julio, la presencia de nubosidad (2 a 3%) y por ende la disminución de horas de luz elemento indispensable para la realización de la fotosíntesis estos son factores que influenciaron en el desarrollo agronómico de las plantas de las leguminosas.

**FIGURA 1. INDICADOR DÍAS A LA INCORPORACIÓN DE LA LEGUMINOSA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.1.2 Kilogramos de Biomasa

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 24) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata fue 9 Kg /20m<sup>2</sup> con un coeficiente de variación de 25,29%, para Canchagua fue 30 Kg/20m<sup>2</sup> con un coeficiente de variación de 19,61%, y para el Simón Rodríguez 55 Kg /20 m<sup>2</sup> con un coeficiente de variación de 15,83%,

**CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	409,94 **	3772,67 **	1085,77 **
Repeticiones	3	16,46 ns	34,66 ns	181,06 ns
Error Exp.	15	5,73	33,68	75,99
Promedio		9 Kg /20m <sup>2</sup>	30 Kg /20m <sup>2</sup>	55 Kg /20 m <sup>2</sup>
C.V.%		25,29	19,61	15,83

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

La alta significancia para en Abonos del ADEVA nos indica que existe diferenciación de kilogramos de biomasa entre las diferentes leguminosas sembradas.

Al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 24 Y FIGURA 2) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata) ocupando el primer lugar el tratamiento ch (chocho) con 25 kilogramos de biomasa y el último lugar el tratamiento tb (trébol blanco) con 0,45 kilogramos.

**CUADRO 25. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)		
	L1	L2	L3
ch	25,00 a	74,50 a	66,00 a
l	15,00 b	41,50 c	65,00 abc
v/a	14,00 bc	51,50 ab	66,00 ab
a	1,78 d	6,23 d	63,00 abcd
t	0,55 de	2,38 de	44,50 e
tb	0,45 def	1,48 def	26,00 f

En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 74,50 kilogramos de biomasa y el último lugar el tratamiento tb (trébol blanco) con 1,48 kilogramos.

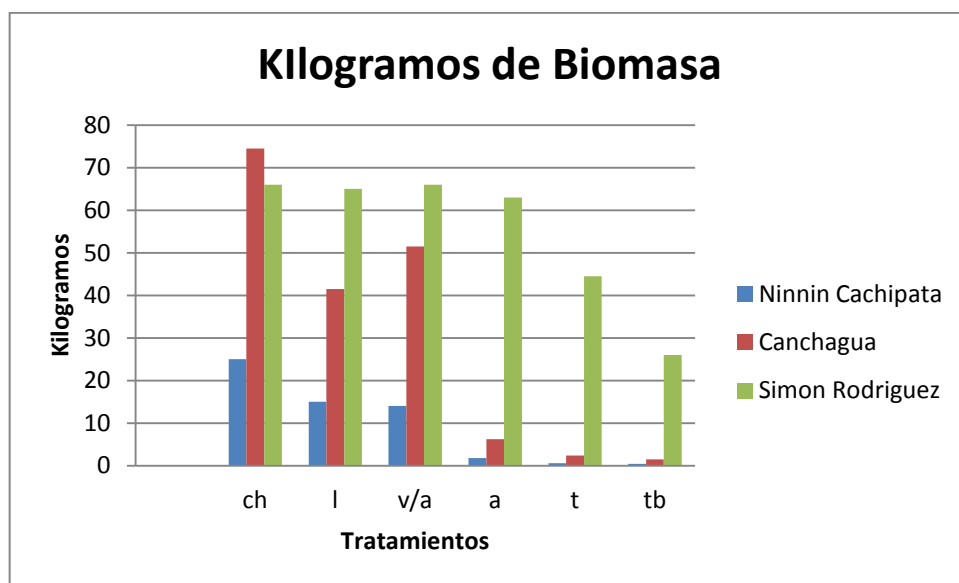
En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 66,00 kilogramos de biomasa y el último lugar el tratamiento tb (trébol blanco) con 26 kilogramos.

La velocidad de descomposición de materia verde depende de diversos factores, especialmente la textura, humedad del suelo y la presencia y actividad de microorganismos. (SHERWOOD.S, Pumisacho. M, 2002 *El cultivo de la Papa en el Ecuador*)

Lo que muestra que existe diferenciación de kilogramos de biomasa entre los diferentes abonos sembrados es decir que el tratamiento ch (chocho) respondió bien en las tres localidades, debido a que la variedad de chocho (INIAP -450 ANDINO) se adaptó a las condiciones de suelo, clima, zona (altitud) del ensayo, además esta es una planta que posee gran cantidad de hojas de color verde intenso y sus tallos son gruesos, semileñosos y por el tamaño mismo de la especie.

Mientras que el tratamiento tb (trébol blanco) es una planta de menor tamaño y que no se adaptó a las condiciones climáticas, edáficas y de altitud ya este prospera mejor en suelos arcillosos calizos. (1). Argumentos en los que se demuestra claramente la diferencia entre el peso de cada especie de leguminosa.

**FIGURA 2. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



#### a. Análisis del ADEVA Combinado

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 26) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, tratamientos x localidades y repeticiones. El promedio general fue 31,38 kilogramos, con un coeficiente de variación de 19,52%.

La alta significancia del ADEVA nos indica que los diferentes abonos sembrados se desarrollaron mejor entre una localidad y otra, así también entre uno y otro tratamiento.

Para tratamientos x localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 27 Y FIGURA 3) se determinó dieciocho rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa chL2 (chocho Canchagua) con 74,50 kilogramos y el ultimo rango el tbL1 (trébol blanco Ninnin Cachipata).

**CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA LA VARIABLE KILOGRAMOS DE BIOMASA -NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>CUADRADO MEDIO</b>	<b>F. CALCULADA</b>
Total	71	53859,13		
Tratamientos	5	19118,35	3823,67	101,89**
Localidades	2	25089,79	12544,9	334,29**
T x L	10	7223,51	722,35	19,25**
Repeticiones	3	513,57	171,19	4,56**
Error exp.	51	1913,9	37,53	
C.V. %		19,52		
Promedio		31,38 kilogramos		

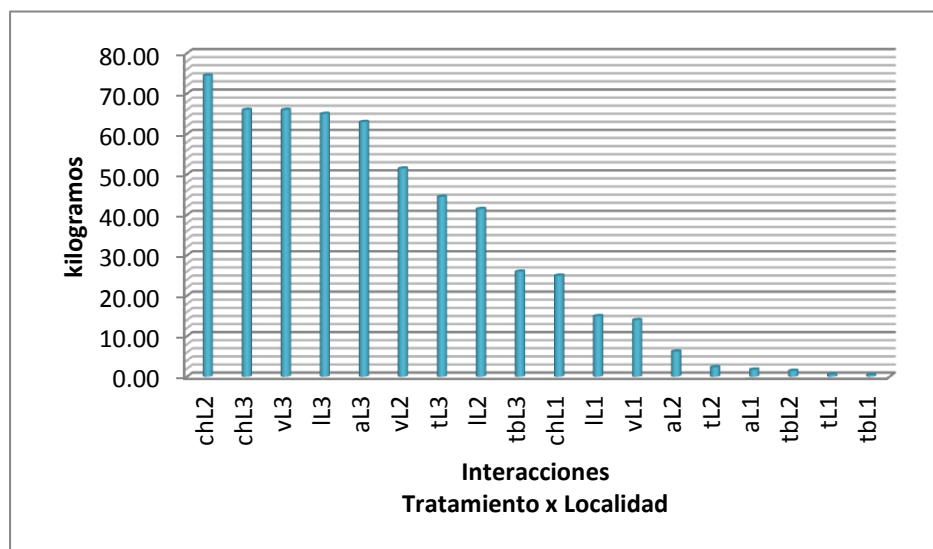
\*\*Significativo al 5 %

La mayor cantidad de kilogramos de biomasa se obtuvo en el tratamiento chL2 (chocho Canchagua), chL3 (chocho Simón Rodríguez), siendo este un cultivo tolerante a adversidades climáticas factores que han favorecido en el buen desarrollo del cultivo y por lo tanto obtuvimos una buena producción de kilogramos. Mientras tanto los tratamientos vL3 (vicia+avena Simón Rodríguez), y IL3 (lenteja Simón Rodríguez), respondieron bien en su ciclo de desarrollo contribuyendo a defender el suelo de la erosión así también la asociación que se realizó el tratamiento vicia + avena promovió a obtener una mayor producción de biomasa y cobertura del suelo aproximadamente en 120 días a demás de un buen control de malezas por la cantidad de follaje (hojas) que estas especies tienen. (n)

**CUADRO 27. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)
chL2	74,50 a
chL3	66,00 b
v/aL3	66,00 bc
IL3	65,00 bcd
aL3	63,00 bcde
v/aL2	51,50 f
tL3	44,50 g
IL2	41,50 gh
tbL3	26,00 i
chL1	25,00 ij
IL1	15,00 k
v/aL1	14,00 kl
aL2	6,23 m
tL2	2,38 mn
aL1	1,78 mno
tbL2	1,48 mnop
tL1	0,55 mnopq
tbL1	0,45 mnopqr

**FIGURA 3. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

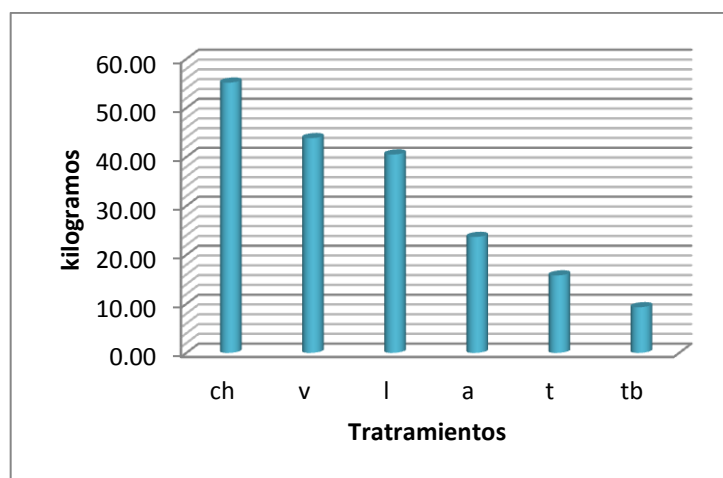


**CUADRO 28. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)
ch	55,17 a
v/a	43,83 b
l	40,50 bc
a	23,67 d
t	15,81 e
tb	9,31 f

Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 28 Y FIGURA 4) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa ch (chocho) con 55,17 kilogramos y el último rango el tb (trébol blanco) con 9,31 kilogramos. Esta diferencia de kilogramos entre tratamientos se debe específicamente a las características morfológicas de cada leguminosa recalando que el chocho al ser planta de mayor tamaño y mayor follaje supera la cantidad de kilogramos de biomasa incorporado.

**FIGURA 4. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

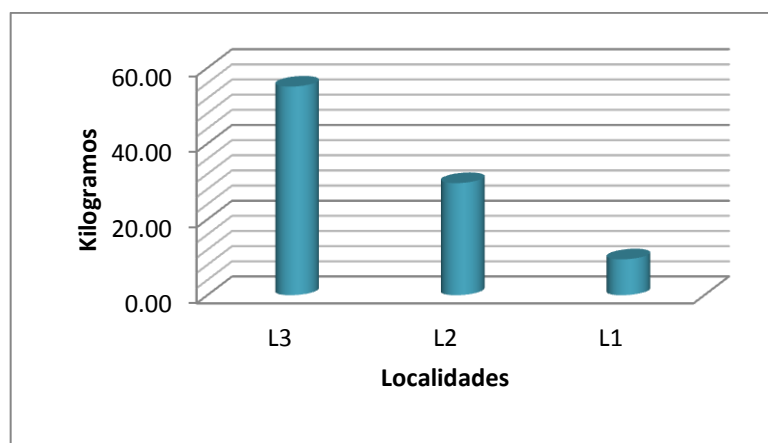


**CUADRO 29.** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA- NINNIN CACHIPATA – CANCHAGUA - ITA SIMÓN RODRÍGUEZ

LOCALIDADES	PROMEDIO (KG)
L3	55,08 a
L2	29,60 b
L1	9,46 c

Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 29 Y FIGURA 5) se determinó tres rangos de significación estadística el primer lugar ocupando el primer lugar L3 (Simón Rodríguez) con 55,08 kilogramos y el último lugar L1 (Ninnin Cachipata) con 9,46 kilogramos lo cual nos indica que el desarrollo de las especies de leguminosas a menor altitud (2.793 m.s.n.m) y mejor condición del suelo y clima, los cultivos se adaptan bien y a mayor altura (3.200 m.s.n.m.), con suelos pobres y factores climáticos adversos los cultivos tienden a alargar el ciclo vegetativo.

**FIGURA 5.** PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR KILOGRAMOS DE BIOMASA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ



## 3.2 Indicadores para Evaluar el Cultivo de la Papa

### 3.2.1 Altura de Planta a los 45 días

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 30) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata fue 13,84 cm con un coeficiente de variación de 4,88%, para Canchagua fue 16,4 cm con un coeficiente de variación de 9,24%, y para el Simón Rodríguez 27,79 cm con un coeficiente de variación de 5,39%,

**CUADRO 30. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	3,75 **	15,59 **	32,96 **
Repeticiones	3	1,18 ns	4,04 ns	5,87 ns
Error Exp.	15	0,46	2,31	1,93
Promedio		13,84 cm	16,4 cm	27,79 cm
C.V.%		4,88	9,24	5,39

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

La alta significancia al 5 % para en Abonos del ADEVA nos indica que existe diferenciación entre los diferentes abonos incorporados en el suelo. Y no existe diferenciación estadísticamente para repeticiones.

Para Abonos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 31 Y FIGURA 5) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata)

ocupando el primer lugar el tratamiento ch (chocho) con 14,70 cm y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 12,19 cm.

