

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**EFEECTO DE SEIS NIVELES DE SEDIMENTO EXTRAIDO
DE LA LAGUNA DE “YAHUARCOCHA” EN EL
RENDIMIENTO DE CULTIVO DE FRESA (*Fragaria spp*)**

Tesis de grado previa a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

AUTOR:

JUAN PABLO VIANA RIVERA

DIRECTOR:

ING. CARLOS CAZCO

Ibarra – Ecuador

2007

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**EFFECTO DE SEIS NIVELES DE SEDIMENTO EXTRAIDO
DE LA LAGUNA DE “YAHUARCOCHA” EN EL
RENDIMIENTO DE CULTIVO DE FRESA (*Fragaria spp*)**

Tesis Presentada al Comité Asesor como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA:

Ing. Carlos Cazco

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Galo Varela Tafur

ASESOR

Ing. Franklin Valverde, M.Sc.

ASESOR

Ing. Germán Terán

ASESOR

Ibarra – Ecuador

2007

PRESENTACIÓN

Las ideas, conceptos, tablas, datos, resultados, discusión, conclusiones, omisiones y demás informes que se presentan en esta investigación son de exclusiva propiedad y responsabilidad del autor.

JUAN PABLO VIANA RIVERA

DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto, dedico este trabajo a **DIOS** por haberme dado la vida, quien ha estado siempre a mi lado para protegerme y guiarme con mucho amor por el camino del bien.

Deseo dedicar esta tesis, que es muy insignificante, comparado a la más grande obra que alguien realizo por mi, que lucho y dedico su vida dándomelo todo sin esperar nada a cambio para que yo pueda llegar al final de este periodo de mi vida. Con todo mi amor **A MI MADRE** la Sra. Zoila Rivera.

También quiero dedicar este trabajo a mi hermana Mirian y mis sobrinos Santy y Alonso, a quienes quiero mucho y me dan fuerza para seguir adelante.

JUAN PABLO VIANA RIVERA

AGRADECIMIENTO

Al llegar al final de esta etapa de mi vida deseo dar las gracias a todos los que compartieron conmigo estos años de mi vida estudiantil, y que estuvieron a mi lado en los momentos más importantes de mi existencia.

A MI MADRE que siempre esta a mi lado brindándome todo su apoyo y cariño ayudándome y guiándome en todos los momentos de mi vida por el camino del bien.

A mi hermana Mirian y mis sobrinos Santy y Alonso que son una luz en mi camino y son un incentivo para seguir adelante.

A mi Padre el Sr. Ulpiano Viana, a quien quiero mucho, con el que pase muy lindos momentos.

A la Sra. Marianita que ha sido como una madre para mí, que me ha brindado en innumerables ocasiones su apoyo incondicional.

A la universidad que fue parte de mi vida, en donde descubrí y aprendí pequeñas y grandes cosas que se quedarán conmigo para siempre.

A mis profesores que supieron transmitirme sus conocimientos y experiencias y me ayudaron a formarme profesional y personalmente para desenvolverme exitosamente en la vida.

Un agradecimiento muy especial a los maestros Ing. Carlos Cazco (Director de tesis), Ing. Galo Varela (Asesor), Ing. Franklin Valverde (Asesor), Ing. German Terán (Asesor), e Ing. Raúl Barragán (Biometrista), por compartir sus conocimientos para que esta investigación se realice.

Un agradecimiento al Ilustre Municipio de Ibarra y particularmente al FONSALCI que fueron los patrocinadores de esta investigación, al Ing. Eduardo Benalcazar quien estuvo presente con sus conocimientos en todo el transcurso de la investigación, y también a su grupo de trabajadores.

A mis compañeros, y más que eso, muy buenos amigos, Galo, Julio, Edwin, Juan Carlos, Marcos, al Alfonso “el pocho”, al gordo “tocayo”, al Polo y al Javier el “Sebas” con quienes he pasado momentos inolvidables y quienes me han brindado su mano y ayuda para seguir adelante.

A los guambras del barrio que han sido una parte importante de mi vida, al Carlitos, el Pollo, el Zara, el Erick, el Grillo, el Rolo, el Canasto, el Coco y a todos aquellos que ya no están junto a nosotros.

A todas esas personas que fueron especiales en algún momento de mi vida a quienes recuerdo con mucho cariño y gratitud por todos los buenos momentos que viví con ellos.

