

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se desarrolló en el terreno de propiedad del Sr. Ing. Edgar Morán (*Anexo 2 y 3*), el mismo que se encuentra ubicado en:

Parroquia:	El Priorato
Cantón:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
Situación Geográfica:	Latitud norte 00°22'25.11''
	Longitud oeste 78°05'55.50''
Sector:	Pueblo de Yahuarcocha. (<i>Anexo 1</i>)

3.2. Características Agro climáticas

Altitud:	2.227 m.
Temperatura media anual:	16 °C
Precipitación media anual:	632 mm.
Humedad Relativa:	65%
Horas Luz:	12 – 13 H.

El estudio se realizó durante los meses de julio del 2005 a enero del 2006, esta zona se caracteriza por su clima templado y suelos franco y franco arenosos.

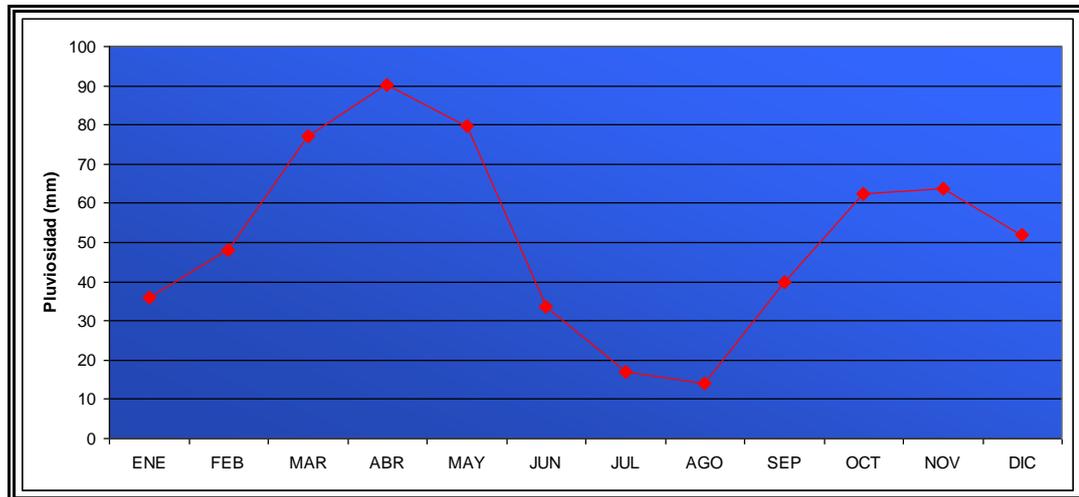


Gráfico 3. Registro Histórico de la pluviosidad en mm.

En el gráfico 3, se presenta la pluviosidad, promedio mensual, registrada desde el año 1972 hasta el año 2002, según la Estación Meteorológica Ibarra, del Aeropuerto “ATAHUALPA” de la ciudad de Ibarra (*Anexo 4*).

3.3. Características edáficas

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2003), el Proyecto de Generación de Información Básica y Temática para Planes de Desarrollo Provinciales, en su Mapa de Suelos (Taxonomía), realizado por el DINAREN (*Anexo 5*), indica que los suelos del sector de la laguna de Yahuarcocha corresponden a tres tipos de suelos.

El sector nor-occidental, con suelos de tipo C3 del gran-grupo Durustoll del sub-orden Ustoll, correspondiente al orden MOLLISOL. El sector que corresponde a la parte sur, así como a la zona occidental de la laguna es de tipo C5 del gran-grupo Ustorthent, que pertenece al sub-Orden Orthent del orden ENTISOL.

El sector del pueblo de Yahuarcocha o zona oriental de la laguna, lugar donde se realizó el ensayo posee suelos de tipo H4, estos suelos forman parte del gran-grupo de los Haplustoll, los cuales pertenecen al sub-orden Ustoll y se encuentran en el orden de los MOLLISOLES.

Los Mollisoles son suelos minerales de color negro, con espesor mayor a 18 cm., de estructura migajosa, presenta procesos de translocación, alta S.B., de alta fertilidad. Los Ustolls son característicos de áreas subhúmedas o secas con sequías frecuentes y fuertes.