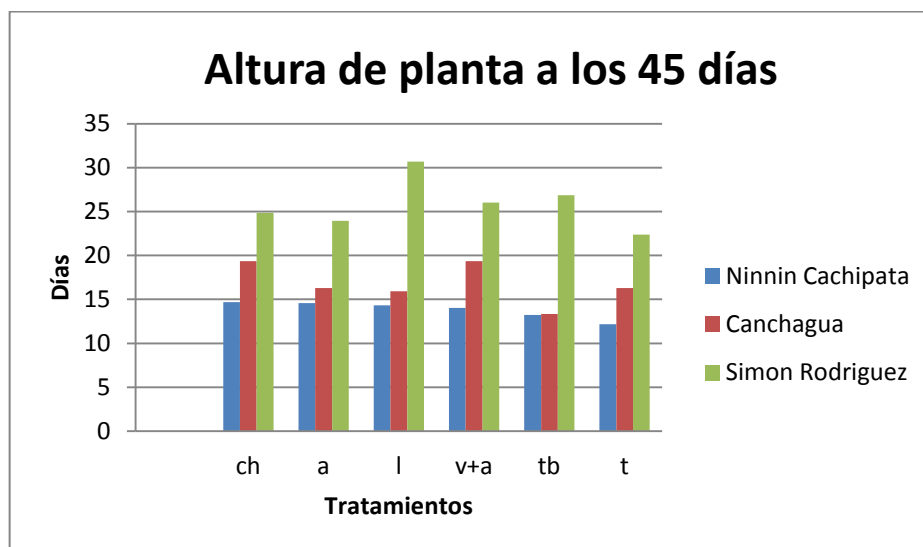
**CUADRO 31. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)					
	L1		L2		L3	
ch	<b>14,70</b>	<b>a</b>	<b>19,37</b>	<b>a</b>	24,75	bcd
a	14,59	ab	16,31	bc	24,61	de
l	14,34	abc	15,93	bcde	<b>27,73</b>	<b>a</b>
v+a	14,03	abcd	17,44	a	26,03	bc
tb	13,22	de	13,34	f	26,85	b
t	12,19	f	16,29	bcd	23,91	ef

En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 19,37 cm y el último lugar el tratamiento tb (trébol blanco) con 13,34 días. En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento l (lenteja) con 27,73 cm y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 22,38 cm.

Podemos manifestar en este indicador que la cantidad de kilogramos de biomasa incorporada en el suelo han influenciado en el desarrollo del cultivo de papa, esto se debe a las raíces pivotantes que poseen las leguminosas permitió que el terreno se ablandé más en la superficie y los nutrientes sean absorbidos por las plantas, así también la textura que poseen los suelos ayudó al desarrollo del cultivo de la papa, siendo las siguientes texturas: arenoso (Ninnin Cachipata y Canchagua) y franco arenoso (Simón Rodríguez), esta propiedad determinó la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de la planta. Manifestándose las mayores alturas de plantas en las localidades L1 (Ninnin Cachipata) y L2 (Canchagua) con el tratamiento ch (chocho), mientras en la L3 (Simón Rodríguez) la mayor altura de planta se presentó en el tratamiento l (lenteja).

**FIGURA 6. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



**a. Análisis del ADEVA Combinado**

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 32) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, y tratamientos x localidades. El promedio general fue 8,80 con un coeficiente de variación de 18,64cm.

**CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA
Total	71	2272,33		
Tratamientos	5	91,88	9,08	3,37**
Localidades	2	1906,04	923,01	442,88**
T x L	10	171,17	9,45	3,51**
Repeticiones	3	5,32	1,90	0,70 ns
Error exp.	51	97,93	2,69	
C.V.%	8,80			
Promedio	18,64 cm			

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

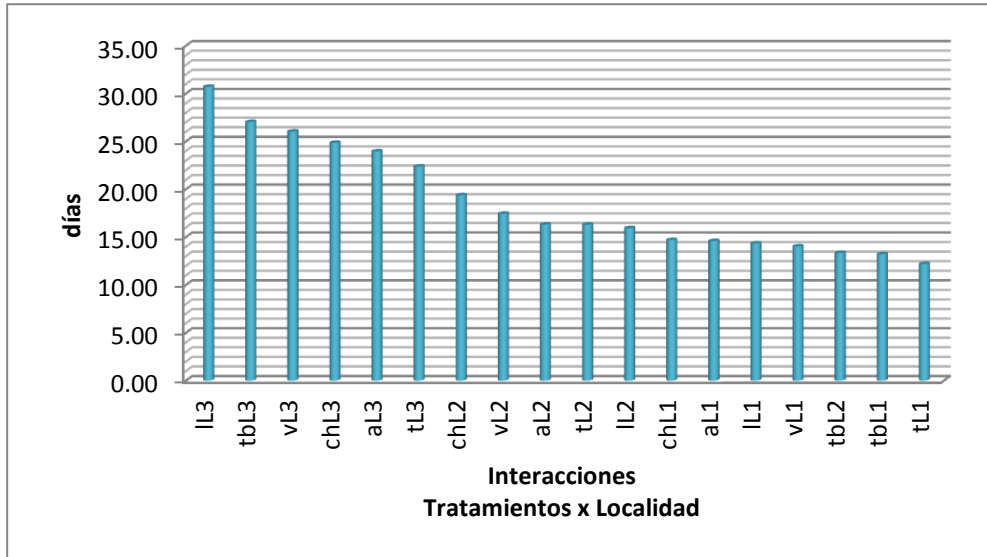
Para tratamientos x localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 33 Y FIGURA 6) se determinó dieciocho rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa IL3 (lenteja Simón Rodríguez) con 27,73 cm y el último rango el tL1 (testigo Ninnin Cachipata)

Los abonos verdes mejoran la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, además permite una buena cobertura vegetal, reduciendo la erosión y el aumento de la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo, para que sea asimilable para las plantas. (VALDIVIESO. C, *Abonos Verdes*, 1999, España)

**CUADRO 33. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)	
IL3	27,73	a
tbL3	26,85	ab
v/aL3	26,03	bc
chL3	24,75	cd
aL3	24,61	de
tL3	23,91	f
chL2	19,37	g
v/aL2	17,44	h
aL2	16,31	hi
tL2	16,29	hij
IL2	15,93	ijk
chL1	14,70	kl
aL1	14,59	klm
IL1	14,34	lmn
v/aL1	14,03	lmno
tbL2	13,34	lmnop
tbL1	13,22	mnopq
tL1	12,19	pqr

**FIGURA 7. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 34 Y FIGURA 7) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa ch (chocho) con 19,60 cm y el último rango el t (testigo) con 17,47 cm.

**CUADRO 34. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

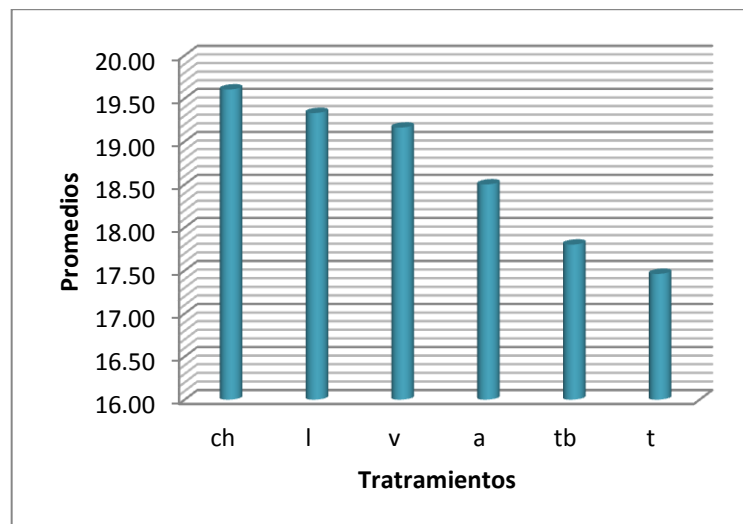
TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)
ch	19,60 a
l	19,33 ab
v/a	19,16 bc
a	18,50 cd
tb	17,80 de
t	17,47 ef

La fertilidad del suelo es un tópico complejo en el que intervienen varios factores en interacción: elementos físicos y químicos, factores biológicos del suelo y limitantes climáticos. La calidad de la materia verde incorporada influye en la

velocidad de mineralización (*Handayanto et al. 1997, Heal et al. 1997, Vanlauwe et al. 1997*). Incorporando al suelo hojas de leguminosas, Reyes & Vargas (1999) incrementaron el valor de la biomasa microbiana.

Con la incorporación de grandes cantidades de kilogramos de biomasa en el suelo de los tratamientos ch (chocho), v (vicia) y l (lenteja) así también como la poca cantidad como se muestran en los tratamientos a (arveja), t (testigo) y tb (trébol blanco) la descomposición de los mismos concentraron elementos nutritivos probablemente deficientes en los suelos pobres como se presenta en la L1 (Ninnin Cachipata) y L2 (Canchagua) según el Análisis de Suelo (ANEXO 43) y suelos con mayor porcentaje de M.O. macro y micro nutrientes (ANEXO 47) dejándolos en ella en forma asimilable para la planta, favoreciendo de tal forma en el desarrollo agronómico de la papa y este a su vez mejoro la textura del suelo, por lo tanto es un factor muy importante que estuvo evolucionando y que se manifestó en esta etapa de crecimiento del cultivo.

**FIGURA 8. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS -NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

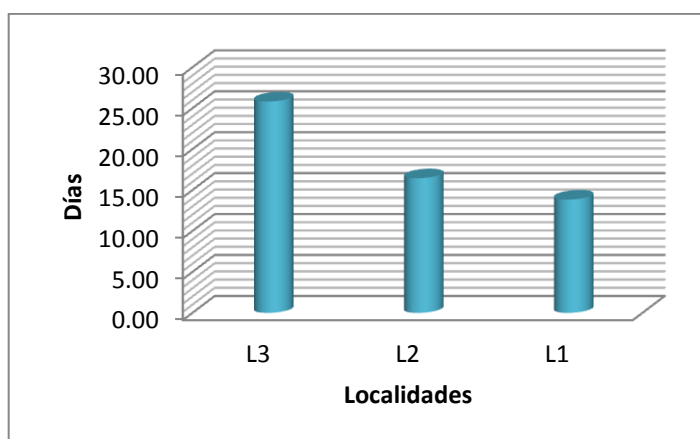


**CUADRO 35. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)
L3	25,64 a
L2	16,45 b
L1	13,84 c

Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 35 y FIGURA 8) se determinó tres rangos de significación estadística el primer lugar ocupando el primer lugar L3 (Simón Rodríguez) con 25,82 cm y el último lugar L1 (Ninnin Cachipata) con 13,84 cm. Los abonos verdes incorporados y mezclados con el suelo, con presencia de aire y agua, empezó a descomponerse, proceso en el que participaron activamente una serie de microorganismos que se encontraban en el suelo (Análisis de Suelo ANEXO 43,45 y 47) y que dependió además de la temperatura, el tiempo de descomposición de estos materiales fue variable (CUADRO 18) tiempo a partir del cual se produjeron una serie de cambios físicos, químicos y biológicos, en la que finalmente se obtuvieron nutrientes disponibles para el desarrollo del cultivo y que se demostraron una vez analizados los datos obteniendo una mayor desarrollo en cuanto a altura de plantas a todos los tratamientos de L3 (Simón Rodríguez).

**FIGURA 9. PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.2.2 Variable Altura de Planta a los 120 días

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 36) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata fue 25,97 cm con un coeficiente de variación de 4,72%, para Canchagua 47,06 cm con un coeficiente de variación de 14,07%, y para el Simón Rodríguez 77,48 cm con un coeficiente de variación de 9,70%.

La alta significancia en Abonos para el ADEVA nos indica diferenciación entre los diferentes abonos incorporados en el suelo, es decir que la cantidad de kilogramos de biomasa si afecto en el desarrollo de las plantas. Y no existe diferencia significativa estadísticamente para repeticiones.

**CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	85,61 **	433,17 **	264,77 **
Repeticiones	3	1,07 ns	105,55 ns	43,22 ns
Error Exp.	15	1,5	43,84	56,51
Promedio		25,97 cm	47,06 cm	77,48 cm
C.V.%		4,72	14,07	9,70

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para Abonos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 37 y FIGURA 9) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata) ocupando el primer lugar el tratamiento ch (chocho) con 31,68 cm y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 20,05 cm.

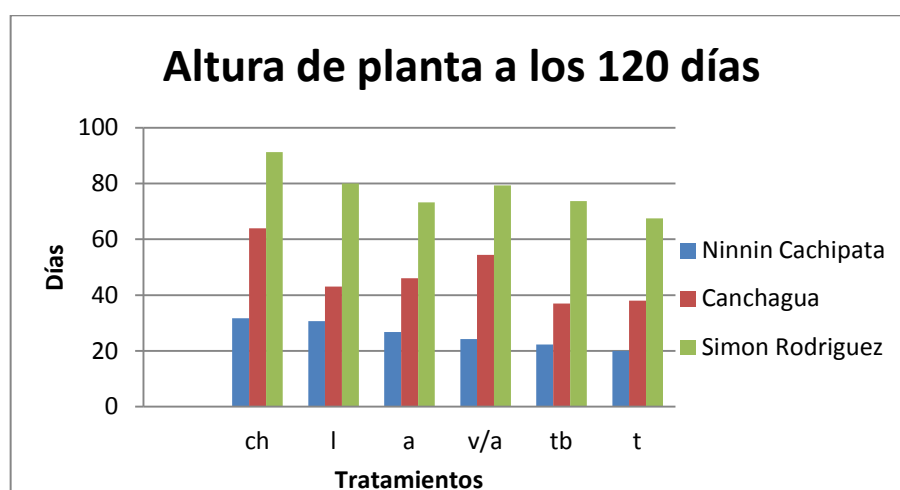
**CUADRO 37. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)		
	L1	L2	L3
ch	31,68 a	63,94 a	91,25 a
l	30,71 b	43,05 cd	79,98 ab
a	26,82 c	45,99 bc	73,18 bcde
v/a	24,25 d	54,45 ab	79,30 bc
tb	22,34 e	36,93 cdef	73,65 bcd
t	20,05 f	38,00 cde	67,55 def

En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 63,94 cm y el último lugar el tratamiento tb (trébol blanco) con 36,93 cm

En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 91,25 cm y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 67,55 cm.

