

I

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**SANTO DOMINGO**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO CANTIDADES DE HOJA  
DE MORERA (*Morus indica* VARIEDAD “KANVA 2”), Y TRES ÁREAS DE  
ALOJAMIENTO, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAPULLO DEL GUSANO  
DE SEDA (*Bombyx mori* VARIEDAD “PILAMO 1”), DURANTE LA ÉPOCA  
LLUVIOSA EN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS.”**

**RENATO JOSÉ LUZURIAGA ZAMBRANO**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO.**

**SANTO DOMINGO – ECUADOR**

**2008**

II

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO CANTIDADES DE HOJA DE MORERA (*Morus indica* VARIEDAD “KANVA 2”), Y TRES ÁREAS DE ALOJAMIENTO, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAPULLO DEL GUSANO DE SEDA (*Bombyx mori* VARIEDAD “PILAMO 1”), DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA EN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS.”

RENATO JOSÉ LUZURIAGA ZAMBRANO

REVISADO Y APROBADO

.....  
MAYO. ESP. ING. RENÉ GONZÁLEZ V.  
DIRECTOR DE CARRERA

DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

.....  
Ing. Marcelo Patiño C.  
DIRECTOR

.....  
Ing. Javier Tumbaco M.  
CODIRECTOR

.....  
Ing. Vinicio Uday  
BIOMETRISTA

.....  
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

III

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO CANTIDADES DE HOJA DE MORERA (*Morus indica* VARIEDAD “KANVA 2”), Y TRES ÁREAS DE ALOJAMIENTO, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAPULLO DEL GUSANO DE SEDA (*Bombyx mori* VARIEDAD “PILAMO 1”), DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA EN SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS.”

RENATO JOSÉ LUZURIAGA ZAMBRANO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marcelo Patiño C. DIRECTOR	_____	_____
Ing. Javier Tumbaco M. CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
ESTA UNIDAD.

.....  
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

IV

**AUTORÍA**

Todos los criterios emitidos en la presente investigación, son de absoluta  
responsabilidad del autor

Renato José Luzuriaga Zambrano

v

## DEDICATORIA

A mis amados padres,  
por inculcar en mí valores inconmensurables  
como la honestidad y el trabajo.

A mis hermanos,  
amigos incondicionales en la vida.

A mi familia,  
por permanecer como un verdadero hogar.

## VI

### AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su apoyo incondicional.

A la ESPE – Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias, por su enseñanza.

A los Ingenieros: Marcelo Patiño, Javier Tumbaco y Vinicio Uday por su generosa disposición en las recomendaciones durante la realización de la investigación.

Al “Instituto Italo Latinoamericano“ IILA, por su apoyo económico para la realización de esta tesis.

A mi compañera y amiga Andrea por compartir, ayudarme y apoyarme en todo momento en el transcurso de la investigación

A mis amigos y compañeros, por haber ayudado de una u otra manera en el trabajo de este proyecto.

A todos, muchas gracias...



## VIII

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
2.4.4. Mariposa	21
2.5. FISIOLÓGÍA DE LA PRODUCCIÓN DE LA SEDA	23
2.5.1. La Glándula Sericígena	23
2.5.2. Estructura de la Fibra de Seda	24
2.5.3. Calidad de Capullos	24
2.6. INCUBACIÓN Y CRÍA	25
2.7. INSTALACIÓN	27
2.8. ENFERMEDADES	27
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>30</b>
3.1. LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	30
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	31
3.2.1. Materiales	31
3.2.2. Insumos	32
3.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS	32
3.4. DURACIÓN Y ÉPOCA EXPERIMENTAL	32
3.5. FACTORES EN ESTUDIO	33
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3.6.1. Análisis de Varianza (ADEVA)	36
3.6.2. Análisis Funcional	37
3.7. MEDICIONES EXPERIMENTALES	37
3.7.1. Duración de Cada Instar	37
3.7.2. Datos de Temperatura y Humedad	37
3.7.3. Actividad de Ingestión del Alimento en Quinta Edad	38

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
3.7.4. Crecimiento Larval Tercera, Cuarta y Quinta Edad	38
3.7.5. Número de Alimentación al Día	39
3.7.6. Número de Gusanos Vivos en Cada Instar	39
3.7.7. Número de Gusanos Maduros	39
3.7.8. Número de Pupas o Capullos	39
3.7.9. Número de Gusanos Muertos	40
3.7.10. Clasificación de Capullos	40
3.7.11. Número de Capullos en 500 g de Peso	40
3.7.12. Forma del Capullo	40
3.7.13. Porcentaje de Bueno Seleccionado	41
3.7.14. Porcentaje de Seda Bruta	41
3.7.15. Puntaje y Grado del Capullo	41
<b>3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	<b>42</b>
3.8.1. Análisis de Dominancia	42
3.8.2. Análisis Marginal	43
<b>3.9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b>	<b>43</b>
3.9.1. Preparación del Sitio Experimental	43
3.9.2. Preparación de Camarotes de Cría	44
3.9.3. Elaboración de Lonas para Cría del Gusano de Seda	44
3.9.4. Selección y Preparación del Alimento para el Gusano de Seda	45
3.9.5. Control de Enfermedades	46
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>48</b>
4.1. TERCERA EDAD	48

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
4.1.1. Mortalidad	48
4.1.1.1. Dosis	49
4.1.1.2. Áreas	49
4.1.2. Número Final de Gusanos	50
4.1.2.1. Dosis	51
4.1.2.2. Áreas	51
4.2. CUARTA EDAD	52
4.2.1. Mortalidad	52
4.2.1.1. Dosis	53
4.2.1.2. Áreas	53
4.2.2. Número Inicial de Gusanos	54
4.2.2.1. Dosis	55
4.2.2.2. Áreas	55
4.2.3. Número Final de Gusanos	56
4.2.3.1. Dosis	57
4.2.3.2. Áreas	57
4.3. QUINTA EDAD	58
4.3.1. Mortalidad	58
4.3.1.1. Dosis	59
4.3.1.2. Áreas	59
4.3.2. Número Inicial de Gusanos	60
4.3.2.1. Dosis	60
4.3.2.2. Áreas	61
4.3.3. Número Final de Gusanos	62

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
4.3.3.1. Dosis	62
4.3.3.2. Áreas	63
<b>4.4. ENCAPULLADO</b>	<b>64</b>
4.4.1. Mortalidad	64
4.4.1.1. Dosis	64
4.4.1.2. Áreas	65
4.4.2. Número Inicial de Gusanos	66
4.4.2.1. Dosis	66
4.4.2.2. Áreas	67
4.4.3. Número Final de Capullos	68
4.4.3.1. Dosis	68
4.4.3.2. Áreas	69
<b>4.5. ANÁLISIS DE CAPULLO</b>	<b>70</b>
4.5.1. Peso de Capullos Buenos	70
4.5.1.1. Dosis	70
4.5.1.2. Áreas	72
4.5.2. Peso de Capullos de Segunda	72
4.5.2.1. Dosis	73
4.5.2.2. Áreas	74
4.5.3. Peso de Capullos Dobles	75
4.5.3.1. Dosis	76
4.5.3.2. Áreas	76
4.5.4. Peso de Capullos de Desecho	77
4.5.4.1. Dosis	78

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
4.5.4.2. Áreas	79
4.5.5. Peso de Capullos Manchados	79
4.5.5.1. Dosis	80
4.5.5.2. Áreas	81
4.5.6. Peso de Capullos Blandos	82
4.5.6.1. Dosis	83
4.5.6.2. Áreas	83
4.5.7. Peso de Capullos Pequeños	84
4.5.7.1. Dosis	84
4.5.7.2. Áreas	85
4.5.8. Peso de Capullos Deformes	86
4.5.8.1. Dosis	86
4.5.8.2. Áreas	87
4.6. GRADO DE CAPULLO	87
4.6.1. Dosis	88
4.6.2. Áreas	89
4.6.3. Dosis * Áreas	90
4.7. ANÁLISIS COMBINADO DENTRO DE EDADES CON DOSIS Y ÁREAS EN LA VARIABLE MORTALIDAD	91
4.7.1. Edades	92
4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO	93
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>94</b>
5.1. TERCERA EDAD	94
5.2. CUARTA EDAD	95

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
5.3. QUINTA EDAD	96
5.4. ENCAPULLADO	98
5.5. ANÁLISIS DE CAPULLO	99
5.6. GRADO DE CAPULLO	101
5.7. ANÁLISIS ECONÓMICO	102
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>103</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>105</b>
<b>VIII. RESUMEN</b>	<b>106</b>
<b>IX. SUMARIO</b>	<b>108</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>110</b>
<b>XI. ANEXOS</b>	<b>113</b>

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 1.</b>	Condiciones climáticas requeridas para el cultivo de morera.	8
<b>CUADRO 2.</b>	Clasificación de las enfermedades que afectan al gusano de Seda.	28
<b>CUADRO 3.</b>	Condiciones meteorológicas de la zona experimental.	32
<b>CUADRO 4.</b>	Duración de las fases de investigación en el campo.	33
<b>CUADRO 5.</b>	Factores y niveles del experimento	33
<b>CUADRO 6.</b>	Tratamientos del experimento	34
<b>CUADRO 7.</b>	Esquema de ADEVA	36
<b>CUADRO 8.</b>	Análisis de varianza para la variable mortalidad en tercera edad	48
<b>CUADRO 9.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en tercera edad.	49
<b>CUADRO 10.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en tercera edad.	50
<b>CUADRO 11.</b>	Análisis de varianza para la variable número final de gusanos vivos en tercera edad.	50
<b>CUADRO 12.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de gusanos vivos en tercera edad.	51
<b>CUADRO 13.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de gusanos vivos en tercera edad.	52

<b>CUADRO N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 14.</b>	Análisis de varianza para la variable mortalidad en cuarta edad.	52
<b>CUADRO 15.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en cuarta edad.	53
<b>CUADRO 16.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en cuarta edad.	53
<b>CUADRO 17.</b>	Análisis de varianza para la variable número inicial de gusanos vivos en cuarta edad.	54
<b>CUADRO 18.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable número inicial de gusanos vivos en cuarta edad.	55
<b>CUADRO 19.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable número inicial de gusanos vivos en cuarta edad.	55
<b>CUADRO 20.</b>	Análisis de varianza para la variable número final de gusanos vivos en cuarta edad.	56
<b>CUADRO 21.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de gusanos vivos en cuarta edad.	57
<b>CUADRO 22.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de gusanos vivos en cuarta edad.	57
<b>CUADRO 23.</b>	Análisis de varianza para la variable mortalidad en quinta edad.	58
<b>CUADRO 24.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en quinta edad.	59
<b>CUADRO 25.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en quinta edad.	59

<b>CUADRO N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 26.</b>	Análisis de varianza para la variable número inicial de gusanos vivos en quinta edad.	60
<b>CUADRO 27.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable número inicial de gusanos vivos en quinta edad.	60
<b>CUADRO 28.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable número inicial de gusanos vivos en quinta edad.	61
<b>CUADRO 29.</b>	Análisis de varianza para la variable número final de gusanos vivos en quinta edad.	62
<b>CUADRO 30.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de gusanos vivos en quinta edad.	62
<b>CUADRO 31.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de gusanos vivos en quinta edad.	63
<b>CUADRO 32.</b>	Análisis de varianza para la variable mortalidad en etapa de encapullado.	64
<b>CUADRO 33.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en etapa de encapullado.	64
<b>CUADRO 34.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en etapa de encapullado.	65
<b>CUADRO 35.</b>	Análisis de varianza para la variable número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado.	66
<b>CUADRO 36.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado.	66
<b>CUADRO 37.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado.	67

XVII

<b>CUADRO N°</b>	<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 38.</b> Análisis de varianza para la variable número final de capullos en etapa de encapullado.	68
<b>CUADRO 39.</b> Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de capullos en etapa de encapullado.	68
<b>CUADRO 40.</b> Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de capullos en etapa de encapullado.	69
<b>CUADRO 41.</b> Análisis de varianza para la variable peso de capullos de primera en etapa de análisis de capullo.	70
<b>CUADRO 42.</b> Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos de primera en etapa de análisis de capullo.	70
<b>CUADRO 43.</b> Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos de primera en etapa de análisis de capullo.	72
<b>CUADRO 44.</b> Análisis de varianza para la variable peso de capullos de segunda en etapa de análisis de capullo.	72
<b>CUADRO 45.</b> Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos de segunda en etapa de análisis de capullo.	73
<b>CUADRO 46.</b> Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos de segunda en etapa de análisis de capullo.	74
<b>CUADRO 47.</b> Análisis de varianza para la variable peso de capullos dobles en etapa de análisis de capullo.	75
<b>CUADRO 48.</b> Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos dobles en etapa de análisis de capullo.	76
<b>CUADRO 49.</b> Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos dobles en etapa de análisis de capullo.	76

XVIII

<b>CUADRO N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 50.</b>	Análisis de varianza para la variable peso de capullos de desecho en etapa de análisis de capullo.	77
<b>CUADRO 51.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos de desecho en etapa de análisis de capullo.	78
<b>CUADRO 52.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos de desecho en etapa de análisis de capullo.	78
<b>CUADRO 53.</b>	Análisis de varianza para la variable peso de capullos manchados en etapa de análisis de capullo.	80
<b>CUADRO 54.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos manchados en etapa de análisis de capullo.	80
<b>CUADRO 55.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos manchados en etapa de análisis de capullo.	81
<b>CUADRO 56.</b>	Análisis de varianza para la variable peso de capullos blandos en etapa de análisis de capullo.	82
<b>CUADRO 57.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos blandos en etapa de análisis de capullo.	82
<b>CUADRO 58.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos blandos en etapa de análisis de capullo.	83
<b>CUADRO 59.</b>	Análisis de varianza para la variable peso de capullos pequeños en etapa de análisis de capullo.	84
<b>CUADRO 60.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos pequeños en etapa de análisis de capullo.	84
<b>CUADRO 61.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos pequeños en etapa de análisis de capullo.	85

XIX

<b>CUADRO N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 62.</b>	Análisis de varianza para la variable peso de capullos deformes en etapa de análisis de capullo.	86
<b>CUADRO 63.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos deformes en etapa de análisis de capullo.	86
<b>CUADRO 64.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos deformes en etapa de análisis de capullo	87
<b>CUADRO 65.</b>	Análisis de varianza para la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo	88
<b>CUADRO 66.</b>	Prueba de Tukey para Dosis en la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.	88
<b>CUADRO 67.</b>	Prueba de Tukey para Áreas en la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.	90
<b>CUADRO 68.</b>	Análisis de varianza combinado dentro de edades con dosis y áreas para la variable mortalidad.	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1.</b>	Foto de los Gusanos de seda ( <i>Bombyx mori</i> ).	5
<b>FIGURA 2.</b>	Foto de Cultivo de morera ( <i>Morus indica</i> )	7
<b>FIGURA 3.</b>	Foto del estado larval del <i>Bombyx mori</i>	12
<b>FIGURA 4.</b>	Foto de la formación del capullo de seda	13
<b>FIGURA 5.</b>	Foto de los huevos de gusano de seda	16
<b>FIGURA 6.</b>	Embrión (A) y Corte longitudinal del huevo (B) en la etapa de diapausa.	17
<b>FIGURA 7.</b>	Morfología de la larva del gusano de seda en quinto instar.	20
<b>FIGURA 8.</b>	Foto del estado de pupación del gusano de seda.	20
<b>FIGURA 9.</b>	Forma externa de las pupas del gusano de seda.	21
<b>FIGURA 10.</b>	Anatomía interna y localización de órganos en la polilla de la mariposa macho (A) y hembra (B).	22
<b>FIGURA 11.</b>	Estructura de la glándula de seda en el quinto instar.	24
<b>FIGURA 12.</b>	Foto del capullo de seda.	25
<b>FIGURA 13.</b>	Foto de la incubación de huevos de gusanos de seda.	25
<b>FIGURA 14.</b>	Foto de la Caseta de cría del gusano de seda.	27
<b>FIGURA 15.</b>	Foto del Ataque de Calcino amarillo ( <i>Beauveria bassiana</i> )	29
<b>FIGURA 16.</b>	Foto del Ataque del <i>Virus polyedrosis citoplasmática</i>	29
<b>FIGURA 17.</b>	Mapa de Ubicación del Experimento	30
<b>FIGURA 18.</b>	Foto del ensayo experimental dentro de la caseta de cría.	35
<b>FIGURA 19.</b>	Foto del las unidades experimentales ubicadas encima de los camarotes de cría.	35

<b>FIGURA N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 20.</b>	Foto sobre ingestión de alimento del gusano de seda en quinta edad.	38
<b>FIGURA 21.</b>	Foto de la limpieza de caseta de cría.	43
<b>FIGURA 22.</b>	Foto de los camarotes de cría.	44
<b>FIGURA 23.</b>	Foto de las Áreas de cría propuestas para en ensayo. A (25 m <sup>2</sup> ), B(15 m <sup>2</sup> ) y C (20 m <sup>2</sup> ).	45
<b>FIGURA 24.</b>	Foto de las primeras hojas de la planta de morera.	46
<b>FIGURA 25.</b>	Foto de la preparación de alimento para el gusano joven.	46
<b>FIGURA 26.</b>	Foto de la colocación de cal al gusano de seda.	47
<b>FIGURA 27.</b>	Foto del retiro de desecho orgánico.	47
<b>FIGURA 28.</b>	Foto del retiro del sustrato viejo.	47
<b>FIGURA 29.</b>	Foto de la desinfección del área de cría.	47
<b>FIGURA 30.</b>	Regresión lineal entre dosis y medias en la variable peso de capullos de primera.	71
<b>FIGURA 31.</b>	Regresión lineal entre dosis y medias en la variable peso de capullos de segunda	74
<b>FIGURA 32.</b>	Regresión lineal y polinómica entre áreas y medias en la variable peso de capullos dobles.	77
<b>FIGURA 33.</b>	Regresión lineal entre dosis y medias en la variable peso de capullos manchados.	81
<b>FIGURA 34.</b>	Regresión lineal y polinómica entre dosis y medias en la variable grado de capullos.	89
<b>FIGURA 35.</b>	Prueba de Tukey para Dosis * Áreas en la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.	90

<b>FIGURA N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 36.</b>	Prueba de Tukey para Edades en la variable mortalidad	92

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°</b>		<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b>	Calificación para determinar el número de capullos por 500 gramos	114
<b>ANEXO 2.</b>	Calificación para determinar el porcentaje de capullo bueno seleccionado.	115
<b>ANEXO 3.</b>	Calificación para determinar el porcentaje de seda bruta.	116
<b>ANEXO 4.</b>	Escala para determinar el puntaje y grado del capullo.	116
<b>ANEXO 5.</b>	Duración en horas de cada instar y mudas por tratamientos en la cría del gusano adulto.	117
<b>ANEXO 6.</b>	Análisis de clasificación y pesado de capullos por unidad experimental.	118
<b>ANEXO 7.</b>	Análisis de capullo por cada unidad experimental	124
<b>ANEXO 8.</b>	Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio por caja de gusanos de seda.	136
<b>ANEXO 9.</b>	Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio por caja de gusanos.	138
<b>ANEXO 10.</b>	Análisis marginal de los tratamientos en estudio por caja de gusanos	139
<b>ANEXO 11.</b>	Matriz para cada dosis de alimentación por día desde el inicio de la tercera edad o gusano adulto.	140
<b>ANEXO 12.</b>	Matriz de áreas de cría para el gusano adulto. Datos en m <sup>2</sup>	141

## I. INTRODUCCIÓN

La seda es un material natural y es la más bella y glamurosa de todas las fibras textiles. Según Cifuentes y Sohn (1998), la seda es la materia prima para la creación de telas que tiene las propiedades de finura, resistencia, lustrosidad y afinidad a la piel.

La sericultura es la combinación de la cría de un insecto con el cultivo de una planta perenne, por lo tanto necesita ser planificada por periodos de largo plazo y los resultados en producción no pueden ser obtenidos en forma rápida (Cifuentes y Sohn 1998).

Vicuña (2007), afirma que durante muchos años, los chinos lograron conservar el secreto de la producción de la seda por medio de medidas sumamente drásticas, aplicaban hasta la pena de muerte a quien se atreviera a sacar de su territorio huevecillos, gusanos o mariposas de la especie.

Actualmente, la seda se cultiva en el Japón, la China, España, Francia, Italia y América Latina, aunque fibras artificiales han reemplazado el uso de la seda en muchas de las industrias de textiles. La industria de seda tiene un valor de 200 - 500 millones de dólares anuales (Vicuña 2007).

Salice (2004), sostiene que la sericultura en el Ecuador se ha desarrollado aproximadamente hace once años y consta con 500 agricultores capacitados a nivel nacional y posee alrededor de 110 ha de morera establecidas en 11 provincias del país.

## XXIV

Los pequeños productores en el país carecen de alternativas viables de producción que garanticen trabajos e ingresos a sus familias, acentuadas por la falta de una política agraria que distribuya eficientemente los rubros agrícolas acorde a las condiciones geográficas y con la demanda del mercado.

Hay que tomar en cuenta que la cría del gusano de seda es un negocio que considera a la sericultura como una actividad que proporciona ingresos adicionales que permite mejorar el nivel de vida familiar, sin depender exclusivamente de él; no requiere de mano de obra indirecta ni de personal administrativo.

Con el fin de ejecutar y viabilizar la investigación científica en Sericultura, el IILA a través del Proyecto Red Andina de la Seda firmó un convenio con la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) de Ecuador, con el cual se pretende dirigir la actividad de la sericultura hacia la zona de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, desde las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias de la ESPE – Santo Domingo, donde se cuenta con condiciones adecuadas para la producción de capullos de seda.

Sin embargo, existe escasa investigación científica realizada en este cultivo, por lo cual se crea la necesidad de realizar ensayos y experimentos con el fin de sustentar el conocimiento práctico y aumentar los niveles de producción y calidad.

La ESPE como componente de la cadena productiva de la sericultura interviene en el ámbito de servicio investigativo estando en capacidad de realizar la incubación de los

## XXV

huevos y el manejo del gusano joven; para posteriormente entregar a los sericultores para que continúen con el manejo del proyecto.

El presente trabajo es un componente de investigación del proyecto de “Desarrollo Serícola para Ecuador” del convenio ESPE-IILA. Para lo cual se han tomado en cuenta dos factores de investigación: Dosis de Alimentación de Morera y Áreas de Cría para el Gusano de Seda.