A todos **MUCHAS GRACIAS.**

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

	Página
PRESENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. LA FRESA	5
2.1.1. Origen	5
2.1.2. Clasificación botánica	7
2.1.3. Género y especie	8
2.1.4. Diversidad genética	8
2.1.5. Zonas de cultivo	9
2.1.5.1. Zona ecológica	9
2.1.5.2. Sitios representativos	9
2.1.6. Agroecología	9
2.1.6.1. Suelos	9
2.1.6.2. Requerimientos básicos	10
2.2. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL FRESAL	10
2.2.1. Macro nutrientes primarios	11
2.2.1.1. Nitrógeno	12
2.2.1.2. Fósforo	14
2.2.1.3. Potasio	16
2.2.2. Macro nutrientes secundarios	17
2.2.2.1. Calcio	17
2.2.2.2. Magnesio	18

2.2.2.3.	Azufre	19
2.2.3.	Los micro nutrientes	20
2.2.3.1.	Boro	20
2.2.3.2.	Cloro	21
2.2.3.3.	Cobalto	22
2.2.3.4.	Cobre	22
2.2.3.5.	Hierro	22
2.2.3.6.	Manganeso	23
2.2.3.7.	Molibdeno	24
2.2.3.8.	Zinc	25
2.3.	LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA YAHUARCOCHA	26
2.3.1.	Características físicas y químicas de los sedimentos	26
2.3.1.1.	Granulometría	26
2.3.1.2.	Humedad de los sedimentos	28
2.3.1.3.	Metales pesados en sedimentos	29
2.3.1.4.	Nitrógeno, fósforo, calcio, sodio, aluminio y hierro	33
III. MATERIALES Y METODOS		
3.1.	Ubicación	34
3.2.	Características climáticas	34
3.3.	Características edáficas	35
3.4.	Tratamientos y diseño experimental	37
3.5.	Manejo del experimento	39
3.5.1.	Recolección del sedimento	39
3.5.2.	Preparación del terreno	39
3.5.3.	Delimitación del ensayo	40
3.5.4.	Preparación de la mezcla y formación de camas	40
3.5.5.	Toma de muestras para análisis de suelo	41
3.5.6.	Instalación sistema de riego y acolchado	42
3.5.7.	Plantación de estolones	42
3.5.8.	Control de malezas	43

3.5.9.	Riegos	43
3.5.10.	Controles fitosanitarios	43
3.5.11.	Cosecha	44
3.6.	Descripción de variables evaluadas	44
3.6.1.	Días a la floración	44
3.6.2.	Días a la fructificación	45
3.6.3.	Días a la maduración de los frutos basales	45
3.6.4.	Días a la cosecha	45
3.6.5.	Rendimiento total	45
3.6.6.	Calidad de fruto	46
3.6.7.	Análisis económico	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	Días a la floración	48
4.2.	Días a la fructificación	50
4.3.	Días a la maduración de los frutos basales	52
4.4.	Días a la cosecha	54
4.5.	Rendimiento total	56
4.6.	Calidad de fruto	60
4.6.1.	Categoría Extra	61
4.6.2.	Categoría I y II	64
4.6.3.	Categoría III	66
4.7.	Análisis económico	70
V. CONCLUSIONES		73
VI. RECOMENDACIONES		75
RESUMEN		76
SUMMARY		79
BIBLIOGRAFÍA		82
ANEXOS		86
FOTOGRAFÍAS		108

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	TÍTULO	Página
1.	Distribución granulométrica de los sedimentos	26
2.	Estimación del contenido de agua (w) en sedimentos de la laguna	28
3.	Criterios de clasificación de concentraciones de metales pesados en sedimentos	30
4.	Resultado del análisis del laboratorio acerca de los parámetros considerados evaluar en los sedimentos de la laguna Yahuarcocha	31
5.	Resultado del análisis de laboratorio de muestras compuestas del sedimento de la laguna Yahuarcocha	32
6.	Límites de concentraciones de metales pesados en lodos para su aplicación al suelo	33
7.	Características físicas y químicas del suelo de la localidad	37
8.	Esquema de los tratamientos aplicados	38
9.	Cantidades de sedimento y suelo utilizado en la mezcla por tratamiento	41
10.	Parámetros de tipificación para frutos de fresa	47
11.	Análisis de varianza para Días a la Floración	48
12.	Promedios para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para Días a la Floración.	49
13.	Análisis de varianza para Días a la Fructificación.	51
14.	Análisis de varianza para Días a la Maduración.	53
15.	Análisis de varianza para Días a la cosecha.	54
16.	Promedios para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para Días a la cosecha.	55
17.	Análisis de varianza para el rendimiento total.	57
18.	Promedios para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para el rendimiento total.	58

