

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERIA AMBIENTAL

Tesis previa a la obtención de título de: INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA FASE INICIAL DE UN SISTEMA DE
MANEJO SUSTENTABLE PARA SUELO Y AGUA EN EL SECTOR SUR
OESTE DE LA UPS.**

AUTORAS:

AMAGUAÑA GALARZA SABRINA SANDRA

LLAMBA TOAPANTA CARMEN ELIZABETH

DIRECTORA:

ONDINA DEL PILAR LANDÁZURI PARRA

Quito, julio del 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotras Amaguaña Galarza Sabrina Sandra y Llamba Toapanta Carmen Elizabeth autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad las autoras.

Sabrina Amaguaña Galarza
C.I. 1722747761

Carmen Llamba Toapanta
C.I. 1722742903

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo principalmente a Dios y a la Virgen del Cisne, por guiarme en mi vida espiritual, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban. A mi madre María, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre Raúl, por ser el guía incondicional en mi vida y sobre todo por el apoyo económico como moral, A mis hermanos, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación.

A mis abuelitos, quienes han sido el motor que me impulsan a seguir adelante, a mis TÍOS Y TÍAS quienes han estado presentes siempre en las victorias que he conseguido.

Quienes de una u otra forma han contribuido y participado para alcanzar la meta trazada, ya que con su ayuda esta se hizo más fácil. ELI Y CRISTINA, y de manera especial a una amiga que a pesar de todos los obstáculos que se nos presentaron logramos el objetivo final. SABRINA

CARMEN LLAMBA

Dedico mi trabajo a los tres pilares fundamentales de mi vida: Dios, mi Familia y Amigos

A DIOS por ser mi guía a lo largo de mi vida, por haberme dado las fuerzas y perseverancia para cumplir mi sueño.

A mis abnegados padres Fausto y Norma que me apoyaron en todo momento y me dieron la oportunidad de avanzar como profesional, a mis queridos hermanos por su cariño y el apoyo brindado. A mi familia quienes con su amor, apoyo y comprensión siempre estuvieron si a lo largo de mi vida estudiantil.

A mis queridas amigas quienes siempre estuvieron en los momentos tristes y alegres de la vida, quienes han hecho muy amena e inolvidable la experiencia universitaria.

A mi mejor amigo quien con su paciencia, comprensión y amor ha sido lo más valioso que encontré en mi vida universitaria.

SABRINA AMAGUAÑA

AGRADECIMIENTO

Nos complace de sobre manera a través de este proyecto exteriorizar mi sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana en la Escuela de Ingeniería Ambiental y en ella a los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo y ética puesto de manifiesto en las aulas enrumban a cada uno de los que acudimos con sus conocimientos que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

A nuestra directora Dra. Ondina Landázuri por el tiempo dedicado para el desarrollo de este trabajo.

CARMEN LLAMBA Y SABRINA AMAGUAÑA

RESUMEN

En un terreno de 328 m² se implementó la fase inicial de un sistema funcional de manejo de suelo y agua, en el diseño se tomó en cuenta aspectos permaculturales como: área, características topográficas, elementos vivos y factores abióticos. El manejo de suelo se lo realizó mediante: camas de siembra elaboradas con material orgánico y huertos con policultivos, estas fueron delimitadas con plantas aromáticas para evitar la pérdida del suelo por factores físicos y controlar plagas, además se establece la rotación de cultivos según el tipo de hortalizas generando condiciones para usar eficientemente los nutrientes. La reposición de la materia orgánica se logrará generando compost utilizando residuos orgánicos provenientes de jardines, cafetería y conejera. El área cuenta con humedad suficiente para mantener los cultivos, si se requiere un suministro de agua adicional se ha instalado un tanque de reserva de agua lluvia como parte de los diseños de riego presentados: convencional por aspersión y no convencional por evaporación.

ABSTRAC

In an area of 328 m² was implemented the initial phase of a functional system of soil and water management, in the design were taken into account aspects permaculture as: area, topography, living and abiotic elements. The soil management was conducted by: planting beds elaborated with organic material and orchards with multiple cropping, these were delimited with aromatic plants to prevent soil loss by physical factors and pest control. Also sets the rotation of crops by type vegetable creating conditions to efficiently use nutrients. The replacement of the organic matter will achieve generating organic waste from compost using gardens, cafeteria waste and hutch. The area has enough moisture to sustain crops, if required additional water supply tank is installed rain water reserve as part of the irrigation designs presented: conventional and unconventional spray evaporation.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Parroquia Chillogallo	3
1.1.1. Ubicación y extensión	3
1.1.2. Tipos de Suelos en Chillogallo	4
1.1.2.1. Uso del suelo	4
1.1.2.2. Cultivos	4
1.1.3. Flora y fauna	5
1.1.3.1. Flora nativa.....	5
1.1.3.2. Fauna nativa	5
1.1.4. Condiciones meteorológicas	6
1.1.4.1. Precipitación.....	6
1.1.4.2. Temperatura ambiente.....	6
1.1.4.3. Diagrama ombrotérmico	7
1.1.4.4 Viento.....	7
1.2. Área de estudio.....	8
1.3. Desarrollo y Sustentabilidad	10
1.3.1. Definición.....	10
1.4. Permacultura	12
1.4.1. Historia de la Permacultura.....	12
1.4.2. Qué es la Permacultura.....	13
1.4.3. Importancia	14
1.4.4. Ética de la Permacultura.....	14
1.4.5. Diseño Permacultural	15
1.4.6. Principios del diseño de Permacultura	15
1.5. Suelo.....	19
1.5.1.1 Componentes.....	19
1.5.2. Propiedades físicas del suelo.....	28
1.5.2.1. Textura	28
1.5.2.2. Estructura	29

1.5.2.3. Densidad.....	29
1.5.2.4. Porosidad.....	30
1.5.3. Propiedades químicas del suelo	31
1.5.3.1. pH del suelo	31
1.5.4. Descomposición de materiales orgánicos	31
1.5.4.1. Humificación.....	33
1.5.5. Muestreo de suelo	33
1.5.5.1. Tipos de muestra	33
1.5.5.2. Diseño de muestreo	34
1.5.6.3. Preparación de la muestra compuesta	35
1.5.7. Camas.....	36
1.5.7.1. Cama de doble excavación.....	36
1.5.7.2. Camas de arropes de cobertura	36
1.6. Abonos	36
1.6.1. Compostaje, compost y humus	37
1.6.2. Abonos orgánicos.....	37
1.6.2.1 Compostaje.....	38
1.6.2.2. Estiércoles	40
1.6.3. Composteras.....	41
1.6.4. Elaboración de composta	42
1.6.4.1. Proceso de fabricación de composta doméstica	43
1.6.4.2 Relación carbono-nitrógeno	46
1.7. Cunicultura.....	47
1.7.1. Conejera	47
1.7.2. Alimentación.....	47
1.8. Cercas y cultivos	48
1.8.1. Cercas vivas	48
1.8.1.1. Especies utilizadas como cercas vivas	50
1.8.2. Especies utilizadas para cubrir el cerramiento frontal	54
1.8.2.1. Lianas y bejucos terrestres	54
1.8.3. Especies cultivables de ciclo corto.....	55
1.8.3.1. Hortalizas	55
1.8.3.2. Características de las hortícolas.....	58

1.8.4 Especies utilizadas como repelentes	64
1.9. Labranza para cultivos	71
1.9.1. Labranza de conservación	71
1.10. Siembra	72
1.10.1. Cercas vivas y lianas	72
1.10.1.1. Lianas (cerramiento frontal).....	73
1.10.2. Plantas de ciclo corto	73
1.10.2.1. La siembra.....	73
1.10.2.1.1. Siembra directa	73
1.10.2.1.2. Trasplante de plántulas.....	76
1.10.2.3. Marco de plantación.....	77
1.10.2.4. Asociación de cultivos	78
1.10.2.5. Rotación de cultivos.....	81
1.10.2.5. Cosecha.	83
1.10.3. Manejo integrado de plagas (MIP).....	85
1.10.4. Control cultural o ecológico.....	85
1.10.5. Preparados naturales	86
1.10.5.1. El extracto de ajo.....	86
1.10.5.2. Recomendaciones.....	87
1.11. Agua.....	87
1.11.1. Propiedades del agua.....	87
1.11.1.1. Propiedades físicas del agua.....	88
1.11.1.2. Propiedades químicas del agua.	89
1.11.1.3. Propiedades biológicas del agua	90
1.12. Riego	91
1.12.1. Parámetros de riego.....	91
1.12.2. Sistemas de riego.....	93
1.12.2.1. Riego por aspersión.....	93
1.12.2.1.1. Componentes del sistema de riego.....	94
1.12.2.1.2. Ventajas y desventajas	95
1.12.3. Determinaciones del requerimiento de agua en los cultivos.....	96
1.12.3.1. Sistema de riego goteo solar o kondenskompressor	98