Esta investigación pretende dotar a los agricultores de nuevas y mejores alternativas de producción de capullo de seda, permitiendo mejorar sus ingresos y el bienestar de sus familias.

En la presente investigación se propuso cumplir con los siguientes objetivos

### **General**

Evaluar la incidencia de cuatro cantidades de hoja de morera (*Morus indica* var. *Kanva 2*), y tres áreas de alojamiento, sobre la producción de capullo del gusano de seda (*Bombyx mori* var *Pilamo 1*).

### **Específicos**

## XXVI

- Evaluar la producción de capullo del gusano de seda, utilizando dosis de 500, 600, 700 y 800 kg de alimentación de hoja de morera.
- Evaluar el efecto de las áreas de alojamiento de 15, 20 y 25 m<sup>2</sup>, para la cría del gusano de seda sobre la producción de capullo.
- Realizar un análisis económico según Perrín *et al.*, (1979)

El Estudio se desarrollo durante los meses de Enero hasta el mes de Marzo del 2008.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

## 2.1. LA SERICULTURA

Soria *et al.* (2001), definen a la sericultura como una actividad agropecuaria que se dedica al cultivo de la morera (*Morus sp.*) y a la cría del gusano de seda (*Bombyx mori*) para la producción de capullos, a partir de los cuales se obtienen la seda. Dicha condición productiva requiere de una fase agrícola, una fase pecuaria y una fase artesanal.

La fase pecuaria constituye la instalación del cultivo del gusano de seda (*Bombyx mori*), único animal capaz de producir hilos de seda (Figura 1).



Figura 1: Foto de los Gusanos de Seda (*Bombyx mori*)

## 2.2. MORERA

## XXVIII

Cifuentes (2004), afirma que la morera es el único alimento del gusano de seda. En forma natural la morera es un árbol que puede alcanzar más de 18 metros de altura y puede durar más de 100 años de vida. Sus hojas son las que se utilizan para alimentar las larvas del gusano de seda, pero su madera puede ser utilizada en carpintería especialmente para fabricación de raquetas de tenis.

Es una planta originaria del Asia Central que pertenece a la familia de las moráceas y de hecho también produce unos frutos que se pueden comer o emplear en jugos y mermeladas.

Cuando se cultiva en forma comercial no se le permite que alcance alturas de más de dos metros y se corta o poda permanentemente por lo cual su duración se reduce a 20 ó 25 años (Figura 2).

La morera se puede reproducir obteniendo semillas de sus frutos (reproducción sexual), pero este sistema no es usado en forma comercial por lo que para obtener una reproducción más rápida se utilizan pedazos de sus ramas (estacas) que se siembran directamente en el suelo y posteriormente a éstas le salen raíces y hojas formando una nueva planta (reproducción asexual).

Cifuentes y Sohn (1998), señalan que el cultivo de morera para la cría de gusano joven debe ser de óptima calidad, con alto valor proteico y vitamínico. El valor proteico influye significativamente en el desarrollo de la primera edad. Otra característica de la hoja de morera es su alto contenido de agua en sus tejidos, ya que las larvas recién nacidas solo tienen el 75% de agua en su cuerpo y durante la primera edad deben subirla

al 85% para mantenerse en ese nivel el resto de su vida larval. Esto se logra con fertilización correcta y oportuna, con base en mayores requerimientos de nitrógeno.



Figura 2: Foto del Cultivo de morera (*Morus indica*)

### **2.2.1. Condiciones Edafo-climáticas**

Soria *et al.* (2001), indica que las zonas más apropiadas para la sericultura son las subtropicales de las estribaciones occidental y oriental de la cordillera de los Andes. En el Ecuador la morera se adapta a climas muy variados desde el nivel del mar hasta los 2 500 m s.n.m.

#### **2.2.1.1. Clima**

El Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca (MICIP) 1999, afirma que la morera puede crecer bajo diferentes condiciones de clima en zonas templadas como tropicales (Cuadro 1).

CUADRO 1: Condiciones climáticas requeridas para el cultivo de morera.

	Rango Total	Rango Óptimo
Temperatura	13 a 38 °C	22 a 28 °C
Precipitación	600 a 2 500 mm /año	50 mm Decadales*
Humedad Relativa		65 a 80%
Brillo solar		9 a 13 horas/día
Altitud	0 a 2 000 m s.n.m.	1 000 a 1 500 m s.n.m.

Fuente: Lim *et al.* (1990)

\* Decadales: cada diez días

Tomado: Cifuentes y Sohn (1998), Manual Técnico de Sericultura

#### 2.2.1.2. Suelo

Cifuentes y Sohn (1998), señalan que los suelos óptimos para el cultivo de morera son los francos, franco arenoso y franco arcilloso; la morera no tolera encharcamiento; el pH adecuado es de 6.5 a 7, por lo que los suelos ácidos deben ser encalados previo el establecimiento del cultivo, y se debe tener en cuenta que el suelo presente de 2 a 3 % de materia orgánica.

#### 2.2.2. Relación entre el Crecimiento de la Morera y las Condiciones

##### Ambientales

Cifuentes y Sohn (1998), afirman que las plantas de morera crecen en forma natural y existe una estrecha relación entre su crecimiento, desarrollo y las condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales externas consisten en un número de factores ecológicos como luz, temperatura, aire, agua, sales minerales y el suelo, estos factores están interrelacionados el uno del otro y actúan en las plantas de morera en forma sistemática. Durante el periodo de crecimiento y desarrollo la morera reacciona diferente con las distintas combinaciones de estos factores. Por ejemplo solamente bajo condiciones ambientales de adecuada temperatura, agua y buenas condiciones estructurales del suelo pueden ser fácilmente absorbidos los nutrientes del suelo. Algunos elementos son indispensables y otros pueden ser compensados de otra forma. Por ejemplo, un incremento de la temperatura, aunque no se incrementa la cantidad de luz, no necesariamente va a repercutir en un mayor almacenamiento de nutrientes en el suelo. De todas maneras algunos factores están relacionados.

### **2.2.3. Producción de Hoja**

Cifuentes y Sohn (1998), señalan que durante los dos primeros años, el cultivo está en establecimiento y después del segundo año se encuentra en plena producción. Durante el primer año del cultivo una planta producirá alrededor del 30% de hoja con respecto a la plena producción, en el segundo año se puede alcanzar alrededor del 65% y el 100% a partir del tercer año.

## XXXII

Trabajos de investigación realizados por Cifuentes (1989) determinaron que durante 17 meses permitieron dar como resultado que la morera Kanva 2, a 1 340 m s.n.m y a los 90 días después de la poda alcanzó una altura de 210 cm, un peso de ramas de 400 g y un peso de hojas (sin pecíolo) de 350 g. En el Ecuador aun no se ha realizado proyectos de investigación que señalen la altura y peso de las hojas después de la poda a los 90 días.

Según estudios de comportamiento agronómico realizados por Cifuentes (1989), se puede decir que una hoja de morera forma en promedio 17 tallos con una altura promedio de 121,2 cm; la cantidad de hojas es de 216, de las cuales el 82,7% son considerados como útiles, el peso promedio de hojas es de 334,1 g y el peso de los tallos alcanzó la cantidad de 432,2 g. La relación peso hojas: peso tallos es de 43,6: 56,4.

### **2.2.4. Plagas de la Morera**

La morera es atacada por diferentes plagas. Aunque cortando las hojas y podando los retoños el ataque de insectos disminuye. El daño causado por las pestes en la morera es rápido y extensivo.

Entre las principales plagas que atacan a la morera están los: lepidópteros, trips y ácaros. El daño varía desde la comida de hojas enteras, otros se alimentan de los botones y hojas tiernas; otros succionan la savia de las hojas y juegan un papel importante como vectores de virus, afectando el crecimiento y dejando inservibles las hojas para alimentar a los gusanos de seda.

### XXXIII

Según Cifuentes y Sohn (1998), las plagas más comunes encontradas han sido:

*Empoasca sp.*- Llamado lorito verde, se alimenta por el envés de la hoja chupando la savia y dejando síntomas de quemaduras en la hoja.

*Saissetia nigra, N.*- Conocida como Escama negra. Pertenece a la familia Coccidae, crece en el tallo y ramas. Succiona la savia y mata la planta. Se puede controlar rociando aceite, diesel y jabón en las paredes afectadas.

*Tetranychus equitorius, Mc. Gregor.*- Las hojas presentan apariencia enfermisa, luego aparecen como oxidadas y se secan, en el envés se observan telarañas. Con su aparato chupador las arañas penetran la epidermis de las hojas afectándolas.

*Meloidogyne incógnita.*- Es un nematodo que hace nudos en las raíces; las plantas afectadas se ven cloróticas y atrofiadas en su crecimiento; el diagnóstico es la presencia de nudos en las raíces.

#### **2.2.5. Enfermedades de la Morera**

Según Cifuentes y Sohn (1998), entre las enfermedades más comunes se encuentran:

*Llaga de raíz.*- (*Rosellinia sp*) Las plantas enfermas presentan flacidez en las hojas, pérdida de brillo, marchitez y amarillamiento.

*Manchas Foliares.*- Varias manchas foliares han sido reportadas. Estas manchas son causadas por *Cercospora moricola* Cooke, *Septogloeum mori* Briosi y especies de *Alternaria* y *Helminthosporium*, estos patógenos pertenecen a las clases de hongos imperfectos.

## 2.3. GUSANO DE SEDA

### 2.3.1. Generalidades

Salice, Soria y Avendaño (2001), definen que el gusano de seda es una larva u oruga (Figura 3) de un insecto lepidóptero (presentan alas con escamas de colores), que tiene metamorfosis completa porque atraviesa por los estados de huevo, larva, pupa o crisálida y adulto o mariposa.



Figura 3: Foto del Estado larval del *Bombyx mori*

### 2.3.2. Clasificación Taxonómica

## XXXV

El cuadro taxonómico según Luna y Zapata (1991) publicado por Salice, Soria y Avendaño (2001), clasifica al gusano de seda de la siguiente manera:

CLASE: INSECTA O HEXÁPODA

ORDEN: LEPIDÓPTERA

FAMILIA: BOMBYCIDAE

GENERO: *Bombyx*

ESPECIE: *mori*

NOMBRE VULGAR: Gusano de Seda

La especie *Bombyx mori* (gusano de seda), es un lepidóptero nocturno, cuya larva, para terminar su metamorfosis, con un filamento finísimo se envuelve en un capullo (Figura 4), del cual el hombre se aprovecha para la obtención de la seda.



Figura 4: Foto de la formación del capullo de seda

### 2.3.3. Ciclo de Vida

## XXXVI

Según Kee Wook Sohn (1995), El gusano de seda es un insecto holometábolo de metamorfosis completa que en el transcurso de su vida pasa por cuatro etapas: huevo, larva, pupa o crisálida y polilla.

Salice, Soria y Avendaño (2001), mencionan que el estado larval del gusano es el de mayor actividad, porque ocurren una serie de procesos y cambios como son la alimentación, metabolismo, cambios de piel (mudas), secreción de seda, purga, elaboración de capullo, etc.

La primera edad inicia desde la eclosión del huevo, su tamaño inicial es de 3 a 5 mm de longitud, luego de cuatro días alcanza 7 mm de longitud y entra al primer proceso de muda que dura 24 horas.

Inmediatamente comienza la segunda edad con una duración de tres días, en la cual la larva alcanza 12 mm de longitud y pasa al segundo proceso de muda de 24 horas.

La tercera edad, dura cuatro días donde el gusano llega a medir 25 mm de longitud, para entrar a la tercera muda que tiene una duración de aproximadamente 24 horas. Esta etapa se conoce como gusano joven.

Se considera etapa de gusano adulto cuando atraviesan la cuarta y quinta edad, periodo con más rapidez de crecimiento y peso.

Duarte y Mercado (2001), afirman que en la fase adulta, el gusano consume el 98% del total de alimento suministrado en su estado larval, consumiendo el 10% en el cuarto instar y el 88% en el quinto instar.

## XXXVII

Salice, Soria y Avendaño (2001), indican que la cuarta edad tiene una duración de 3.5 a 4 días, las larvas llegan a medir unos 40 mm de longitud, y pasan a la cuarta muda que dura 48 horas.

La larva al llegar a la quinta y última edad, alcanza un tamaño de 70 a 80 mm de longitud en un periodo de siete a ocho días. En esta edad es cuando la glándula sericígena que origina la seda, logra su grado de desarrollo, representando el 40% del peso total de la larva.

Cuando la larva completa su crecimiento entra a la etapa de gusano maduro; en donde deja de alimentarse, elimina el contenido de orina y excremento, cambia el color de la cutícula y se produce el proceso de purga. Terminado el proceso, el gusano busca un sitio adecuado para iniciar la formación de capullo.

Para la formación de capullo la larva toma un tiempo de tres a cuatro días, la cual hila unos 1 200 m de fibra de seda continua, luego empieza la transformación de gusano a pupa, periodo que dura de 12 a 15 días, tiempo que sufre la transformación de pupa a mariposa.

Las mariposas no se alimentan y tienen la función de reproducción, las hembras ovipositan de 400 a 500 huevos, para la cual da por concluido el ciclo de vida de cuatro a seis días de haber salido del capullo.

### **2.4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA POR ESTADO DE DESARROLLO**

#### 2.4.1. Etapa de Huevo

Cifuentes y Sohn, (1998), indican que la etapa de huevo (Figura 5) abarca el período de descanso de su vida activa y de ahí pueden clasificarse varios tipos de razas o grupos biológicos del gusano de seda según este período de descanso, encontrándonos con insectos monovoltinos o bivoltinos.



Figura 5: Foto de los huevos de gusano de seda.

Fuente: Laboratorio de Entomología de la ESPE - Santo Domingo (2008)

Los monovoltinos es el grupo que sólo cumple un ciclo evolutivo completo anual, esto significa que nacen, se desarrollan las larvas, capullan (metamorfosis), emergen los adultos (mariposas), se acoplan y ponen huevos en un ciclo de aproximadamente 60 días en el año, entrando en un receso natural los restantes 300 días del año.

## XXXIX

Los bivoltinos son las líneas o razas de gusanos de seda que completan dos vueltas o ciclos en el año, aproximadamente 120 días entrando luego en hibernación por los restantes 245 días. Su ciclo doble se completa en orden continuado.

El huevo del gusano de seda ésta constituido por: corión, membrana vitelina, serosa, proteína vitelina y embrión (Figura 6). En el polo anterior hay un micrópilo, por el cual entra el esperma después de la copulación.

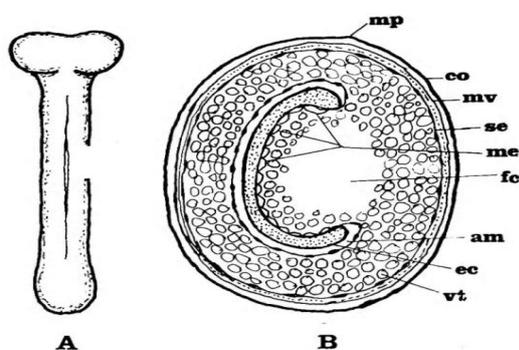


Figura 6. Embrión (A) y Corte longitudinal del huevo (B) en la etapa de diapausa.

**am;** amnión, **co;** corión, **ec;** ectodermo, **fc;** folículo, **me;** mesodermo, **mo;** micrópilo, **mv;** membrana vitelina, **se;** serosa, **vt;** vitelina

Fuente: Cifuentes, C.A.; Sohn, K.W. (1998)

### 2.4.2. Larva

Según Salice, Soria y Avendaño (2001), externamente el gusano de seda en su estado larval puede ser claramente observado con todas sus características en la quinta edad. El cuerpo se encuentra dividido en tres regiones bien definidas: cabeza, tórax y abdomen.

Cifuentes y Sohn (1998), señalan que la cabeza está constituida por una estructura quitinosa cuyo color varia de marrón a negro. En ella existen un par de antenas que son instrumentos sensoriales para detectar alimentos, en la base de las antenas hay seis ocelos que perciben la intensidad de luz, no diferencia la figura, ni el color de los objetos.

En la cabeza se encuentra el aparato bucal constituido por un labio, un labro, dos mandíbulas y maxilas que sirven para cortar e ingerir la morera. En el centro del labio se ubica el pezón hilador que es el órgano por la cual sale el hilo de la seda.

El tórax (Figura 7) es la segunda región y está dividido en tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax. En esta sección se encuentran tres pares de patas prensiles, llamadas patas torácicas, que sirven para sujetar el alimento.

El abdomen (Figura 7) es la última región, está comprendida desde el cuarto al decimotercero segmento. Del sexto al noveno segmento presenta cuatro pares de patas abdominales y también el último segmento un par de patas traseras, que sirven para el movimiento de la larva; por otro lado las patas presentan una estructura ventosa que sirven para adherirse a cualquier superficie.

Además poseen un exoesqueleto dividido en metámeros o segmentos y entre cada uno de estos hay una membrana segmentada que facilita el movimiento. La parte externa se denomina epicutícula, cubierta por una capa cerosa impermeable que sirve para evitar deshidratación y enfermedades.

## XLI

Otra subcapa es la exocutícula, debajo la endocutícula y en su parte inferior se encuentra una capa de glándulas exubiales.

Interiormente presenta introflexiones donde se fijan los músculos y los órganos internos.

La larva tiene distribuidos nueve pares de espiráculos a ambos lados, en el primero y del cuarto al onceavo segmento.

Además presenta manchas corporales: la mancha ocular que se encuentra en el segundo segmento, las manchas crecientes en el quinto segmento y la mancha estelar en el octavo segmento (Figura 7).

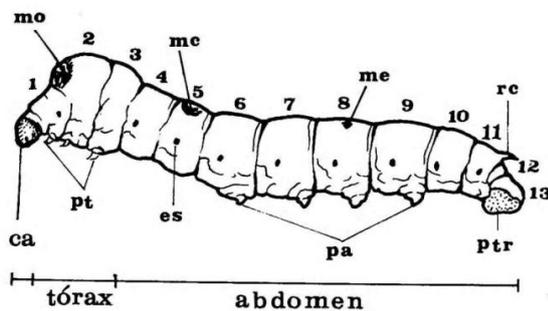


Figura 7. Morfología de la larva del gusano de seda en quinto instar.

## XLII

**ca:** cabeza, **es:** espiráculos, **me:** mancha estelar, **mc:** mancha creciente, **mo:** mancha ocular, **pa:** patas abdominales, **pt:** patas torácicas, **ptr:** patas traseras, **rc:** remo caudal.

Fuente: Cifuentes, C.A.; Sohn, K.W. (1998)

### 2.4.3. Pupa

Sohn (1995), indica que fisiológicamente es una etapa importante porque se da la histólisis en algunos órganos larvales, tales como la glándula sericígena, patas abdominales, ocelos, etc. Otros órganos también cambian su forma y sus funciones específicas en el adulto.



Figura 8: Foto del estado de pupación del gusano de seda.

Presenta un par de ojos compuestos de color blanco al inicio y que luego cambian a café oscuro cuando se acerca la etapa de adulto, siendo un indicativo que la pupa está madura.

Cifuentes y Sohn (1998), afirman que se puede diferenciar fácilmente el sexo en este estado, la hembra presenta un cuerpo más voluminoso que el macho y en el centro ventral del octavo segmento tiene una arruga en forma de X y su abdomen termina

### XLIII

redondeado. El macho presenta un abdomen más delgado y un punto corporal en el noveno segmento ventral, su abdomen termina en punta.

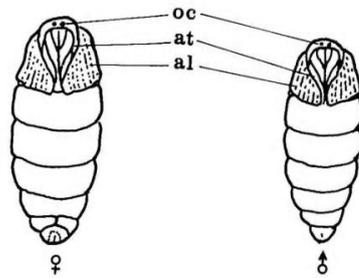


Figura 9. Forma externa de las pupas del gusano de seda.

**al:** ala, **at:** antena, **oc:** ojos compuestos

Fuente: Cifuentes, C.A.; Sohn, K.W. (1998)

#### 2.4.4. Mariposa

Salice, Soria y Avendaño (2001), mencionan que la forma adulta es una mariposa y constituye la última etapa de su ciclo de vida. En este estado ya no se alimenta, ni puede volar porque sus alas son un poco deformes, dedicándose a la función reproductiva, su vida dura de cuatro a seis días.

Kee Wook Sohn (1995), afirma que la polilla está constituida por tres partes: cabeza, tórax y abdomen. El cuerpo está cubierto por escamas blancas y hay tres pares de patas y dos pares de alas en el tórax.

Salice, Soria y Avendaño (2001), indican que la cabeza del adulto presenta dos antenas plumosas, que sirven para percibir el olor de las feromonas, especialmente en el macho, que son más grandes (Figura 10).

La hembra ovípara y exista o no la copulación, ya tiene formado los huevos en su aparato reproductor y solo necesita que el macho, en este proceso, fertilice los huevos para que tenga lugar una nueva generación grandes (Figura 10).

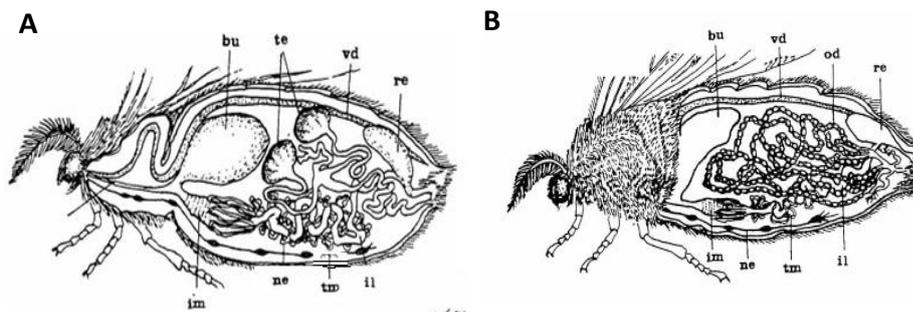


Figura 10. Anatomía interna y localización de órganos en la polilla de la mariposa macho (A) y hembra (B).

**bu:** buche, **il:** ilión, **im:** intestino medio, **ne:** nervioso, **od:** oviducto, **re:** recto, **te:** testis, **tm:** túbulo de Malpighio, **vd:** vaso dorsal.

Fuente: Cifuentes, C.A.; Sohn, K.W. (1998)

## 2.5. FISIOLÓGÍA DE LA PRODUCCIÓN DE LA SEDA

### 2.5.1. La Glándula Sericígena

Sohn (1995), indica que este órgano constituye el segundo más grande del cuerpo del gusano de seda. Se dividen en tres secciones: anterior, media y posterior.