**FIGURA 10. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



El tratamiento ch (chocho) tiene las mayores alturas en las tres localidades, lo que podemos concluir que la gradual descomposición de la materia orgánica producida por los abonos verdes y la cantidad de kilogramos incorporados mejoró

las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo suavizo y permitió una aeración adecuada; aumentando la porosidad y la infiltración de agua factores que dieron origen a una fuente importante de nutrientes, beneficiando en el desarrollo agronómico y la diferenciación clara de la altura de plantas entre tratamientos.

#### a. Análisis del ADEVA Combinado

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 38) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, tratamientos x localidades y valores no significativos para repeticiones. El promedio general para este indicador fue 50,52 cm, con un coeficiente de variación de 11,39 %.

**CUADRO 38. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA
Total	71	39922,87		
Tratamientos	5	3544,91	708,98	21,42**
Localidades	2	33565,36	16782,68	507,01**
T x L	10	900,81	90,08	2,72**
Repeticiones	3	223,6	74,53	2,25 ns
Error exp.	51	1688,18	33,1	
C.V.%	11,39			
Promedio	50,52 cm			

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para tratamientos x localidad, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 38 Y FIGURA 11) se determinó diecisiete rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa chL3 (chocho Simón Rodríguez) con 96,23 cm. El segundo rango el tratamiento IL3 (lenteja en el

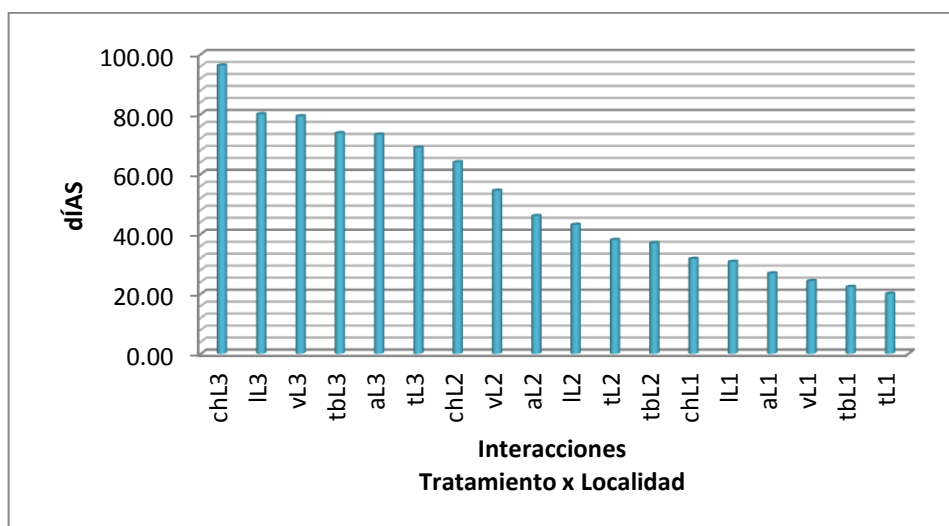
Simón Rodríguez) con 79,98 cm y los últimos rangos tbL1 (trébol blanco Ninnin Cachipata) con 22,34 cm y tL1 (testigo Ninnin Cachipata) con 20,05 cm. Lo que nos refleja que la cantidad incorporada de kilogramos de biomasa influye en el crecimiento de las plantas, siendo el caso del tratamiento chL3 que por la morfología propia de la especie se incorporó mayor cantidad y por ende la planta asimiló más nutrientes.

Según, (VALDIVIESO. C, *Abonos Verdes, 1999, España*) en la descomposición de los abonos verdes se liberan o sintetizan sustancias orgánicas fisiológicamente activas que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo.

**CUADRO 39. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)	
chL3	96,23	a
lL3	79,98	b
v/aL3	79,30	bc
tbL3	73,65	cd
aL3	73,18	de
tL3	67,55	ef
chL2	63,94	fg
v/aL2	54,45	h
aL2	45,99	i
lL2	43,05	ij
tL2	38,00	ijk
tbL2	36,93	kl
chL1	31,68	l
lL1	30,71	lm
aL1	26,82	lmn
v/aL1	24,25	no
tbL1	22,34	nop
tL1	20,05	opq

**FIGURA 11. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



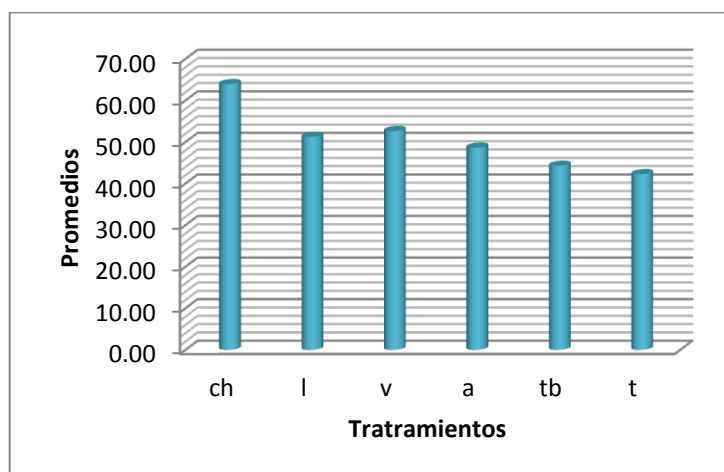
**CUADRO 40. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)
ch	63,95 a
l	51,24 b
v/a	52,67 bc
a	48,66 bcd
tb	44,30 e
t	41,87 f

Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 40 Y FIGURA 12) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa ch (chocho) con 63,95 cm y el último rango el t (testigo) con 41,87 cm cuya interpretación nos indica que las diferentes

especies de leguminosas incorporadas han influenciado en el aumento de la altura de plantas y la diferenciación de alturas entre tratamientos.

**FIGURA 12.** PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ



**CUADRO 41.** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ

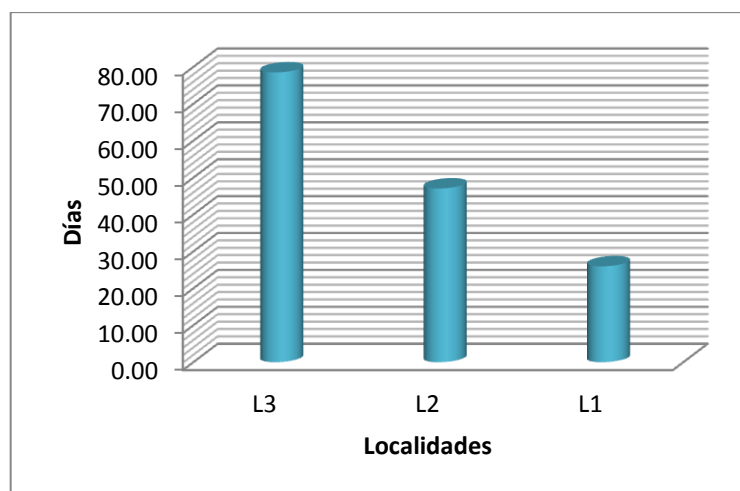
TRATAMIENTOS	PROMEDIO (CM)
L3	78,52 a
L2	47,06 b
L1	25,97 c

Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 41 Y FIGURA 13) se determinó tres rangos de significación estadística el primer lugar ocupa L3 (Simón Rodríguez) con 78,52 cm y el último lugar L1 (Ninnin Cachipata) con 25,97cm; lo cual demuestra que el desarrollo de las papas entre una localidad y otra se manifiesta a través la cantidad de kilogramos de biomasa incorporada, agentes tales como la altitud geográfica entre una localidad y otra refiriéndonos a este punto que el desarrollo del cultivo mientras la altitud es más

alta este es más tardío y en zona baja este crece más temprano, el lugar de ubicación de los ensayos del terreno, mencionando aquí que en la L1 (Ninnin Cachipata) y 3 (ITA Simón Rodríguez) el cultivo de la papa no existía barreras vivas de protección, en cambio en la Localidad 2 (Canchagua) tenía sembrado alrededor chocho, árboles de madera y capulí.

El agente climático es otro factor que tuvo influencia en el cultivo principalmente de la precipitación en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del 2008 alcanzando promedios mensuales de 86,9; 63,1 y 60,2 mm respectivamente.

**FIGURA 13. PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.2.3 Días a la Floración

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 42) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata fue 112,88 días con un coeficiente de variación de 0,58%, para Canchagua fue 102,47 días con un coeficiente de variación de 2,27%, y para el Simón Rodríguez 90,79 días con un coeficiente de variación de 0,24%,

**CUADRO 42. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	65,75 **	39,75 **	0,39 **
Repeticiones	3	0,97 ns	17,3 ns	0,03 ns
Error Exp.	15	0,43	5,39	0,03
Promedio		112,88 días	102,47 días	90,79 días
C.V.%		0,58	2,27	0,24

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para Abonos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 43 y FIGURA 14) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata) ocupando el primer lugar el tratamiento ch (chocho) con 108,65 días y el último lugar el tratamiento tb (trébol blanco) con 118,60 días.

**CUADRO 43. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

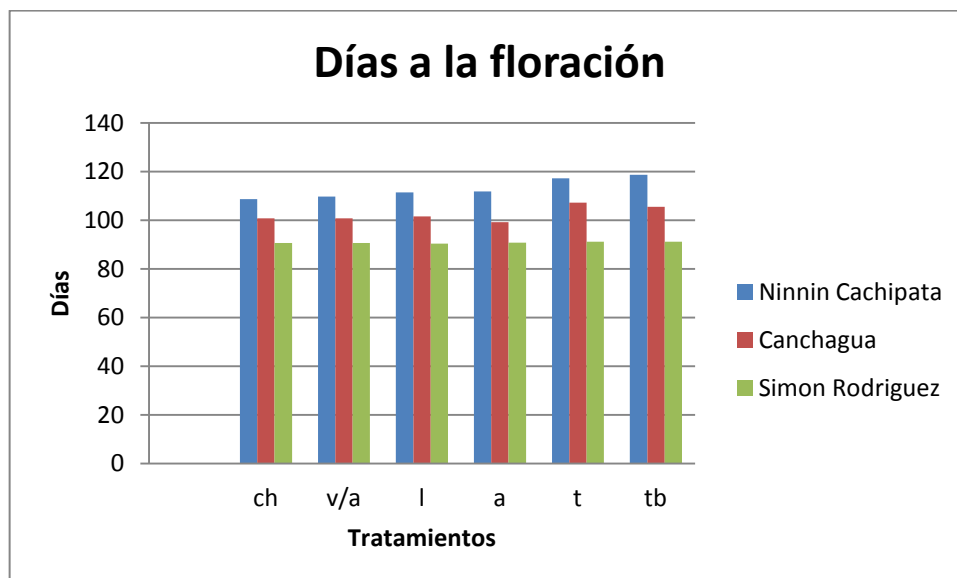
TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)		
	L1	L2	L3
ch	<b>108,65 a</b>	100,78 abc	90,63 abc
v/a	109,73 ab	100,68 ab	90,60 ab
l	111,43 abc	101,55 abcd	<b>90,40 a</b>
a	111,75 abcd	<b>99,13 a</b>	90,80 abcd
t	117,15 abcd	107,20 abcdef	91,18 cd
tb	118,60 bcd	105,50 abcde	91,15 bcd

En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento a (arveja) con 99,13 y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 107,20 días.

En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento l (lenteja) con 90,40 días y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 91,18 días

Podemos observar que en la L3 (Simón Rodríguez) todos los tratamientos florecieron más rápidos comparado con las otras localidades es decir que los abonos verdes promueven el desarrollo fenológico de la planta ya que al suministrar los nutrientes de manera continua los pone a disposición de la planta facilitando el crecimiento del cultivo, podemos mencionar también que este desarrollo dependió de la cantidad de kilogramos de biomasa que se incorporó por cada especie de leguminosa.

**FIGURA 14. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACIÓN - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



### a. Análisis del ADEVA Combinado

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 44) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, tratamientos x localidades y repeticiones. El promedio general fue 31,38 kilogramos, con un coeficiente de variación de 19,52%.

**CUADRO 44. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>CUADRADO MEDIO</b>	<b>F. CALCULADA</b>
Total	71	6535,12		
Tratamientos	5	349,55	69,91	27,12**
Localidades	2	5862,92	2931,46	1137,40**
T x L	10	179,93	17,99	6,98**
Repeticiones	3	11,28	3,76	1,46 ns
Error exp.	51	131,44	2,58	
C.V.%		1,57		
Promedio		102,05 días		

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

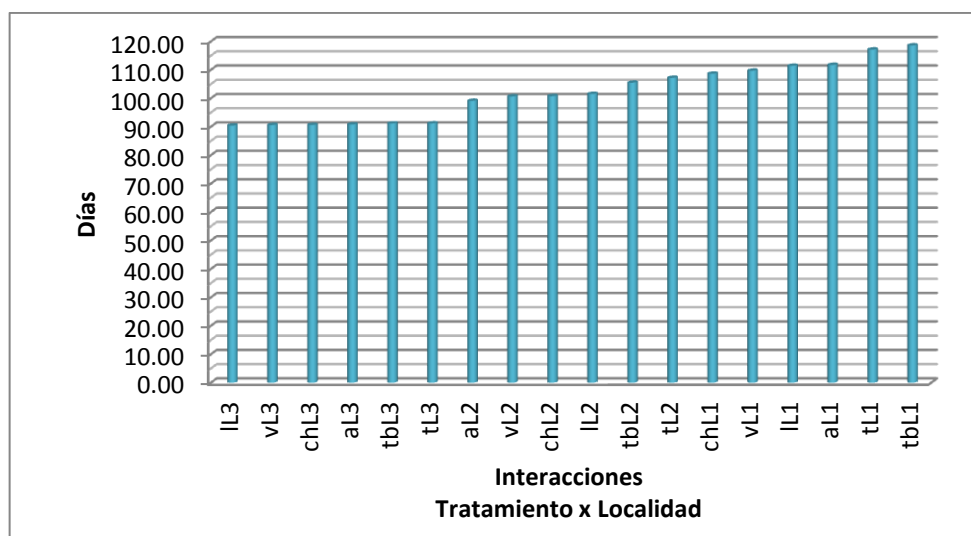
La alta significancia del ADEVA nos indica que existe diferenciación entre los diferentes abonos incorporados en el suelo.