1.12.4. Recolector del agua lluvia.....	101
CAPÍTULO 2	105
METODOLOGÍA	105
2.1. Diseño Permacultural	105
2.2 Preparación del sitio	107
2.3 Estudio del suelo	108
2.3.1 Muestreo de suelo	108
2.4. Establecimiento de camas de siembra.....	113
2.5. Construcción y establecimiento de las conejeras	114
2.6. Construcción y establecimiento de cajas para compost	114
2.6.1. Elaboración de la compostera	114
2.6.1 Cálculo de la composta requerida por camas de siembra.	115
2.6.2. Cálculo de volumen de composta generada por las composteras	116
2.7. Selección de las especies vegetales requeridas	116
2.7.1. Selección de las especies utilizadas como cercas vivas.....	116
2.7.2. Selección de las especies para cubrir el cerramiento frontal.....	117
2.7.3. Selección de los cultivos de ciclo corto	117
2.7.4. Selección de plantas repelentes	118
2.8. Siembra de las especies	119
2.8.1. Siembra de las especies utilizadas como cercas vivas	119
2.8.2. Siembra de las especies utilizadas para cubrir el cerramiento frontal	119
2.8.3. Siembra de cultivos de ciclo corto	120
2.8.4. Siembra de plantas repelentes	123
2.9. Subsistemas	123
2.9.1. Rotación de cultivos	123
2.10. Agua	124
2.10.1. Cálculo de caudal necesario por parcela.	124
2.10.2. Diseño del sistema de riego convencional	127
2.10.3. Proceso de evaporación del sistema de riego no convencional.....	128
2.10.4. Instalación del recolector del agua lluvia.....	130

CAPÍTULO 3	132
RESULTADOS.....	132
3.1. Diseño Permacultural	132
3.2. Preparación del área	132
3.3. Estudio del suelo.	133
3.4. Camas de siembra	135
3.5. Conejera	135
3.6. Compostera	136
3.7. Selección de las especies a sembrar	138
3.8. Siembra	138
3.8.1. Siembra de las cercas vivas.....	138
3.8.2. Siembra de las plantas para cubrir el cerramiento frontal.....	139
3.8.3. Siembra de las plantas de ciclo corto.	139
3.9.4. Siembra de plantas repelentes	143
3.10. Programa CROPWAT.....	143
3.10.1. Sistema de riego por aspersión.....	145
3.10.2. Análisis del proceso de evaporación del sistema de riego no convencional.....	145
3.10.3. Instalación del recolector del agua lluvia.....	146
CAPITULO 4	147
DISCUSION DE RESULTADOS	147
CONCLUSIONES	156
RECOMENDACIONES	158
LISTA DE REFERENCIAS	159

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO.....	173
Anexo 1. Anuario meteorológicos precipitación y temperatura	174
Anexo 2. Tablas de dirección del viento.....	175
Anexo 3. Condiciones iniciales del terreno.....	176
Anexo 4. Limpieza del área destinada al proyecto	177
Anexo 5. Elaboración del cerramiento.....	180
Anexo 6. Proceso de la toma de la muestra	180
Anexo 7. Muestreo de la macrofauna	181
Anexo 8. Elaboraciones las camas de siembra.....	182
Anexo 9. Elaboración de la conejera.....	183
Anexo 10. Elaboración de las composteras.....	183
Anexo 11. Siembra.....	184
Anexo 12. Datos para el programa Crop wat.....	185
Anexo 13. Experimentación in situ de la evaporación.....	186
Anexo 14. Registro de evaporación diaria	187
Anexo 15. Diseño Permacultural	189
Anexo 16. Cerramiento del área.....	190
Anexo 17. Proceso de degradación.	190
Anexo 18. Siembra de los árboles y arbustos	192
Anexo 19. Siembra con marco de plantación.....	193
Anexo 20. Diseño del Sistema Riego.....	195
Anexo 21. Recolector de agua lluvia	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parroquias de la Administración Zonal Quitumbe	3
Figura 2. Diagrama Ombrotérmico: Estación Izobamba	7
Figura 3. Área del Proyecto (A).....	8
Figura 4. Curvas de nivel del área del proyecto.....	9
Figura 5. Diagrama de clases texturales	29
Figura 6. Siembra al voleo	74
Figura 7. Siembra al voleo	74
Figura 8. Siembra al voleo	75
Figura 9. Siembra de plántulas	76
Figura 10. Deshierbas	76
Figura 11. Marco de plantación	77
Figura 12. Clases de plantas	83
Figura 13. Componentes de un aspersor	94
Figura 14. Funcionamiento del destilador	100
Figura 15. Botellas pet cubiertas de paja para evitar pérdidas de agua por la evaporación	101
Figura 16. Dimensiones de reja	108
Figura 17. Diseño de muestreo	110
Figura 18. Ubicación de los puntos seleccionados	111
Figura 19. Obtención de la muestra compuesta por cuarteo	112
Figura 20. Cálculo de la insolación, radiación, ETo.....	125
Figura 21. Cálculo de la precipitación efectiva	125
Figura 22. Cálculo Kc, etapas (días).....	126
Figura 23. Nombre del suelo, humedad de suelo disponible, tasa mínima de infiltración, profundidad radicular.....	126
Figura 24. Ventana del cálculo del caudal	127
Figura 25. Diagrama del número de botellas	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precipitación del período 2007-2012	6
Tabla 2. Temperatura del período 2007-2012.....	7
Tabla 3. Niveles porcentuales de carbono orgánico y materia orgánica en los suelos.....	20
Tabla 4. Concentraciones adecuadas de los elementos necesarios para las plantas	21
Tabla 5. Intensidad de muestreo.....	35
Tabla 6. Cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio existentes en el estiércol de las diferentes especies.	41
Tabla 7. Diferencia entre la composta madura e inmadura.....	44
Tabla 8. Clasificación de los residuos orgánicos para el compostaje	45
Tabla 9. Árboles y arbustos según la altura	51
Tabla 10. Requerimiento de nutrientes de los cultivos de ciclo corto.....	56
Tabla 11. Beneficios de las plantas aromáticas.....	71
.....	75
Tabla 12. Hortalizas de siembra directa.....	77
Tabla 13. Marco de plantación de cultivos	78
Tabla 14. Asociación de cultivos	80
Tabla 15. Tipos de hortalizas	82
Tabla 16. Tiempo de cosecha.....	85
Tabla 17. Tiempo de riego promedio para humedecer hasta 1,0 m de profundidad en diferentes tipos de suelo.....	93
Tabla 18. Valores típicos y rango de variación de CC, PMP, para suelos de diferentes clases textuales	97
Tabla 19. Algunas plantas destiladoras con energía solar.....	99
Tabla 20. Especies para la cerca viva.....	117
Tabla 21. Especies para la cerca viva.....	117
Tabla 22. Especies de ciclo corto.....	118
Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba	118
Tabla 23. Plantas repelentes.....	118
Tabla 24. Siembra directa	120
Tabla 25. Siembra indirecta.	120
Tabla 26. Marco de referencia de las especies de ciclo corto.	121
Tabla 27. Huerto	121
Tabla 28. Asociaciones del huerto	122
Tabla 29. Primera rotación.....	123
Tabla 30. Segunda rotación.....	124
Tabla 32. Macro fauna	135
Tabla 33. Capacidad de producción de las composteras.....	136
Tabla 34. Volumen de composta requerido por las camas de siembra	137
Tabla 35. Especies a sembrar	138
Tabla 36. Especies a sembrar por parcelas.....	139
Tabla 37. Caudal requerido por parcela.....	144
Tabla 38. Resultados de la evaporación mensual.....	145

INTRODUCCIÓN

Basándonos en las consecuencias que ha traído la inexistencia de ordenamiento territorial y el inadecuado manejo de los recursos naturales, podemos asegurar que es necesario cambiar paradigmas acerca del manejo de los recursos naturales como el suelo y el agua que hoy por hoy están tan degradados. El agua y el suelo que son sin lugar a dudas, los dos recursos naturales indispensables para sostener la producción agrícola actual, son manejados por la agricultura convencional sólo como dos insumos productivos, generalmente de bajo costo, además de problemas como el crecimiento poblacional han provocado que en áreas donde antes existían cultivos, ahora se divise obras urbanísticas.