## XLV

Cifuentes y Sohn (1998), señalan que la sección anterior es un tubo estrecho abierto en la parte frontal, que no secreta sustancia alguna, sino que es el lugar donde el filamento de seda es formado con la ayuda de la glándula de Filippi (Figura 11).

La región media es la más grande de las tres y tiene tres divisiones bien definidas formando una figura de "S". Esta región no es solamente un lugar de almacenamiento para la maduración de la fibroína, sino que también secreta sericina, que es la proteína viscosa que forma el filamento de seda (Figura 11).

La región posterior de la glándula sericígena es muy larga con muchas curvas y secreta fibrina (Figura 11), que es la proteína principal del hilo de la seda, que comprende entre el 75 a 85% de la seda.

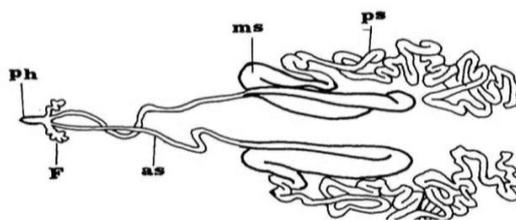


Figura 11. Estructura de la glándula de seda en el quinto instar.

**as:** glándula sericígena anterior, **F:** glándula de Filippi, **ms:** glándula sericígena media **ph:** pezón hilador, **ps:** glándula sericígena posterior.

Fuente: Cifuentes, C.A.; Sohn, K.W. (1998)

### **2.5.2. Estructura de la Fibra de Seda**

Salice, Soria y Avendaño (2001), mencionan que la fibroína y sericína son producidas por el gusano en forma separada. Después de la extrusión en el pezón hilador y en contacto con el aire, la solución acuosa de la proteína se solidifica formando un hilo constituido por dos hebras de fibroína, unidas por una cubierta a modo de funda de sericína.

### **2.5.3. Calidad de Capullos**

Avendaño y Soria (1998), definen a la calidad de capullos como un conjunto de características que determinan su estructura y propiedades físicas (Figura 12), y en consecuencia su comportamiento al devanado.



Figura 12: Foto de Capullo de seda

## **2.6. INCUBACIÓN Y CRÍA**

## XLVII

Sainz de Vicuña (2007), describe que se podría hablar de dos tipos distintos de incubación, por un lado la incubación natural que es aquella que ocasiona la eclosión de los huevos por temperaturas ligadas a la estación del año y otra que se denomina forzada, que basa su éxito en la simulación del verano ejerciendo temperaturas ascendentes controladas por el ser humano (Figura 13).



Figura 13: Foto de Incubación de huevos de gusanos de seda.

No conviene someter a los huevos a altas ni a bajas temperaturas ya que provocan el fracaso de los nacimientos; como temperatura base una vez activados los embriones podemos hablar de 28 grados no pasando de los 29 en ningún caso. El inicio de la activación después de la diapausa en los huevos empieza por aplicar una subida de temperatura en los primeros 5 días para llegar a los 15 grados para después y gradualmente llegar a los 28 grados que fijaremos hasta eclosionar los huevos (15 días aproximadamente).

Durante todo el proceso hay que vigilar que exista una humedad relativa del 65% aproximadamente. Los gusanos tardan entre 24 y 48 horas en salir del huevo, por lo tanto los que no nacen en ese intervalo de tiempo son huevos inviables.

## XLVIII

El gusano una vez incubado tiene unos dos a tres mm de tamaño y debe comer en las primeras 24-48 horas dándole como alimento hoja de morera en pequeños trozos para ir ampliándolos a medida que crecen. Durante el transcurso de las 5 edades y 4 mudas hemos de darles una temperatura estable (sobre 25 grados aunque en sericultura se llegan a temperaturas de 45 grados) y una humedad media del 65% aproximadamente teniendo especial cuidado en valores altos ya que desembocan en enfermedades y en cuanto a la limpieza hay que ser meticoloso. En torno a los 29 días el gusano dejará de alimentarse para efectuar la expulsión líquida previa al proceso de elaboración del capullo.

### **2.7. INSTALACIÓN**

Según Agrobot (2005), la cría del gusano de seda se realiza bajo techo, en galpones especialmente acondicionados (Figura 14), ya que en su evolución, en poder del hombre (domesticación) dependen absolutamente de los cuidados que le brinda el sericultor. Una vez que nacen las larvas son colocadas en bandejas especialmente acondicionadas que por lo general, están confeccionadas con cartón corrugado nuevo o usado (libres de productos químicos) o con entretejidos de cañas huecas. Las bandejas, a su vez, se pueden acomodar en estanterías para aprovechar mejor el espacio.



Figura 14: Foto de Caseta de cría del gusano de seda.

## 2.8. ENFERMEDADES

Cifuentes y Sohn (1998), mencionan que el ingreso económico que obtiene el agricultor por caja de gusanos depende de la cantidad y calidad de capullos, por lo que uno de los factores más importantes de baja producción de capullos es la pérdida de gusanos durante la cría por plagas o enfermedades.

Es muy importante realizar tratamientos preventivos contra los patógenos, antes, durante y después de las crías. Entre las enfermedades infecciosas se encuentran los hongos, bacterias, virus y protozoarios

Entre los patógenos que causan las enfermedades infecciosas en los gusanos de seda se encuentran los hongos, bacterias, virus y protozoarios. En el cuadro 2 se clasifica a las enfermedades que afectan el buen desarrollo del gusano de seda.

Cuadro 2. Clasificación de las enfermedades que afectan al gusano de seda.

Clase de Patógenos	Enfermedad	Nombre Científico	Vía infección
--------------------	------------	-------------------	---------------

## L

Hongos	Calcino blanco Calcino amarillo (Figura 15) Calcino verde Calcino negro Calcino rojo Aspergillus	<i>Beauveria bassiana</i> <i>Beauveria bassiana</i> <i>Nomuraea rileyi</i> <i>Oospora destructor</i> <i>Isaria fumosa-rosea</i> <i>Aspergillus</i>	Infección cutánea
Bacterias	Desmayo bacterial  Septicemia  Bacteria del órgano digestivo	<i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i>  <i>Streptococcus</i>  <i>Enterococcus spp.</i>	Oral  Heridas  Oral
Virus	VPN (Grasserie)  VPC (Figura 16)  Flacherie	<i>Virus poliedrosis</i> <i>nuclear</i>  <i>Virus poliedrosis</i> <i>citoplasmática</i>  <i>Virus de flacherie</i>	Oral
Protozoario	Pebrina	<i>Nosema bombycis</i>	Oral
Plagas	Plagas de gusano	Mosco parásito	Cuticular

Fuente: Cifuentes, C.A.; Sohn, K.W. (1998)



Figura 15: Foto del Ataque de Calcino amarillo  
(*Beauveria bassiana*)

LI



Figura 16: Foto del Ataque del *Virus poliedrosis citoplasmática*

Por otra parte los insectos silvestres pueden contraer los patógenos al consumir los gusanos de seda. Varios tipos de hongos se multiplican en los cuerpos de otros insectos infectados en el cultivo y contaminan las hojas de morera. Las esporas de pebrina también se han descubierto en insectos silvestres de orden Lepidóptera.

La resistencia de los gusanos a los patógenos varía según la etapa de desarrollo larval. Los gusanos jóvenes son más susceptibles que los gusanos adultos. Los gusanos recién mudados son menos resistentes a virus de poliedrosis citoplasmática que los gusanos de alimentación.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área de experimentación del Proyecto de Sericultura del Convenio ESPE - IILA, en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias de la ESPE, ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, Hda. “Zoila Luz”, en el km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

El sitio experimental se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 00° 24' 44" latitud Sur y 79° 18' 32" longitud Oeste a 296 metros sobre el nivel del mar, clasificada como zona ecológica bh-T. (bosque húmedo tropical).



Figura 17. Mapa de Ubicación del Experimento

### 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Para la cría del gusano joven se utilizó el laboratorio de entomología de la ESPE, y para el área de investigación a partir de la tercera edad la caseta de cría del proyecto ESPE-IILA, donde se utilizaron los siguientes materiales e insumos para el desarrollo de la investigación:

#### 3.2.1. Materiales

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>a.</b> 1 Balanza analítica<br>(capacidad 250 g) | <b>j.</b> 1 tijera de poda       |
| <b>b.</b> 1 Balanza (capacidad 15<br>kg)           | <b>k.</b> 2 gavetas              |
| <b>c.</b> 1 cámara digital                         | <b>l.</b> 2 termo<br>Higrómetros |
| <b>d.</b> 1 cuchillo                               | <b>m.</b> 1 pinza                |
| <b>e.</b> 1 tabla de mármol                        | <b>n.</b> 1 cernidor             |
| <b>f.</b> Libro de notas                           | <b>o.</b> Lonas                  |
| <b>g.</b> 1 lupa                                   | <b>p.</b> 2 franelas             |
| <b>h.</b> 1 calculadora                            | <b>q.</b> 36 letreros pequeños   |
| <b>i.</b> 1 Incubadora (68x46x136<br>cm)           | <b>r.</b> 1 letrero grande       |

### **3.2.2. Insumos**

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>a.</b> 1 caja de huevos de<br>gusano de seda | <b>c.</b> 1 litro de alcohol    |
| <b>b.</b> 1 saco de cal                         | <b>d.</b> 1 galón de cloro      |
|   | <b>e.</b> 1 funda de detergente |

### **3.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS**

Las condiciones meteorológicas se observan en el (cuadro 3)

CUADRO 3. Condiciones meteorológicas de la zona experimental.

<b>CONDICIONES METEOROLÓGICAS</b>	<b>PROMEDIO</b>
Temperatura media anual	24,4 °C
Precipitación media anual	2900,8 mm*año <sup>-1</sup>
Humedad relativa	89%
Insolación fuerte	1,79 hora*día <sup>-1</sup>

Fuente: INAMHI (2005) promedios últimos 10 años

### 3.4. DURACIÓN Y ÉPOCA EXPERIMENTAL

La investigación duró 45 días. Se la llevó a cabo entre los meses de Febrero a Marzo del 2008, el trabajo de campo estuvo dividido en tres fases: a) Incubación b) Desarrollo larval y c) Encapullado y cosecha de capullos como se explican en el (cuadro 4). La época experimental comenzó a partir de la cría de gusano adulto (desarrollo larval a partir de la tercera edad) hasta la cosecha.

CUADRO 4. Duración de las fases de investigación en el campo.

<b>FASE</b>	<b>DURACIÓN</b>
Incubación	9 días
Desarrollo larval	26 días
Encapullado y cosecha	10 días

### 3.5. FACTORES EN ESTUDIO

Se estudiaron dos factores: dosis de alimentación (**d**) en cuatro niveles y áreas de cría (**a**) en tres niveles dando como resultado 12 tratamientos.

CUADRO 5. Factores y niveles del experimento

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>	<b>Interpretación</b>
Dosis de alimentación	d1	500 kg. de hoja de morera /caja*
	d2	600 kg. de hoja de morera /caja*
	d3	700 kg. de hoja de morera /caja*
	d4	800 kg. de hoja de morera /caja*
Áreas de cría	a1	15 m <sup>2</sup> de área de cría/caja*
	a2	20 m <sup>2</sup> de área de cría/caja*
	a3	25 m <sup>2</sup> de área de cría/caja*

\* Caja de 20 000 huevos de gusano de seda  $\pm$  1 000 huevos

Para la fase de incubación se utilizó una caja de gusano de seda (*Bombyx mori* variedad "Pilamo 1") producido en Colombia, el nombre del híbrido es RAS-07 y salieron de hibernación en Enero del 2008 en la Hacienda Zoila Luz. ESPE Santo Domingo.

La fase de desarrollo larval de gusano joven se realizó en el laboratorio bajo condiciones controladas. Luego al haber obtenido gusanos sanos y homogéneos se procedió a colocar 500 larvas de gusano de seda en tercera edad de estado larval por unidad experimental dentro de una caseta de cría.

A continuación se presenta el cuadro seis en el que se ubican a los tratamientos del experimento.

CUADRO 6. Tratamientos del experimento

Tratamiento	Factores		Unidades experimentales	
	D*	A**	Dosis de alimentación con hojas de Morera (kg)	Áreas de cría en m <sup>2</sup>
T1	d1	a1	500	15
T2	d1	a2	600	15
T3	d1	a3	700	15
T4	d2	a1	800	15
T5	d2	a2	500	20
T6	d2	a3	600	20
T7	d3	a1	700	20
T8	d3	a2	800	20
T9	d3	a3	500	25
T10	d4	a1	600	25
T11	d4	a2	700	25
T12	d4	a3	800	25

\* Dosis de alimentación

\*\* Áreas de cría

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un esquema factorial 4 x 3 conducido en bloques completos al azar.

Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento, se utilizó 500 larvas de gusano de seda en tercera edad de estadio larval por unidad experimental dispuestas dentro de un marco con sus áreas respectivas y colocadas al azar encima de camarotes de cría dando un total de 36 unidades experimentales agrupadas en un total de 12 camarotes dentro de una caseta de cría (Figura 18 y 19).



Figura 18: Foto del ensayo experimental dentro de la caseta de cría



Figura 19: Foto de las unidades experimentales ubicadas encima de los camarotes de cría

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.6.1. Análisis de Varianza (ADEVA)

El esquema del análisis de varianza de esta investigación se presenta en el cuadro 7.

CUADRO 7. Esquema de ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	35
Bloques	2
Tratamientos	(11)
Dosis	3
Área	2
Dosis * Área	6
Error experimental	22

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula que nos indica la variabilidad que existe entre tratamientos.

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} * 100$$

Donde;

CV = Coeficiente de variación.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

X = Promedio de tratamientos

### 3.6.2. Análisis Funcional

Para la comparación de las medias de los tratamientos de todas las variables se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%. Además se realizaron correlaciones entre factores y las medias de las variables.

### 3.7. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Durante el desarrollo de la investigación se realizaron las siguientes mediciones experimentales:

### **3.7.1. Duración de cada Instar**

Se contabilizó las horas desde el inicio hasta el término de las distintas etapas larvales (edades y mudas) respectiva en cada una de las 36 unidades experimentales.

### **3.7.2. Datos de Temperatura y Humedad**

Se registró la temperatura y humedad antes de cada alimentación a las 07h00, 11h00 y 17h00 durante toda la época de desarrollo; luego de lo cual se calculó el promedio de temperatura y humedad relativa mediante la siguiente fórmula:

$$\textit{Promedio de temperatura} = \frac{\textit{Total temperatura o humedad acumulada}}{\textit{Total número de observaciones}}$$

### **3.7.3. Actividad de Ingestión del Alimento en Quinta Edad**

Se calificó al gusano en **Activo** si consume más del 90% de hoja de morera observando que la rama este solo con nervadura; **Normal** si se alimenta del 90% de la hoja y se observa un 10% de hoja en la nervadura y **Lento** si observamos más del 10% de hoja en la nervadura, para la cual se tomó una hoja de morera con cuidado de no

maltratar a los gusanos como muestra con la población de gusanos presentes en cada tratamiento para luego calificar (Figura 20).



Figura 20: Foto sobre ingestión de alimento del gusano de seda en quinta edad

#### **3.7.4. Crecimiento larval Tercera, Cuarta y Quinta Edad**

Se determinó el peso del gusano de seda y se procedió a calificar al mismo en **Excelente** si pasan del peso, **Regular** si se aproximan en décimas al peso y **Malo** cuando el peso es inferior al recomendado. Los pesos promedio son 0,17 g en tercera edad; 0,96 g en cuarta edad y terminan su quinta edad con 5,17 g.

#### **3.7.5. Número de Alimentación al Día**

Se anotó diariamente el número de veces y horarios en que se alimentó al gusano de seda, respectivamente dando al final la dosis propuesta para cada tratamiento.

**3.7.6. Número de Gusanos Vivos en Cada Instar**

Se determinó el número de gusanos vivos en cada instar por cada unidad experimental, para lo cual se tomó el número inicial de gusanos y se restó los gusanos muertos durante el proceso larval por cada instar.

$$\begin{aligned} & \textit{Número de gusanos vivos por instar} \\ & = \textit{Número inicial de gusanos por instar} \\ & - \textit{Número de gusanos muertos por instar} \end{aligned}$$

**3.7.7. Número de Gusanos Maduros**

Se contabilizó los gusanos maduros antes del encapullado por cada unidad experimental.

**3.7.8. Número de Pupas o Capullos**

Se contó el número de pupas o capullos sanos totales por cada unidad experimental.

**3.7.9. Número de Gusanos Muertos**

Se contabilizó los gusanos muertos en cada instar por cada unidad experimental.

**3.7.10. Clasificación de Capullos**

Se clasificó a los capullos como Capullo bueno; Capullo segunda; Capullo desecho; y Capullos dobles.

### **3.7.11. Número de Capullos en 500 g de Peso**

Se tomó una muestra por unidad experimental a la cual se le retiró la borra y se pesó 500 g de capullo; luego se contó y se obtuvo el número de capullos en 500 g, dependiendo del número de capullos se califica de 0 a 10 puntos para determinar el grado de capullo según la tabla del puntaje que se muestra en el Anexo 1.

### **3.7.12. Forma del capullo**

Se determinó la forma del capullo y se clasificó en **Blando** cuando el capullo presenta flacidez en su estructura, **Deforme** cuando en su forma presenta ondulaciones, **Pequeño** cuando el capullo tiene menos de 2,5 cm de largo y menos de 1.3 cm de ancho y **Manchado** cuando el capullo presenta manchas en su exterior.

### **3.7.13. Porcentaje de Bueno Seleccionado**

De los 500 g de capullo se seleccionó en todas las categorías, tales como manchados, tallados, con puntas, irregulares, blandos, pequeños y hecho bolsa. Luego se pesó los buenos y se determinó el porcentaje, de igual manera que en el número de capullos en 500 g se califica dando el puntaje según se muestra en el Anexo

2 para determinar el grado de capullo; la fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ Bueno seleccionado} = \frac{500 \text{ g} - \text{peso de capullo bueno}}{500 \text{ g}} \times 100$$

#### **3.7.14. Porcentaje de Seda Bruta**

Se tomó una submuestra de 50 capullos buenos, para evaluar el porcentaje de seda bruta. Se pesaron los 50 capullos con pupa, se cortó cada capullo, y se extrajo la pupa y la exuvia, pesando las cortezas para determinar el porcentaje y clasificarlo de acuerdo a la tabla que se muestra en el Anexo 3.

$$\% \text{ de seda bruta} = \frac{\text{peso de capullo sin pupa y exuvia}}{\text{peso total de 50 capullos}} \times 100$$

#### **3.7.15. Puntaje y Grado del capullo**

Se sumó las calificaciones de los tres parámetros evaluados que son el número de capullos en 500 g, el porcentaje de bueno seleccionado y el grado de capullo y con el resultado se determina el grado del capullo por unidad experimental, de acuerdo con el cuadro que se muestra en el Anexo 4.

### **3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis económico se realizó una vez finalizada la fase experimental. Se utilizó la metodología propuesta por Perrín *et al.* 1979.

Para la determinación de los costos variables por tratamiento se ajustó a una cría de gusano de seda con un promedio de  $20\ 000 \pm 1000$  huevos de gusanos de seda.

Se obtuvo el beneficio bruto con el total de gramos de capullo obtenidos por cada tratamiento y según el grado obtenido en el análisis de calidad se da el precio de capullo de primera, segunda y dobles, luego se obtuvo el beneficio neto para cada tratamiento, restando el beneficio bruto del costo variable.

### **3.8.1. Análisis de Dominancia**

Se colocó en orden decreciente el beneficio neto y el costo variable de cada tratamiento, donde el tratamiento dominado es aquel que: a igual o mayor beneficio neto presenta un mayor costo variable.

### **3.8.2. Análisis Marginal**

Mediante el cálculo de la tasa marginal de retorno se determinó el incremento de beneficio neto de un tratamiento con relación a otro. La tasa marginal de retorno permite determinar la rentabilidad en porcentaje.

## **3.9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Se realizó el manejo del experimento de igual manera para todos los tratamientos. Los procedimientos se explican a continuación:

### **3.9.1. Preparación del Sitio Experimental**

Se preparó la caseta de cría destinado para el ensayo de investigación, para la cual se desinfectó el área, lavando con cloro y detergente toda la caseta (Figura 21), luego se aplicó formol a toda el área y se cerró la caseta por siete días para esterilizar toda el área.



Figura 21: Foto de limpieza de caseta de cría

### **3.9.2. Preparación de Camarotes de Cría**

Para el área de cría se utilizó triplex de 4 cm para hacer los cajones por unidad experimental según las áreas propuestas. Estas cajas estaban encima de camas hechas de madera de 2 m x 1 m dando como resultado tres unidades experimentales por cada cama; se utilizó cuatro camas por repetición, dando un total de 12 camas para el ensayo y 36 cajones para las unidades experimentales (Figura 22).



Figura 22: Foto de los camarotes de cría

### 3.9.3. Elaboración de Lonas para la Cría del Gusano de Seda

Para la cría del gusano de seda se necesitó lonas que cumplen la función de base para colocar a los gusanos y el alimento (hoja de morera) sin que estos caigan al piso (Figura 23), ya que las camas en sus bases están diseñadas con tablillas a varias distancias para que pueda circular el aire en el sitio de cría y evitar alta humedad y posibles ataques de hongos.

Estas lonas fueron cortadas a la medida del área propuesta por cada unidad experimental y se utilizó varias de estas con la finalidad de realizar cambios de cama y colocar los gusanos en lonas limpias.

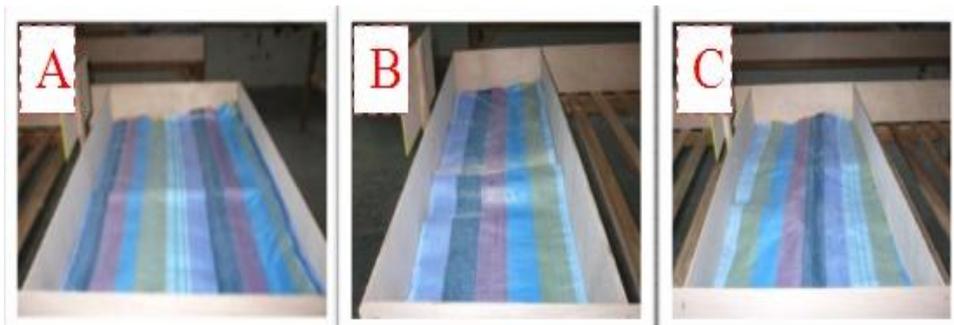


Figura 23: Foto de las Áreas de cría propuestas para en ensayo. A (25 m<sup>2</sup>), B (15 m<sup>2</sup>) y C (20 m<sup>2</sup>).