Los Haplustoll son suelos que tienen horizonte cámbico o con material parental ligeramente debajo del epipedón móllico. En climas templados se los localiza en las vertientes del centro y norte del callejón interandino; son suelos profundos, arenosos finos o franco limosos con incremento de arcilla en profundidad, de pH neutro a ligeramente alcalino y buena fertilidad natural. Cubren poca extensión, alrededor del 2,4% del área de la provincia de Imbabura.

Algunas de las características que presentan estos suelos son:

- Suelos negros, limosos limo- arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos de 3% de arcilla, con presencia de arena muy fina.
- Suelos alofánicos derivados de materiales piroclásticos, de textura pseudo limosa con gran capacidad de retención de agua, saturación de bases < 50%, generalmente de color negro, profundos.
- Suelos arenosos derivados, de materiales piroplásticos poco meteorizados, sin evidencia de limo, baja retención de humedad.
- Suelos franco a franco-arenosos profundos.

Cuadro 7. Características físicas y químicas del suelo de la localidad.

Características		Unidad	Valor	Interpretación
Químicas	N	ppm	92.00	Alto
	P	ppm	33.00	Alto
	S	ppm	12.00	Medio
	K	meq.100ml ⁻¹	0.72	Alto
	Ca	meq.100ml ⁻¹	16.50	Alto
	Mg	meq.100ml ⁻¹	3.40	Alto
	Zn	ppm	1.30	Bajo
	Cu	ppm	4.40	Alto
	Fe	ppm	25.00	Medio
	Mn	ppm	2.6	Bajo
	B	ppm	1.50	Medio
	pH		8	Lig. alcalino
	MO	%	5.20	Alto
Fisiográficas	Pendiente	%	5	Lig. Inclinado
Físicas	Textura			Franco

Fuente: Laboratorio de Química de Suelos de la E.E. Santa Catalina - INIAP

3.4. Tratamientos y diseño experimental

El factor en estudio fue el sedimento extraído de la laguna de Yahuarcocha, aplicado en seis diferentes porcentajes en relación al suelo. El número de tratamientos fue de 6 (Cuadro 8), proveniente de los niveles de lodo.

Cuadro 8. Esquema de los tratamientos aplicados en el ensayo.

CODIGO	% DE SEDIMENTO	TRATAMIENTO
T1	0	100% de suelo, sin adición de sedimentos, Testigo
T2	20	80% de suelo y 20% de sedimento correspondiente a 30 kg.m ² ⁻¹ .
T3	40	60% de suelo y 40% de sedimento correspondiente a 60 kg.m ² ⁻¹ .
T4	60	40% de suelo y 60% de sedimento correspondiente a 90 kg.m ² ⁻¹ .
T5	80	20% de suelo y 80% de sedimento correspondiente a 120 kg.m ² ⁻¹ .
T6	100	0% de suelo y 100% de sedimento correspondiente a 150 kg.m ² ⁻¹ .

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y cinco repeticiones, siendo el tratamiento 1 el testigo, el cual no contenía sedimento. Dándonos un total de treinta unidades experimentales (*Anexo 6*).

Cada unidad experimental con un área de 2,70 m² consistió en una cama de 0,9 m de ancho y 3,0 m de longitud, debidamente acolchadas con plástico negro, dejando espacios de 0,50 m entre camas y de 1,0 m entre bloques, se dejó un camino de 1 m de ancho al contorno del ensayo (*Anexo 7*).

Las unidades experimentales constaron de tres filas o hileras de plantas de fresa colocadas de la siguiente manera: 0,30 m entre filas y 0,30 m entre plantas, dándonos un total de 30 plantas por unidad experimental, con dos líneas de riego por goteo. La parcela neta es igual a la unidad experimental (*Anexo 8*)

La superficie total del experimento fue de 236,65 m², con un área neta del ensayo de 81 m², un tamaño de bloque de 18,45 m², se empleó 900 estolones de fresa.

Para las variables evaluadas en las cuales se determinó diferencia significativa entre tratamientos se utilizó la prueba de Polinomios Ortogonales (P.O.) con la finalidad de determinar el modelo de tendencia al cual se ajustan los tratamientos, también se realizó la prueba de Tukey al 5%.