Una parte de la sociedad hoy en día busca alternativas basadas en la conciencia del medio y de su lazo integral con la humanidad, que nos lleven a formar un conocimiento colectivo como vía para recuperar el entorno, y procurar un mayor equilibrio. La solución, mitigación o eliminación de cualquier problema ambiental debe tener como punto de partida el hecho de asumir cada problema como algo real, de dimensiones enormes, y con consecuencias importantes para las sociedades presentes y futuras (desarrollo sustentable).

Actualmente existe información suficiente sobre procesos ecológicos naturales que pueden tomarse como base para emular ciertos aspectos eficientes en estos sistemas con miras a un manejo integrado de los componentes en los sistemas agrícolas.

Si queremos contar con alimentos para el futuro es hora de cambiar la forma de manejo de los recursos naturales, he aquí una propuesta concreta que puede ser implementada en áreas con similares condiciones. Con el presente trabajo pretendemos dejar un planteamiento inicial con una nueva forma de concepción para el aprovechamiento de áreas pequeñas con manejo sustentable.

La Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur tiene un terreno que se encuentra en el sector sur oeste, este terreno posee un suelo potencialmente fértil que ha sido utilizado en actividades de acopio de desechos de césped y material de construcción.

Debido a las condiciones en las que se encontraba se propone un manejo sustentable, para esto se buscó una metodología integral, poco utilizada en nuestro país e innovadora y se propuso la implementación de Permacultura basado en principios hacia la conservación y satisfacción de necesidades básicas.

El objetivo del proyecto fue el de diseñar e implementar la fase inicial de un Sistema de Manejo Sustentable de suelo y agua en el área suroeste del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana, para poder alcanzar dicho objetivo se propuso tomar como referencia la Permacultura para desarrollar un diseño propio que contenga algunos de sus elementos y funcionalidades, con una propuesta de manejo de suelo y manejo de agua mediante un sistema de riego convencional y el estudio del posible sistema de riego no convencional, así como la implementación de un reservorio de agua lluvia con un sistema funcional para facilitar la captación, almacenaje y posterior uso, todos esto diseñado acorde a la realidad del terreno. Mediante esta primera fase se pretende dejar el precedente de que se puede iniciar la transformación de un área pequeña con un buen manejo en un sitio acogedor, funcional y con potencialidad de convertirse en un refugio natural si se continúa con el cuidado del área.

El proyecto tiene gran importancia porque el área donde se llevó a cabo el trabajo, presentó condiciones de insalubridad debido al crecimiento acelerado de la urbanización, realidad que se palpita en toda la ciudad, frente a esto queremos demostrar que se puede iniciar la recuperación de áreas deterioradas por actividades antropogénicas mediante la implementación de un sistema de manejo sustentable de suelo y agua y que es posible su replicación en áreas con similares características.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Parroquia Chillogallo

1.1.1. Ubicación y extensión

La parroquia Chillogallo está ubicada al suroeste de la ciudad de Quito (Figura 1), a 2900 msnm. Los límites de la misma son:

NORTE y NOR-ESTE: parroquias Magdalena y Chimbacalle.

SUR: parroquia de Tambillo

SUR-OCCIDENTE: estribaciones del Atacazo.

OESTE: parroquia de Lloa.

Esta parroquia posee una superficie de 579,90 hás, cuenta con 42840 habitantes distribuidos en 67 barrios, de los cuales 38 son legalizados y 29 son irregulares.). (Administración zonal Quitumbe, 2011)

Figura 1. Parroquias de la Administración Zonal Quitumbe



Fuente: Administración Zonal Quitumbe, 2012

1.1.2. Tipos de Suelos en Chillogallo

Galarraga (2005) se refirió a los tipos de suelo en los siguientes términos:

Según el Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG), los suelos del área han sido clasificados como EUTRANDEPTS, derivados de material volcánico, de color negro, textura limosa, con alta saturación de bases, poco profundos y con fuertes pendientes; erosionados o en condiciones climáticas marginales para cultivos agrícolas, presencia de roca y piedras que afloran a la superficie. Además, existen también DYSTRANDEPTS, limosos y con arena fina, franco arenosos, muy negros y con retención de agua. (p.23)

1.1.2.1. Uso del suelo

La Ordenanza Metropolitana No. 325 (2012) menciona que: “Las calles se utilizan para vehículos motorizados o no, pasajes peatonales, aceras y demás espacios públicos de las manzanas, así como las áreas para equipamiento urbano de iniciativa pública que deben aportarse conforme la normativa. El resto del suelo se destina a uso residencial y equipamiento urbano de iniciativa particular”. (p.4).

1.1.2.2. Cultivos

Trujillo (1995) se refirió a los cultivos de Chillogallo en los siguientes términos:

Hasta 1970, la parroquia de Chillogallo tenía como actividad productiva la ganadería y la agricultura, en las lomas que rodean al valle hacia al oriente como Puengasí, hacia el suroccidente en las lomas de las haciendas Ruiz, Santa Rosa, y Santa Ana; al occidente en la hacienda Checa, Ayaloma y el Rosario; al sur, las haciendas Cevallos, Guarcay, San Fernando; todas éstas eran productoras de papas, maíz, ocas, mellocos. Los hacendados se dedicaban al cultivo de legumbres y hortalizas, en forma especial al de la cebolla, también al cultivo de plantas medicinales y árboles de capulí. (p.23)

1.1.3. Flora y fauna

1.1.3.1. Flora nativa

En las partes más altas de los páramos del sur de la parroquia, faldas del Atacazo, se evidencian extensos pajonales, escondidos entre estos matorrales mortiño y shanshi. Conforme se va descendiendo se observan arbustos de matico y zagalitas, matorrales de zuro, peralillos, pumamaquis, siete cueros o sacha capulí, pucunero, guarumos, alisos. Hasta 1975 aún se evidenciaban árboles de peralillo y siete cueros. Entre esa frondosa vegetación florecían: maiguas y collas; pegadas a las paredes de las rocas estaban los helechos, musgos y líquenes. Existían árboles de arrayán, entre estos taxos enredados y moras.

Para la delimitación de las haciendas, se utilizaban hileras de arbustos como la chilca o sauco entremezclados con pencos enredados de mora y sachataxo. En el sector de La Plumilla (hoy urbanización Las Cuadras) abundaban los arbustos de chinchín. El lechero era un arbusto de tallo grueso que casi ha desaparecido, de sus ramas y hojas al ser arrancadas brotaba una especie de leche pegajosa. (Trujillo, 1995, p. 26)

1.1.3.2. Fauna nativa

En las laderas y quebradas de esta parroquia existía una gran cantidad y variedad de aves: el cuscungo, congós de color negro tornasolado, los plateros que tenían su hábitat en la Quebrada El Salto y Chiguinto, perdices de color plumizo.

En los páramos del Atacazo y en las lomas de Santa Rosa y Ruiz, la caza de conejos era de práctica permanente, en la parte húmeda y cenagosa del valle las enormes bandadas de garzas, en los aleros, las golondrinas, en la calle conocida como los Arrayanes por la gran cantidad de estos árboles. (Trujillo, 1995, p. 26)

1.1.4. Condiciones meteorológicas

Datos de precipitación, temperatura y viento fueron tomados de la Estación Meteorológica de Izobamba del INAMHI (Anexos 1 y 2), período 2007-2012. Esta Estación se encuentra ubicada:

Latitud: 00° 22' 00" S. **Longitud:** 78° 33' 00" W.

Elevación: 3058 msnm.

1.1.4.1. Precipitación

La precipitación se define como el agua que cae sobre la tierra, tanto en forma líquida como sólida. La precipitación viene siempre precedida por fenómenos de condensación y sublimación. En el Tabla 1 se muestra la precipitación multianual medida en la Estación Izobamba en un período de cinco años.

Tabla 1. Precipitación del período 2007-2012

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	PRECIPITACIÓN MEDIA MULTIANUAL
IZOBAMBA	1718,86 mm
Fuente. INAMHI, 2012	

1.1.4.2. Temperatura ambiente

La temperatura ambiente es la temperatura del aire registrada en el instante de la lectura.

La Temperatura Ambiente en Izobamba en un período de cinco años se muestra en el siguiente Tabla.