Para tratamientos x localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 45 Y FIGURA 15) se determinó dieciocho rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa IL3 (lenteja Simón Rodríguez) con 90,40 días y el último rango el tbL1 (trébol blanco Ninnin Cachipata) con 118,60 días. Lo que podemos concluir que la cantidad de kilogramos de biomasa de las diferentes especies de leguminosas incorporadas como abono verde han afectado en el desarrollo del cultivo y claramente nos indica la diferencia de la floración del cultivo de papa entre tratamientos.

**CUADRO 45. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)
IL3	90,40 a
v/aL3	90,60 ab
chL3	90,63 abc
aL3	90,80 abcd
tbL3	91,15 abcde
tL3	91,18 abcdef
aL2	99,13 abcdefg
v/aL2	100,68 abcdefgh
chL2	100,78 abcdefghi
IL2	101,55 abcdefghij
tbL2	105,50 abcdefghijk
tL2	107,20 abcdefghijkl
chL1	108,65 abcdefghijklm
v/aL1	109,73 abcdefghijklmn
IL1	111,43 abcdefghijklmno
aL1	111,75 abcdefghijklmnop
tL1	117,15 abcdefghijklmnopq
tbL1	118,60 abcdefghijklmnopqr

**FIGURA 15. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

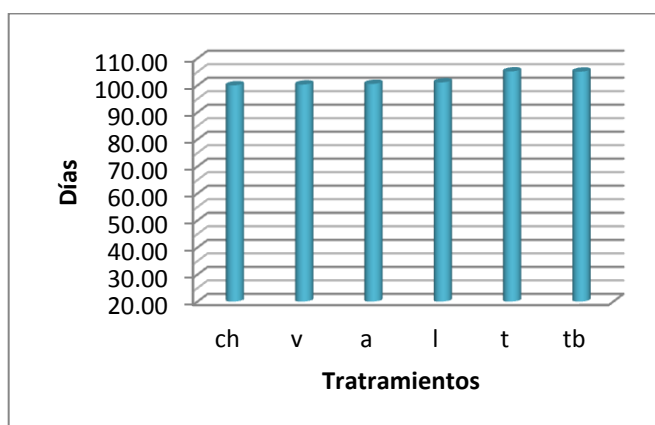


**CUADRO 46. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)	
ch	100,02	a
v/a	100,33	ab
a	100,56	abc
l	101,13	abcd
t	105,18	abcde
tb	105,08	abcdef

Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 46 Y FIGURA 16) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa ch (chocho) con 100,02 días, lo que significa que fue el primero en florecer, demostrando que la cantidad de materia orgánica que produjo esta leguminosa afectó en el desarrollo del cultivo, seguido de v/a (vicia/avena) con 100,33 días y el último rango el tb (trébol blanco) con 105,08 días que por ser una leguminosa que se adapta con mayor facilidad a suelos húmedos y exigentes en fertilidad para su desarrollo y por no aportar la cantidad adecuada de kilogramos de biomasa tardó más días en florecer, notando la diferencia de días que existe entre los demás tratamientos.

**FIGURA 16. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**



Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 47 Y FIGURA 17) se determinó tres rangos de significación estadística ocupando el primer lugar L3 (Simón Rodríguez) con 90,79 días.

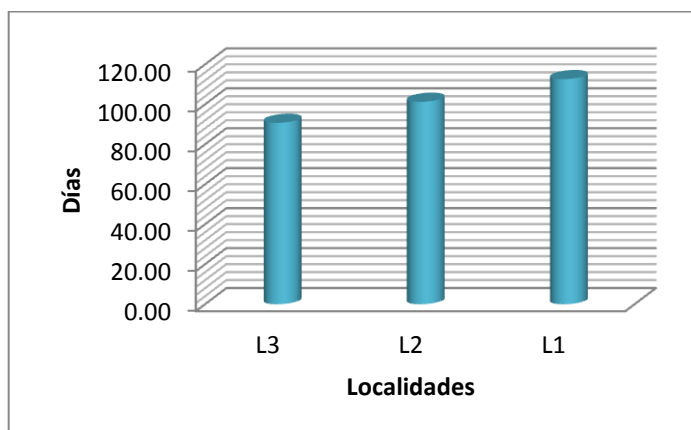
Diversos factores climáticos, especialmente el fotoperiodo y la temperatura, estimulan la floración. (SHERWOOD.S, *Pumisacho. M, 2002 El cultivo de la Papa en el Ecuador*); lo cual nos indica que la cantidad de kilogramos de biomasa incorporada, factores climáticos como presencia de lluvia en los meses de Enero y Febrero del 2009 alcanzando promedios mensuales 128,2 y 68,00 mm respectivamente y mayor horas de nubosidad contribuyeron de forma positiva a que en esta localidad se presente en menor tiempo la floración

En último lugar del rango ocupa la L1 (Ninnin Cachipata) con 112,88 días, las precipitaciones ocurridas en meses anteriores y antes de la floración provocaron la incidencia de lanchara (*Phytophthora infestans*) teniendo que ser controlado por cuatro ocasiones con diferentes productos detallados en el CUADRO 20. Por lo que el desarrollo del cultivo no se presentó con normalidad y por ende se vio afectado en esta etapa del cultivo de papa.

**CUADRO 47. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)
L3	90,79 a
L2	102,47 ab
L1	112,88 abc

**FIGURA 17. PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.2.4 Días a la senescencia

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 48) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata 178,94 días con un coeficiente de variación de 0,87 %, para Canchagua fue 142,67 días con un coeficiente de variación de 1,12 %, y para el Simón Rodríguez 122,70 días con un coeficiente de variación de 0,53 %,

**CUADRO 48. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	15,64 **	17,48 **	2,73 **
Repeticiones	3	6,72 ns	7,58 ns	0,07 ns
Error Exp.	15	2,45	2,56	0,43
Promedio		178,94 días	142,67 días	122,70 días
C.V.%		0,87	1,12	0,53

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para Abonos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 49 Y FIGURA 18) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata) ocupando el primer lugar el tratamiento ch (chocho) con 176,18 días y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 181,58 días.

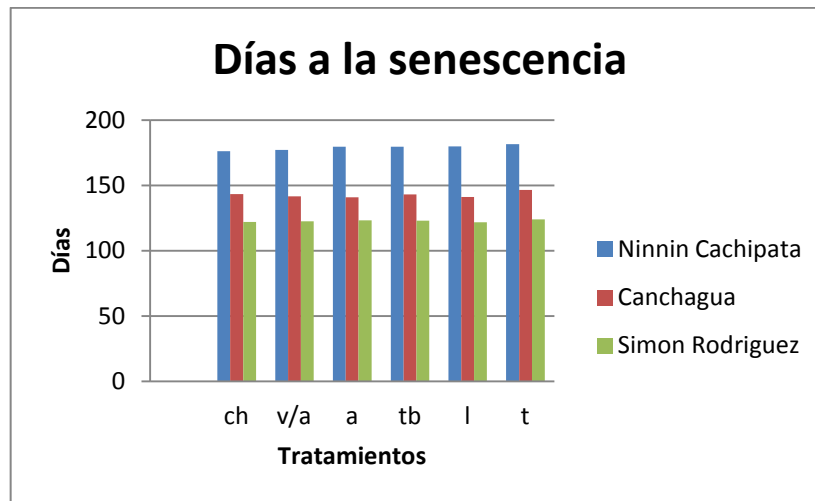
En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento a (arveja) con 140,73 días y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 146,38 días. En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento l (lenteja) con 121,63 días y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 123,83 días.

Las diferentes especies de leguminosas y la cantidad de kilogramos de biomasa incorporados fueron diferentes para cada localidad y las condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo de papa fueron positivas para las localidades Simón Rodríguez y Canchagua contrario a lo que sucedió en la localidad Ninnin Cachipata que tubo presencia excesiva de lancha (*Phytophthora infestans*) provocando que la senescencia no se presente en forma normal.

**CUADRO 49. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)		
	L1	L2	L3
ch	<b>176,18 a</b>	143,33 abcde	122,00 ab
v/a	177,05 ab	141,48 abc	122,45 abc
a	179,48 abc	<b>140,73 a</b>	123,30 c
tb	179,58 abcd	142,98 abcd	122,98 abc
l	179,78 abcde	141,13 ab	<b>121,63 a</b>
t	181,58 abcdef	146,38 abcdef	123,83 c

**FIGURA 18. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA SENESCENCIA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**



**a. Análisis del ADEVA Combinado**

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 50) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, tratamientos x localidades y repeticiones. El promedio general fue 148,10 días con un coeficiente de variación del 1%.

**CUADRO 50. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA
Total	71	39324		
Tratamientos	5	106,75	21,35	9,65**
Localidades	2	39020,26	19510,13	8819,03**
T x L	10	72,46	7,25	3,28**
Repeticiones	3	11,7	3,9	1,76ns
Error exp.	51	112,83	2,21	
C.V.%	1,00			
Promedio	148,10 días			

\*\*=Significativo al 5 %

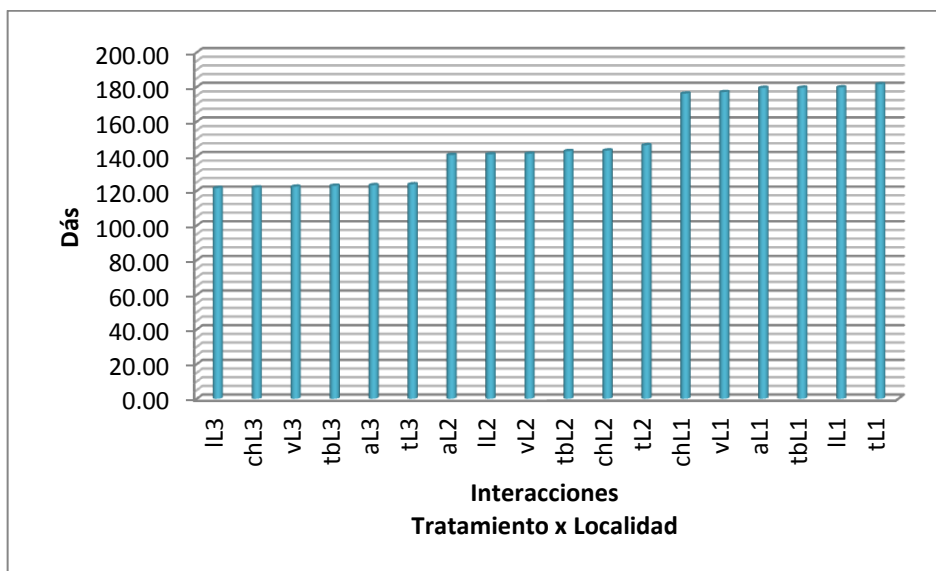
ns =No Significativo

Para tratamientos x localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 51 Y FIGURA 19) se determinó dieciocho rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa IL3 (lenteja Simón Rodríguez) con 121,63 días y el último rango el tL1 (testigo Ninnin Cachipata) con 181,58 días. El envejecimiento del follaje en la L3 (Simón Rodríguez) desde nuestro punto de vista se presentó con normalidad si bien es cierto la presencia de la lancha (*Phytophthora infestans*) que se manifestó en el cultivo no provoco una expansión severa ya que se pudo controlar a tiempo, es necesario mencionar que la presencia de esta enfermedad ocurrió finalizando la etapa de floración posteriormente en la etapa de maduración los agentes climáticos (horas de mayor luz, disminución de precipitaciones) ayudaron a que la muerte del follaje se presente con normalidad.

**CUADRO 51. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIO (DÍAS)</b>
IL3	121,63 a
chL3	122,00 ab
v/aL3	122,45 abc
tbL3	122,98 abcd
aL3	123,30 abcde
tL3	123,83 abcdef
aL2	140,73 abcdefg
IL2	141,13 abcdefgh
v/aL2	141,48 abcdefghi
tbL2	142,98 abcdefghij
chL2	143,33 abcdefghijk
tL2	146,38 abcdefghijkl
chL1	176,18 abcdefghijklm
v/aL1	177,05 abcdefghijklmn
aL1	179,48 abcdefghijklmno
tbL1	179,58 abcdefghijklmnop
IL1	179,78 abcdefghijklmnopq
tL1	181,58 abcdefghijklmnopqr

**FIGURA 19. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

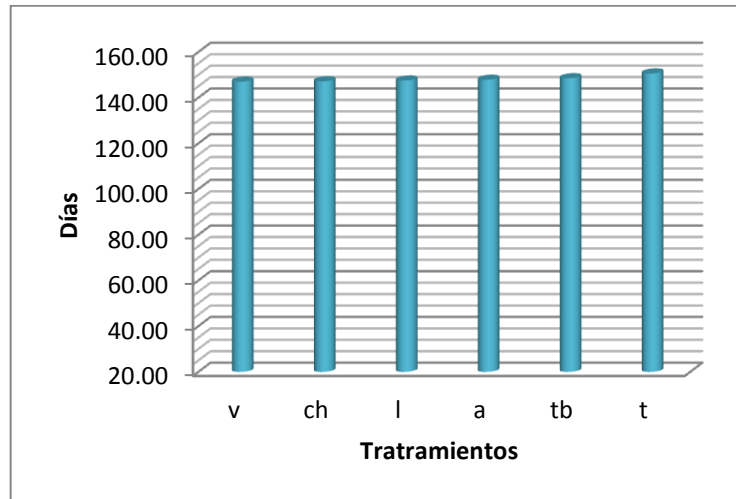


Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 52 Y FIGURA 20) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa v/a (vicia +avena) con 146,99 días y el último rango el t (testigo) con 150,59 días.