3.5. Manejo del experimento

3.5.1. Recolección del sedimento

La extracción del sedimento se lo realizó el día 7 de mayo del 2005, para la recolección del material se contó con la colaboración de la retroexcavadora de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA), el material (lodo), fue obtenido del sedimentador ubicado en el sector del Liceo Aduanero junto al complejo de la Policía Nacional a orilla de la laguna, para la transportación del sedimento, se hizo con la ayuda de una de las volquetas del Ilustre Municipio de Ibarra (IMI).

Se movilizó veinte y cinco metros cúbicos de material, desde el sedimentador ubicado en el mencionado sector, hacia el pueblo de Yahuarcocha en donde se instaló el experimento.

3.5.2. Preparación del terreno

Primeramente se efectuó una limpieza manual de la vegetación del lote con azadones y rastrillos, ya que el mismo se presentaba lleno de malezas, el rastrojo resultante de la limpieza fue sacado y desalojado fuera del área del experimento, esta actividad se la realizó del 18 al 23 de mayo del 2005.

La remoción del suelo se lo desarrollo manualmente con la utilización de picos y azadones y luego se procedió a realizar el desbanque o traslado del suelo a una

profundidad de 0,15 m del área designada para el ensayo con la ayuda de palas y carretillas, dicha tierra fue apilada hacia un costado fuera del área del experimento estas tareas se llevaron a cabo del 24 al 27 de mayo, para luego proceder a la mezcla con el sedimento y luego a la formación de camas.

3.5.3. Delimitación del ensayo

Inicialmente se procedió a la delimitación e instalación del ensayo, utilizando estacas y piola, con un flexometro se midió la superficie de mayor dimensión, es decir el largo de los bloques, el cual fue ubicado en sentido contrario a la pendiente, luego se señalaron el resto de bloques en el mismo sentido, y se señalaron las respectivas unidades experimentales dentro de los bloques.

La delimitación de las unidades experimentales y de los bloques se realizó el día 30 de mayo, considerando la ubicación del terreno como la cercanía a la fuente de agua y a la vivienda (*Anexo 7*).

3.5.4. Preparación de la mezcla y formación de camas

La mezcla de los diferentes porcentajes de sedimentos y suelo se lo realizó en función del volumen, se procedió a medir primeramente el suelo y a continuación el sedimento a añadir los cuales fueron mezclados fuera del área del ensayo, en el patio de la vivienda con la ayuda de palas, la mezcla se la realizo utilizando la técnica que usan los albañiles al mezclar concreto.

Las cantidades de sedimento empleadas en cada tratamiento se registran en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Cantidades de sedimento y suelo utilizado en la mezcla por tratamiento.

Tratamiento	Sedimento utilizado	Suelo utilizado
T1 (0%)	0,00 m ³	4,05 m ³
T2 (20%)	0,81 m ³	3,24 m ³
T3 (40%)	1,62 m ³	2,43 m ³
T4 (60%)	2,43 m ³	1,62 m ³
T5 (80%)	3,24 m ³	0,81 m ³
T6 (100%)	4,05 m ³	0,00 m ³

Una vez realizada la mezcla, se procedió a ubicarla en el sitio respectivo de cada tratamiento, dentro de los bloques, para la formación de las camas se utilizó 0,81 m³ de la mezcla de cada tratamiento.

La ubicación de los tratamientos dentro de los bloques se realizó al azar (*Anexo 6*), las camas se fueron formando paulatinamente con la mezcla previamente hecha, las camas fueron ubicadas en sentido contrario a la pendiente del terreno, teniendo un ancho de 0,90 m, 3,00 m de largo y con una altura de 0,30 m, separadas a 0,30 m entre unidades experimentales y 0,50 m entre bloques, esto se realizó del 1 al 10 de junio del 2005.

Finalmente se arreglaron las camas y se desalojó el material sobrante.

3.5.5. Toma de muestras para análisis de suelo

Una vez formadas las camas con la mezcla del sedimento y suelo y previa a la plantación de los estolones de fresa, en los diferentes tratamientos se procedió a tomar muestras para realizar un análisis químico completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y materia orgánica), de la mezcla, la toma de muestras de suelo se lo hizo recolectando primeramente tres submuestras de cada tratamiento. Estas submuestras de las cinco repeticiones fueron colocadas en un recipiente limpio para finalmente mezclar y sacar una muestra compuesta de 1 Kg., de suelo para cada tratamiento. Las muestras fueron enviadas para su respectivo análisis a

la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP (*Anexo 9*).