#### 3.9.4. Selección y Preparación del Alimento para el Gusano de Seda

Para la alimentación del gusano de seda se utilizó material vegetativo del proyecto de sericultura ESPE-IILA, lo cual se otorgó el lote 3“B”, para la cría de gusano joven (primera y segunda edad) se utilizó las primeras dos hojas de la planta como lo muestra la (Figura 24), estas hojas fueron picadas con la ayuda de un cuchillo bien afilado y previamente desinfectado con alcohol y un cuadro de cerámica para que el gusano joven pueda alimentarse de ella (Figura 25), para tercera edad se selecciona hasta la quinta hoja y para la cuarta y quinta edad se selecciona hasta la séptima hoja.



Figura 24: Foto de las primeras hojas de la planta de morera.



Figura 25: Foto de la preparación de alimento para el gusano Joven

### 3.9.5. Control de Enfermedades

Para el control de enfermedades del gusano de seda se cumplía con varias reglas fundamentales como:

- Desinfección de manos con alcohol cada vez que se pone en contacto con los gusanos de seda.
- Desinfección de los materiales (el cuchillo, el cuadro para picar, las pinzas, gavetas de recolección de hojas y tijeras para la poda de las hojas).
- Colocación de cal en el piso de la entrada a la caseta, y encima de los gusanos de seda todas las mañanas a primera hora (Figura 26).
- A partir de la quinta edad se roció formol al 5% al final de la jornada en toda el área dentro de la caseta.
- El material que se retiró (Figura 27 y 28) fue llevado al área de compostaje.
- Los gusanos enfermos deben separarse lo más rápido posible a 25 m de distancia de la caseta y enterrarlos con cal.
- Controlar la temperatura y humedad con la ayuda de un termo higrómetro durante la cría del gusano.
- Limpieza del área de cría cada vez que se realiza el cambio de cama (Figura 29).



Figura 26: Foto de la Colocación de cal al gusano.



Figura 27: Foto del Retiro del desecho orgánico



Figura 28: Foto del Retiro del sustrato viejo.



Figura 29: Foto de la desinfección del área de cría

#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el experimento se presentan a continuación:

##### 4.1 TERCERA EDAD

##### 4.1.1 Mortalidad

En el cuadro 8 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 4,75%.

CUADRO 8. Análisis de varianza para la variable mortalidad en tercera edad.

<b>F.V.</b>	<b>G1</b>	<b>CM</b>	<b>Significancia</b>
Modelo	13	1591,08	**
Repetición	2	0,53	ns
dosis	3	6270,77	**
área	2	369,44	**
dosis*áreas	6	188,63	**
Error	22	1,10	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### **4.1.1.1 Dosis**

La dosis dos y uno, son las que tienen menor mortalidad y comparten el rango A, con medias de mortalidad de 2,67 y 3,22, respectivamente. La dosis tres ocupa el rango B, con una media de 23,78 y; la dosis cuatro con una media de 58,89 ocupa el rango C (Cuadro 9).

CUADRO 9. Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en tercera edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	2,67	A
1	3,22	A
3	23,78	B
4	58,89	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.1.2 Áreas

El área tres, es la que tiene menor mortalidad y ocupa el rango A, con una media de 15,75. Las áreas dos y uno comparten el rango B con una media de mortalidad más alta de 24,92 y 25,75, respectivamente (Cuadro 10).

CUADRO 10. Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en tercera edad.

Área	Medias	Rangos*
3	15,75	A
2	24,92	B
1	25,75	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.2 Número Final de Gusanos

En el cuadro 11 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas a excepción de repeticiones que es no significativo. El coeficiente de variación fue de 0,22%.

CUADRO 11. Análisis de varianza para la variable número final de gusanos vivos en tercera edad.

<b>F.V.</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>Significancia</b>
Modelo	13	1591,08	**
Repetición	2	0,53	ns
dosis	3	6270,77	**
área	2	369,44	**
dosis*áreas	6	188,63	**
Error	22	1,1	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### **4.1.2.1 Dosis**

La dosis dos y uno con una media de número final de gusanos de 497,33 y 496,78 ocupan el rango A respectivamente, la dosis cuatro tiene el menor número final de gusanos vivos con una media de 441,11 (Cuadro 12).

CUADRO 12. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de gusanos vivos en tercera edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	497,33	A
1	496,78	A
3	476,22	B
4	441,11	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.2.2 Áreas

El área tres ocupa el rango A, con una media de 484,25, mientras que el área dos y uno tienen menor número final de gusanos vivos y comparten el rango B, con medias de 475,08 y 474,25 respectivamente (Cuadro 13).

CUADRO 13. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de gusanos vivos en tercera edad.

Área	Medias	Rangos*
3	484,25	A
2	475,08	B
1	474,25	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## 4.2 CUARTA EDAD

#### 4.2.1 Mortalidad

En el cuadro 14 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 9,89%.

CUADRO 14. Análisis de varianza para la variable mortalidad en cuarta edad.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	299,55	**
Repetición	2	0,44	ns
Dosis	3	957,74	**
Área	2	161,78	**
dosis*áreas	6	116,07	**
Error	22	1,17	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

##### 4.2.1.1. Dosis

La dosis dos y uno presentan la misma mortalidad y comparten el rango A, con medias de 2,11 respectivamente y la dosis cuatro ocupa el rango C con una media de 21,67 (Cuadro 15).

CUADRO 15. Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en cuarta edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	2,11	A
1	2,11	A
3	17,89	B
4	21,67	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.2.1.2. Áreas

El área tres y dos presentan las mortalidades más bajas y comparten el rango A, con medias de 8,5 a 9,17 respectivamente. El área tres ocupa el rango B, con una media de mortalidad de 15,17 (Cuadro 16).

CUADRO 16. Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en cuarta edad.

Área	Medias	Rangos*
3	8,5	A
2	9,17	A
1	15,17	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.2.2 Número Inicial de Gusanos

En el cuadro 17 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 0,22%

CUADRO 17. Análisis de varianza para la variable número inicial de gusanos vivos en cuarta edad.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	1591,08	**
Repetición	2	0,53	ns
dosis	3	6270,77	**
área	2	369,44	**
dosis*áreas	6	188,63	**
Error	22	1,1	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.2.2.1. Dosis

La dosis dos y uno comparten el rango A con unas medias de 497,33 y 496,78 respectivamente y la dosis cuatro presenta el menor número inicial de gusanos y ocupa el rango C, con una media de 441,11 (Cuadro 18).

CUADRO 18. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número inicial de gusanos vivos en cuarta edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	497,33	A
1	496,78	A
3	476,22	B
4	441,11	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.2.2.2. Áreas

El área tres ocupa el rango A, con una media de 484,25 mientras que el área dos y uno comparten el rango B, con medias de 475,08 y 474,25 respectivamente (Cuadro 19).

CUADRO 19. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número inicial de gusanos vivos en cuarta edad.

Área	Medias	Rangos*
3	484,25	A
2	475,08	B
1	474,25	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.2.3 Número Final de Gusanos

En el cuadro 20 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 0,38%

CUADRO 20. Análisis de varianza para la variable número final de gusanos vivos en cuarta edad.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	3046,33	**
Repetición	2	0,08	ns
Dosis	3	11695,66	**
Área	2	842,33	**
dosis*áreas	6	471,74	**
Error	22	3,2	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.2.3.1. Dosis

Las dosis dos y uno presentan el mayor número final de gusanos vivos en cuarta edad y comparten el rango A con unas medias de 495,22 y 494,67 respectivamente y la dosis cuatro presenta el menor número final de gusanos con media de 419,44 (Cuadro 21).

CUADRO 21. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de gusanos vivos en cuarta edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	495,22	A
1	494,67	A
3	458,33	B
4	419,44	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.2.3.2. Áreas

El área tres ocupa el rango A en el número final de gusanos vivos con una media de 475,75 y el área uno presenta el menor número final de gusanos en cuarta edad y ocupa el rango C, con una media de 459,08 (Cuadro 22).

CUADRO 22. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de gusanos vivos en cuarta edad.

Área	Medias	Rangos*
3	475,75	A
2	465,92	B
1	459,08	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

### 4.3 QUINTA EDAD

#### 4.3.1. Mortalidad

En el cuadro 23 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis e interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 12,73%.

CUADRO 23. Análisis de varianza para la variable mortalidad en quinta edad.

F.V.	GI	CM	Significancia
Modelo	13	18,86	**
Repetición	2	3,08	*
Dosis	3	45,96	**
Área	2	0,58	ns
dosis*áreas	6	16,66	**
Error	22	1,27	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

\* = significativo

ns = no significativo

#### 4.3.1.1. Dosis

La dosis cuatro presenta la menor mortalidad en quinta edad y ocupa el rango A, con una media de 6,11 y la dosis uno ocupa el rango C con una media de 11,56 (Cuadro 24).

CUADRO 24. Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en quinta edad.

Dosis	Medias	Rangos*
4	6,11	A
3	8,33	B
2	9,33	B
1	11,56	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.3.1.2. Áreas

Las áreas uno, dos y tres ocupan el rango A, con medias de 8,67; 8,75 y 9,08 presentando mortalidades en quinta edad que son no significativas (Cuadro 25).

CUADRO 25. Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en quinta edad.

Áreas	Medias	Rangos
1	8,67	A
2	8,75	A
3	9,08	A

#### 4.3.2. Número Inicial de Gusanos

En el cuadro 26 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 0,38%.

CUADRO 26. Análisis de varianza para la variable número inicial de gusanos vivos en quinta edad.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	3046,33	**
Repetición	2	0,08	ns
Dosis	3	11695,66	**
Área	2	842,33	**

dosis*áreas	6	471,74	**
Error	22	3,2	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.3.2.1. Dosis

La dosis dos y uno ocupan el rango A con medias de 495,22 y 494,67 respectivamente y la dosis cuatro presenta el menor número inicial de gusanos vivos y ocupa el rango C, con una media de 419,44 (Cuadro 27).

CUADRO 27. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número inicial de gusanos vivos en quinta edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	495,22	A
1	494,67	A
3	458,33	B
4	419,44	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.3.2.2. Áreas

El área tres ocupa el rango A con una media de 475,75, el área dos ocupa el rango B y el área uno presenta el menor número inicial de gusanos vivos y ocupa el rango C, con una media de 459,08 (Cuadro 28).

CUADRO 28. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número inicial de gusanos vivos en quinta edad.

Área	Medias	Rangos*
3	475,75	A
2	465,92	B
1	459,08	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.3.3. Número Final de Gusanos

En el cuadro 29 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 0,39%

CUADRO 29. Análisis de varianza para la variable número final de gusanos vivos en quinta edad.

F.V.	GI	CM	Significancia
Modelo	13	2803,8	**
Repetición	2	4	ns
Dosis	3	10402,32	**
Área	2	799,75	**
dosis*áreas	6	605,82	**

Error	22	3,15	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.3.3.1. Dosis

La dosis dos ocupa el rango A con una media de 485,89. La dosis uno ocupa el rango B con una media de 483,11 y la dosis cuatro ocupa el rango D y presenta el menor número final de gusanos vivos con una media de 413,33 (Cuadro 30).

CUADRO 30. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de gusanos vivos en quinta edad.

Dosis	Medias	Rangos*
2	485,89	A
1	483,11	B
3	450,00	C
4	413,33	D

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.3.3.2. Áreas

El área tres ocupa el rango A con una media de 466,67 y el área uno comparte el rango C, con media de 450,42 (Cuadro 31).

CUADRO 31. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de gusanos vivos en quinta edad.

Área	Medias	Rangos*
3	466,67	A
2	457,17	B
1	450,42	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4 ENCAPULLADO

##### 4.4.1. Mortalidad

En el cuadro 32 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas a excepción de repeticiones que es no significativo. El coeficiente de variación fue de 5,2%

CUADRO 32. Análisis de varianza para la variable mortalidad en etapa de encapullado.

F.V.	GI	CM	Significancia
Modelo	13	106,5	**
Repetición	2	0,11	ns
dosis	3	102,77	**
área	2	161,69	**
dosis*áreas	6	125,44	**
Error	22	1,6	

Total	35		
-------	----	--	--

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.4.1.1. Dosis

La dosis uno representa la mortalidad más baja en etapa de encapullado y ocupa el rango A, con una media de 19,67 y la dosis cuatro ocupa el rango C con una media de 27,56 (Cuadro 33).

CUADRO 33. Prueba de Tukey para Dosis en la variable mortalidad en etapa de encapullado.

Dosis	Medias	Rangos*
1	19,67	A
3	24,22	B
2	25,78	B
4	27,56	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4.1.2. Áreas

El área uno presenta la menor mortalidad en etapa de encapullado y ocupa el rango A, con una media de 20,17 y el área dos ocupa el rango C con una media de 27,17 (Cuadro 34).

CUADRO 34. Prueba de Tukey para Áreas en la variable mortalidad en etapa de encapullado.

Área	Medias	Rangos*
1	20,17	A
3	25,58	B
2	27,17	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4.2. Número Inicial de Gusanos

En el cuadro 35 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, área y la interacción dosis\*áreas a excepción de repeticiones que es no significativo. El coeficiente de variación fue de 0,39%.

CUADRO 35. Análisis de varianza para la variable número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	2803,8	**
Repetición	2	4,00	ns
dosis	3	10402,32	**
área	2	799,75	**
dosis*áreas	6	605,82	**

Error	22	3,15	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.4.2.1. Dosis

La dosis dos ocupa el rango A con una media de 485,89. La dosis uno ocupa el rango B con una media de 483,11 y la dosis cuatro presenta el menor número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado y ocupa el rango D, con una media de 413,33 (Cuadro 36).

CUADRO 36. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado.

Dosis	Medias	Rangos*
2	485,89	A
1	483,11	B
3	450,00	C
4	413,33	D

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4.2.2. Áreas

El área tres ocupa el rango A con una media de 466,67 y el área uno presenta el menor número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado y ocupa el rango C, con una media de 450,42 (Cuadro 37).

CUADRO 37. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número inicial de gusanos vivos en etapa de encapullado.

Área	Medias	Rangos*
3	466,67	A
2	457,17	B
1	450,42	C

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4.3. Número Final de Capullos

En el cuadro 38 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 0,42%.

CUADRO 38. Análisis de varianza para la variable número final de capullos en etapa de encapullado.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	3166,8	**
Repetición	2	5,44	ns
dosis	3	11824,67	**
área	2	480,53	**
dosis*áreas	6	787,08	**

Error	22	3,26	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.4.3.1. Dosis

La dosis uno ocupa el rango A con una media de 463,44. La dosis dos ocupa el rango B con una media de 460,11 y la dosis cuatro presenta el menor número final de capullos en etapa de encapullado y ocupa el rango D, con media de 385,78 (Cuadro 39).

CUADRO 39. Prueba de Tukey para Dosis en la variable número final de capullos en etapa de encapullado.

Dosis	Medias	Rangos*
1	463,44	A
2	460,11	B
3	425,78	C
4	385,78	D

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.4.3.2. Áreas

El área tres ocupa el rango A, con una media de 441,08. El área uno y dos presentan el menor número final de capullos en etapa de encapullado y comparte el rango B, con media de 430,25 y 430 respectivamente (Cuadro 40).

CUADRO 40. Prueba de Tukey para Áreas en la variable número final de capullos en etapa de encapullado.

Área	Medias	Rangos*
3	441,08	A
1	430,25	B
2	430,00	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

## 4.5 ANÁLISIS DE CAPULLO

### 4.5.1 Peso de Capullos de Primera

En el cuadro 41 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación dosis y áreas a excepción de repeticiones que es significativo. El coeficiente de variación fue de 7,65%.

CUADRO 41. Análisis de varianza para la variable peso de capullos de primera en etapa de análisis de capullo.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	12294,58	**
Repetición	2	6009,12	*
dosis	3	22675,91	**
Lineal	1	54087,63	**
área	2	34796,88	**

dosis*áreas	6	1698,3	ns
Error	22	1520,41	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

\* = significativo

ns = no significativo

#### 4.5.1.1 Dosis

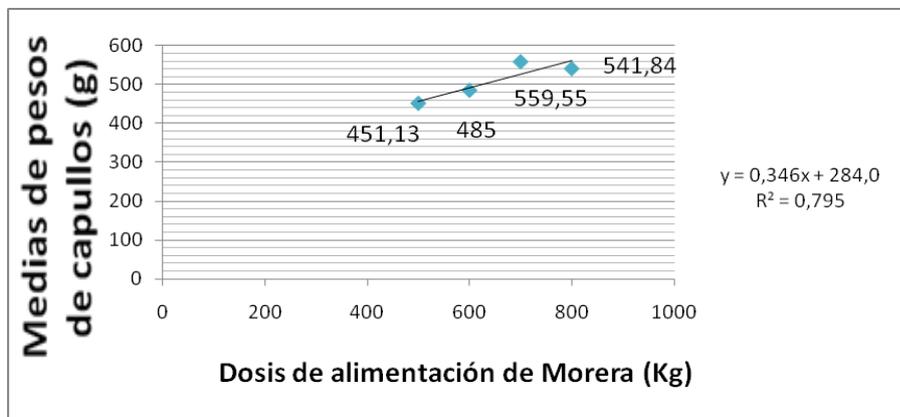
La dosis tres y cuatro ocupan el rango A, con una media de capullos buenos de 559,55 y 541,84 respectivamente y las dosis dos y uno presentan los datos más bajos en capullos de primera según el análisis de capullo y comparte el rango B, con medias de 485 y 451,13 (Cuadro 42).

CUADRO 42. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos de primera en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos*
3	559,55	A
4	541,84	A
2	485,00	B
1	451,13	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

De acuerdo a los polinomios significativos, la regresión lineal presenta un  $R^2$  de 79.5% (Figura 30), de influencia de las dosis en el peso de capullos de primera. Donde nos muestra que a mayor dosis obtendremos mayor peso de capullos de primera en la cría del gusano de seda.



**Figura 30.** Regresión lineal entre dosis y medias en la variable peso de capullos de primera.

#### 4.5.1.2 Áreas

El área tres ocupa el rango A, con una media de 567,2, mientras que el área dos y uno presentan el menor número de capullos de primera y comparten el rango B, con media de 500,29 y 460,66 respectivamente (Cuadro 43).

CUADRO 43. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos de primera en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos*
3	567,20	A
2	500,29	B

1	460,66	B
---	--------	---

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.5.2 Peso de Capullos de Segunda

En el cuadro 44 se observa que existen diferencias estadísticas significativas para las fuentes de variación dosis y áreas al igual que el polinomio ortogonal lineal es significativo. La fuente de variación fue de 16,94%

CUADRO 44. Análisis de varianza para la variable peso de capullos de segunda en etapa de análisis de capullo.

F.V.	Gl	CM	Significancia
Modelo	13	3076,02	ns
Repetición	2	796,26	ns
dosis	3	8630,47	*
Lineal	1	25839,42	*
área	2	5060,11	*
dosis*áreas	6	397,36	ns
Error	22	1471,93	
Total	35		

\* = significativo

ns = no significativo

##### 4.5.2.1 Dosis

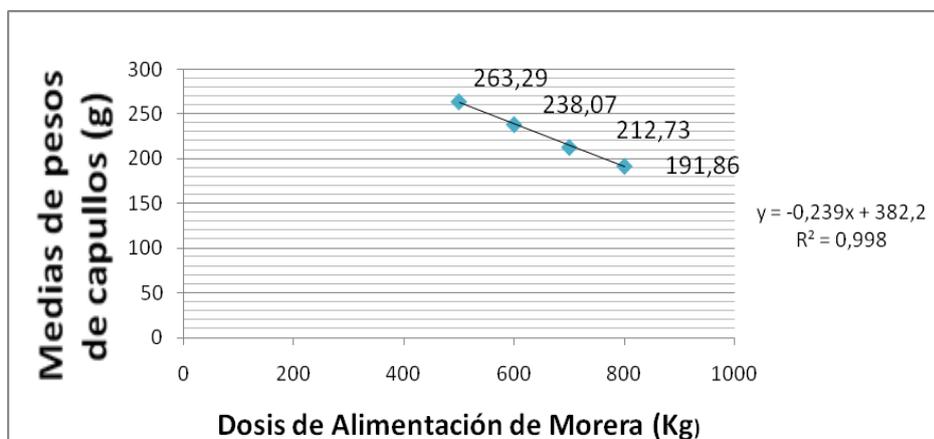
La dosis cuatro y tres presentan el menor número de capullos de segunda y comparte el rango A, con medias de 191,86 y 212,73 y la dosis uno ocupa el rango B con una media de 263,29 (Cuadro 45).

CUADRO 45. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos de segunda en etapa de análisis de capullo.

<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos*</b>
4	191,86	A
3	212,73	A
2	238,07	A B
1	263,29	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

De acuerdo a los polinomios significativos, la regresión lineal presenta un  $R^2$  de 99,8% (Figura 31), de influencia de las dosis en el peso de capullos segunda. Lo cual representa que entre mayor sea la dosis de alimentación de morera en la cría menor será el peso de capullos de segunda.



**Figura 31.** Regresión lineal entre dosis y medias en la variable peso de capullos de segunda

#### 4.5.2.2 Áreas

El área uno, dos y tres presentan datos no significativos de capullos de segunda y comparten el rango A con medias de 202,84; 236,80 y 239,82 respectivamente (Cuadro 46).

CUADRO 46. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos de segunda en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos
3	202,84	A
2	236,80	A
1	239,82	A

### 4.5.3 Peso de Capullos Dobles

En el cuadro 47 se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para todas las fuentes de variación, a excepción de área que es significativo. El polinomio ortogonal lineal presenta datos no significativos para Dosis. El coeficiente de variación fue de 17,18%.

CUADRO 47. Análisis de varianza para la variable peso de capullos dobles en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GL	CM	Significancia
Modelo	13	311,72	ns
Repetición	2	104,67	ns
dosis	3	144,17	ns
Lineal	1	9,86	ns
Cuadrática	1	167,49	ns
área	2	1356,67	*
dosis*área	6	116,21	ns
Error	22	149,56	
Total	35		

\* = significativo

ns = no significativo

#### 4.5.3.1 Dosis

La dosis uno, tres, cuatro y dos presentan datos no significativos en el peso de capullos dobles y comparten el rango A, con medias de 34,08; 36,95; 37,86 y 43,62 (Cuadro 48).