**CUADRO 52. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)
v/a	146,99 a
ch	147,17 ab
l	147,51 abc
a	147,83 abcd
tb	148,51 abcde
t	150,59 abcdef

**FIGURA 20. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**



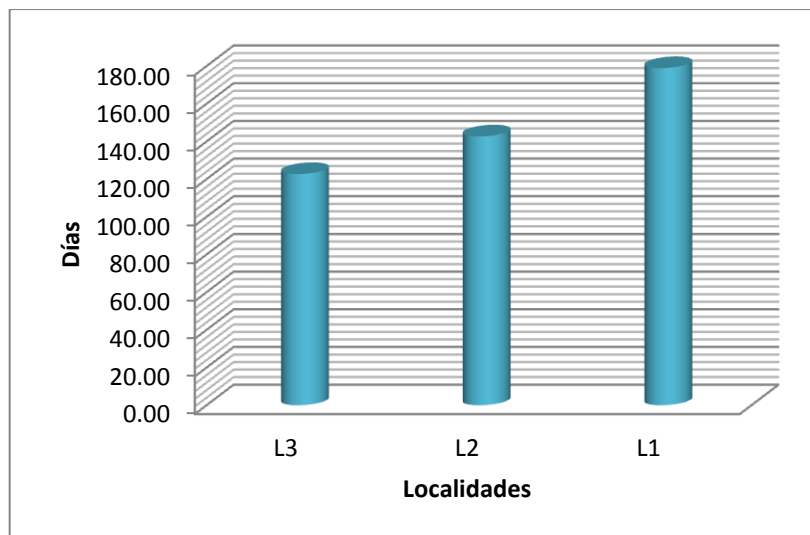
**CUADRO 53. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA SENESCENCIA - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (DÍAS)
L3	122,70 a
L2	142,67 ab
L1	178,94 abc

Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 53 y FIGURA 21) se determinó tres rangos de significación estadística el primer lugar ocupando el primer lugar L3 (Simón Rodríguez) con 122,70 días y el último lugar L1 (Ninnin Cachipata) con 178,94 días, nos demuestra que hubo diferenciación la muerte del follaje entre localidades y tratamientos lo que quiere decir que en la L3 (ITA Simón Rodríguez) fue más temprana la senescencia, al igual que las variables altura de planta a los 45 y 120 días y días a la floración; hay que señalar que las condiciones climáticas fueron favorables para que la muerte del follaje sea más temprano además es importante señalar que la altitud

también jugó un papel importante ya que al encontrarse en la zona baja (2793 msnm) el desarrollo del ciclo del cultivo fue más temprano, adicionando aquí que la semilla de la variedad estela utilizada en las tres localidades fue adquirida en el Instituto Simón Rodríguez siendo un punto a favor para que la cosecha se haya presentado más rápido.

**FIGURA 21. PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR DÍAS A LA FLORACIÓN - NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.2.5 Número de Tubérculos por Planta

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 54) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata fue 7,72 unidades con un coeficiente de variación de 17,26 %, para Canchagua fue 15,66 unidades con un coeficiente de variación de 16,28% y para el Simón Rodríguez 19,19 unidades con un coeficiente de variación de 15,69%,

**CUADRO 54. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	9,04 **	80,24 **	42,05 **
Repeticiones	3	2,2 ns	17,57 ns	1,59 ns
Error Exp.	15	1,78	6,5	9,07
Promedio		7,72	15,66	19,19
C.V.%		17,26	16,28	15,69

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para Abonos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 55 Y FIGURA 22) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata) ocupando el primer lugar el tratamiento v/a (vicia/+avena) con 9,90 tubérculos y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 5,85 tubérculos.

En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 23,43 tubérculos y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 10,85 tubérculos.

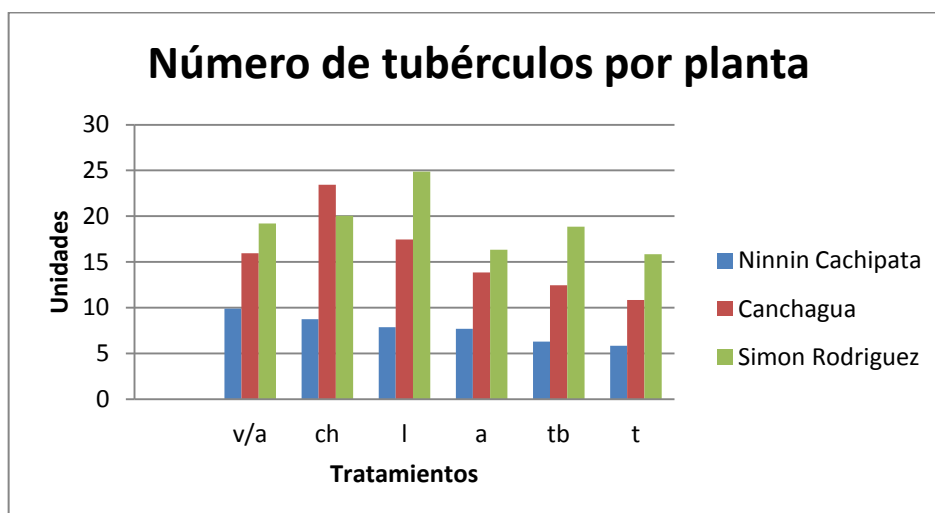
En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento l (lenteja) con 24,88 tubérculos y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 15,83 tubérculos.

Podemos mencionar que la localidad con mayor número de tubérculos es la localidad Simón Rodríguez demostrando y aceptando la hipótesis alternativa que si hay diferencias de producción del cultivo de papa en las diferentes localidades con la incorporación de abonos verdes.

**CUADRO 55. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)		
	L1	L2	L3
v/a	<b>9,90 a</b>	15,95 bc	19,20 bc
ch	8,73 ab	<b>23,43 a</b>	20,05 ab
l	7,88 bc	17,45 b	<b>24,88 a</b>
a	7,68 bcd	13,85 bcd	16,35 de
tb	6,30 cde	12,45 cde	18,85 cd
t	5,85 def	10,85 def	15,83 def

**FIGURA 22. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**



**a. Análisis del ADEVA Combinado**

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 56) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, tratamientos x localidades

y repeticiones. El promedio general fue 14,10 unidades, con un coeficiente de variación de 16,58%.

**CUADRO 56. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA
Total	71	2637,98		
Tratamientos	5	406,33	81,27	14,68**
Localidades	2	1656,84	828,42	149,61**
T x L	10	250,33	25,03	4,52**
Repeticiones	3	42,08	14,03	2,53**
Error exp.	51	282,39	5,54	
C.V.%		16,58		
Promedio		14,19	tubérculos	

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para tratamientos x localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 57 y FIGURA 23) se determinó dieciocho rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa IL3(lenteja Simón Rodríguez) con 24,88 tubérculos y el ultimo rango el tL1 (testigo Ninnin Cachipata) con 5,85 tubérculos.

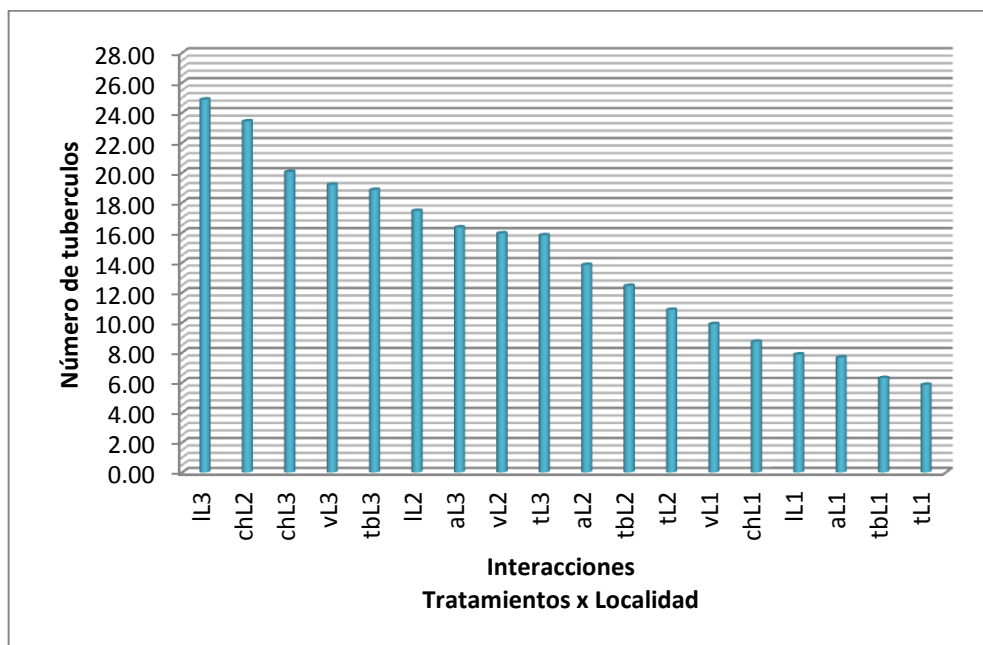
Según (SHERWOOD.S, Pumisacho. M, 2002 *El cultivo de la Papa en el Ecuador*) La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje. Como podemos apreciar en el ANEXO 15 la mayor cantidad de números de tubérculos estuvieron localizados en la L3 (Simón Rodríguez) con los tratamientos de lenteja, chocho, vicia/avena y L2 (Canchagua) ANEXO 24 con el tratamiento de chocho confirmando una vez más que la cantidad de kilogramos de biomasa incorporada

en el suelo y la materia orgánica que se obtuvo de la descomposición de los abonos fueron asimilados por la planta en determinados ciclos del cultivo, por lo tanto podemos mencionar que la primera alternativa favorable para la fertilización del cultivo de papa es la utilización de chocho por presentar una buena producción en cuanto a número y tamaño de tubérculo.

**CUADRO 57. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-SIMÓN RODRÍGUEZ**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIO (UNIDADES)</b>
lL3	24,88 a
chL2	23,43 ab
chL3	20,05 c
v/aL3	19,20 cd
tbL3	18,85 cde
lL2	17,45 cdef
aL3	16,35 g
v/aL2	15,95 gh
tL3	15,83 ghi
aL2	13,85 hij
tbL2	12,45 jk
tL2	10,85 kl
v/aL1	9,90 lm
chL1	8,73 lmn
lL1	7,88 mno
aL1	7,68 mnop
tbL1	6,30 nopq
tL1	5,85 opqr

**FIGURA 23. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**



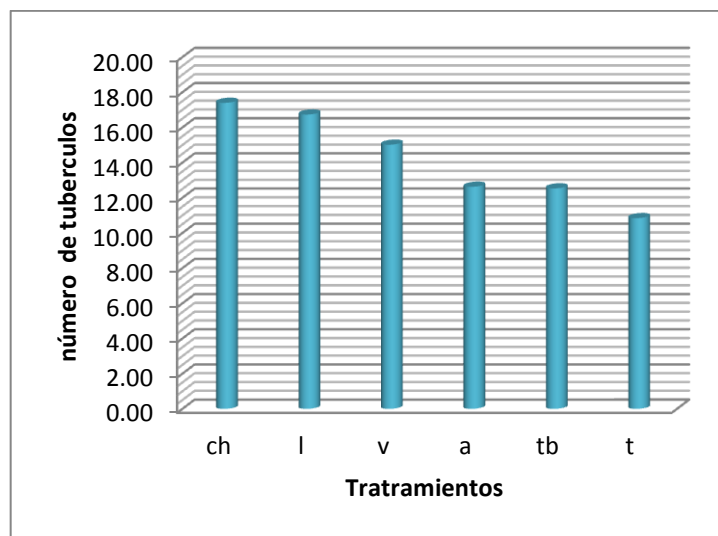
**CUADRO 58. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (UNIDADES)
ch	17,40 a
l	16,73 ab
v/a	15,02 b
a	12,63 c
tb	12,53 de
t	10,84 f

Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 58 y FIGURA 24) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa ch (chocho) con 17,40 tubérculos

concluyendo que la cantidad incorporada de esta especie influye en el desarrollo del cultivo y por ende en el número de tubérculos, y el último rango es t (testigo) con 10,84 tubérculos influenciado también en la menor cantidad de biomasa incorporada.

**FIGURA 24.** PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA -NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ



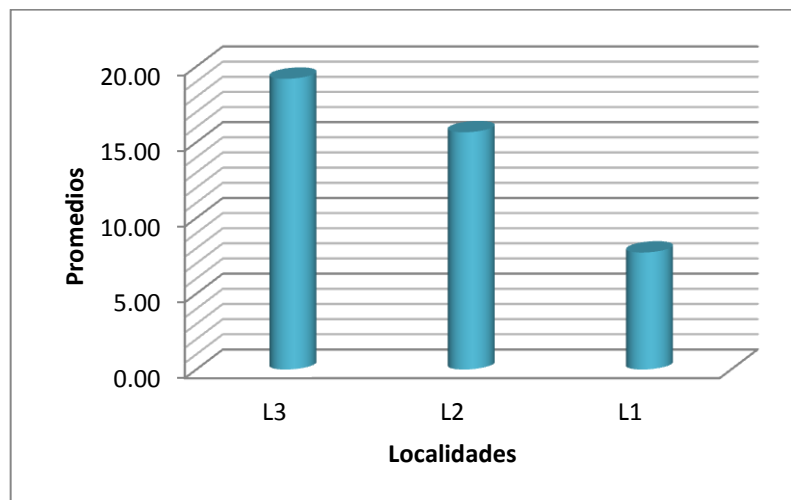
**CUADRO 59.** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (UNIDADES)
L3	19,19 a
L2	15,66 b
L1	7,72 c

Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 59 y FIGURA 25) se determinó tres rangos de significación estadística ocupando el primer lugar L3 (Simón Rodríguez) con 19,19 tubérculos,

esto se debe a que en esta localidad se incorporó mayores cantidades de biomasa lo cual fue primordial y eficiente para el desarrollo del cultivo del papa y el último lugar L1 (Ninnin Cachipata) con 7,72 tubérculos.