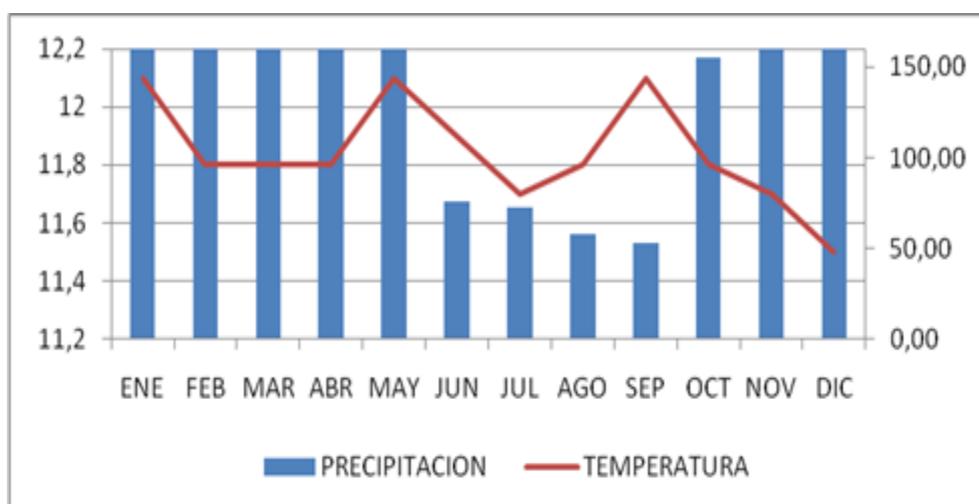
Tabla 2. Temperatura del período 2007-2012

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	TEMPERATURA MEDIA MULTIANUAL
IZOBAMBA	11,8 °C
Fuente. INAMHI, 2012	

1.1.4.3. Diagrama ombrotérmico

En el Figura 2 se puede visualizar la distribución de la temperatura y la precipitación, en base a los datos tomados en Izobamba. Los datos climatológicos son importantes para la planificación de los calendarios agrícolas, así como para la determinación de los tipos de cultivos que se pueden producir. En el Anexo 1, se presentan los datos utilizados para la construcción del diagrama Ombrotérmico del período 2007-2012.

Figura 2. Diagrama Ombrotérmico: Estación Izobamba



Fuente: INAMHI, 2012

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba.

1.1.4.4 Viento

El viento es la variable de estado de movimiento del aire, este es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las

diversas zonas de la Tierra y de la atmósfera. En el Anexo 2 se encuentran las tablas de dirección y velocidad del viento en el período correspondiente a 2007 – 2012.

1.2. Área de estudio

1.2.1. Ubicación y extensión

El área del proyecto se ubica en el sector suroeste de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus sur (Figura 3), Parroquia Chillogallo, Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha.

Latitud: 00° 16' 56.0" S. **Longitud:** 78° 33' 00.6" W.
Elevación: 2888 msnm. **Superficie de intervención:** 328 m².

Figura 3. Área del Proyecto (A)



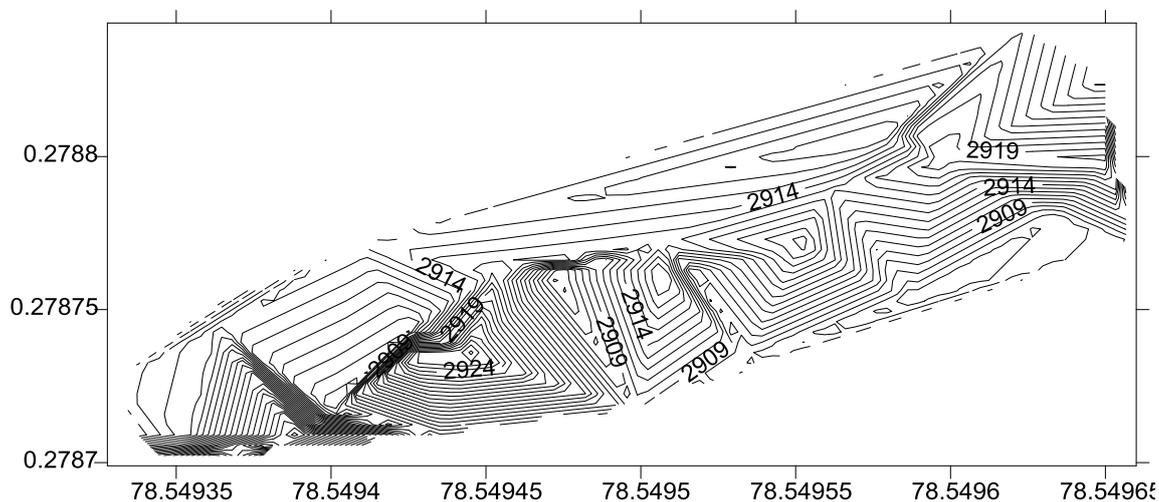
Fuente: Google Earth, 2013

1.2.2. Descripción del sector

El terreno es de inclinación leve, posee un área de 328 m², la Figura 4 muestra las curvas de nivel el terreno, estas curvas son líneas que unen puntos con la misma altitud, señalando así la orografía de la zona: la elevación del terreno se representa con curvas cerradas en las que la altura de las curvas interiores va en aumento,

también aparece un triángulo que representa la máxima altura del lugar. La depresión del terreno se representa con curvas cerradas en las que la altura de las curvas interiores va disminuyendo.

Figura 4. Curvas de nivel del área del proyecto



Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba.

El área estuvo cubierto de la herbácea *Niphogeton* sp, de la familia Apiaceae, la misma que se encontraba seca debido a que el personal de mantenimiento de la Universidad había colocado el herbicida Glifosato (Sal isopropilamina de N-(fosfometil)-glicina), nombre comercial Ranger.

Al primer mes de haber iniciado el proyecto, se observó que brotó vegetación conocida comúnmente como malas hierbas. En el sitio existían plantas tomates de árbol (*Cyphomandra betacea*) y una planta de cedrón (*Lippia citriodora*). En cuanto a la fauna, se constató la presencia de colibríes, tórtolas, gorriones, mirlos, ranas e invertebrados.

El terreno, previo al proyecto, fue utilizado como un botadero de escombros; por lo que se encontró en él residuos misceláneos como tarros de pintura, hojas de zinc, varillas, plásticos, botellas, cajas de madera, palos, restos de baldosas, así como material de construcción. En el centro del terreno encontramos un montículo de residuos de césped procedente de la poda de los jardines. Aledaña al proyecto, se

encuentra la Quebradilla Rumichaca, la misma que genera un olor desagradable que atrae a roedores. Como se muestra en el (Anexo 3).

1.3. Desarrollo y Sustentabilidad

1.3.1. Definición

Batidas (2003) se refiere al concepto de desarrollo sustentable en los siguientes términos:

Es un desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades y escoger su propio estilo de vida. La exigencia de darle a ese desarrollo una forma "sustentable" tiene vigencia para todos los países y para todos los seres humanos. La capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades se ve hoy amenazada tanto por la destrucción del ambiente como por el deterioro ecológico causado por el subdesarrollo. (p.46)

1.3.2. Elementos de una agricultura sustentable

Según Conway y Barbier (1990) afirmaron que:

La agricultura sustentable se refiere a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías de manejo que integran los componentes de los predios de manera de mejorar la eficiencia biológica del sistema. Esto requiere que el sistema agrícola sea considerado como un ecosistema, por lo que la investigación agrícola no se debería orientar solo a obtener altos rendimientos de un cultivo en particular, sino más bien a la optimización del sistema como un todo. Se requiere, además ver más allá de solo la producción económica inmediata y considerar la cuestión vital de la estabilidad ecológica y la equidad social. (p. 372)

Según Altieri (1994) los requisitos básicos de los agrosistemas sustentables son:

La conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al ambiente en un nivel alto y un rendimiento estable de la productividad. Para enfatizar la sustentabilidad a largo plazo, más que la productividad a corto plazo, el sistema debe:

- Reducir el uso de energía y recursos.
- Fomentar la producción local de productos alimenticios, adaptados al entorno socioeconómico y natural.
- Emplear métodos de producción que restablezcan los mecanismos homeostáticos conducentes a la estabilidad de la comunidad, a la optimización de las tasas de reciclaje de materia orgánica y nutrientes, a la utilización al máximo la capacidad multiuso del sistema y al fortalecimiento de un flujo eficiente de energía.
- El grado en que un agrosistema aumenta su sustentabilidad dependerá básicamente de la optimización de los siguientes procesos:

Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes: la productividad de un agrosistema está directamente relacionada con la magnitud del flujo y la movilización de nutrientes, lo que a su vez depende del suministro continuo de materia orgánica y la promoción de la actividad biológica del suelo.