CUADRO 48. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos dobles en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos
1	34,08	A
3	36,95	A
4	37,86	A
2	43,62	A

#### 4.5.3.2 Áreas

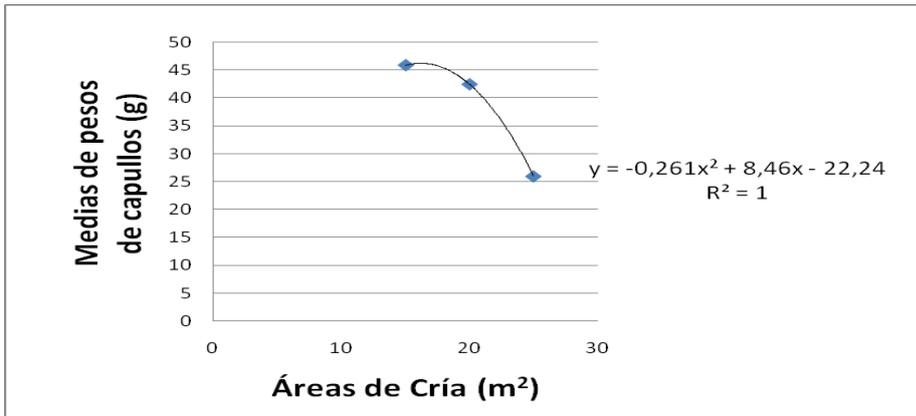
El área tres presenta el menor peso de capullos dobles y ocupa el rango A, con una media de 26,01 y el área dos y uno comparten el rango B, con medias de 42,48 y 45,89 (Cuadro 49).

CUADRO 49. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos dobles en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos*
3	26,01	A
2	42,48	B
1	45,89	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

De acuerdo a los polinomios significativos, la regresión polinómica presenta un  $R^2$  de 100% (Figura 32), donde nos muestra que entre mayor sea el área de cría menor será el peso de capullos dobles, pero no sabemos con exactitud la tendencia ya que solo contamos con tres puntos.



**FIGURA 32.** Regresión polinómica entre áreas y medias en la variable peso de capullos dobles.

#### 4.5.4 Peso de Capullos de Desecho

En el cuadro 50 se observa que no existen diferencias significativas para todas las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 24,13%.

CUADRO 50. Análisis de varianza para la variable peso de capullos de desecho en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GL	CM	Significancia
Modelo	13	40,37	ns
Repetición	2	9,43	ns
dosis	3	67,39	ns
área	2	43,1	ns
dosis*área	6	36,26	ns
Error	22	41,36	
Total	35		

ns = no significativo

#### 4.5.4.1 Dosis

En el cuadro 51 se observa un rango de significación para esta variable. La dosis cuatro, uno, dos y tres en relación al peso de capullos de desecho comparten el rango A, con medias de 6,88; 9,18; 10,88 y 13,36 respectivamente.

CUADRO 51. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos de desecho en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos
4	6,88	A
1	9,18	A
2	10,88	A
3	13,36	A

#### 4.5.4.2 Áreas

El área tres, dos y uno presentan datos no significativos en el peso del capullos de desecho y comparten el rango A, con medias de 8,45; 9,62 y 12,16 respectivamente (Cuadro 52).

CUADRO 52. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos de desecho en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos
3	8,45	A
2	9,62	A
1	12,16	A

#### 4.5.5 Peso de Capullos Manchados

En el cuadro 53 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variación dosis, mientras que en las fuentes de variación área e interacción dosis\*áreas no existen diferencias significativas. El polinomio ortogonal lineal es altamente significativo y el coeficiente de variación presenta el valor de 18,22%.

CUADRO 53. Análisis de varianza para la variable peso de capullos manchados en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GI	CM	Significancia
Modelo	13	1974,59	*
Repetición	2	66,69	ns
dosis	3	7212	**
Lineal	1	21168,36	**
área	2	941,36	ns
dosis*áreas	6	336,25	ns
Error	22	424,63	
Total	35		

\*\* = altamente significativo

\* = significativo

ns = no significativo

##### 4.5.5.1 Dosis

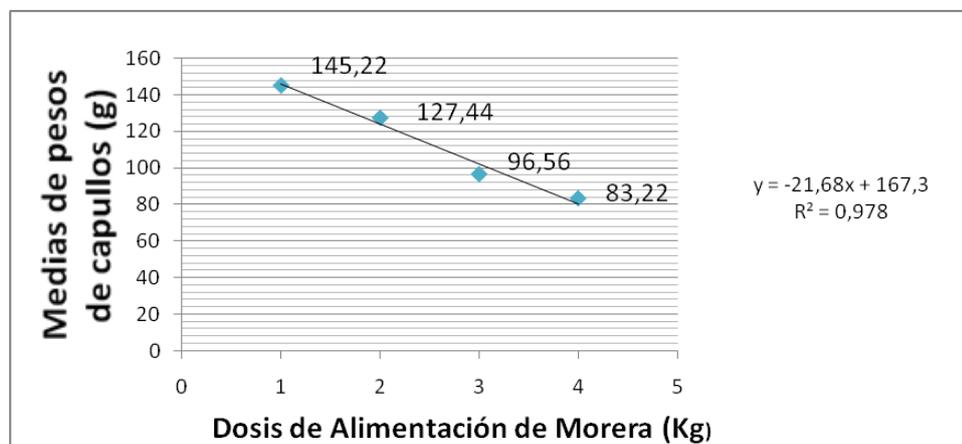
La dosis cuatro y tres presenta el menor peso de capullos manchados y ocupan el rango A con medias de 83,22 y 96,56 y la dosis dos y uno comparten el rango B con medias de 127,44 y 145,22 (Cuadro 51).

CUADRO 54. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos manchados en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos*
4	83,22	A
3	96,56	A
2	127,44	B
1	145,22	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

De acuerdo a los polinomios significativos, la regresión lineal presenta un  $R^2$  de 97,8% (Figura 33), de influencia de las dosis en el peso de capullos manchados; es decir mientras mayor sea la dosis de alimentación durante la cría, menor será el peso de capullos manchados.



**Figura 33.** Regresión lineal entre dosis y medias en la variable peso de capullos manchados.

#### 4.5.5.2 Áreas

El área tres, dos y uno presentan datos no significativos en el peso de capullo manchados y comparten el rango A, con medias de 102,92; 117,5 y 118,92 respectivamente (Cuadro 55).

CUADRO 55. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos manchados en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos
3	102,92	A
2	117,50	A
1	118,92	A

#### 4.5.6 Peso de Capullos Blandos

En el cuadro 56 se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para todas las fuentes de variación dosis, áreas e interacción dosis\*áreas.

El coeficiente de variación fue de 24,63%.

CUADRO 56. Análisis de varianza para la variable peso de capullos blandos en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GI	CM	Significancia
Modelo	13	1,07	ns
Repetición	2	0,58	ns
dosis	3	0,92	ns
área	2	0,75	ns
dosis*áreas	6	1,42	ns
Error	22	1,49	
Total	35		

ns = no significativo

#### 4.5.6.1 Dosis

La dosis dos, cuatro, uno y tres presentan datos no significativos y comparten el rango A, con medias de 1,22; 1,56; 1,56 y 2 respectivamente (Cuadro 57).

CUADRO 57. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos blandos en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos
2	1,22	A
4	1,56	A
1	1,56	A
3	2,00	A

#### 4.5.6.2 Área

El área uno, dos, y tres presentan datos no significativos en el peso de capullos blandos y comparten el rango A, con medias de 1,33; 1,58 y 1,83 respectivamente (Cuadro 58).

CUADRO 58. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos blandos en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos
1	1,33	A
2	1,58	A
3	1,83	A

#### 4.5.7 Peso de Capullos Pequeños

En el cuadro 59 se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 33,88%.

CUADRO 59. Análisis de varianza para la variable peso de capullos pequeños en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GI	CM	Significancia
Modelo	13	18,77	ns
Repetición	2	24,53	ns
Dosis	3	25,58	ns
Área	2	46,36	ns
dosis*áreas	6	4,25	ns
Error	22	11,26	
Total	35		

ns = no significativo

#### 4.5.7.1 Dosis

La dosis tres, cuatro, dos y uno presentan datos no significativos y comparten el rango A con medias de 2,78; 3,22; 4,22 y 6,56 respectivamente (Cuadro 60).

CUADRO 60. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos pequeños en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos
3	2,78	A
4	3,22	A
2	4,22	A
1	6,56	A

#### 4.5.7.2 Áreas

El área uno presenta el menor peso de capullos pequeños y ocupa el rango A con una media de 2,33 mientras que el área dos comparte el rango A y B con una media de cuatro y el área uno presenta el mayor peso de capullos pequeños ocupando el rango B con una media de 6,25 (Cuadro 61).

CUADRO 61. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos pequeños en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos*
3	2,33	A
2	4,00	A B
1	6,25	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.5.8 Peso de Capullos Deformes

En el cuadro 62 se observa que no existen diferencias significativas para las fuentes de variación dosis, áreas y la interacción dosis\*áreas. El coeficiente de variación fue de 32,52%.

CUADRO 62. Análisis de varianza para la variable peso de capullos deformes en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GL	CM	Significancia
Modelo	13	1,68	ns
Repetición	2	1,44	ns
dosis	3	4,40	ns
área	2	0,19	ns
dosis*áreas	6	0,9	ns
Error	22	2,41	ns
Total	35		

ns = no significativo

#### 4.5.8.1 Dosis

La dosis cuatro, uno, dos y tres presentan datos no significativos y comparten el rango A con medias de 0,44; 1,67; 1,78 y 2 respectivamente (Cuadro 63).

CUADRO 63. Prueba de Tukey para Dosis en la variable peso de capullos deformes en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos
4	0,44	A
1	1,67	A
2	1,78	A
3	2,00	A

#### 4.5.8.2 Áreas

El área tres, uno y dos presentan datos no significativos y comparten el rango A con medias de 1,33; 1,5 y 1,58 respectivamente (Cuadro 64).

CUADRO 64. Prueba de Tukey para Áreas en la variable peso de capullos deformes en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos
3	1,33	A
1	1,50	A
2	1,58	A

#### 4.6 GRADO DE CAPULLO

En el cuadro 65 se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para las interacción dosis\*áreas, a excepción de dosis y áreas que presentan diferencias estadísticas son significativas. El polinomio ortogonal lineal es altamente significativo. El coeficiente de variación fue de 4,71%.

.CUADRO 65. Análisis de varianza para la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.

F.V.	GL	CM	Significancia
Modelo	13	68,02	*
Repetición	2	11,03	ns
dosis	3	118,22	*
Lineal	1	352,8	*
área	2	149,53	*
dosis*áreas	6	34,75	ns
Error	22	18,57	
Total	35		

\* = significativo

ns = no significativo

#### 4.6.1 Dosis

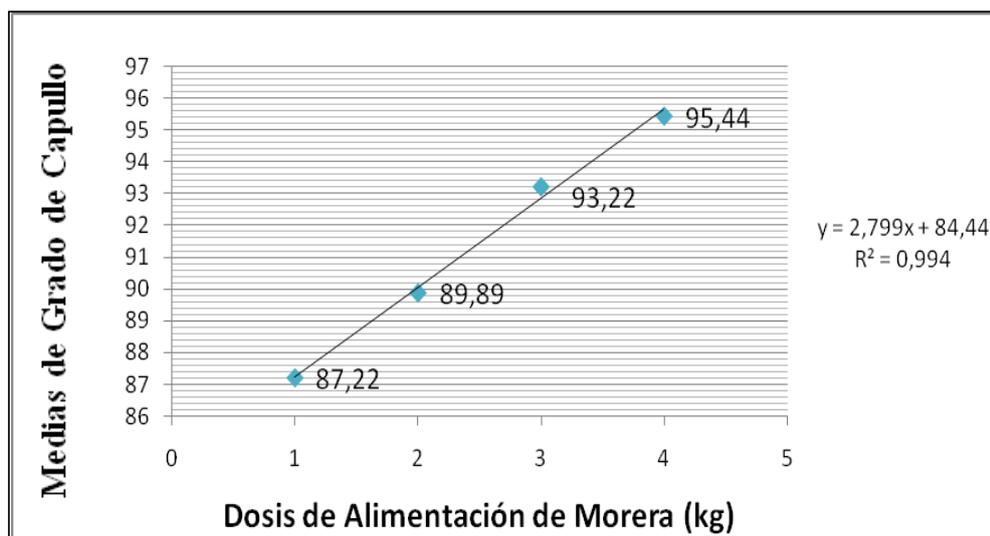
La dosis cuatro y tres comparten el rango A con medias de 95,44 y 93,22 respectivamente. La dosis dos ocupa el rango A-B con una media de 89,89 y la dosis uno presenta el menor grado de análisis de capullo con una media de 87,22 (Cuadro 66).

CUADRO 66. Prueba de Tukey para Dosis en la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.

Dosis	Medias	Rangos*
4	95,44	A
3	93,22	A
2	89,89	A B
1	87,22	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

De acuerdo a los polinomios significativos, la regresión lineal presenta un  $R^2$  de 99,4% (Figura 34), de influencia de las dosis en el grado de capullo, lo cual nos indica que entre más sea la dosis de alimentación en la cría del gusano de seda mejor será el grado de capullo.



**Figura 34.** Regresión lineal entre dosis y medias en la variable grado de capullos.

#### 4.6.2 Áreas

Las áreas tres y dos comparten el rango A con medias de 94 y 92,92 respectivamente mientras que el área uno presenta el menor grado de capullo y ocupa el rango B con una media de 87,42 (Cuadro 67).

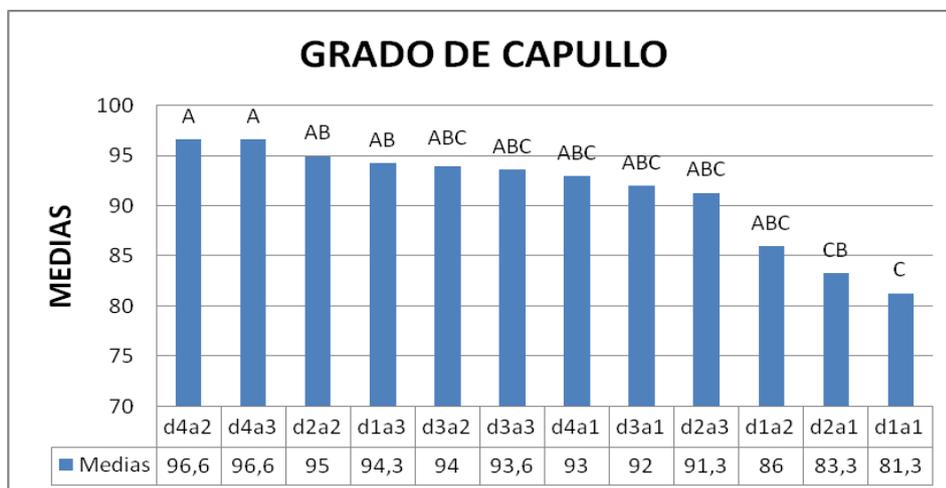
CUADRO 67. Prueba de Tukey para Áreas en la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.

Área	Medias	Rangos*
3	94	A
2	92,92	A
1	87,42	B

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6.3 Dosis \* Áreas

En la figura 35 se observan tres rangos de significación para la interacción Dosis \* Áreas. La d1a1 es la que presenta el menor grado de capullo con una media de 81,33, mientras que la d4a3 y d4a2 presentan el mayor grado de capullo con una media de 96,67.



**Figura 35.** Prueba de Tukey para Dosis \* Áreas en la variable grado de capullo en etapa de análisis de capullo.

#### 4.7 ANÁLISIS COMBINADO DENTRO DE EDADES CON DOSIS Y ÁREAS EN LA VARIABLE MORTALIDAD.

En el cuadro 68 se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación edad, dosis, áreas, interacción dosis\*áreas, interacción Edad\*dosis, interacción Edad\*área y la interacción Edad\*dosis\*área a excepción de repeticiones dentro de edades que no es significativa. El coeficiente de variación fue de 7,77%

CUADRO 68. Análisis de varianza combinado dentro de edades con dosis y áreas para la variable mortalidad.

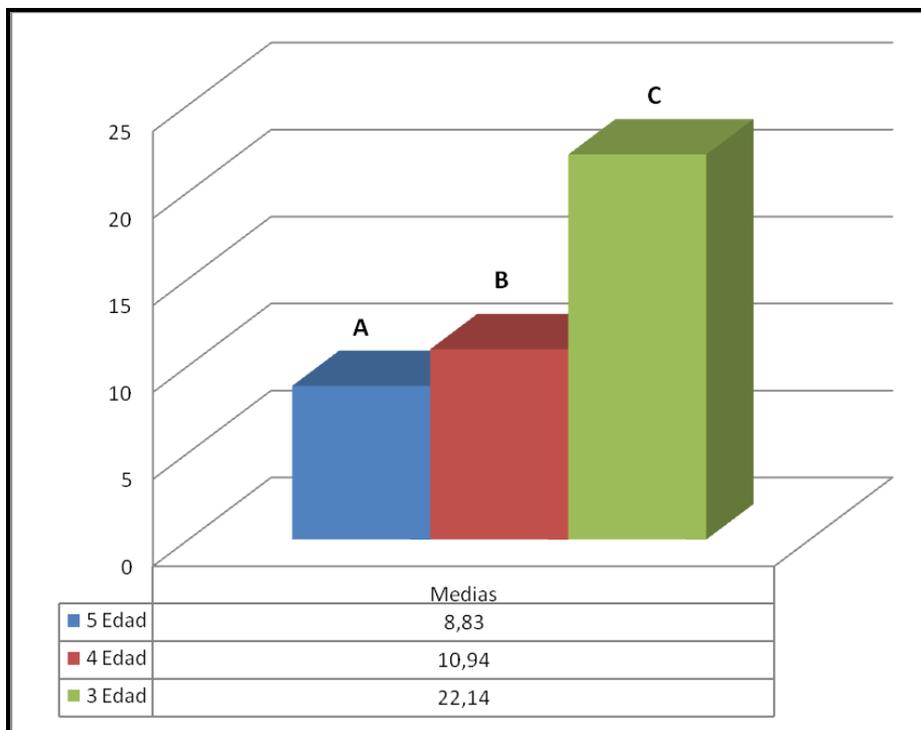
F.V.	GL	CM	Significancia
Modelo	41	695,24	**
Edad	2	1840,86	**
Edad>rep	6	1,35	ns
dosis	3	3467,44	**
área	2	266,58	**
dosis*áreas	6	201,94	**
Edad*dosis	6	1903,52	**
Edad*área	4	132,61	**
Edad*dosis*área	12	59,71	**
Error	66	1,18	
Total	107		

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

#### 4.7.1. Edades

En la figura 36 se observa tres rangos de significación para Edades. La quinta Edad presenta la menor mortalidad con una media de 8,83 y ocupa el rango A, mientras que la edad cuatro ocupa el rango B con una mortalidad media de 10,94 y la edad tres presenta la mortalidad más alta con una media de 22,14 ocupando el rango C.



**Figura 36.** Prueba de Tukey para Edades en la variable mortalidad.

#### **4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial según Perrín et al (1976), se procedió a obtener el beneficio bruto, determinando en primer lugar la producción de capullo bueno seleccionado, capullo de segunda y capullo doble por cada tratamiento multiplicando estas producciones por el precio dado a cada clasificación de capullo (Anexo 8), luego se sumó los valores correspondientes y se determinó el beneficio bruto (Anexo 8).

A continuación se obtuvo el beneficio neto de la diferencia del beneficio bruto con el costo variable para cada tratamiento, como se observa en el anexo 8.

En el anexo 9 se observa el análisis de dominancia en el cual se colocó el costo variable para tratamientos en orden decreciente, acompañados de los beneficios netos, de este análisis se determinaron que los tratamientos no dominados fueron T1, T2, T3, T5, T6, T8, T9 y T12.

Como se observa en el anexo 10 con los tratamientos no dominados se procedió a establecer el análisis marginal, en el cual se obtuvo para T5 482,76%, T8 137,25% y T12 10,23%.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. TERCERA EDAD

La tercera edad es considerada por muchos autores como la edad más difícil de la cría del gusano de seda ya que al encontrarse en condiciones favorables en el laboratorio cuando sale al campo de cría con condiciones diferentes se afecta aumentando el porcentaje de mortalidad.

Durante la investigación se presentó una superioridad numérica estadística entre tratamientos, donde el tratamiento d4a1 (800 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó la mortalidad más alta con media de 66,00 larvas muertas, mientras que el tratamiento d1a3 (500 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó la mortalidad más baja con una media de 4,67 larvas muertas; estos resultados se dieron a que el aumento de alimentación y el área pequeña de cría provocó que algunos gusanos se quedaran debajo del sustrato y no alcanzaron a salir a alimentarse de las hojas nuevas y frescas provocando el alto índice de mortalidad, concordando con Cifuentes y Sohn (1998) quienes señalan que los gusanos necesitan adecuada luminosidad dentro del área de cría, las larvas cuando se encuentran a oscuras no suben a comer morera y prefieren quedarse dentro del sustrato, mientras que en lugares bien iluminados, los gusanos suben a comer morera fresca al igual que indican que se necesita realizar ampliaciones permanentes al área de cría del gusano para evitar desaparejarlos provocando baja producción de capullos debido a su veloz crecimiento.

La duración en tiempo de la tercera edad no presentó diferencias significativas pero se pudo observar (anexo 5) que los tratamientos d4a1, d4a2, d4a3, d3a1, d3a2, d3a3 presentaron menor duración que los tratamientos d2a1, d2a2, d2a3, d1a1, d2a2, d3a3, encontrándose con datos de 72 y 86 horas respectivamente a diferencia de lo que afirman Salice, Soria y Avendaño (2001), quienes mencionan que la tercera edad dura 96 horas, bajo condiciones controladas en laboratorio por lo que comprobamos que en Ecuador en la zona de Santo Domingo el desarrollo del gusano de seda bajo condiciones naturales en época lluviosa es más rápido, por lo cual se podría planificar una cría más al año a diferencia de otras zonas, cabe mencionar que estos resultados se dieron a que el aumento de la humedad y la disminución de temperatura influyeron en su crecimiento, pues en la caseta de cría con temperaturas de 21,7 grados centígrados y humedad de 93%, difiere a lo que mencionan Cifuentes y Sohn (1998) quienes señalan que la condición aceptable de temperatura es de 25 grados centígrados y 80% de humedad y si la temperatura baja y la humedad aumenta, disminuye el crecimiento larval alargando su ciclo.