**FIGURA 25. PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.2.6 Rendimiento por Parcela Neta

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 60) se observa alta significación estadística para Abonos en las tres localidades. El promedio general para Ninnin Cachipata fue 8,69 kilogramos con un coeficiente de variación de 18,07%, para Canchagua fue 17,92 kilogramos con un coeficiente de variación de 23,50%, y para el Simón Rodríguez 34,12 kilogramos con un coeficiente de variación de 9,02%,

**CUADRO 60. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE  
RENDIMIENTO POR PARCELA NETA- NINNIN CACHIPATA-  
CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO		
		L1	L2	L3
Total	23			
Abonos	5	23,22 **	174,72 **	110,37 **
Repeticiones	3	4,33 ns	54,17 ns	30,7 ns
Error Exp.	15	2,46	17,73	9,48
Promedio		8,69	17,92	34,12
C.V.%		18,07	23,50	9,02

\*\*=Significativo al 5 %

ns =No Significativo

Para Abonos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% en las tres localidades (CUADRO 61 y FIGURA 26) se determinó seis rangos de significación estadística para las tres localidades: L1 (Ninnin Cachipata) ocupando el primer lugar el tratamiento ch (chocho) con 11,86 kilogramos y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 5,66 kilogramos.

En la L2 (Canchagua) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 28,96 kilogramos y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 10,85 kilogramos.

En la L3 (Simón Rodríguez) ocupa el primer rango el tratamiento ch (chocho) con 40,68 kilogramos de biomasa y el último lugar el tratamiento t (testigo) con 27,94 kilogramos.

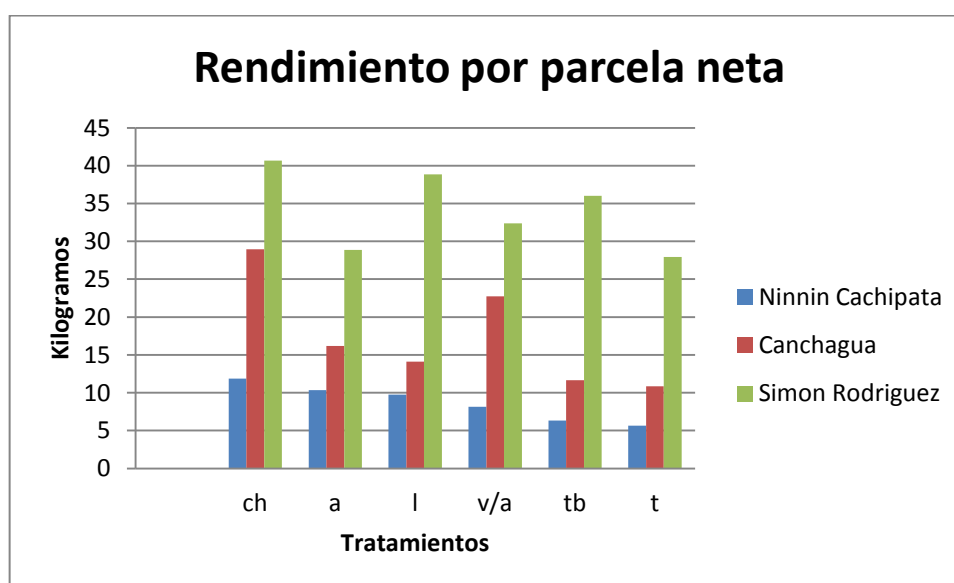
Concluyendo que existe relación entre la cantidad de kilogramos de biomasa incorporada en el suelo de las diferentes especies de leguminosas y la producción, lo que se demuestra que el chocho a comparación de las otras

leguminosas seleccionadas para la investigación es la más indicada para aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción del cultivo de papa.

**CUADRO 61. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)					
	L1		L2		L3	
ch	11,86	a	28,96	a	40,68	a
a	10,36	ab	16,18	c	28,85	de
l	9,75	abc	14,09	cd	38,85	ab
v/a	8,16	bcd	22,74	b	32,39	cd
tb	6,33	de	11,66	cdef	36,03	bc
t	5,66	ef	10,85	def	27,94	def

**FIGURA 26. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**



### a. Análisis del ADEVA Combinado

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 62) se observa alta significación estadística para tratamientos, localidades, tratamientos x localidades y no significancia estadística para repeticiones. El promedio general fue 14,19 kilogramos, con un coeficiente de variación de 16,58%.

**CUADRO 62. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA
Total	71	9232,68		
Tratamientos	5	405,06	81,01	14,11**
Localidades	2	8155,75	4077,87	710,07**
T x L	10	340,84	34,08	5,93**
Repeticiones	3	38,14	12,71	2,21ns
Error experimental	51	292,89	5,74	
C.V.%	12,13			
Promedio	19,75		kilogramos	

Para tratamientos x localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 63 y FIGURA 27) se determinó dieciocho rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa chL3 (chocho Simón Rodríguez) con 40,68 kilogramos y el ultimo rango el tL1 (testigo Ninnin Cachipata) con 5,66 kilogramos.

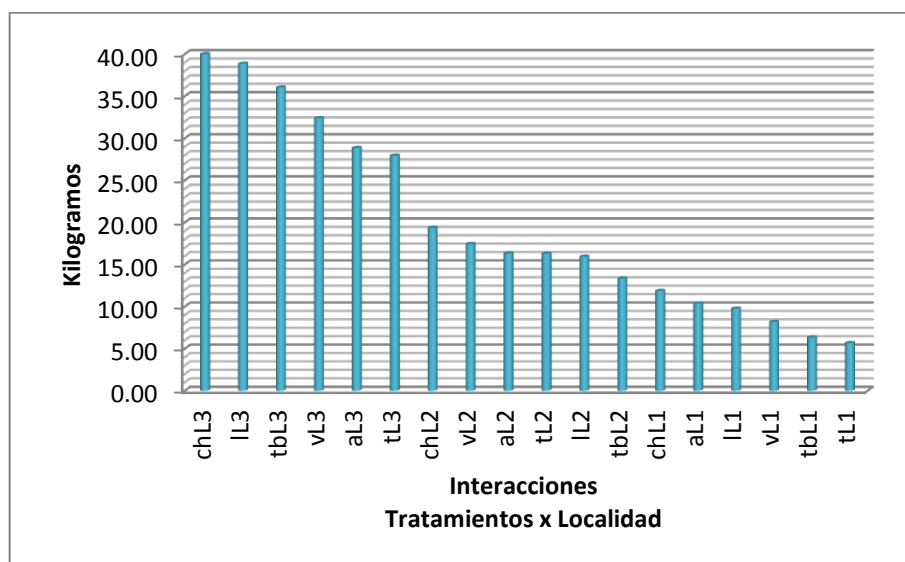
El granizo que se presento en la L1 (Ninnin Cachipata) por dos ocasiones en el mes de enero y la presencia constante de lluvias causó defoliaciones suficientemente severas para reducir el rendimiento. Generalmente el daño al tallo

se localizó en el punto de impacto, donde el tejido epidérmico se volvió gris brillante con apariencia de papel (s). La planta de papa tubo la habilidad extraordinaria de recuperarse por daños sufridos en el follaje. La reducción del rendimiento varió entre los tratamientos con la severidad del daño y el periodo de desarrollo de la planta. Las mayores pérdidas se produjeron cuando la planta ha sufrido el efecto del impacto entre las dos a tres semanas después de la floración.

**CUADRO 63. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA-NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIO (KG)</b>
chL3	40,68 a
lL3	38,85 ab
tbL3	36,03 c
v/aL3	32,39 d
aL3	28,85 e
tL3	27,94 ef
chL2	19,37 g
v/aL2	17,44 gh
aL2	16,31 hi
tL2	16,29 hij
lL2	15,93 hijk
tbL2	13,34 l
chL1	11,86 lm
aL1	10,36 mn
lL1	9,75 mno
v/aL1	8,16 nop
tbL1	6,33 pq
tL1	5,66 pqr

**FIGURA 27. PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS x LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**



**CUADRO 64. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY 5% PARA TRATAMIENTOS PARA EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA -NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

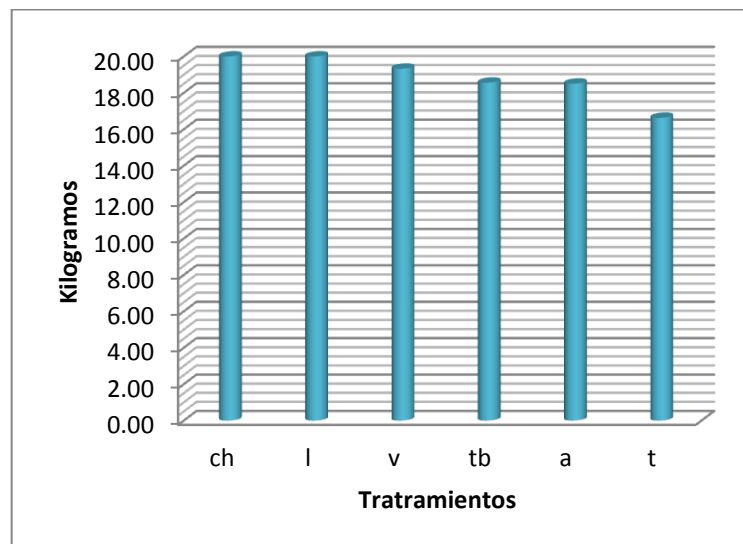
TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)
ch	23,97 a
l	21,51 b
v/a	19,33 c
tb	18,56 cd
a	18,51 cde
t	16,63 f

Para tratamientos, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 64 Y FIGURA 28) se determinó seis rangos de significación estadística el primer lugar del rango ocupa ch (chocho) con 23,97 kilogramos debido a que cuando los tubérculos empezaron a engrosarse recién en ese

momento los nutrientes generados por la descomposición de este abono se encontraron en mayor incremento lo que provocó que los tubérculos tengan mayor tamaño y por ende un mejor rendimiento.

El t (testigo) con 16,63 kilogramos de rendimiento fue el último rango de la prueba concluyendo que la incorporación de diferentes especies de leguminosas y la cantidad de kilogramos de biomasa mejora el rendimiento del cultivo.

**FIGURA 28.** PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO POR PARCELA NETA -NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ



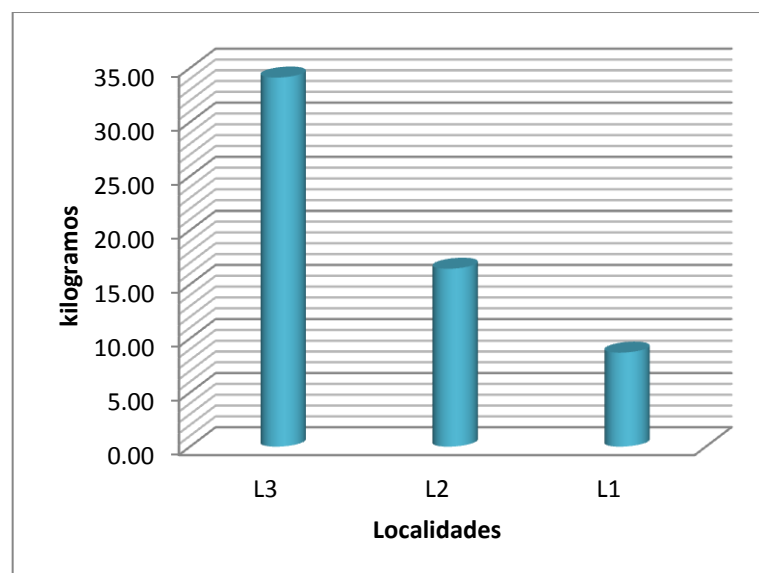
**CUADRO 65.** PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN TUKEY AL 5% PARA LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA- NINNIN CACHIPATA-CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (KG)
L3	34,12 a
L2	16,45 b
L1	8,69 c

Para localidades, al realizar la prueba de significación Tukey al 5% (CUADRO 65 y FIGURA 29) se determinó tres rangos de significación estadística el primer lugar ocupando el primer lugar L3 (Simón Rodríguez) con 34,12 kilogramos y el último lugar L1 (Ninnin Cachipata) con 8,69 kilogramos.

Las tres localidades tuvieron diferente comportamiento en cuanto a este indicador, es necesario mencionar que la L3 (ITA Simón Rodríguez) es la localidad con mayor cantidad de kilogramos por parcela cosechado, seguido de la L2 (Canchagua) alcanzando un rendimiento favorable, Mientras que la L1 (Ninnin Cachipata) no se obtuvo el rendimiento esperado como consecuencia de los factores ambientales (precipitaciones continuas en los meses de Febrero y Marzo con lluvias mensuales de 68 y 74,8 mm) que dieron lugar a la incidencia de lancha por tal razón influyó en el rendimiento del cultivo

**FIGURA 29. PROMEDIOS DE LAS LOCALIDADES EN EL INDICADOR RENDIMIENTO POR PARCELA NETA - NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA-ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**



### 3.3 Indicadores a Evaluar en el Suelo

#### 3.3.1 Densidad Aparente

La densidad aparente del suelo puede ser incluida dentro del grupo mínimo de parámetros a medir para evaluar la calidad de un suelo, como indicador de la estructura, la resistencia mecánica y la cohesión del mismo (*Doran, et al., 1994*) cambios en la densidad aparente reflejan cambios en la estructura del suelo. En este parámetro no se ven cambios inmediatos ya que con la incorporación de abonos verdes el cambio será paulatino y no se verán reflejados en este cultivo sino en cultivos posteriores y con la continua incorporación de abonos verdes.

Los resultados obtenidos en la toma de muestras iniciales, al mes de la incorporación de leguminosas y luego de la cosecha de papas están dentro de los rangos 1,3 – 1,00 lo que corresponden a una textura franca el cual nos indica que son suelos porosos, bien aireados con buen drenaje y buena penetración de raíces, todo lo cual significa un buen crecimiento y desarrollo del cultivo.