Protección y conservación del suelo: el manejo de la cubierta vegetal mediante el uso de cultivos de cobertura “mulch”, prácticas de cero labranza, etc., que minimizan la erosión, es una medida eficaz para la conservación del suelo y del agua. La cubierta protectora debe además proteger al suelo de la oxidación u otro deterioro químico. El deterioro físico, debido a la compactación y pérdida de estructura producto de las precipitaciones puede ser igualmente desastroso reduciendo el potencial productivo.

Utilización eficiente de los recursos de agua, luz y suelo: es importante reducir al mínimo las pérdidas debidas a los flujos de radiación solar, aire y agua, a través de un manejo del microclima, de la humedad y del control de la erosión.

Mantenimiento de un nivel alto de fitomasa total y residual: con el fin de mantener la biología del suelo y la productividad animal y vegetal es de vital importancia mantener una fitomasa residual alta como fuente de carbono, que aporta energía y facilita la retención de nutrientes. Esto se logra adicionando materia orgánica.

Explotación de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

Preservación e integración de la biodiversidad: la eficiencia del reciclaje de nutrientes y la estabilidad frente al ataque de plagas y enfermedades al sistema dependen de la cantidad y tipo de biodiversidad presente, así como también de su organización espacial y temporal, y en especial, aquellos en ambientes marginales, poseen a menudo una estabilidad y una estaticidad importante. (p. 372-373)”

1.4. Permacultura

1.4.1. Historia de la Permacultura

Madrigal (1995) se refirió a la historia de la permacultura en los siguientes términos:

Bill Mollison (1928), desde 1954 trabajó como biólogo realizando estudios científicos en lugares remotos de Australia. En 1968 se graduó en biogeografía y fungió como maestro en la Universidad de Tasmania.

Mollison se convirtió en un crítico radical de los sistemas industriales y políticos que estaban destruyendo, física y socialmente, todas las partes del mundo. En 1974, en conjunto con David Holmgren, desarrollaron una estructura para un sistema de agricultura y de estilo de vida sostenibles, para lo cual Mollison acuñó la palabra Permacultura. Esto culminó en 1978 con la publicación del libro Permacultura I y un año después, Permacultura II.

Si bien en sus inicios la Permacultura apuntó hacia el autoabastecimiento de la familia y de la comunidad, “la autosuficiencia no tiene razón si la gente no

tiene acceso a la tierra, a la información y a los recursos económicos”. Así, en los últimos años la Permacultura se está dirigiendo también hacia estrategias para acceso a la tierra, ayuda legal y financiera.

Desde 1979, Mollison se ha dedicado a practicar con el ejemplo: construir sistemas biológicos sostenibles. Paralelamente, fue formando el Instituto de Permacultura Tagari, en Tyalgum, Australia.

Mollison considera que Masanobu Fukuoka (autor de La revolución de la labranza de paja) sintetiza muy bien la filosofía básica de la Permacultura: trabajar con la naturaleza, no contra ella. La Permacultura ha estudiado algunos de los principales sistemas productivos y estilos de vida indígena, a lo largo y ancho del mundo. (p.1-3).

1.4.2. Qué es la Permacultura

Mollison (1995) define a la permacultura como:

El término Permacultura proviene de la contracción de la palabra Permanente (en el sentido de sostenible) y Agricultura, entendiéndose como un modelo de agricultura sostenible, que mejora el entorno en el que se desarrolla, cuidando a la tierra y a las personas. Este concepto se basa en principios éticos sobre una forma de vivir, que busca trabajar con la Naturaleza y no contra ella, siendo su objetivo principal crear ecosistemas, que mejoren la calidad de vida de las personas.

Es un diseño para la creación de ambientes humanos sostenibles. La Permacultura trabaja con diferentes elementos como animales, plantas, construcciones e infraestructura; sin embargo, no trabaja con estos elementos por separado, sino con las relaciones que se pueden crear entre ellos para ubicarlos estratégicamente en el paisaje.

La Permacultura utiliza las cualidades inherentes de las plantas y animales combinadas en características y estructuras, para producir un sistema que soporte la vida para la ciudad y el campo, utilizando la menor área posible.

Está basada en la observación de los sistemas naturales, sabiduría contenida en los sistemas tradicionales de las granjas, conocimiento científico moderno y tecnología, es decir basados en modelos ecológicos.

Agrupar las diversas ideas, habilidades y modos de vivir que necesitan ser redescubiertos y desarrollados, para hacernos capaces de cubrir nuestras necesidades, al mismo tiempo que incrementamos el capital natural para las futuras generaciones. En este sentido más limitado pero importante, la Permacultura no es tan sólo el paisajismo, las habilidades de la horticultura biológica, la agricultura sostenible, la construcción de edificios energéticamente eficientes o el desarrollo de eco-aldeas, sino que también puede usarse para diseñar, establecer, gestionar y mejorar todo eso y los demás esfuerzos hechos por individuos, familias y comunidades hacia un futuro sostenible (Holmgren citado por Mollison). (p. 5-6)

1.4.3. Importancia

En el diseño Permacultural, la energía necesaria para el sistema es provista por el mismo sistema. Lo que no ocurre en la agricultura convencional, la cual necesita de recursos externos para manejarse, ésta no paga sus costos verdaderos. Cuando las necesidades de un sistema no son suplidas o no provienen del mismo sistema pagamos el precio en energía, consumo y polución.

1.4.4. Ética de la Permacultura

Mollison (1995) se refiere a la ética de la permacultura en los siguientes términos:

La Permacultura está basada en una ética tripartita:

- **Cuidado de la Tierra:** realización de actividades inofensivas y rehabilitadoras, conservación, uso ético y moderado de los recursos y la subsistencia correcta.
- **Cuidado de la Gente:** proveer las necesidades básicas de los seres humanos, su satisfacción no implica realizar prácticas destructivas a gran escala en contra de la tierra.

- **Contribución del tiempo, dinero y energías excedentes:** una vez consumado el cuidado de la tierra y de la gente, podemos utilizar los excedentes para ayudar a otros a lograr este enfoque. (p. 7)

1.4.5. Diseño Permacultural

El método consiste en el diseño y mantenimiento de pequeños ecosistemas de producción integrados armónicamente al entorno, incluyendo a las personas. Estos sistemas que trabajan con la Naturaleza se construyen con el propósito de que duren tanto sea posible con un mínimo de mantenimiento.

Para implementar un diseño de Permacultura se requiere flexibilidad y una secuencia que permite analizar los cambios, a medida que se observe y aprende sobre las modificaciones de cada zona; por ello, los diseños de Permacultura no pueden ser iguales, pues se basa en la observación de la naturaleza del lugar. Aunque su principal guía es la observación directa del entorno, la Permacultura también integra principios de ecología, tecnología apropiada y agricultura sostenible, además de los saberes locales. (Fundación hogares juveniles campesinos, 2004, p. 15)

1.4.6. Principios del diseño de Permacultura

Según Mollison (1995) los siguientes principios son inherentes a cualquier diseño de Permacultura:

Ubicación relativa

La esencia de la Permacultura es el diseño, esta etapa permite la conexión entre varios elementos para que cada componente funcione eficientemente, para lograr esto se debe situar cada elemento en un lugar correcto y estratégico. Es importante establecer la relación de trabajo entre cada elemento, de manera que las necesidades de un elemento sean cubiertas por otro.

Cada elemento cumple funciones

Cada elemento debe ser escogido y ubicado de tal forma que cumpla diversidad de funciones. Respecto a los animales y plantas, las especies se seleccionan tomando en cuenta sus tolerancias, necesidades y productos.

Cada función importante es soportada por muchos elementos

Las necesidades básicas importantes como agua, alimento, energía deben servir de dos o más maneras.

Planificación eficiente de energía

El éxito para una planificación eficiente de energía es la ubicación de plantas, animales y estructuras.

Planificación de zonas: consiste en ubicar cada elemento según su capacidad de uso o frecuencia con la que necesitamos trabajar con él. Para ubicar los elementos se empieza desde el centro de la actividad, un ejemplo de esto puede ser la casa.