## **5.2. CUARTA EDAD**

Durante la investigación se presentó una ligera superioridad numérica en la mortalidad en cuarta edad pero no estadísticamente entre los tratamientos, aunque los resultados nos indican que la dosis dos y el área tres presentó la mortalidad más baja con una media de 2,67 larvas muertas tal como ocurrió en la tercera edad, mientras que la dosis cuatro y el área uno presentó la mortalidad más alta con una media de 35,67 larvas muertas, esto ocurre que al aumentar la dosis y en una área reducida ocasiona que los gusanos de seda queden debajo de las hojas de morera y no salgan a la luz, y al

momento de realizar los cambios de cama los gusanos se quedan junto al material de desecho provocando enfermedades y aumentando el número de gusanos quedados en la cría, concordando con Cifuentes y Sohn (1998) quienes señalan que los gusanos necesitan adecuada luminosidad, y que en la oscuridad las larvas no suben a comer prefiriendo quedarse debajo de las hojas; mientras que si hay iluminación los gusanos suben a comer morera en forma normal. Además, mencionan que los gusanos al estar en lugares estrechos aumentan la posibilidad de desaparecer debido a su veloz crecimiento, aumentando la mortalidad y formando capullos pequeños.

Salice, Soria y Avendaño (2001), señalan que la cuarta edad dura de 84 a 96 horas. Aunque el ciclo larval no presentó diferencias significativas en la duración en horas, se pudo observar (Anexo 5) que los tratamientos que recibieron la menor dosis presentaron un ciclo de 90 a 100 horas de duración y los que recibieron dosis más altas presentaron un tiempo menor de 72 a 78 horas, a pesar que las altas dosis de alimentación de morera presentaron alta mortalidad, las larvas terminaron su desarrollo en 72 horas a diferencia de las de menor dosis corroborando con Duarte y Mercado (2001) que indican que el gusano consume altas cantidades de morera en cuarta edad debido a su rápido crecimiento siendo importante que no falte hoja en el área de cría ya que provocaría retraso en su desarrollo larval. Cabe considerar que el área no influyó en el ciclo larval.

### **5.3. QUINTA EDAD**

Durante esta etapa se presentaron diferencias significativas en la mortalidad entre tratamientos, diferente de las otras edades ya que el tratamiento d4a1 (800 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó

menor mortalidad con una media de 5,67 diferente al tratamiento d1a3 que presentó la mortalidad más alta en esta edad con una media de 14,67, debido a que los gusanos que recibieron menor alimentación y con una mayor área de cría crecieron velozmente y necesitaron mayor cantidad de alimento, concordando con Cifuentes (2007) quienes señalan que en las camas de cría en quinta edad el gusano no debe dejar de consumir alimento ya que la necesita para la formación del hilo de seda. (independiente de otros factores como aseo, temperatura, humedad, ventilación).

Cabe mencionar que a pesar de que no existe alta diferencia, la media de mortalidad en quinta edad que se presentó en la investigación fue de 8,83% lo cual representa un porcentaje menor, a la pérdida que se tolera en esta edad, debido a que el gusano se alimentó con morera de calidad producto que presenta buen tamaño y peso de hojas; con un adecuado programa de fertilización y que se encuentra en condiciones favorables para su crecimiento; además del manejo adecuado que se dio al gusano para su desarrollo normal. Durante la investigación se registró humedad de 85% y temperatura de 25 grados durante la quinta edad con una mortalidad menor al 10% a diferencia de lo que afirma Cifuentes (1997), quien indica que la humedad óptima en la quinta edad es de 70% y de 22 a 23 grados centígrados de temperatura para presentar una mortalidad aceptable del 11%. La baja mortalidad en condiciones naturales en la época lluviosa de Santo Domingo de los Tsáchilas nos garantiza una mayor producción de capullos de seda.

Salice, Soria y Avendaño (2001), señalan que la quinta edad dura un promedio de 180 horas (Anexo 5). Aunque el ciclo larval no presentó diferencias significativas en la duración en días, se pudo observar que los tratamientos que recibieron mayor dosis de morera presentaron un ciclo de 148 horas, lo que nos indica que bajo las condiciones que se presentaron en la zona de ensayo la cría de gusano de seda se dio en menor

tiempo, siendo una ventaja frente a otros sectores, lo que permitiría desarrollar un plan para obtener una cría más al año.

Hanada y Watanabe citado por Cifuentes (2007), afirman que el gusano de seda en quinta edad cuando consume toda la hoja de morera se lo califica como activo, si se alimenta de la hoja y se observa un sobrante del 10% en la nervadura se lo califica como normal y si se observa más del 10% de la hoja y nervadura en el área de cría se lo califica como lento; durante la investigación se pudo observar que el gusano en todos los tratamientos consumió toda la hoja suministrada en quinta edad calificándolo al gusano como activo en su ingestión, demostrando que el gusano en quinta edad consumió alta cantidad de morera; por lo tanto, se debería disminuir la dosis en tercera y cuarta edad para bajar mortalidad y aumentar el alimento en quinta edad para garantizar alta producción.

#### **5.4. ENCAPULLADO**

Durante la investigación se obtuvo datos significativos de la mortalidad en la etapa de encapullado, según el análisis de varianza el tratamiento d4a2 (800 kg de morera y 20 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó mayor mortalidad a diferencia del tratamiento d1a1 (500 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) que presentó menor mortalidad, debido a que los gusanos que recibieron la dosis de alimentación alta al momento de pasar por la tercera y cuarta edad se contagiaron de enfermedades al quedarse debajo del sustrato y que se manifestaron en etapa de encapullado, corroborando con Cifuentes y Sohn (1998)

quienes señalan que los gusanos al no cuidarlos desde la primera hasta la quinta edad con adecuada hoja de morera, temperatura, humedad y luminosidad presentando futuros daños por enfermedades que aparecen en etapa de encapullado.

### **5.5. ANÁLISIS DE CAPULLO**

Cifuentes y Sohn (1997), afirman que todo el trabajo que se realiza en la cosecha de capullos tiene como objetivo evitar daños a los capullos y garantizar mejor calidad.

Para la variable capullos buenos el tratamiento d3a3 (700 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presenta la producción más alta de peso de capullos buenos seleccionados (Anexo 6), a diferencia del tratamiento d1a1 (500 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) que presenta el menor peso de capullos buenos, debido a que el alto porcentaje de mortalidad en la dosis uno provocó una baja producción de capullo; la regresión lineal (Figura 30) nos indica que si aumentamos dosis de morera la producción de capullo va aumentar y si disminuimos la dosis de morera y el área de cría disminuye la producción.

Al realizar el análisis de calidad de capullos de segunda en la investigación (Anexo 6) se observó que el tratamiento d1a1 (500 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó mayor peso de capullo de segunda mientras que el tratamiento d4a3 (800 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó el menor peso de capullos de segunda; en la figura 31 nos indica que a

mayor dosis de morera y área de cría el peso de capullo de segunda baja, otorgando mejor calidad a la producción de seda en la cría.

En la variable peso de capullos dobles observamos que el tratamiento d1a3 (500 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presenta menor peso de capullos dobles, mientras que el tratamiento d2a1 (600 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presenta mayor peso de capullos dobles en la cría, debido a que en mayor área de cría el gusano tiene amplitud para desarrollar su capullo, mientras que en área reducidas donde las larvas no tienen suficiente espacio se unen dos larvas para formar capullos dobles, bajando de esta manera la calidad en la producción de capullos.

En las variables peso de capullos de desecho, manchados y deformes, el tratamiento d4a3 (800 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presenta el menor peso de capullos con estas características; de acuerdo al análisis estadístico no existen diferencias significativas para dosis y áreas.

Aunque el análisis estadístico reporte que no hubo diferencias significativas en la variable peso de capullos blandos, observamos que el tratamiento d2a1 (600 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó el menor peso de capullos frente al tratamiento d3a3 (700 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) que presentó el mayor peso de capullos, lo cual nos indica que la cantidad de alimento suministrada y el área de cría no influyen en el peso de capullos blandos presentes en una cría de gusanos de seda, concordando con Soria, *et al.* (2001), quienes manifiestan que la forma del capullo es una característica

importante definida por el manejo de cría, sexo, medio ambiente, temperatura y humedad.

## **5.6. GRADO DE CAPULLO**

La producción de capullo de los tratamientos presentaron una superioridad numérica y estadística; según el análisis de calidad de capullo (Anexo 7) se determinó que la d1a1 (500 kg de morera y 15 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó el menor grado de capullo con una media de 81,33 puntos, mientras que la d4a3 (800 kg de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría para una caja de gusanos de seda) presentó el mayor grado de capullo con una media de 96,67 puntos (Figura 35), debido a que el tratamiento d4a3 presentó los mejores resultados con respecto a la cantidad de capullos de primera en 500 g, la porcentaje de bueno seleccionado y al porcentaje de seda bruta, corroborando con Cifuentes y Sohn (1997) quienes indican que el tamaño del capullo al igual que el manejo durante el encapullado influye mucho en la calidad de los capullos especialmente en el porcentaje devanable, seda bruta, mancha interna y externa.

## 5.7. ANÁLISIS ECONÓMICO

Según el análisis de presupuestos parciales de Perrín *et al.* (1976), el mejor tratamiento económicamente es el T8 (700 kg de alimentación de morera y 20 m<sup>2</sup> de área de cría) tal como lo muestra el anexo 8

Al comparar los costos de producción de los tratamientos T8: \$ 92,17 con una tasa de retorno marginal fue la mejor con respecto al tratamiento T12: \$ 93,57 cuya producción de capullo fue la más alta tenemos una diferencia de \$ 1,4 por caja de gusano de seda entre ambos tratamientos, lo que nos indica que es mejor producir capullos de calidad representando mejor rentabilidad para el agricultor.

## VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten destacar las siguientes conclusiones.

- En el tercer instar a menor dosis y a mayor área de cría reducimos el riesgo de mortalidad en una media de 4,67 y bajo condiciones de la zona se desarrollan en 72-86 horas.
- En la cuarta edad con dosis de 600 kg y áreas de cría altas (20-25 m<sup>2</sup>) la mortalidad baja en cuarta edad. Al manejar bajo estas condiciones se llega a una mortalidad de 2,67 y un tiempo de 90 horas.
- En la quinta edad el porcentaje de mortalidad aumenta cuando las dosis son bajas y las áreas son amplias. Concluyendo que a mayor dosis y menor área de cría se obtiene una mortalidad de 4,67 y un tiempo de 148 horas de etapa larval.
- En la etapa de encapullado el tratamiento d4a2 presentó mayor mortalidad a diferencia del tratamiento d1a1 que presentó menor mortalidad, concluyendo que en esta etapa la mortalidad es influenciada por la alimentación que se otorgó al gusano en etapa larval.
- El tratamiento T12 (800 kg de dosis de alimentación de morera y 25 m<sup>2</sup> de área de cría) obtuvo los mejores resultados en la producción de capullo y con respecto al análisis de capullo se llegó a la calificación más alta dentro de la clasificación (SUPER EXTRA).

- El tratamiento T8 (700 kg de dosis de alimentación de morera y 20 m<sup>2</sup> de área de cría) obtuvo los mejores resultados en el análisis económico.
- El tratamiento T9 presentó la mayor cantidad de peso de capullos buenos seleccionados, mientras que en el peso de capullos de segunda en donde se clasificó al capullo en blando, pequeño, deforme y manchado los resultados presentaron diferencias no significativas entre los tratamientos.
- Según los resultados obtenidos en el ensayo, utilizar en la edad tres dosis de 20 kilos de hoja de morera picada y ampliar al gusano en un área de hasta 6,8 m<sup>2</sup>, en la cuarta edad suministrar 110 kilos de hoja de morera y ampliar hasta un área de cría de 15,1 m<sup>2</sup> y en quinta edad proveer con 500 kilos de hoja de morera y ampliar hasta un área final de 20 m<sup>2</sup>, dando un total de 630 kilos durante la cría de gusano adulto (Anexo 11 – 12).

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Promover la producción de capullo de Seda en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas bajo una dosis de alimentación de morera de 630 kg y en un área de cría de 20 m<sup>2</sup> para una caja de gusanos.
- Establecer parámetros de costos de producción en la cría del gusano de seda en Ecuador y Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Efectuar ensayos tomando en cuenta como referencia los mejores tratamientos de esta investigación en localidades donde las condiciones para el cultivo de la morera y cría de gusano de seda sean aceptables y comparar los resultados.
- Realizar esta investigación en época seca para determinar si existe influencia en los resultados.
- Realizar ensayos sobre la influencia de temperatura y humedad en el desarrollo larval del gusano joven en la caseta de cría bajo condiciones naturales en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Realizar estudios en áreas de cría, donde las camas tienen cajones en los bordes y camas abiertas sin bordes para determinar si existen diferencias en la producción de capullo.

### VIII. RESUMEN

La zona tropical húmeda ecuatoriana posee condiciones favorables para la cría del gusano de seda en forma sustentable; los huevos de gusano de seda (*Bombyx mori* Variedad Pilamo 1) procedentes de Colombia se criaron adecuadamente y la utilización de morera (*Morus indica* Variedad Kanva 2) como alimento fundamental presenta hojas de calidad y de alta palatabilidad. Sin embargo, la sericultura en esta región, ha tenido un escaso nivel tecnológico y de poco conocimiento ya que no se ha dado importancia en ayudar al pequeño agricultor con mejores oportunidades para su ingreso económico de sus familias. En base a lo considerado, la presente investigación se estableció para evaluar la dosis de alimentación adecuada y el área de cría recomendable para la producción de capullos de seda de calidad.

El estudio se realizó entre los meses de Febrero y Abril del 2008, en la Hacienda Zoila Luz, en el área de experimentación del Proyecto de Sericultura del Convenio ESPE - IILA, en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería Agropecuarias de la ESPE, ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, Hda. "Zoila Luz", en el km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo. Ubicada geográficamente a 00° 24' 44" latitud Sur y 79° 18' 32" longitud Oeste a 296 metros sobre el nivel del mar, clasificada como zona ecológica b.h.T. (bosque húmedo tropical), con una temperatura media de 24,4 °C, una precipitación media anual de 2900.8 mm al año, humedad relativa de 89% y una insolación fuerte de 11.79 hora por día.

Se evaluó mortalidad en tercera edad, cuarta edad, quinta edad y encapullado, al igual que el peso larval, duración de cada instar, se tomo datos de temperatura y humedad, se realizó análisis de calidad, clasificación de capullos y la producción de capullos total según el grado de capullo obtenido, bajo dosis de alimentación de 500, 600, 700 y 800 kg y áreas de cría de 15, 20 y 25 m<sup>2</sup>.

La producción de capullos promedio por unidad experimental varió desde 678,25 g hasta 917,82 g de peso de capullo total, lo cual presentó diferencias altamente significativas. La mortalidad nos indica que fue más alta en la tercera edad con una media de 22,14 gusanos muertos en el tratamiento. El análisis de calidad presentó diferencias altamente significativas en el peso de capullo bueno seleccionado entre 451,13 y 559,55 g de peso de capullo; mientras que en el capullo de segunda, donde se clasificaron y analizaron capullos blandos, capullos pequeños, capullos deformes y capullos de desecho no se vio diferencias significativas.

Las dosis de alimentación de morera de 800 kg con áreas de 20 a 25 m<sup>2</sup> presentaron los mejores rendimientos en producción y según el análisis económico de Perrín *et al.* (1979), los tratamientos que presentaron el mayor costo beneficio fueron los T9: 35,15 %, T6: 23,01 % y T7: 19,15 % respectivamente.

Se concluye que la producción de capullo con dosis de 800 kg y área de 25 m<sup>2</sup> desarrolló capullos de alta calidad pero el análisis de costos nos indicó que el mejor tratamiento a utilizar es el de 700 kg de hoja de morera con un área de cría de 20 m<sup>2</sup> para la producción de una caja de gusanos de seda en Santo Domingo de los Tsáchilas.

## IX. SUMARIO

The area tropical humid Ecuadorian possesses favorable conditions for the breeding of the silk worm in sustainable form; the eggs of silk worm (*Bombyx mori* Variety Pilamo 1) coming from Colombia they were raised appropriately and the mulberry use (*Morus indica* Variety Kanva 2) like fundamental food presents leaves of quality and of high good pleasure. However, the sericulture in this region, has had a scarce technological level and of little knowledge importance has not been given since in helping the small farmer with better opportunities for its economic entrance of its families. Based on that considered, the present investigation settled down to evaluate the dose of appropriate feeding and the area of advisable breeding for the production of buds of silk of quality.

The study was carried out between the months of February and April of the 2008, in the Hacienda Zoila Luz, in the area of experimentation of the Project of Sericulture of the Convenio ESPE - IILA, in the facilities of the Agricultural Career of Engineering of the ESPE, located in the County of Santo Domingo de los Tsáchilas, Canton Santo Domingo, Parroquia Luz de America, Hda. "Zoila Luz", in the km 24 of the road Santo Domingo - Quevedo. Located geographically at 00° 24 ' 44 South latitude and 79° 18 ' 32 longitude West to 296 meters on the level of the sea, classified as ecological area b.h.T. (tropical humid forest), with a half temperature of 24,4 °C, an annual half precipitation of 2900.8 mm to the year, relative humidity of 89% and a strong heatstroke of 11.79 hour per day.

Mortality was evaluated in third age, fourth age, fifth age and bud phase, the same as the larval weight, duration of each to urge, takes data of temperature and humidity, one carries out analysis of quality, classification of buds and the total production of buds according to the degree of obtained bud, low dose of feeding of 500, 600, 700 and 800 kg and areas of breeding of 15, 20 and 25 m<sup>2</sup>.

The production of buds average for experimental unit varied from 678,25 g until 917,82 g of weight of total bud, that which presented highly significant differences. The mortality indicates us that it was higher in the third age with a stocking of 22,14 dead worms in the treatment. The analysis of quality presented highly significant differences in the weight of good bud selected between 451,13 and 559,55 g of bud weight; while in the bud of second, where they were classified and they analyzed soft buds, small buds, unsightly buds and waste buds were not seen significant differences.

The doses of feeding of mulberry of 800 kg with areas of 20 at 25 m<sup>2</sup> presented the best yields in production and according to the economic analysis of Perrin et to the one. (1979), the treatments that presented the biggest cost benefit were the T9: 35,15%, T6: 23,01% and T7: 19,15% respectively.

You concludes that the bud production with dose of 800 kg and area of 25 m<sup>2</sup> develops buds of high quality but the analysis of costs it indicated us that the best treatment to use is that of 700 kg of mulberry leaf with an area of breeding of 20 m<sup>2</sup> for the production of a box of silk worms in Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Con formato:** Fuente: Times New Roman, Negrita, Inglés (Estados Unidos)

**Con formato:** Normal, Sangría: Izquierda: 0,63 cm, Sangría francesa: 0,63 cm

## X. BIBLIOGRAFÍA

**AGROBIT, 2005.** Microemprendimientos: La cría del Gusano de Seda. Villa María, Córdoba - Argentina. Consultado el 20 de Julio del 2007. Disponible en la página de [www.agrobit.com](http://www.agrobit.com)

**AVENDAÑO, F. SORIA, S. 1998.** Manual de Sericultura: El Capullo, características y clasificación. PENIPE. p.2

**CHANDI, L. 2006.** Evaluación de la propagación de morera (*Morus indica* var. *Kanva 2*), utilizando cuatro periodos y tres sistemas de enraizamiento. Materiales y métodos. Localización del sitio experimental y condiciones meteorológicas. Tesis de grado Ing. Agropecuario. Convenio ESPE-IILA. Santo Domingo de los Colorados, Ec. 36 y 37 p.

**CIFUENTES, C. 2004.** Pablo y el Gusano de Seda: La Morera. Colombia. p. 15 – 17.

**CIFUENTES, C. 2007.** Curso de Sericultura para profesionales realizado en el convenio ESPE – IILA. Cantidad de Hoja Suministrada vs. Consumida. SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS. Diapositiva. 22 – 27.

**CIFUENTES, C. SOHN, KW. 1998.** Manual técnico de Sericultura: biología, Morfología y Fisiología del Gusano de Seda. Pereira, Co. RISARALDA. p. 141-176.

**DUARTE, J. MERCADO, C. 2001.** Perfil Técnico Promocional de la Sericultura y Elaboración de Hilo de Seda en forma Artesanal en la Selva Central de Perú: Crianza del Gusano de Seda. CHANCHAMAYO – PERÚ.

**MICIP (Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca, Ec.) 1999.** Perfil Promocional: “Sericultura”. Guayaquil, Ec. 47 p.

**MINAG, ZEDSAM y CORPAICSA, (2005).** Convenio Ministerio de Agricultura, Agencia para el Desarrollo de Zonas Especiales San Martín y Corporación Agroindustrial Valle de Canete. Desarrollo de la Sericultura en el Valle de Canete: Cría del gusano adulto. VALLE DE CANETE – PERÚ. p. 42

**RED ANDINA DE LA SEDA. 2005.** Convenio con la Escuela Politécnica del Ejército (en línea). Bogotá, Co. Consultado 17 may. 2007.  
[www.redandinadelaseda.org/](http://www.redandinadelaseda.org/)

**SAINZ DE VICUÑA, K,** Gusanos de Seda, *Bombyx mori*. Consultado el 20 de Julio del 2007. Disponible en [http:// www.elcamaleon.com](http://www.elcamaleon.com).