Las muestras se tomaron de los tres mejores tratamientos por localidad los mismos que están relacionados ha la variable rendimiento por parcela neta obteniendo los resultados que se muestran en los CUADRO 66 al 68

**CUADRO 66. DENSIDAD APARENTE DE LA COMUNIDAD DE NINNIN  
CACHIPATA**

<b>Inicial</b>		<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Al mes de la incorporación</b>		<b>Después de la cosecha</b>	
<b>PROFUNDIDAD</b>			<b>PROFUNDIDAD</b>		<b>PROFUNDIDAD</b>	
(0-15)cm	(16-30)cm		(0-15)cm	(16-30)cm	(0-15)cm	(16-30)cm
1,12	1,18	ARVEJA	1,33	1,90	1,12	1,22
		CHOCHO	1,33	1,23	1,23	1,16
		LENTEJA	1,28	1,23	1,13	1,20

**CUADRO 67. DENSIDAD APARENTE DE LA COMUNIDAD DE  
CANCHAGUA**

Inicial		TRATAMIENTOS	Al mes de la incorporación		Después de la cosecha	
PROFUNDIDAD			PROFUNDIDAD		PROFUNDIDAD	
(0-15)cm	(16-30)cm		(0-15)cm	(16-30)cm	(0-15)cm	(16-30)cm
1,23	1,23	CHOCHO	1,25	1,29	1,14	1,23
		VICIA/AVENA	1,23	1,34	1,22	1,2
		ARVEJA	1,27	1,27	1,24	1,26

**CUADRO 68. DENSIDAD APARENTE DEL ITA SIMÓN RODRÍGUEZ**

Inicial		TRATAMIENTOS	Al mes de la incorporación		Después de la cosecha	
PROFUNDIDAD			PROFUNDIDAD		PROFUNDIDAD	
(0-15)cm	(16-30)cm		(0-15)cm	(16-30)cm	(0-15)cm	(16-30)cm
1,13	1,19	CHOCHO	1,19	1,02	1,15	0,99
		TRÉBOL B.	1,21	1,19	1,17	1,15
		LENTEJA	1,07	1,2	1,04	1,19

### 3.3.2 Materia Orgánica

Para evaluar estadísticamente este parámetro se tomó en cuenta los datos de Materia orgánica Inicial y Final de cada localidad y por tratamiento, es decir que se restó la MO inicial de la MO final.

### a. Análisis del ADEVA Combinado

Al realizar el análisis de varianza (CUADRO 69) se observa alta significación estadística para Tratamientos, localidades, y Tratamientos x Localidades y no significancia estadística para Repeticiones. El promedio general fue - 0,34 MO con un coeficiente de variación de -7.01%.

**CUADRO 69. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL INDICADOR PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA -NINNIN CACHIPATA- CANCHAGUA- SIMÓN RODRÍGUEZ**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA
Total	71	37,71		
Tratamientos	5	0,38	0,08	135,40 **
Localidades	2	33,63	16,82	30271,00**
T x L	10	0,67	0,07	199,80 **
Repeticiones	3	0,00	0,0005556	1,00 ns
Error experimental	51	0,03	0,0005556	
C.V.%		-7,01		
Promedio		-0,34	Materia Orgánica	

Lo que se determina estadísticamente que para tratamientos existe diferencia entre la cantidad de MO entre una y otra leguminosa incorporada, para localidades existe también diferencia significativa ya que el desarrollo de las leguminosas y la cantidad de kilogramos incorporados fue diferente así como también la altitud, clima y suelo para cada localidad, mientras que para Repeticiones no hay significancia

Según Hazelip, E, 2006 (Abonos Verdes para mejorar la fertilidad de la tierra) los suelos de textura fina tienen más materia orgánica que los de textura gruesa y retienen mejor los nutrientes y el agua, por lo que reúnen buenas

condiciones para el crecimiento vegetal. Los suelos de textura gruesa se caracterizan por una mejor aireación y la presencia de oxígeno acelera la descomposición de la materia orgánica.

Lo que se demuestra que el porcentaje de la materia orgánica se ve afectado por las diferentes texturas de suelo de cada localidad, así también las condiciones sociales y económicas de las comunidades Canchagua y Ninnin Cachipata hacen que los agricultores utilicen las malezas de los suelos en descanso como un medio de sustento alimenticio para los animales menores (cuyes y conejos) no permitieron que las semillas de estas se desarrollen abundantemente lo que se ve reflejado en la cantidad de kilogramos incorporados para tL1 (testigo Ninnin Cachipata) 0,55 Kg, tL2 (testigo Canchagua) 2,38 kg y tL3 (testigo Simón Rodríguez) 44,50 Kg.

### **3.4 Análisis Económico**

Con el objetivo de evaluar el resultado económico, este se determinó mediante la metodología de Perrin et al.

En el CUADRO 71 se detalla los valores calculados para los costos totales del ensayo, para el efecto se detalló todas las labores, insumos y mano de obra, los costos primero se calculó por la totalidad del ensayo (618,75 m<sup>2</sup>) y luego se transformó al costo por tratamiento que fue de una área de 20 m<sup>2</sup>.

Los beneficios netos por tratamiento se observa en el CUADRO 72 en el que se puede apreciar el mayor valor para el tratamiento chL3 (chocho Simón Rodríguez) con 159.22 USD, IL3 (lenteja Simón Rodríguez) con 156.30 USD, tbL3 (trébol blanco Simón Rodríguez) con 151.78 USD y vL3 (vicia Simón Rodríguez) con 145.96 USD.

Para el análisis de la dominancia de tratamientos CUADRO 73 se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos y se calificaron a los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes dominados.

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal para luego calcular la tasa de retorno marginal CUADRO 74 Obteniéndose la mayor tasa de retorno marginal para el tratamiento chL3 (chocho Simón Rodríguez) con el 68.75%

**CUADRO 71. COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN EN USD**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>1. Material de campo</b>				
Análisis de Suelo	u	1	22,28	22,8
<b>2. Materiales de campo</b>				
Azadón	u	1	4	4
Piola	u	100	0,02	2
Botas	u	2	6	12
<b>3. Semillas</b>				
Semillas de papa	qq	6	15	90
Semillas de chocho	lb	4	0,8	3
Semillas de lenteja putza	lb	4	0,6	2
Semillas de arveja	lb	6	0,75	5
Semilla de trébol blanco	lb	1	3,5	3,5
Semilla de vicia + avena	lb	3	0,6	1,8
<b>4. Mano de obra</b>				
Labores preculturales	jrnl	3	7	21
Labores de siembra	jrnl	3	7	21
Labores culturales	jrnl	2	7	14
Cosecha	jrnl	4	7	28
<b>SubTotal</b>				<b>230,10</b>
<b>Imprevistos 3%</b>				<b>6,90</b>
<b>TOTAL OPERACIÓN</b>				<b>237,00</b>
Costo por tratamiento de 20 m <sup>2</sup>			<b>7,66</b>	

**CUADRO 72. COSTOS QUE VARÍAN**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1. Material de campo</b>				
Arriendo del Terreno Canchagua	m <sup>2</sup>	1	60	60
Arriendo del Terreno Ninnin Cachipata	m <sup>2</sup>	1	40	40
Arriendo del Terreno ITA Simón Rodríguez	m <sup>2</sup>	1	80	80
<b>2. Insumos</b>				
<b>2.1 Insecticidas y Fungicidas Canchagua</b>				
Vitavax	cc	1	1,5	1,5
Curacron	gr	1	3,3	3,3
Campuz	gr	1	3	3
Orthene	gr	1	7,5	7,5
Curalancha	gr	1	5,5	5,5
<b>2.2 Insecticidas y Fungicidas Ninnin Cachipata</b>				
Vitavax	cc	1	1,5	1,5
Curacron	cc	1	3,3	3,3
Orthene	gr	1	7,5	7,5
Curalancha	gr	1	5,5	5,5
Acrobat	gr	1	7,5	7,5
Soll 76 pm	gr	1	3,5	3,5
Obex	ml	1	0,5	0,5
<b>2.3 Insecticidas y Fungicidas ITA Simón Rodríguez</b>				
Vitavax	cc	1	1,5	1,5
Curacron	gr	1	3,3	3,3
Methofan	cc	1	4	4
Curalancha	gr	1	5,5	5,5
Acrobat	gr	1	7,5	7,5
Total Costos Canchagua				80,8
Total Costos Ninnin Cachipata				69,3
Total Costos ITA Simon Rodriguez				101,8

**CUADRO 73. COSTOS POR TRATAMIENTOS**

<b>No.</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO</b>	<b>COSTO (KG)</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>COSTOS QUE VARÍAN</b>	<b>BENEFICIO BRUTO TOTAL</b>	<b>COSTOS FIJOS (618,75 m2)</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>
1	chL1	47,45	0,40	18,98	69,30	88,28	7,66	80,62
2	chL2	115,85	0,40	46,34	80,80	127,14	7,66	119,48
3	chL3	162,7	0,40	65,08	101,80	166,88	7,66	159,22
4	aL1	41,45	0,40	16,58	69,30	85,88	7,66	78,22
5	aL2	64,7	0,40	25,88	80,80	106,68	7,66	99,02
6	aL3	115,4	0,40	46,16	101,80	147,96	7,66	140,30
7	tbL1	25,3	0,40	10,12	69,30	79,42	7,66	71,76
8	tbL2	46,65	0,40	18,66	80,80	99,46	7,66	91,80
9	tbL3	144,1	0,40	57,64	101,80	159,44	7,66	151,78
10	lL1	39	0,40	15,60	69,30	84,90	7,66	77,24
11	lL2	56,35	0,40	22,54	80,80	103,34	7,66	95,68
12	lL3	155,4	0,40	62,16	101,80	163,96	7,66	156,30
13	vL1	32,65	0,40	13,06	69,30	82,36	7,66	74,70
14	vL2	90,95	0,40	36,38	80,80	117,18	7,66	109,52
15	vL3	129,55	0,40	51,82	101,80	153,62	7,66	145,96
16	tL1	22,65	0,40	9,06	69,30	78,36	7,66	70,70
17	tL2	55,50	0,40	22,20	80,80	103,00	7,66	95,34
18	tL3	111,75	0,40	44,70	101,80	146,50	7,66	138,84

**CUADRO 74. TASA BENEFICIO / COSTO**

No.	TRATAMIENTOS	COSTOS PARCIALES (618,75 m <sup>2</sup> )	BENEFICIO BRUTO TOTAL	BENEFICIO NETO	RELACIÓN BENEFICIO COSTO
1	chL1	7,66	88,28	80,62	10,52
2	chL2	7,66	127,14	119,48	15,60
3	chL3	7,66	166,88	159,22	20,79
4	aL1	7,66	85,88	78,22	10,21
5	aL2	7,66	106,68	99,02	12,93
6	aL3	7,66	147,96	140,30	18,32
7	tbL1	7,66	79,42	71,76	9,37
8	tbL2	7,66	99,46	91,80	11,98
9	tbL3	7,66	159,44	151,78	19,81
10	lL1	7,66	84,90	77,24	10,08
11	lL2	7,66	103,34	95,68	12,49
12	lL3	7,66	163,96	156,30	20,40
13	vL1	7,66	82,36	74,70	9,75
14	vL2	7,66	117,18	109,52	14,30
15	vL3	7,66	153,62	145,96	19,05
16	tL1	7,66	78,36	70,70	9,23
17	tL2	7,66	103,00	95,34	12,45
18	tL3	7,66	146,50	138,84	18,13

**CUADRO 75. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS**

No.	TRATAMIENTOS	COSTOS	BENEFICIO	BENEFICIO
		PARCIALES (618,75 m <sup>2</sup> )	BRUTO TOTAL	NETO
3	chL3	7,66	166,88	159,22
12	lL3	7,66	163,96	156,30
9	tbL3	7,66	159,44	151,78
15	vL3	7,66	153,62	145,96
6	aL3	7,66	147,96	140,30
18	tL3	7,66	146,50	138,84
2	chL2	7,66	127,14	119,48
14	vL2	7,66	146,50	109,52
5	aL2	7,66	106,68	99,02
11	lL2	7,66	103,34	95,68
17	tL2	7,66	103,00	95,34
8	tbL2	7,66	99,46	91,80
1	chL1	7,66	88,28	80,62
4	aL1	7,66	85,88	78,22
10	lL1	7,66	84,90	77,24
13	vL1	7,66	82,36	74,70
7	tbL1	7,66	79,42	71,76
16	tL1	7,66	78,36	70,70

**CUADRO 76. ANÁLISIS DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL**

No.	TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	BENEFICIO NETO MARGINAL	COSTO NETO MARGINAL	TASA DE RETORNO MARGINAL
3	chL3	159,22	109,46	159,22	109,46	68,75
2	chL2	119,48	88,46	-39,74	-21,00	52,84
1	chL1	71,82	68,16	-47,66	-20,30	42,59

## CONCLUSIONES

- Al evaluar agronómicamente el efecto de las cinco especies de leguminosas como abono verde en el cultivo de papa se concluye que las mismas tuvieron un desarrollo diferente principalmente por el factor climático y las altitudes en donde se ubicaron los ensayos es decir que la cantidad de biomasa incorporada influye en el desarrollo y producción de la papa, y una vez finalizada la investigación práctica hemos obtenido que los mejores resultados fueron en la L3 (ITA Simón Rodríguez).
- El desarrollo agronómico del cultivo de papa fue diferente para cada localidad debido a las condiciones de macro y micronutrientes , materia orgánica del suelo (Análisis iniciales y finales), agentes climáticos (granizo, lluvias excesivas y temperatura) y la altitud (Ninnin Cachipata 3200 m.s.n.m, Canchagua 3.074 m.s.n.m y Simón Rodríguez 2.793 m.s.n.m), lo cual se determina que la L3 (Simón Rodríguez) el desarrollo del cultivo fue más temprano y en la L1 (Ninnin Cachipata) este fue más tardío, sumado a esto la presencia de lancha en todo el desarrollo del cultivo.
- Se determinó la producción de biomasa de abono verde para el cultivo de papas obteniendo como resultado el chocho como mejor leguminosa incorporada al suelo en la L3 (Simón Rodríguez) con un promedio de 66,00 kilogramos biomasa fresca y con un rendimiento de 40,68 kilogramos de tubérculo en 20 m<sup>2</sup>
- La mejor zona de producción del cultivo de papas con la incorporación de abonos verdes fue L3 (Simón Rodríguez) ya que se obtuvo mayor

producción de biomasa, obteniendo el mayor rendimiento con 15,89 qq cosechados.