3.5.6. Instalación sistema de riego y acolchado

Luego de formar las camas, se procedió a la instalación del sistema de riego esta actividad se realizó del 20 al 24 de junio del 2005, el sistema de riego consistió de una bomba semi-estacionaria que abasteció a 10 líneas de riego por goteo ubicadas a razón de dos líneas por bloque con una separación entre líneas de 0,30 m (*Anexo 8*).

Los bloques fueron acolchados utilizando plástico negro de 1,50 m de ancho específico para este tipo de cultivo, se colocó una doble capa de plástico, debido a que se consideraba que el mismo era de muy bajo calibre, esto se lo realizó del 27 al 30 de junio.

3.5.7. Plantación de estolones

Se empleó estolones de fresa de la variedad *Oso Gigante*, los cuales fueron transplantados al sitio definitivo el 21 de julio del 2005, los estolones se ubicaron en tres filas con una separación de 0,30 m entre filas y de 0,30 m entre plantas, dispuestos en un sistema de tres bolillo, para un total de 30 sitios por parcela, 180 por bloque y 900 plantas para todo el ensayo (*Anexo 8*).

Dos días antes de la plantación de los estolones se dio un riego a las unidades experimentales durante un periodo de cuatro horas, el día del transplante de los estolones de fresa se procedió a realizar un riego durante dos horas, previo a la ubicación de los estolones. Luego de realizado el transplante se procedió a podar o cortar el follaje de los estolones. Se realizó una resiembra a los ocho días después del transplante.

3.5.8. Control de malezas

Durante el ciclo del cultivo se hicieron un total de ocho deshierbas manuales, dentro de las camas correspondientes a los tratamientos; así como, tres aplicaciones de herbicida en los caminos y contornos al ensayo con la finalidad de realizar un control de malezas, se aplicó Rondon (Glifosato 480), con dosis de 3 lt.ha⁻¹.

3.5.9. Riegos

El riego fue de acuerdo a las necesidades del cultivo, con una frecuencia media de dos días en el transcurso de todo el ensayo. El riego se efectuó en horas de la mañana a partir de las 6:00 horas, durante los cuales se proporcionaba dos horas de riego por goteo.

3.5.10. Controles fitosanitarios

En la parte fitosanitaria se observó la presencia de Thrips (*Frankliella occidentalis*) que causaron deformaciones a las hojas y principalmente a los frutos. Otra de las plagas que se observó fue la presencia de hormigas.

En cuanto a enfermedades se observó la aparición de *Rhizopus stolonifer* (podredumbre del fruto), *Botrytis cinerea* (moho gris), *Colletotrichum acutatum* (Antracnosis), que principalmente causan daño a las flores y los frutos. También se pudo observar *Phytophthora* sp.

Los problemas que se presentaron en el follaje fueron: *Xanthomonas fragariae* (mancha angular de la hoja), Viruela (*Mycosphaerella fragariae* o *Ramularia*), *Dendrophoma* / *Phomopsis obscuran* / Tizón.

Para el control tanto de plagas como de enfermedades que presentó el cultivo se realizaron un total de 11 controles fitosanitarios durante los seis meses que duró el ensayo, los controles se realizaron con una frecuencia de 15 días (*Anexo 14*).

Para plagas presentes en el cultivo se utilizó: Malathion, Cipermetrina y Suko, mientras que para el control de enfermedades se empleó Balear, Difenacore y Thiophin 70 WP (*Anexo 12*).

3.5.11. Cosecha

La cosecha se la realizó con un intervalo de un día, la recolección de los frutos de fresa se lo hizo manualmente, colocándolos en fundas plásticas marcadas y numeradas de acuerdo al tratamiento y el bloque correspondiente. La cosecha se la realizó en la mañana de 6:30 a 8:00 horas.

Los frutos de fresa fueron recolectados cuando estos se encontraban cerca de su madurez fisiológica, esto es cuando las fresas presentan un color rojizo y brillante en un área superior a los $\frac{3}{4}$ de su superficie, y cuando al tocarlos con los dedos estos presentan dureza.