**SALICE, G. ed. 2004.** Boletín Andino de la Seda. 1 (2): 1-5.

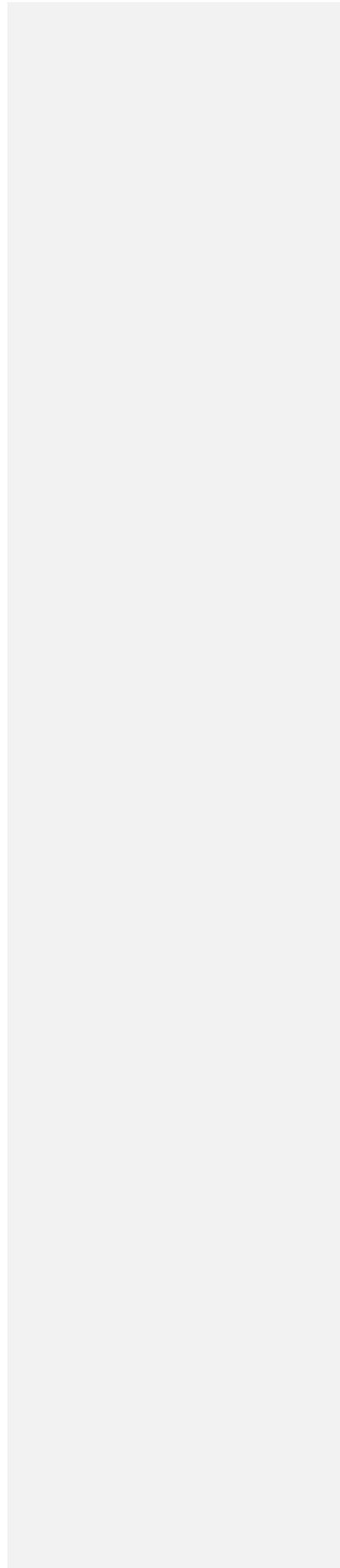
**SALICE, G. SORIA, S. AVENDAÑO, F. ed. 2001.** Guía Práctica de Sericultura. ROMA 87-128

**SOHN, K. 1995.** Curso Básico de Sericultura para Técnicos: Anatomía y Fisiología del Gusano de Seda. p. 1-9

**SORIA, S *et al.* 2001.** Guía práctica de Sericultura: La Morera. Roma, It. p.21-62.

**PERRIN, R. 1976.** Formulación de recomendaciones de datos agronómicos. Un manual metodológico de educación económica. 3ª imp. México .D.F. CYMMIT. 54 p.

**XI. ANEXOS**



**Anexo 1.- Calificación para determinar el número de capullos por 500 gramos**

<b>Número de Capullos</b>	<b>Puntaje</b>
Menos de 250	10
251 – 255	9
256 – 260	8
261 – 265	7
266 – 275	6
276 – 280	5
281 – 285	4
286 – 290	3
291 – 295	2
296 – 300	1
Más de 300	0

Fuente: CIFUENTES, C. SOHN, KW. 1998.

**Anexo 2. Calificación para determinar el porcentaje de capullo bueno seleccionado**

<b>Porcentaje de capullo bueno seleccionado</b>	<b>Puntaje</b>
Más del 90%	40
88 – 88,99%	38
86 – 87,99%	36
84 – 85,99%	34
82 – 83,99%	32
80 – 81,99%	30
78 – 79,99%	28
76 – 77,99%	26
74 – 75,99%	24
72 – 73,99%	22
70 – 71,99%	20
68 – 69,99%	18
65 – 67,99%	16
62 – 64,99%	13
59 – 61,99%	10
56 – 58,99%	7
53 – 55,99%	5
50 – 52,99%	3
Menos de 50	0

Fuente: CIFUENTES, C. SOHN, KW. 1998.

**Anexo 3. Calificación para determinar el porcentaje de seda bruta.**

<b>Porcentaje de capullo bueno seleccionado</b>	<b>Puntaje</b>
Más del 22,5%	50
22.0 – 22,49%	47
21.5 – 21,99%	45
21.0 – 21,49%	43
20.5 – 20,99%	40
20.0 – 20,49%	37
19.5 – 19,99%	35
19.0 – 19,49%	30
18.5 – 18,99%	25
18.0 – 18,49%	20
17.5 – 17,49%	15
17.0 – 17,49%	10
Menos de 17	0

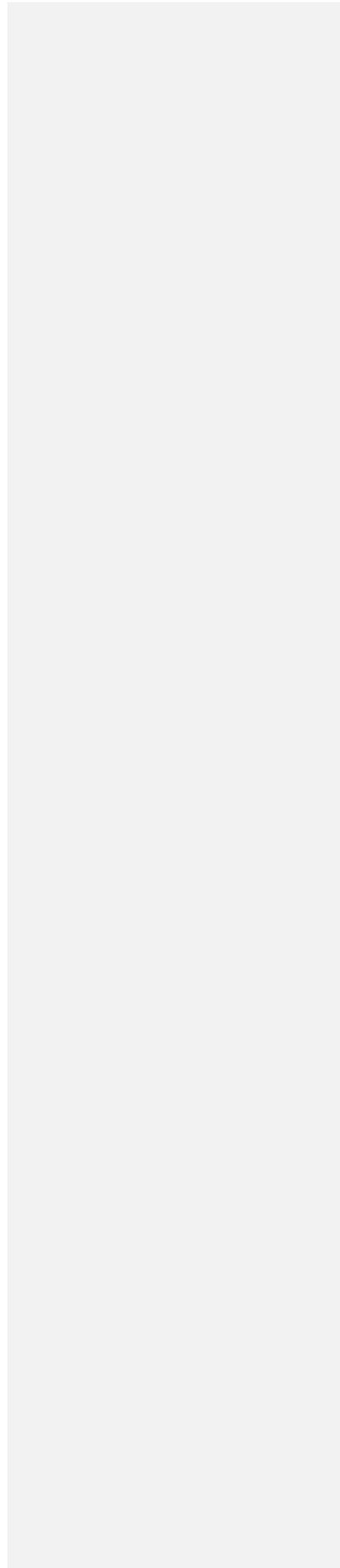
Fuente: CIFUENTES, C. SOHN, KW. 1998.

**Anexo 4. Escala para determinar el puntaje y grado del capullo.**

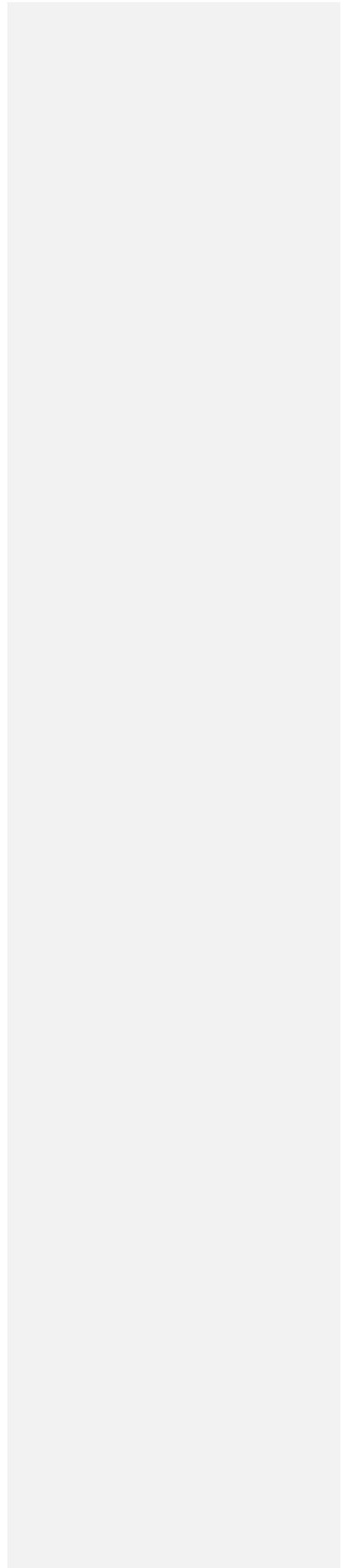
<b>Puntaje Total</b>	<b>Grado</b>
Más del 90%	Súper Extra
91 – 100	Extra
81 – 90	1
71 – 80	2
61 – 70	3
51 – 60	4
41 – 51	5
Menos de 40	Segunda