La elección de la zona se elige por:

- Frecuencia que se necesita para visitar cada elemento para la cosecha.
- Frecuencia de visitas que cada elemento necesita por diferentes razones.

Entre más visitas sean necesarias a un lugar, más cerca deben estar los objetos.

La zona O: Es el centro de actividad (casa, establo o pueblo si el diseño es a gran escala), esta zona se planifica para conservar energía y para ser apta para suplir las necesidades de sus ocupantes.

La zona I: Está cerca de la casa, es el área más controlada y de uso más intenso. Comúnmente no contiene animales ni árboles grandes. Puede contener el huerto, talleres, invernadero, animales menores (conejos, cuyes, en esta área no hay ningún animal grande).

La zona II: También se mantiene intensivamente, con plantaciones densas (arbustos grandes, frutas pequeñas y huerto frutal mixto, cortinas rompe vientos) en ella se ubica especies de plantas y animales que requieren de cuidado y observación. Se realiza manejo de agua.

La zona III: Contiene huertos frutales sin podar y sin mulch, grandes áreas de pastos para animales de carne en libertad. Hay árboles frutales grandes, algo de bosque y de manejo de agua. Las especies de plantas y animales que requieren de cuidado y observación se localizan en esta zona y el agua es totalmente controlada y distribuida.

La zona IV: Esta área es semi manejada, semi silvestre utilizada para recolección, producción de alimentos resistentes, contiene árboles sin podar y manejo de vida silvestre y bosque.

La zona V: Esta área no es manejada, es un sistema natural. Hasta aquí se diseña. Es un lugar para observar, meditar y aprender. Se visita, no se maneja.

Planificación de sectores: se trabaja con los elementos sol, lluvia, luz, fuego silvestre, etc. que provienen externamente del sistema y lo atraviesan, para esto se realiza un diagrama del sector basado en el sitio real, aquí se ubican las especies y estructuras apropiadas en cada sector para: bloquear la excesiva energía que viene de fuera, obtener una vista panorámica del lugar, canalizar los elementos del diseño en usos especiales, habilitar un sector.

Pendiente: mirando el sitio de perfil se observan las elevaciones relativas que darán las claves para el manejo del agua, ubicación de las estructuras y función de los bosques y cultivos.

Una buena planificación de zonas y sectores se encontrará determinada por: recursos del sitio, energías externas, inclinación y elevación.

Énfasis en el uso de recursos biológicos

Las plantas y animales deben ser utilizados para proveer combustibles, fertilizantes, control de plagas, mejoramiento del hábitat, etc. El construir recursos biológicos en el sitio es una inversión a largo plazo. Como ejemplo de uso de animales y plantas como recursos biológicos tenemos: las gallinas y cerdos que pueden ser usados como tractores pues son excavadores y removedores de suelo, además de podadores. La clave es el manejo y uso adecuado de los recursos no biológicos en las primeras etapas de la Permacultura.

Reciclaje de energía en el sitio

Una comunidad sostenida por una Permacultura diversa es independiente del comercio de distribución y garantiza una dieta variada proveyendo todos los requerimientos nutricionales, y no sacrifica la calidad o destruye la tierra que la alimenta. Los ahorros grandes en energía están dados en la eliminación de los costos de transporte, empaque y mercado. Los sistemas buscan parar el flujo de nutrientes y energía fuera del sitio y regresarlos al ciclo. Así por ejemplo, los desechos provenientes de los cultivos se utilizan en el compost.

Utilización y aceleración de la sucesión natural de las plantas

Los sistemas naturales se desarrollan y transforman a través del tiempo, trayendo una sucesión de diferentes especies de plantas y animales. Cada etapa que se da crea las condiciones correctas para la próxima etapa. Las plantas pioneras pueden modificar el medioambiente creando condiciones que faciliten el desarrollo posterior de otras especies.

Densidad

En los monocultivos hay arreglos en lugar de orden, estos separan las especies y crean más gastos de nutrientes, además de atraer plagas. En cambio, el orden permacultural integra, reduce el trabajo y dificulta el ataque de plagas.

El rendimiento de un monocultivo es posiblemente mayor para una siembra en particular. No obstante, en el policultivo la suma de los rendimientos tenderá a ser mayor (leña, nueces, fruta, semilla, vegetales, hierbas). La cuestión fundamental es distribuir el rendimiento en el tiempo para que haya producto disponible durante cada estación del año.

En Permacultura la diversidad está relacionada con la estabilidad; ambas ocurren cuando existen especies cooperativas y no dependen del número de elementos sino del número de conexiones funcionales establecidas entre estos elementos. Lo que se busca es tener un gremio de elementos (plantas, animales o estructuras) que trabajen juntos. Los gremios están integrados por

una asociación cercana de especies que se agrupan en torno a un elemento central (planta o animal). Los beneficios de esta agrupación pueden ser:

- Reducción de la competencia radicular por hierbas invasoras;
- Cobertura física contra las heladas, quemaduras de sol o efectos del viento;
- Provisión de nutrientes en la forma de leguminosas anuales, arbustos o árboles;
- Asistencia en el control de plagas.

Efecto de borde

Un borde es la interface entre dos medios. Usualmente, un borde tiene sus propias especies; además, su productividad suele incrementarse. Las energías o materiales se acumulan en los bordes límite, los cuales actúan como una red o coladera. (p.7-8)

1.5. Suelo

1.5.1. Composición del suelo

El suelo es un sistema natural, a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos, que se encuentran bajo la influencia del clima y medio biológico. El suelo tiene los siguientes componentes: minerales, materia orgánica, aire, agua y organismos. En la mayoría de suelos, los minerales representan alrededor del 45% del volumen total, agua y aire cerca de 25% cada uno, y materia orgánica entre 2% y 5%.

1.5.1.1 Componentes

Materia orgánica

Se refiere a los residuos de origen biológico, predominantemente vegetal que se acumulan en el suelo y que por la acción de la microbiota del suelo son convertidos en una materia rica en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes. (Núñez, 1985, p.16).

La proporción de materia orgánica en la superficie de los suelos arenosos desérticos solo alcanza al 5 % de su peso total, en suelos cultivables varía entre el 2 y el 15% en algunos casos llega del 8 al 10%. En suelos turbosos, puede alcanzar del 90 a 95%. La materia orgánica disminuye en forma variable con la profundidad del suelo. (Fassbender, 1975, p. 87.)

La materia orgánica altera las propiedades físicas y químicas del suelo y contribuye a la formación de horizontes o en otros procesos formadores de suelos. También es la base de la actividad biológica del suelo, influenciando características de importancia agrícola como el contenido de fósforo, el ciclo de nitrógeno, la estructura del suelo y sus condiciones asociadas de infiltración de agua, permeabilidad y aireación.

La cantidad de materia orgánica en los suelos generalmente se expresa como porcentaje en base al peso del suelo. En el laboratorio se dificulta separar el material orgánico e inorgánico de un suelo, es por esta razón que se obtiene indirectamente una estimación del contenido de materia orgánica se a través del análisis de un elemento que es constituyente de todas las sustancias orgánicas en el suelo: el carbono (C). Es decir, conociendo la cantidad de carbono orgánico (C₂) presente en una muestra de suelo, indirectamente se puede estimar cuál es su porcentaje de materia orgánica. (Núñez, 1985, p. 119)

Tabla 3. Niveles porcentuales de carbono orgánico y materia orgánica en los suelos

Interpretación	Materia orgánica (MO)	Carbón orgánico (CO)
Alto	< 4,25	< 2.5
Medio	1.7 a 4.25	1 a 2.5
Bajo	> 1.7	>1

Fuente: Núñez, 1985

Materia mineral

Las plantas necesitan 16 elementos esenciales para crecer y completar su desarrollo. El carbono, oxígeno e hidrógeno) son aportados por el aire. Los trece restantes son suministrados por el suelo y se clasifican en macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro). (Parra, 2002, p. 38)

Tabla 4 se muestran los elementos que son considerados esenciales para la mayoría de las plantas superiores.