- Realizado el análisis económico de la investigación obtuvimos que los mejores tratamientos son: chL3 (chocho Simón Rodríguez) con un beneficio neto de \$159.22 dólares, chL2 (chocho Canchagua) con \$119.48 dólares chL1 (chocho Ninnin Cachipata ) con \$71.82 dólares.
- Los cambios periódicos del clima como temperatura, granizo, y lluvia durante el ciclo del cultivo de la papa provocaron la presencia de lancha lo que ocasionó la disminución en la producción del cultivo en la L1 (Ninnin Cachipata)

## RECOMENDACIONES

- Cuando desee incorporar abonos verdes en pequeñas extensiones recomendamos sembrar las leguminosas en surcos de modo que al momento de incorporarlos estos se entierren en el mismo surco que será utilizado por el nuevo cultivo.
- Las mejores leguminosas para ser utilizadas como abono verde son: el chocho, la lenteja y el trébol blanco en zonas bajas y como alternativa en zonas altas recomendamos la vicia + avena, chocho y lenteja.
- Para obtener mayor rendimiento de biomasa en las leguminosas estos deben ser sembrados en los meses de diciembre hasta abril para conseguir mayor aprovechamiento de las condiciones ambientales.
- Tomando en cuenta la densidad de la semilla de las especies de leguminosas utilizadas en los ensayos se recomienda aumentar la cantidad para superficies mayores a 3000 m<sup>2</sup> puesto que a partir de esta área el agricultor puede utilizar el tractor para la incorporación al suelo del abono facilitando el manejo del cultivo.
- Recomendamos probar la incorporación de abonos verdes en otros cultivos y zonas con la finalidad de minimizar el uso de fertilizantes químicos o a su vez se puede equilibrar la utilización de los dos sistemas.
- Recomendamos dar seguimiento utilizando la asociación de leguminosas como por ejemplo vicia + alfalfa siendo esta una planta herbácea completa que alcanza de 50 a 90 cm de altura y proporciona el 45% de hojas y el 55% de tallos además enriquece al suelo en nitrógeno fijando alrededor de 220 kg/ha.

## GLOSARIO

**Adaptación:** evolución de plantas y animales para adecuarse a los diversos ecosistemas.

**Altitud:** altura sobre el nivel del mar

**Atmósfera:** capa gaseosa que rodea la tierra.

**Biodegradación:** proceso de descomposición que realizan algunos organismos vivos.

**Biomasa:** Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

**Buey.-** del que se sirven los agricultores atándole una trailla a los cuernos y a una oreja para gobernarlo, y escondiéndose detrás de él para tirar a la caza.

**Cárcavas:** socavones que se forman por la acción erosiva de la esorrentía.

**Capacidad Buffer del suelo.-** es una capacidad para resistir a las variaciones bruscas del pH debidas a causas externas.

**Clima:** conjunto de condiciones atmosféricas (temperatura, insolación, vientos, lluvias) que se producen en una zona. La palabra se refiere a ciclos anuales, no a los cambios diarios.

**Competición:** dos o más organismos de una misma especie o de especies distintas, que intentan usar los mismos recursos dentro de un ecosistema.

**Comunidad:** conjunto de diversas especies que viven en un medio ambiente compartido.

**Conservación de suelo:** métodos utilizados para reducir la erosión, impedir que se agoten los nutrientes o para reponer los ya perdidos.

**Consumidores:** organismos que obtienen los nutrientes orgánicos que necesitan alimentándose de los productores o de otros consumidores.

**Contaminación:** existencia en el ambiente de agentes tóxicos o infecciosos, de consecuencias nocivas para el suelo, el agua, el aire o los seres vivos.

**Control biológico de plagas:** control de parásitos dañinos para los cultivos mediante sus depredadores naturales.

**Cultivos asociados:** dos o más cultivos que crecen juntos.

**Deforestación:** eliminación de árboles en las selvas y bosques naturales.

**Degradación:** evolución desfavorable del estado de un ambiente por acción de factores que lo alteran.

**Desarrollo sostenible:** desarrollo que no agota los recursos naturales.

**Descomponedores:** organismos (bacterias y hongos) que fraccionan las moléculas de vegetales y animales muertos, transformándolas en nutrientes.

**Diversidad:** variedad de componentes de un ecosistema.

**Ecosistema:** comunidad de diferentes especies que interactúan entre sí y con el ambiente.

**Erosión:** pérdida de suelo arrastrado por el agua y el viento. Este proceso natural se acelera por la actividad humana que elimina la vegetación.

**Factores abióticos:** factores que influyen en los ecosistemas, formados por elementos que no contienen vida (el clima, el suelo, la geografía)

**Factores bióticos:** los seres vivos que interactúan en un ecosistema.

**Fotosíntesis:** proceso que realizan las plantas verdes al fabricar materia orgánica y liberar oxígeno a partir de agua, dióxido de carbono y energía luminosa.

**Heliofanía:** La heliofanía representa la duración del brillo solar u horas de sol, y esta ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa.

**Hongos:** organismos descomponedores (setas, levaduras y mohos) que secretan sustancias que degradan la materia orgánica, obteniendo así sus nutrientes.

**Humus:** materia orgánica parcialmente descompuesta, rica en nutrientes. Ayuda a retener el agua y los nutrientes del suelo, permitiendo que sean capturados por las raíces.

**Infiltración:** movimiento o filtración del agua hacia las profundidades del suelo.

**Latitud:** distancia con relación al Ecuador.

**Leguminosas:** plantas asociadas con bacterias que producen nitrógeno utilizable como nutriente.

**Medio ambiente:** el conjunto de condiciones y factores externos, vivientes y no vivientes (sustancias y energía), que influyen sobre la vida de un organismo.

**Meteorismo.-** movimiento que hacen algunos animales cuando padecen enteritis.

**Migración:** desplazamiento de grandes grupos de animales que viajan periódicamente hacia un ecosistema distinto.

**Nutriente:** sustancia necesaria para el desarrollo normal de un organismo.

**Parasitismo:** asociación de dos organismos, en la que uno se beneficia y el otro se perjudica.

**Pistilo:** parte de la flor que recibe el polen.

**Plaga:** organismo indeseable, que interfiere con las actividades humanas.

**Porosidad:** grietas, poros y huecos en rocas o en el suelo, que pueden ser ocupados por agua y aire.

**Precipitaciones:** agua que cae de las nubes en forma de lluvia, granizo o nieve.

**Productores:** las plantas verdes, que producen sustancia orgánica a partir de compuestos inorgánicos, usando energía solar. De ellas se alimentan otros organismos (consumidores).

**Recursos naturales:** cualquier factor del medio ambiente que el ser humano puede utilizar, como el suelo, el agua, el aire, los minerales, la vida silvestre, la energía solar.

**Rompevientos:** barrera de árboles y arbustos que se plantan para reducir el impacto del viento e impedir la erosión.

**Rotación de cultivos:** siembra de diferentes cultivos en las sucesivas cosechas.

**Simbiosis:** asociación de dos organismos diferentes, donde ambos se benefician.

**Sobrepastoreo:** Exceso de animales que pastan largo tiempo en una misma área. Se compacta el suelo y desaparecen las especies de pastos que alimentan al ganado.

**Suelo:** Mezcla de minerales (arcilla, limo, arena, guijarros), materia orgánica en descomposición, organismos vivos, agua y aire.

**Tiempo:** condiciones de la temperatura, presión atmosférica, lluvias, insolación y vientos en un lugar y momento determinado..

**Yunta.-** Par de bueyes, mulas u otros animales que sirven en la labor del campo o en los acarreos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. BENITEZ A. 1980, Pastos y Forrajes, UCE, Ecuador, Págs. 28 - 140
2. CARE, 1996, Manual de Practicas Agroecológicas de los Andes Ecuatorianos, Primera Edición, Ecuador, Págs. 117-122.
3. CUBERO. J, MORENO. MT, 1983 Leguminosas de Grano, Ediciones Mundiprensa, España Pág., 147-154
4. CURSO DE FERTILIZACIÓN, 1992, El Uso de Abonos Orgánicos en la Agricultura, Venezolana, Pág. 6
5. DIAGNOSTICO 2006 CODESOCP - Saquisilí.
6. ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA, 1996, Segunda Edición, Barcelona- España Pág. 504
7. ESPINOZA. J, 1992, Curso de Fertilidad y Manejo de Suelo, Nitrógeno, Un Nutriente Esencial de la Planta, UCE, Ecuador, Pág.8
8. INFORMACIÓN RECOPIADA DEL DIAGNÓSTICO PDA SAQUISILÍ, 2003 (Cabildos)
9. INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS REPUBLICA DE CUBA, 1995 CULTIVOS TROPICALES, Cuba, Pág. 9-22.
10. JUSCAFRESA.B, 1978, Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo, Barcelona, Primera Edición, Pág. 2007-209
11. JUSCAFRESA.B, 1983, Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo, Barcelona Segunda Edición, Pág. 51-93
12. LLERENA, G 2004 Evaluación de cuatro paquetes tecnológicos en el cultivo de romanesco. Tesis: Técnico, Latacunga Pág.18
13. MUSLERA PARDO, E. y RATERA GARCÍA, C, 1983, Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento, España, Págs.192- 197, 308-323

14. REVISTA AGROPECUARIA, LA AGRICULTURA, 1998, Madrid, Edición Cultural, Pág. 374- 377
15. REVISTA AGROPECUARIA INTERNACIONAL, CULTIVOS CONTROLADOS, 2003, Pág. 30-31.
16. REVISTA DE CULTIVOS ORGÁNICOS EN ARGENTINA, 1994, Argentina, Pág. 38- 79
17. RIVERA M., J. Pinzón, C. Caicedo, A. Murillo, N. Mazón, E. Peralta. 1998. Catálogo del banco de germoplasma de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), INIAP – FUNDACYT. P-BID 206, Ecuador. Pág. 57
18. RODRIGUEZ. S. 1970, Pensador y Maestro, Colegio técnico de Agricultura “Simón Rodríguez”, Latacunga- Ecuador, Págs. 87-92
19. RODRÍGUEZ. F, 1992, Fertilizantes Nutrición Vegetal, México, Pág. 38-40
20. SUQUILANDA, M. 1995, Agricultura Orgánica, Quito, Pág. 183 – 190
21. SHERWOOD. S, Pumisacho M, 2002, El Cultivo de la Papa en el Ecuador, Primera Edición, INIAP – CIP, Pág. 185
  - a. VALDIVIESO. C, Abonos Verdes, 1995, Chile.  
[http://www.abcagro.com/fertilizantes/abonos\\_verdes.asp](http://www.abcagro.com/fertilizantes/abonos_verdes.asp)
  - b. AROS. L. Semillas para Abonos Verdes, 1999, España,  
<http://www.aros.cz/es/osiva/jetel-lucni-diploidni/>
  - c. PROYECTO SICA (BANCO MUNDIAL), 1998, El Sistema de Cultivos de la Papa en la Provincia de Cotopaxi, Ecuador,  
[http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/cultivo\\_cotopaxi.html](http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/cultivo_cotopaxi.html)
  - d. PROYECTO SICA (BANCO MUNDIAL), 2005, La Papa en el Ecuador,  
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/importancia.html>

- e. INIAP, TIPOS DE CULTIVOS TUBEROSOS – SIEMBRA, 2001,  
Ecuador,  
[http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo\\_Agro/Tecnologia\\_innovacion/Agricola/Cultivos\\_Tradicionales/Cultivos/Tuberculos\\_Raices/Papa/ct123.htm](http://www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agricola/Cultivos_Tradicionales/Cultivos/Tuberculos_Raices/Papa/ct123.htm)
- f. BLANCO. L, 2002, Determinación de la Presencia de Nematodos de la Sub-familia Heteroderinae Asociados al Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.) Guatemala  
<http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia/parasitologia/tesis4.pdf>
- g. HILLS FARM, 2007. San Luis, Guía del Cultivo de la Papa,  
<http://www.slhfarm.com/papagua.html>
- h. GARCÍA. S, MARTÍNEZ. M, 2004, Abonos Verdes IV, SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación), México  
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/publicaciones/fichas/listafichas/pdf>
- i. FENALCE, (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas), 2005, Cultivo de Lenteja, Bogota,  
[http://www.fenalce.org/pagina.php?p\\_a=55](http://www.fenalce.org/pagina.php?p_a=55)
- j. CAMPO AGROPECUARIO, Asociación de Abonos Verdes,  
<http://www.campoagropecuario.com.py/noticias.php?not=637>
- k. BOLETÍN INFORMATIVO DE LA CÁMARA DE AGRICULTURA DE LA I ZONA, 2004, El Cultivo de Papa en Ecuador, Ecuador,  
<http://www.agroecuador.com/HTML/infocamara/InfoCamara150204.htm>
- l. MEJORAMIENTO EN PAPAS, 2007  
<http://www.fortipapa.org.ec/noticias/Boletin%20prensa.doc/>
- m. DINERO (Diario de Negocios), 2007, INIAP Lanza Nuevos Productos,

- Ecuador, [http://www.hoy.com.ec/NotiDinero.asp?row\\_id=273651](http://www.hoy.com.ec/NotiDinero.asp?row_id=273651)
- n. GUINEMO. M, 2007, Abono Verde,  
<http://ecomaria.com/blog/?p=125>
- o. IICA, 2004, Industrialización de Papa en el Ecuador,  
<http://www.iicaecuador.org/archivos/subtemas/articuloindustrializacionpapa.pdf>
- p. VALDIVIESO, C., A. Espinoza. 1995. Utilización de la vicia y la arveja como abono verde, Chile, Agroecología y Desarrollo.  
[http://www.abcagro.com/abonosverdes /index\\_agricultura.asp](http://www.abcagro.com/abonosverdes /index_agricultura.asp)
- q. DATARI, C, 2003, El milenario abono verde,  
<http://www.infororganic.milenarioabonoverde//rr/node/106>
- r. HAZELIP, E, 2006, Abonos verdes para mejorar la tierra. Fertilidad de la Tierra nº10 <http://ecomaria.com/blog/?p=37>
- s. FLORES,J, 2006, Cultivo y Manejo agronómico de la papa-abonos orgánicos  
<http://www.mailxmail.com/curso-cultivo-produccion-papa-patata-agricultura/como-manejar-cultivo-papa-2>

ALEXOS