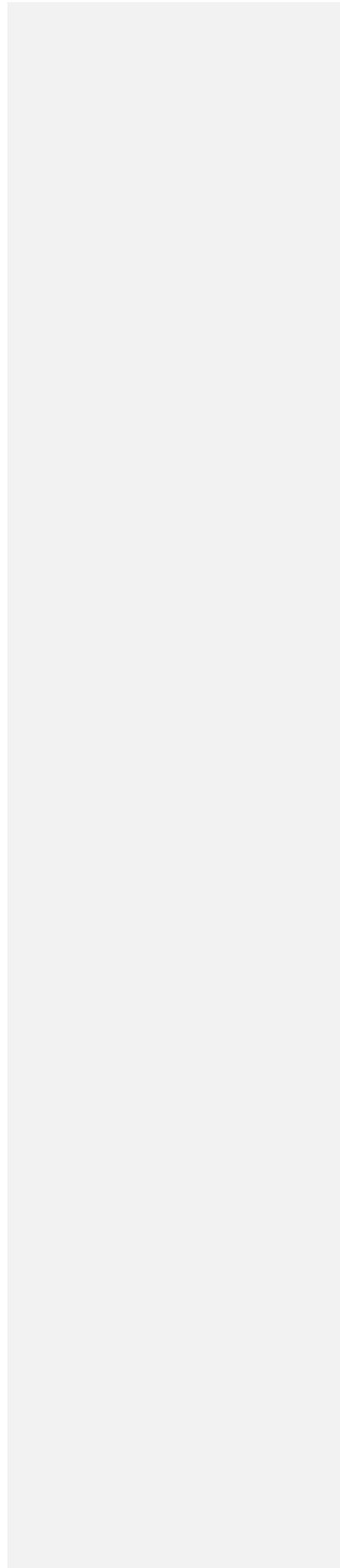
CXXXIX

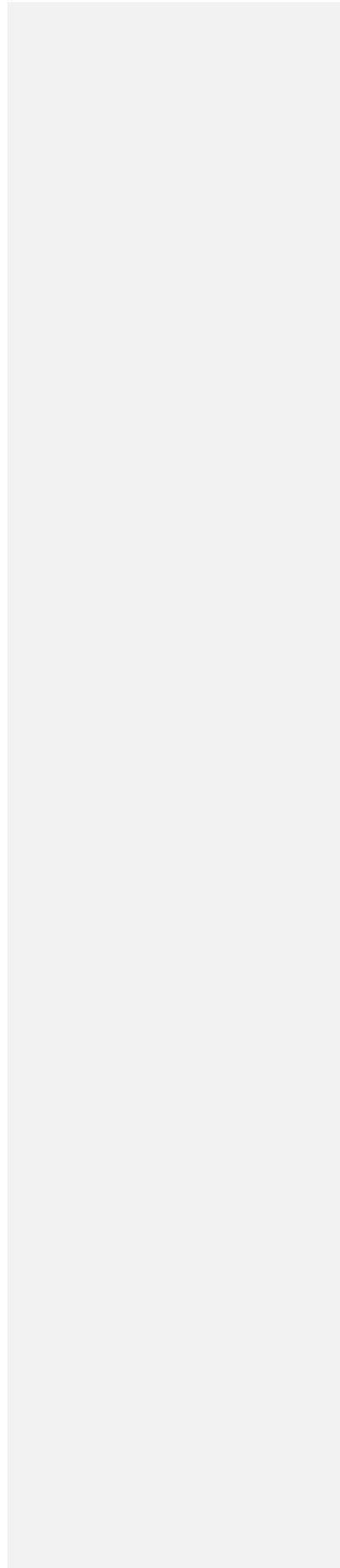
CXL

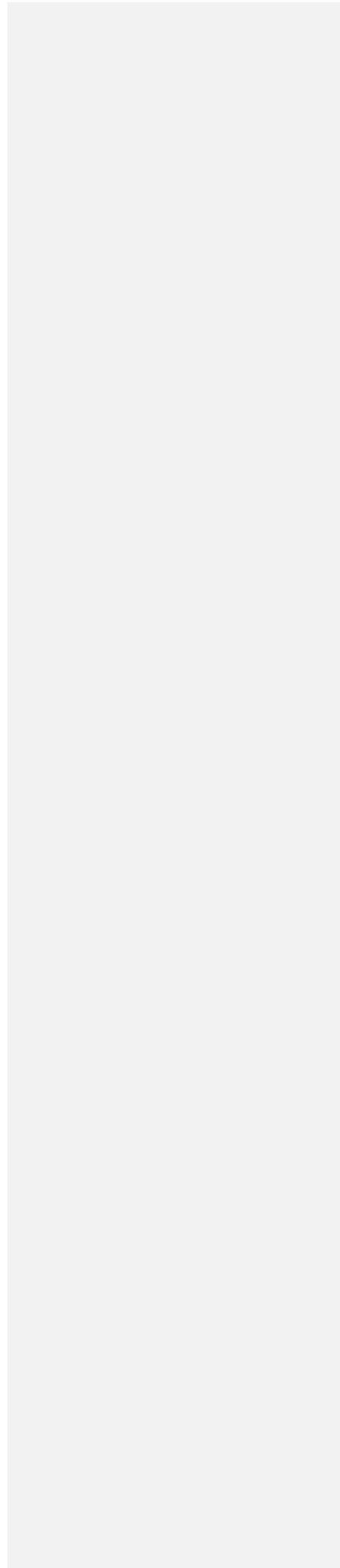


CXLI

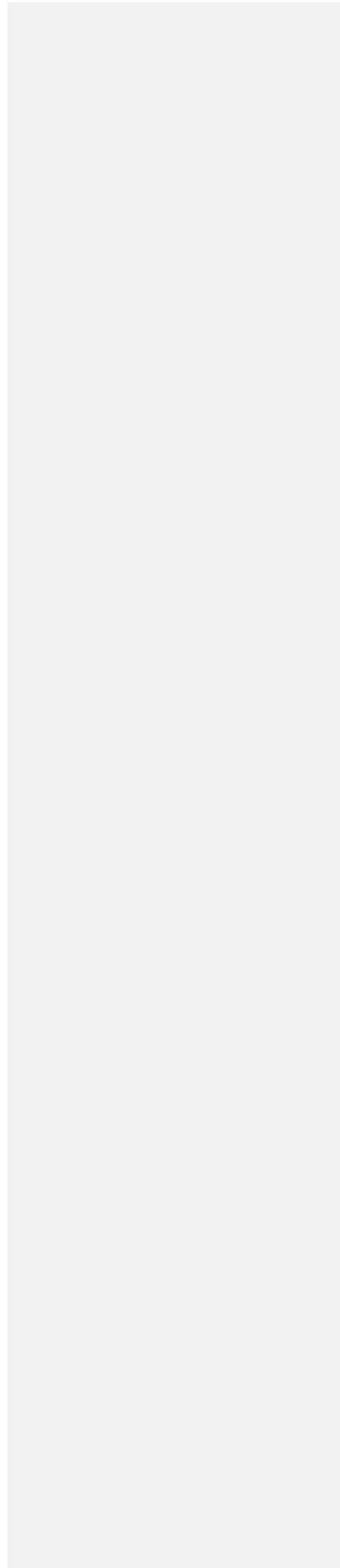




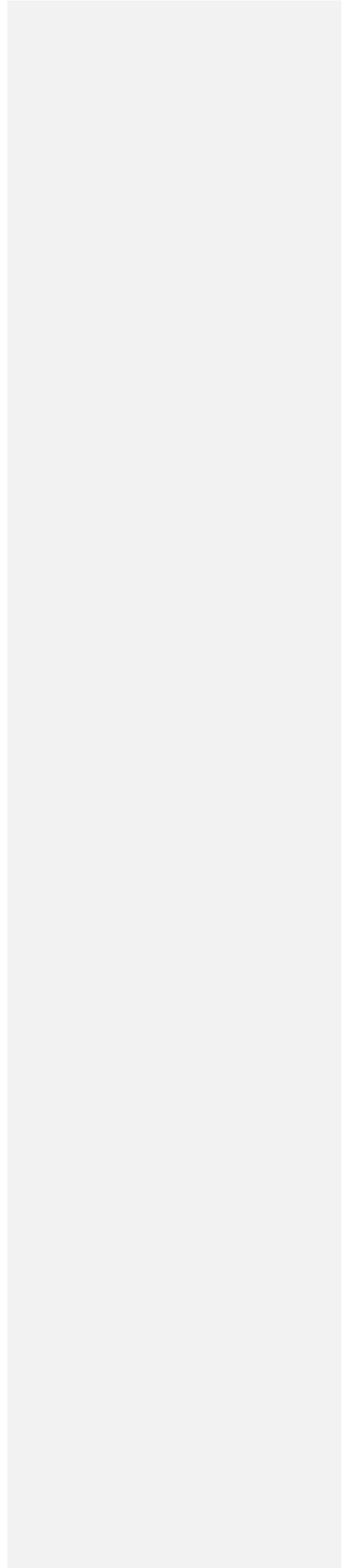


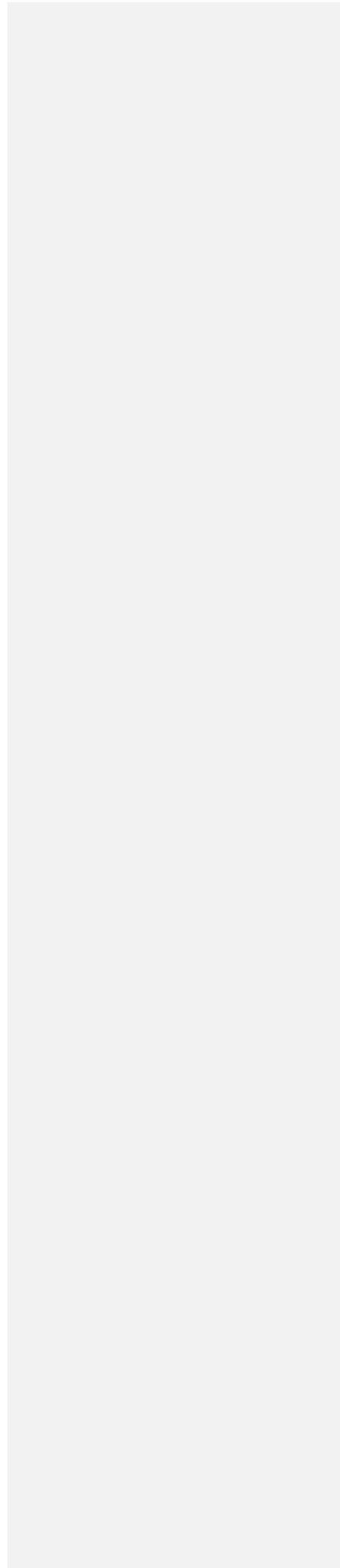


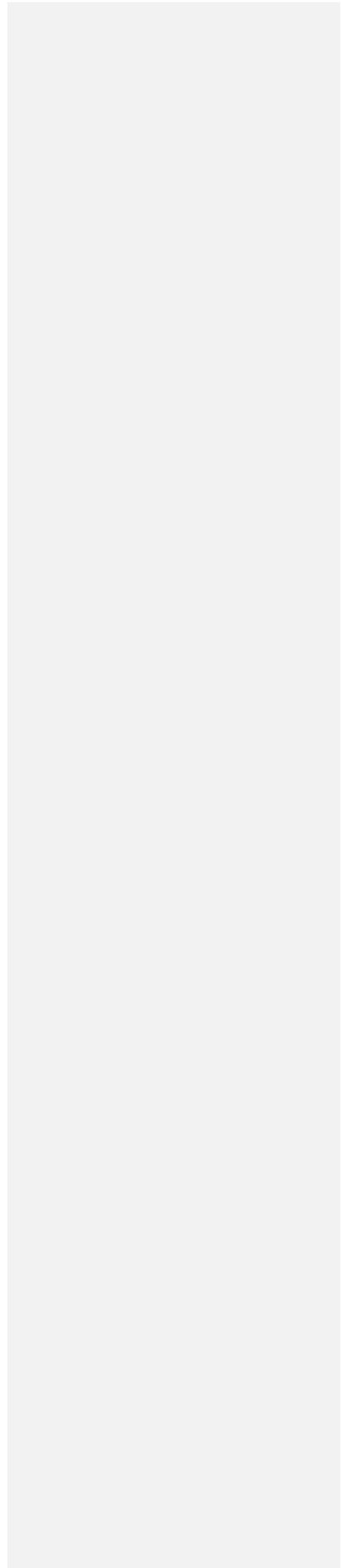
CXLV



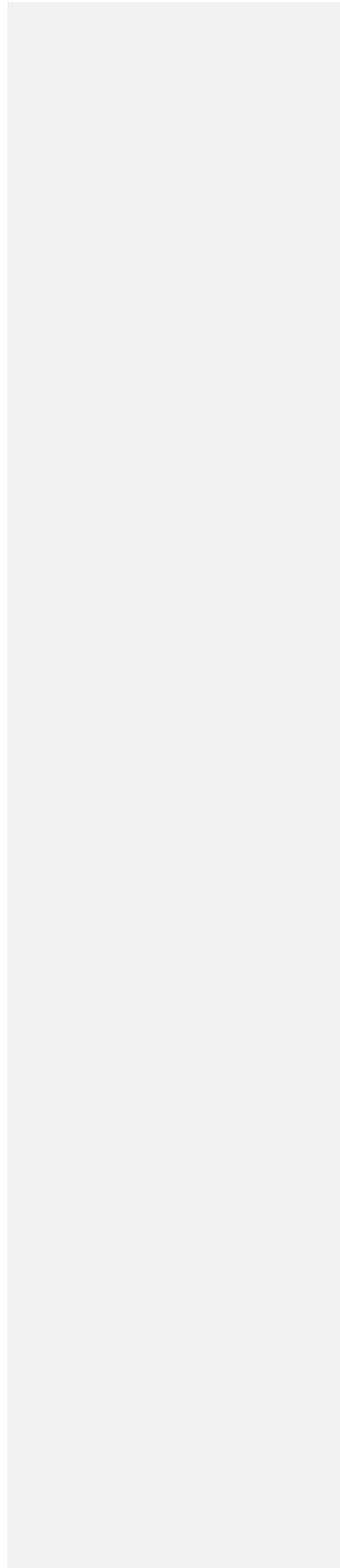
CXLVI



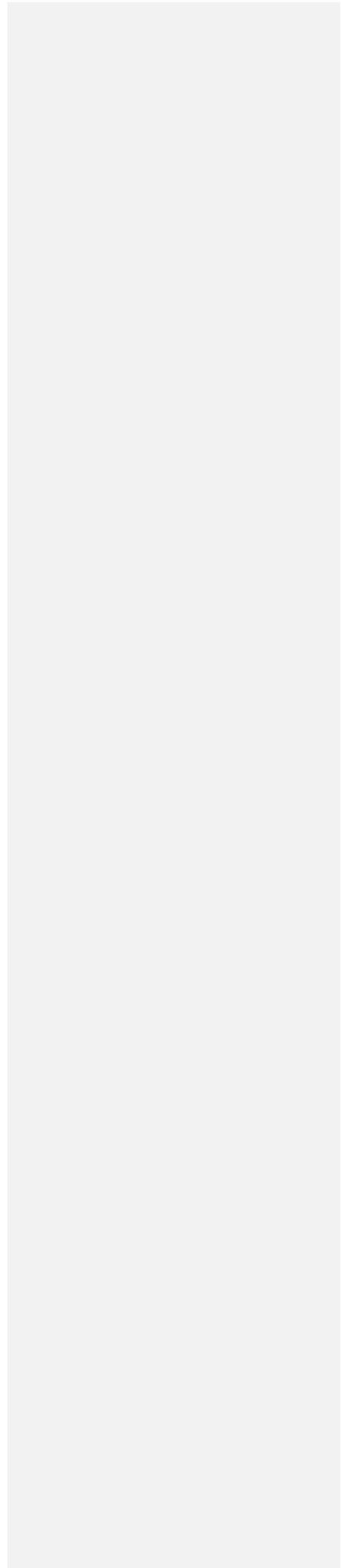




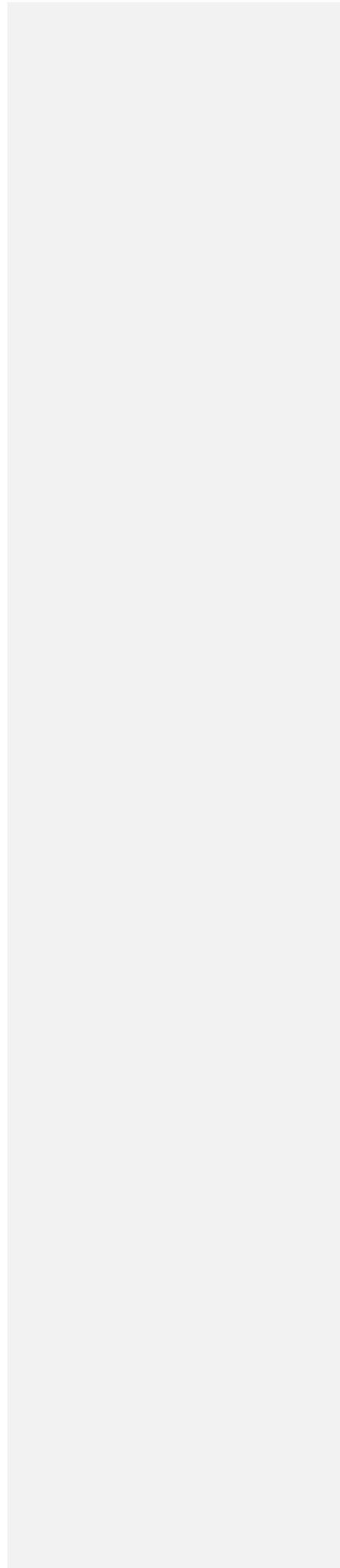
CXLIX

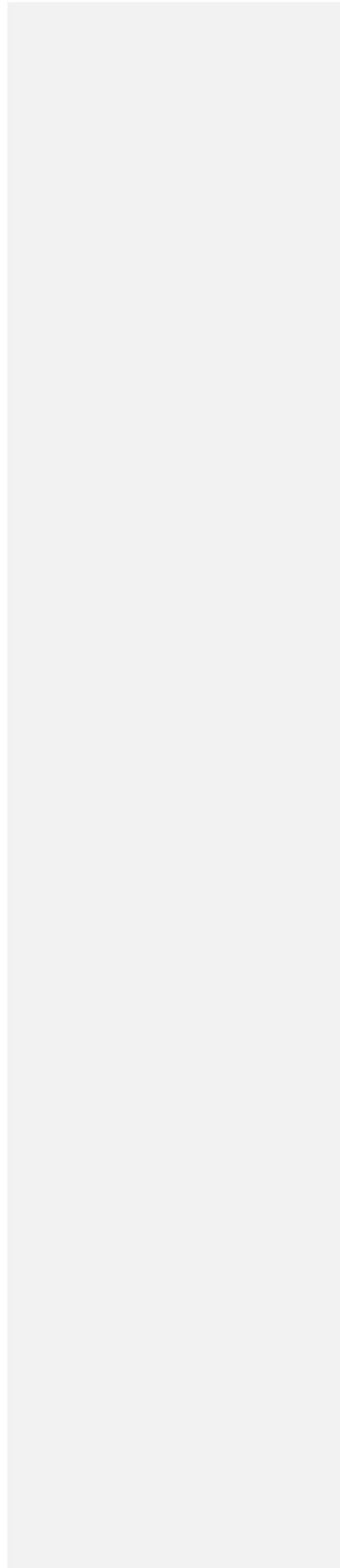


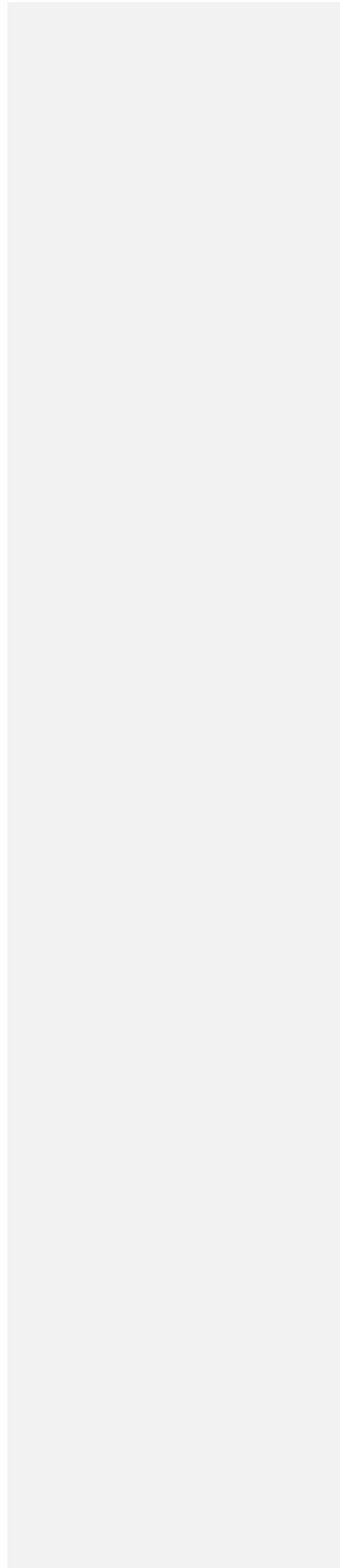
CL



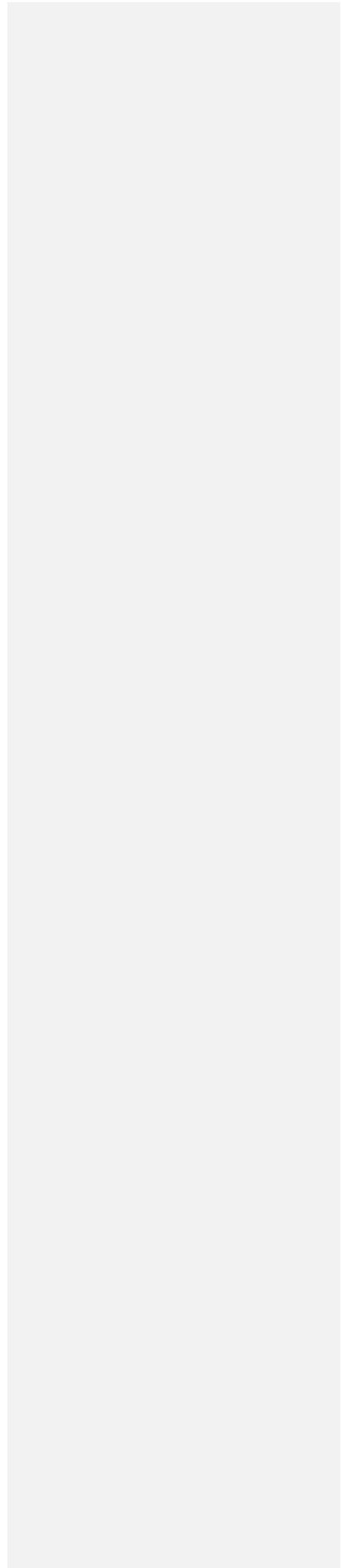
CLI



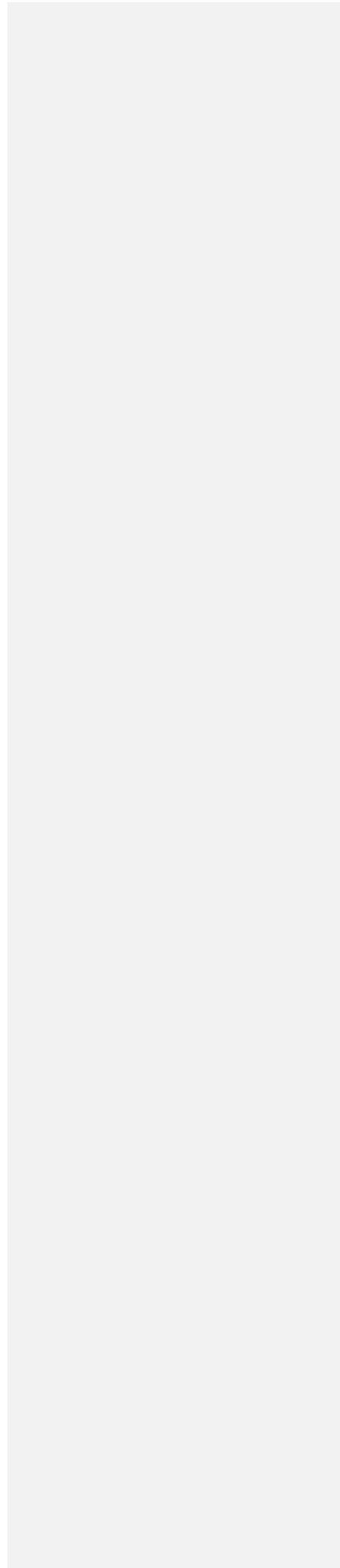




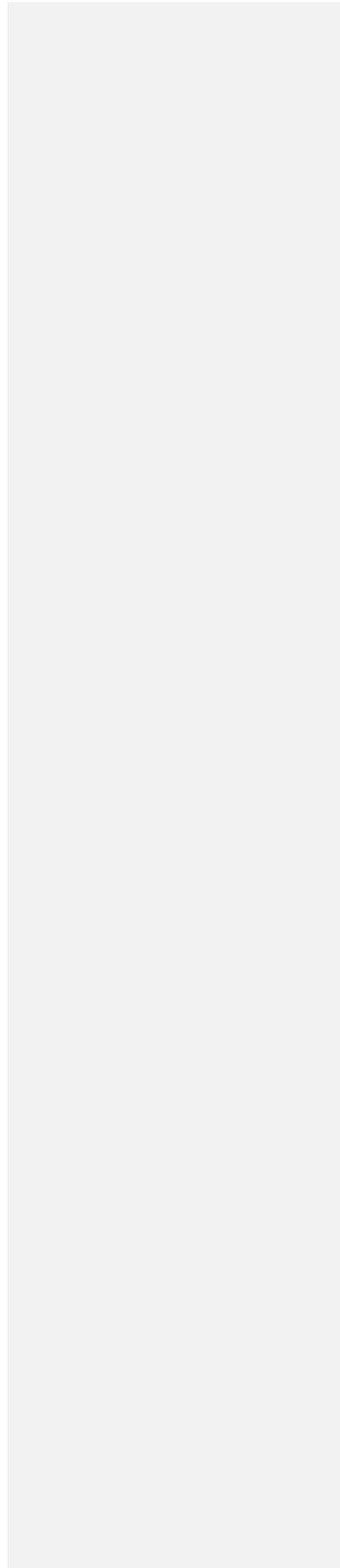
CLIV

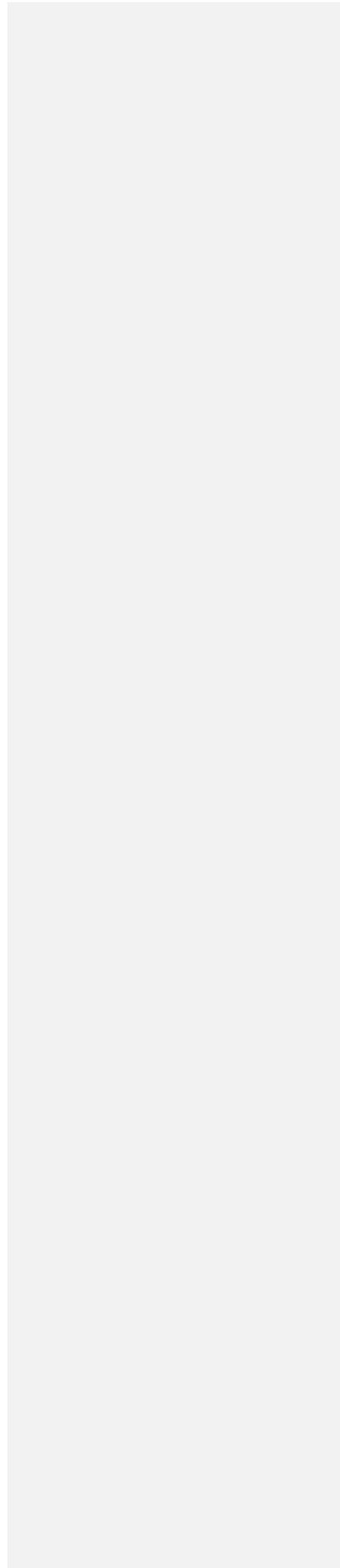


CLV

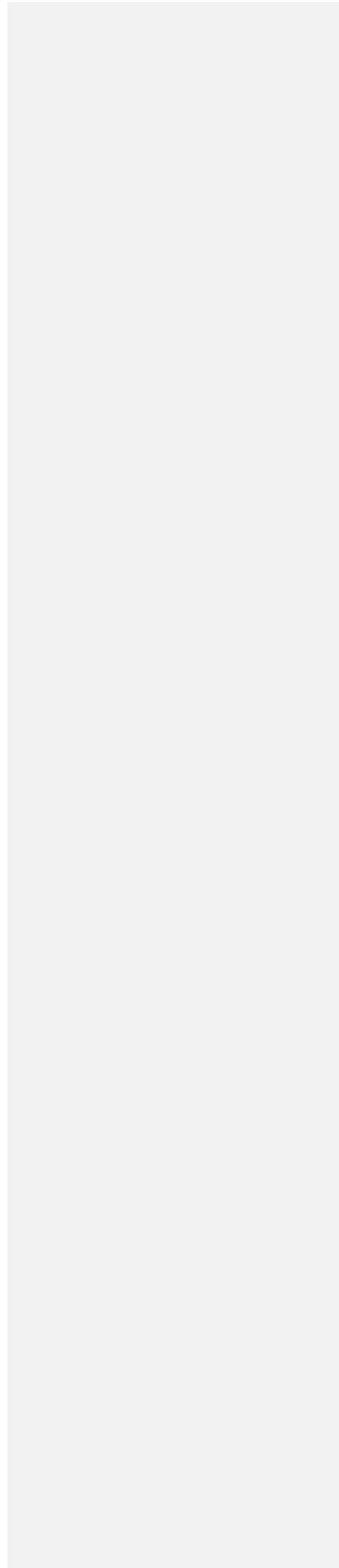


CLVI

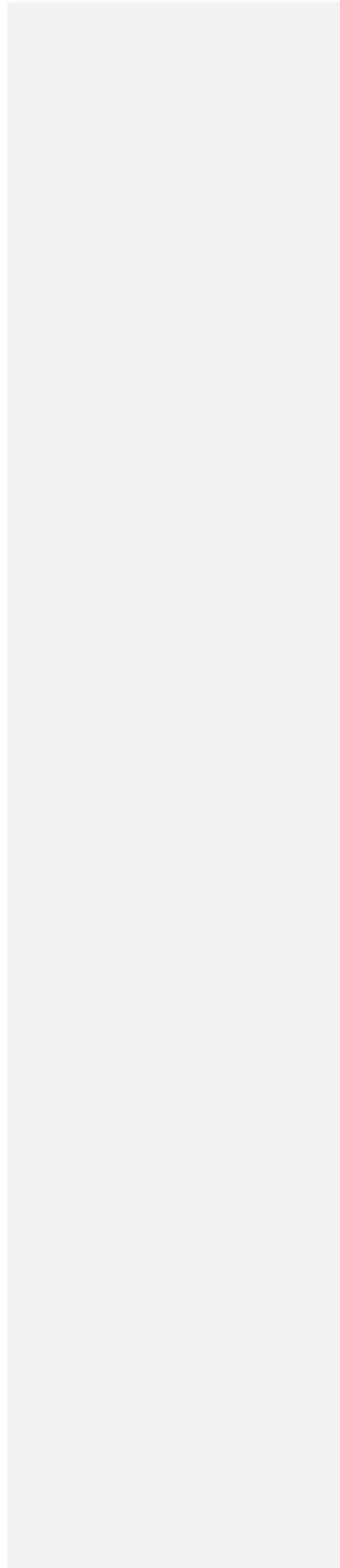




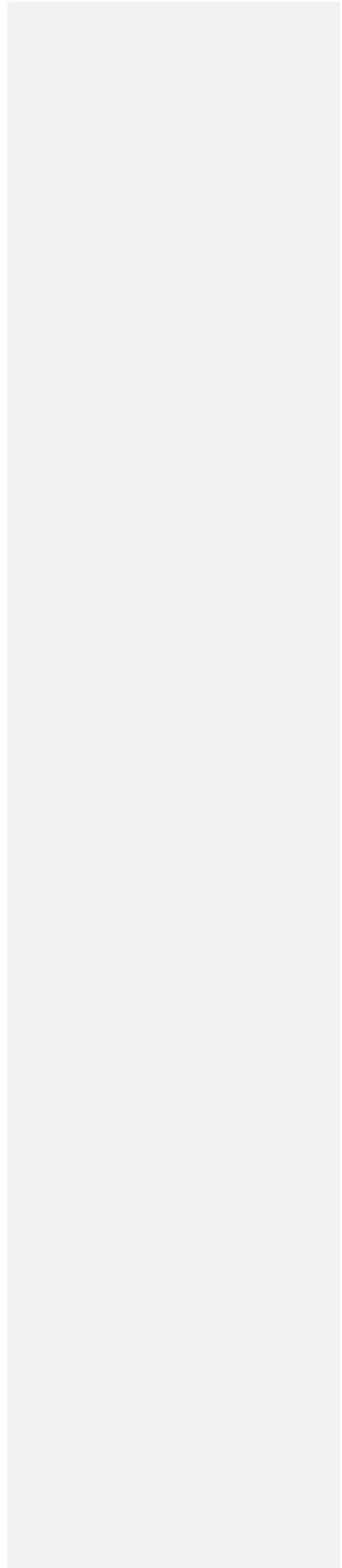
CLVIII



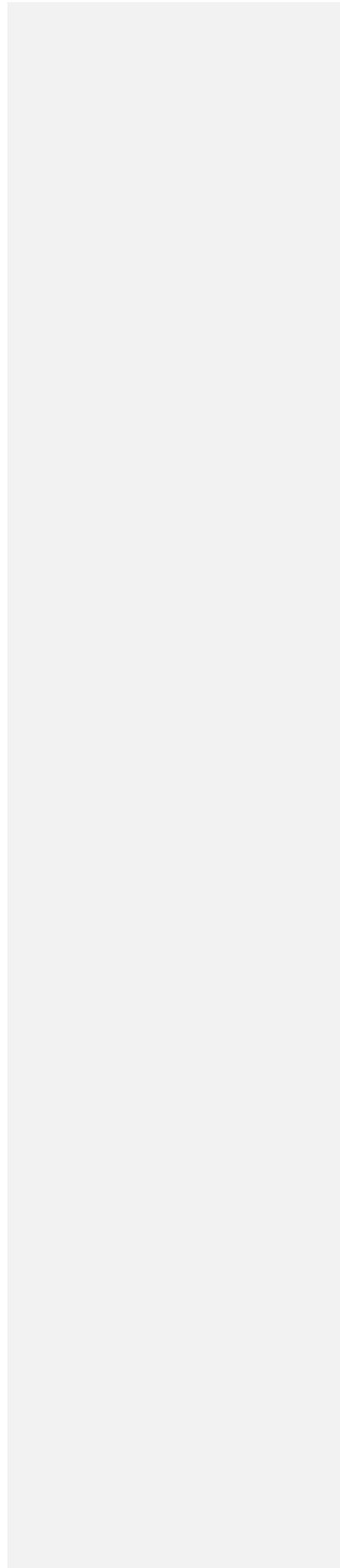
CLIX

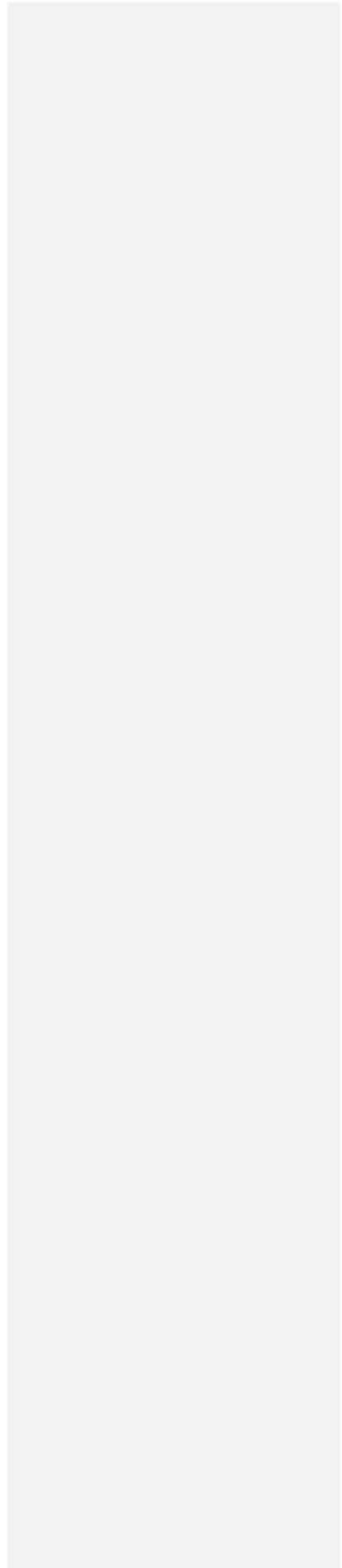


CLX



CLXI





CLXIII