Tabla 4. Concentraciones adecuadas de los elementos necesarios para las plantas

Elemento	Símbolo químico	Concentración en materia seca (% o ppm)
Obtenidos del agua o del dióxido de carbono		
Hidrógeno	H	6
Carbono	C	45
Oxígeno	O	45
Obtenidos del suelo		
Macro nutrientes		
Nitrógeno	N	1.5
Potasio	K	1.0
Calcio	Ca	0.5
Magnesio	Mg	0.2
Fósforo	P	0.2
Azufre	S	0.1
Silicio	Si	0.1
Micro nutrientes		
Cloro	Cl	100
Hierro	Fe	100
Boro	B	20
Manganeso	Mn	50
Sodio	Na	10
Cinc	Zn	20
Cobre	Cu	6
Níquel	Ni	0.1
Molibdeno	Mo	0.1
Los valores para los elementos no minerales (H, C, O) y de los macro nutrientes son porcentajes y los micronutrientes están expresados en partes por millón (ppm)		

Fuente: Núñez, 1985

Minerales y su función

A pesar de que cada elemento esencial participa en muchas reacciones metabólicas diferentes, es posible establecer algunos principios generales sobre las funciones de los elementos esenciales en el metabolismo vegetal. (Taiz y Zeiger, 2006, p.127)

Nitrógeno

Es el elemento del que las plantas necesitan mayor cantidad, actúa como constituyente de muchos componentes celulares, como aminoácidos y ácidos nucleicos. Una carencia de este inhibe rápidamente el crecimiento vegetal. Una planta con carencia de nitrógeno puede tener un color verde brillante en las hojas superiores y un color amarillo en las hojas inferiores. Cuando la carencia de nitrógeno se desarrolla lentamente, las plantas pueden presentar tallos muy delgados y leñosos, este aspecto carencial puede ser debido a la producción de un exceso de carbohidratos que no son utilizados en la síntesis de aminoácidos u otros compuestos de nitrógeno. Los carbohidratos no utilizados en el metabolismo del nitrógeno se pueden destinar a la síntesis de antocianina, lo que provoca la acumulación de este pigmento. Un exceso de nitrógeno retarda la maduración, debilita la planta, puede bajar la calidad del cultivo y puede provocar menor resistencia a enfermedades. (Taiz y Zeiger, 2006, p.128)

Fósforo

Como fosfato PO_4^{3-} , es el intermediario de azúcares-fosfatos de la respiración, fotosíntesis y fosfolípidos que forman parte de las membranas vegetales. También es un componente de los nucleótidos utilizados en el metabolismo energético vegetal (como ATP) y en las moléculas de ADN y ARN. Los síntomas característicos de la carencia de fósforo son el crecimiento raquítico de las plantas jóvenes y la presencia de una coloración verde oscura en las hojas, que pueden ser malformadas y presentar manchas de tejido muerto llamadas manchas necróticas. Un exceso de fósforo no parece que pueda causar daños para la planta, sin embargo puede influir en la asimilación de otros nutrientes. (Taiz y Zeiger, 2006, p.128)

Boro

No se conoce la función precisa del boro en el metabolismo vegetal, hay evidencias de que participa en la elongación de la membrana. Las plantas con carencias de boro pueden exhibir una gran variedad de síntomas, según las especies y la edad de las plantas. Uno de los síntomas de carencia de boro es la necrosis negra en las hojas jóvenes y en las yemas terminales, esto se produce sobre todo en la base del limbo de la hoja. Los tallos pueden ser anormalmente rígidos y quebradizos. También se puede perder la dominancia apical, de modo que la planta llega a ser muy ramificada,

sin embargo, los ápices apicales de las ramas pueden presentar pronto síntomas de necrosis debido a la inhibición de la división celular. (Taiz y Zeiger, 2006, p.129)

Potasio

Esta presente como cation k^+ , tiene un papel importante en la regulación del potencial osmótico de las células vegetales, es un activador de muchas enzimas implicadas en la respiración y fotosíntesis. Los síntomas de carencia de potasio son: presencia de un moteado o clorosis marginal, que se desarrolla primero en el extremo y márgenes de la hoja y entre los nervios. En muchas monocotiledóneas, esas lesiones necróticas pueden formarse inicialmente en el extremo de la hoja y en los márgenes y extenderse hacia la base de la hoja. Un exceso de potasio puede hacer que la planta no asimile bien el magnesio, y por tanto presentar los síntomas de falta de magnesio, pero generalmente el exceso de potasio no suele causar problemas. (Taiz y Zeiger, 2006, p.129)

Hierro

Componente de las enzimas involucradas en la transferencia de electrones, como citocromos, el hierro se oxida reversiblemente de Fe^{2+} a Fe^{3+} durante la transferencia de electrones. Un síntoma característico es la clorosis, este síntoma aparece inicialmente en las hojas más jóvenes debido a que el hierro no se moviliza rápidamente desde las hojas más viejas. En condiciones extremas o prolongadas de carencia, los nervios pueden llegar a ser cloróticos, lo que hace que toda la hoja sea blanca. La clorosis de las hojas se produce porque el hierro es necesario para la síntesis de algunos complejos proteína-clorofila en los cloroplastos. El exceso de calcio no es muy perjudicial, aunque existen plantas que toleran mal este elemento (calcífugas). (Taiz y Zeiger, 2006, p.132)

Zinc

Muchas enzimas necesitan iones de cinc para su actividad y, además se requiere para la biosíntesis de clorofila en algunas plantas. La carencia de cinc se caracteriza por la reducción del crecimiento de entrenudos y como consecuencia de ello, se produce un patrón de crecimiento en roseta en el que las hojas forman un agrupamiento circular desde el nivel del suelo o cerca de él. Las hojas pueden ser pequeñas y deformadas,

con apariencia arrugada en los bordes. El exceso de zinc no produce toxicidad en suelos básicos. Es posible la toxicidad en suelos ácidos o cuyo material originario han sido rocas ricas en este mineral. Pueden presentar clorosis debido al bajo contenido en Fe (el Zn impide la reducción del Fe y su transporte por el interior de la planta). (Taiz y Zeiger, 2006, p.132)

Cobre

Está asociado a enzimas implicadas en las reacciones redox, oxidándose de forma reversible de Cu a Cu². El síntoma inicial de carencia de cobre es la producción de hojas de color verde oscuro, que pueden contener manchas necróticas, estas manchas aparecen primero en los extremos de las hojas jóvenes y se extienden hacia la base a lo largo de los márgenes de las hojas. Las hojas también pueden estar curvadas o malformadas. En condiciones extremas de carencia de cobre se puede producir una pérdida prematura de hojas. Cuando el cobre se encuentra en valores superiores en el suelo a 300 mg/kg es considerada como toxicidad afectado principalmente a las raíces. El exceso también puede originar deficiencia de hierro. (Taiz y Zeiger, 2006, p.132)

Manganeso

Los primeros síntomas aparecen como clorosis en tejidos jóvenes, en las dicotiledóneas como pequeñas manchas amarillas. En las monocotiledóneas es de color verde-gris, estas manchas aparecen en la parte inferior de la base de las hojas más jóvenes. (Silva y Uchida, 2000, 31)

Calcio

Es importante para la formación de los órganos y tejidos de las plantas. Contribuye a la formación del fruto y de sus semillas. Produce endurecimiento de los tejidos.

La carencia de calcio hace que la planta sea más pequeña, aborto de las flores y que sus frutos puedan presentar pudriciones. Un exceso de calcio puede influir en la asimilación del magnesio, por lo que la planta puede presentar síntomas de falta de magnesio.

El exceso de calcio no es muy perjudicial, aunque existen plantas que toleran mal este elemento (calcífugas).

Magnesio

Contribuye en la síntesis de la clorofila y a regular el pH. También es importante en la floración. Un déficit de magnesio hace que las hojas amarillean, manteniendo sus nervios verdes. Un exceso de magnesio hace que el potasio no sea bien absorbido por la planta.

Agua y Aire

El segundo 50 % del volumen del suelo se encuentra ocupado por aire y agua, cuyos contenidos están inversamente relacionados: a mayor contenido de agua en el suelo, menor contenido de aire y viceversa.

Una parte del agua se intercepta por el sistema aéreo de la plantas antes de llegar al suelo y se evapora rápidamente, el agua puede atravesar la superficie mediante el proceso de infiltración, el mismo que depende de las características superficiales, la estructura, la compactación del suelo. La infiltración permite aumentar la reserva de agua; lo que se infiltra se escarcha en los terrenos planos o se pierde por escorrentía superficial en los terrenos con pendiente. (Núñez, 1985, p.17)

Organismos del suelo

Los organismos vivos son un componente importante del suelo; generalmente no representan un porcentaje significativo del peso del suelo. Sin embargo, las funciones que ellos desempeñan son sumamente importantes para el crecimiento de las plantas. Una de las funciones es la descomposición de restos vegetales y animales que sirven como fuente de energía para los organismos, a cambio de la liberación de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. (Casanova, 2005, p.150.)