Las recolecciones se realizaron por un periodo de 4 meses, el ensayo concluyó el día 21 de enero del 2006.

3.6. Descripción de las variables evaluadas

3.6.1. Días a la floración

Se evaluó los días que transcurrieron, desde el transplante de los estolones de fresa hasta la aparición de flores en el 75% de plantas de la unidad experimental (22 plantas).

3.6.2. Días a la fructificación

Se contabilizaron los días que tardó el cultivo de fresa, desde la floración de las plantas hasta la aparición de los primeros frutos en el 75% de plantas de la unidad experimental (22 plantas).

3.6.3. Días a la maduración de los frutos basales

Se registraron los días que tardaron las plantas de fresa, desde la aparición de los primeros frutos, hasta que el 75% de las plantas presentaron frutos de fresa con un estado de madurez fisiológica (22 Plantas).

3.6.4. Días a la cosecha

Se procedió a registrar el tiempo que tardó el cultivo en presentar los primeros frutos de fresa maduros. Se cuantificaron los días desde el transplante de la fresa hasta que el 75% de las plantas mostraron frutos con un estado de madurez óptimo para la cosecha (22 plantas).

3.6.5. Rendimiento total

Aproximadamente a los 60 días después del transplante se procedió a realizar la cosecha de los frutos de fresa. Ayudados de una balanza, se procedió a registrar el rendimiento de frutos de fresa producidos por las 30 plantas que conformaron la unidad experimental, datos que fueron expresados en gr/parcela, cuantificación que se realizó con intervalo de un día, con los datos obtenidos se calculó el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, reportándose como valores de producción semanal, con los reportes de producción semanal, para facilitar el manejo de la información se realizó el cálculo mensual de producción, para luego determinar cual es el

rendimiento promedio total de fresa en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ durante los cuatro meses de producción.

3.6.6. Calidad de fruto

Se procedió a realizar tanto la calibración como el pesaje del 100% de los frutos recolectados, los datos se registraron de forma individual.

Con la ayuda de un calibrador o pie de rey se procedió a registrar el diámetro o calibre de los frutos de fresa, datos que fueron expresados en centímetros, con la finalidad de poder clasificar a los frutos. Conjuntamente con los datos recolectados del calibre de cada fruto, se procedió a registrar el peso correspondiente de cada uno de los frutos, se empleó una gramera electrónica de una precisión de 0,01 gramos.

Con los datos del calibre y del peso del fruto, se procedió a realizar la clasificación de los mismos de acuerdo a la tipificación establecida por la Comunidad Económica Europea, en su Reglamento (CEE) No 899/87 de la Comisión de 30 de Marzo de 1987, por el que se establecen en su anexo No 2, las normas de calidad para la fresa. En el cuadro 10, se presenta la clasificación sugerida por la Comunidad Económica Europea para la fresa, se muestra las cuatro categorías establecidas con sus respectivas disposiciones o características; de calidad así como el calibre mínimo para las mismas, que está determinado por el diámetro máximo de la sección ecuatorial

Cuadro 10. Parámetros de tipificación para frutos de fresa.

CATEGORIA	CARACTERISTICAS DE CALIDAD	CALIBRE MINIMO
Extra	Frutos de calidad superior Coloración y forma típica de la variedad Frutos uniformes y regulares en madurez, coloración y grosor Aspecto brillante	25 mm
I	Frutos de buena calidad Presentan características de la variedad Ligeros defectos de forma Presencia de una pequeña zona blanquecina Menos homogéneos en cuanto al tamaño y forma	20 mm
II	Pueden presentar defectos de forma Zona blanquecina no mayor a 1/5 de la superficie total Ligeras lesiones secas que o puedan evolucionar	20 mm
III	Pueden presentar ligeras magulladuras Zona blanquecina o verdosa no mayor a 1/3 de la superficie total Frutos sin cáliz	15 mm

Fuente: Comunidad Económica Europea, (1987)

3.6.7. Análisis económico

Se realizó de acuerdo a la metodología del presupuesto parcial del manual del CIMMYT, (1988). Para ello se tomó el tiempo empleado en las labores: preparación del suelo, desbanque de capa superficial, costo del sedimento, adición del sedimento, formación de camas, de acuerdo a cada tratamiento.