19.	Promedios de calibre y peso obtenidos en la tipificación de los frutos de fresa, y porcentajes obtenidos por clase.	61
20.	Análisis de varianza para el rendimiento de fresa de categoría extra.	62
21.	Promedios para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fresa de tipo extra.	62
22.	Análisis de varianza para el rendimiento de fresa de categoría I y II.	64
23.	Promedios para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fresa de tipo I y II.	65
24.	Análisis de varianza para el rendimiento de fresa de categoría III.	67
25.	Promedios para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de fresa de tipo III.	68
26.	Análisis Económico del ensayo.	70
27.	Análisis de dominancia para tratamientos.	71
28.	Tasa de retorno marginal.	72
29.	Costos de insumos, materiales, equipos, maquinaria y mano de obra, requeridos en el estudio.	98
30.	Costo de herramientas (Depreciación).	100
31.	Cuadro de gastos.	100
32.	Costos totales.	100
33.	Cantidad de sedimento empleado para los tratamientos.	101
34.	Costo del sedimento utilizado para los tratamientos.	101
35.	Lista de productos agroquímicos utilizados y sus dosis.	102
36.	Días a la floración del cultivo de fresa, presentado a partir del transplante de los estolones.	103
37.	Días a la fructificación del cultivo de fresa, alcanzados a partir de la floración de los estolones.	103
38.	Días a la maduración de los frutos basales, en el cultivo de fresa, cuantificados a partir de la primera fructificación.	104

39.	Días a la cosecha del cultivo de fresa, considerados a partir del trasplante de los estolones.	104
40.	Calidad de fruto de Categoría Extra, obtenidos durante cuatro meses de producción del cultivo de fresa.	104
41.	Calidad de fruto de Categoría I y II, obtenidos durante un periodo de cuatro meses de producción del cultivo de fresa.	105
42.	Calidad de fruto de Categoría III, obtenidos durante un periodo de cuatro meses de producción del cultivo de fresa.	105
43.	Rendimiento Total del cultivo de fresa, alcanzado en cuatro meses de producción.	105
44.	Tipificación de los frutos de fresa (peso y calibre) y rendimiento obtenido por clase del T1R1 al T3R5.	106
45.	Tipificación de los frutos de fresa (peso y calibre) y rendimiento obtenido por clase del T4R1 al T6R5.	107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	TÍTULO	Página
1.	Variación de la granulometría de los sedimentos	27
2.	Comportamiento de la humedad de los sedimentos en profundidad	29
3.	Registro histórico de la pluviosidad en mm	35
4.	Ajuste para la tendencia cuadrática para Días a la Floración	50
5.	Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de sedimentos sobre los Días a la Fructificación	51
6.	Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de sedimentos sobre los Días a la Maduración.	53
7.	Ajuste para la tendencia cuadrática para días a la cosecha.	56
8.	Ajuste para las tendencias lineal y cuadrática para el Rendimiento Total.	59
9.	Ajuste para la tendencia lineal y cúbica para la producción de fresa de tipo extra.	63
10.	Ajuste para la tendencia lineal y cuadrática para la producción de fresa de tipo I y II.	66
11.	Efecto de la aplicación de niveles de sedimentos sobre el rendimiento de fresa de tipo III.	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	TÍTULO	Página
1.	Ubicación geográfica del ensayo	87
2.	Sector de San Miguel de Yahuarcocha.	88
3.	Ubicación del ensayo.	89
4.	Registro histórico de la Pluviosidad.	90
5.	Mapa de suelos (Taxonomía) de Imbabura.	92
6.	Distribución de los tratamientos en el ensayo.	93
7.	Demarcación del ensayo.	94
8.	Características de la unidad experimental.	95
9.	Reporte de análisis de suelos al inicio del experimento.	96
10.	Costos de producción requeridos para el estudio.	98
11.	Costo de tratamientos utilizados.	101
12.	Lista de productos agroquímicos utilizados.	102
13.	Datos recopilados durante la investigación.	103

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Nº	TÍTULO	Página
1.	Sedimentador	108
2.	Extracción del sedimento	108
3.	Carga de sedimento	108
4.	Transporte del sedimento	108
5.	Lote destinado al ensayo	108
6.	Limpieza del lote	108
7.	Delimitación del ensayo	109
8.	Preparación de mezcla	109
9.	Formación de camas	109
10.	Acolchado y hoyado	109
11.	Trasplante de estolones	109
12.	Toma de datos (control visual)	109
13.	Recolección de frutos	110
14.	Toma de datos (peso)	110
15.	Toma de datos (calibre)	110
16.	Enfermedades de la hoja	110
17.	Enfermedades del fruto	110
18.	Enfermedades de la hoja y fruto	110