Micro fauna y microflora

Bacterias: Según Sagardoy (2004) las bacterias son “organismos unicelulares más abundantes del suelo, a menudo exceden 10^7 a 10^8 individuos por g de suelo.” (p. 56)

Fournier (1993) se refiere a las bacterias en los siguientes términos:

Existen varios grupos de autótrofas, que obtienen su energía mediante la oxidación de compuestos de hierro o de azufre, otras bacterias son autótrofas y utilizan entonces en su nutrición sustancias orgánicas, entre éstas están las que tienen la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico. Esta fijación de nitrógeno la llevan a cabo en simbiosis con plantas superiores o bien como organismos de vida libre.

La fijación de nitrógeno efectuada por bacterias efectuando simbiosis con plantas superiores se presenta principalmente en especies leguminosas, tales como el frijol, arvejas, sojas, etc. Al morir las raíces de las plantas, el nitrógeno resultante de la fijación biológica permanece en el suelo y mejora la fertilidad. (p.33)

Hongos: organismos eucarióticos, los hongos aislados fácilmente del suelo son: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Trichoderma*.

Los hongos, al igual que bacterias y actinomicetes, no tienen clorofila y dependen del carbono preformado para su nutrición. Ellos responden rápidamente ante los sustratos agregados a los suelos, especialmente cuando contienen azúcares, hemicelulosa y lignina. (Sagardoy y Mandolesi, 2004, p. 112)

Los actinomicetes tienen habilidades para utilizar moléculas orgánicas simples y complejas como fuente de carbono y energía, actúan como degradadores de compuestos orgánicos complejos.

Protozoos: se alimentan de bacterias y hongos, evitando así que estas poblaciones crezcan demasiado. A su vez sirven de alimento a nemátodos y colémbolos, entre otros. Con sus excreciones nitrogenadas mejoran la disponibilidad de ese elemento en el suelo. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2007, p. 120)

Macro fauna

Dentro de estos tenemos a:

Ciempíes: la mayoría se alimentan de artrópodos, en ocasiones se pueden alimentar de residuos vegetales.

Milpiés: se encuentran de manera abundante en la materia orgánica del suelo, y son exclusivamente vegetarianos, consumen residuos vegetales en diferente estado de descomposición. Asimilan cerca del 50% de los residuos que ingieren, el resto lo regresan al suelo en estado avanzado de fragmentación pero con cambios químicos mínimos.

Arañas: son depredadoras y se alimentan de insectos y otras especies pequeñas.

Ácaros: pueden ser parásitos y vivir en asociación con algunas cochinillas, milpiés, ciempiés o actuar como depredadores de materia orgánica, Estos también pueden ser descomponedores de materia orgánica, depredadores y consumidores de hongos.

Colémbolos: son consumidores de materia orgánica, hongos, esporas, bacterias y estiércol. (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2007, p. 121)

Lombrices de tierra: invertebrados del Phylum *Annelida*, clase Oligochaeta, existen algunas especies, pero en general, estos animales contribuyen con la fertilidad del suelo ya que liberan nutrientes asimilables por las plantas, abren el suelo para la penetración de aire y agua, suprimen ciertas plagas y organismos dañinos mejorando así la calidad del suelo. En los sistemas de cero labranza, la población de lombrices es mayor.

A través de los túneles que las lombrices cavan pueden absorber agua en una cantidad de 4 a 10 veces más que la de los campos que no tienen estos túneles, esto reduce el escurrimiento de agua, recarga la capa subterránea, y ayuda a guardar más agua para períodos secos; en estos períodos los túneles permiten la penetración profunda de las raíces dentro de regiones del subsuelo con más alto contenido de humedad. Los túneles también llevan aire a la profundidad del suelo, estimulando el ciclo de nutrientes microbiales a esas profundidades. Cuando las lombrices están presentes en gran número, el labrado provisto por sus túneles puede reemplazar una buena parte de la labranza hecha por la maquinaria agrícola.

Las lombrices comen el material vegetal muerto, o detrito vegetal, que se acumula sobre el suelo y redistribuyen la materia orgánica y los nutrientes a través de la capa superior.

El contenido nutricional soluble de la tierra negra es considerablemente más alto que el del suelo original. Una buena población de lombrices puede procesar 20000 libras de la capa arable del suelo por año. La cantidad de renovación ha sido tan alta como 200 toneladas por acre (unos 4046 m²) reportadas en algunos casos excepcionales.

Las lombrices también segregan un estimulante para el crecimiento de las plantas. Los reportados aumentos de crecimiento en plantas, a continuación de la actividad de lombrices pueden atribuirse parcialmente a esta sustancia, no sólo al mejoramiento de la calidad del suelo. En un área de 33 cm x 33 cm la presencia de 11 lombrices representa una buena cantidad. En tierra bajo cultivos rara vez se cuentan más de 200/m², en pastizales puede haber hasta 500/m².

Como regla, el número de lombrices se puede aumentar reduciendo o eliminando el labrado, no usando un arado de vertedera, reduciendo el tamaño de las partículas de residuos, agregando estiércol de animales, y cultivando campos verdes (cultivos de cobertura). Es beneficioso dejar residuos en la superficie a lo largo del año. (ATTRA, 2007, p. 5-7)

1.5.2. Propiedades físicas del suelo

1.5.2.1. Textura

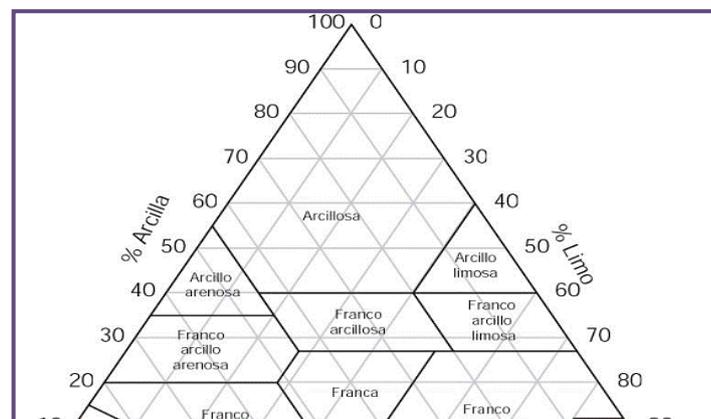
La textura se refiere a la porción relativa, en porcentaje de los componentes minerales del suelo con diámetros menores a 2mm: arena, limo y arcilla. Para clasificar el tamaño de las partículas menores de 2 mm existen diferentes sistemas en función de su velocidad de sedimentación en su tiempo dado. Los más usados son los del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norteamérica (USDA) y el Sistema reconocido por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS).

Los términos texturales se definen de una manera gráfica en un diagrama triangular que representa los valores de las tres fracciones arena limo y arcilla, en el Figura 5 se muestra el Diagrama de clases textuales que nos permite determinar el nombre textuales del suelo según sus porcentajes de arena, limo o arcilla. (Núñez, 1985, p.61-63)

Falcon (2007) se refiere a la textura del suelo en los siguientes términos:

En un suelo de textura equilibrada, es decir con una proporción más o menos similar de arcilla, limo y arena, las partículas finas retienen los nutrientes minerales mediante mecanismos de absorción e intercambio, y las gruesas son las responsables de la aireación e infiltración del agua. Estos suelos también se denominan suelos medianos o de textura franca. En términos generales, la textura adecuada para un buen desarrollo de las plantas es la franca. (p. 61)

Figura 5. Diagrama de clases texturales



Fuente: Google imágenes, 2012

1.5.2.2. Estructura

Se define estructura a la forma como se combinan las partículas minerales, denominadas ped, que es una unidad estructural donde los agregados presentan superficies definidas, los agregados están formados por partículas individuales (minerales, materia orgánica y huecos) y le confiere al suelo una determinada estructura. (Núñez, 1985, p.65)

1.5.2.3. Densidad

Se refiere al peso seco en gramos de materiales sólidos dentro de un volumen específico.

Densidad aparente

Es la relación: peso de suelo seco al horno, a 105 °C por 24 horas/volumen total de la muestra de suelo incluyendo el espacio poroso. La densidad aparente varía desde 0.1 g/cm³ o menor en suelos orgánicos, hasta 1.6 g/cm³ en suelos minerales, 1.8 g/cm³ en suelos arenosos y 2 g/cm³ en suelos compactados.

A mayores valores de densidad aparente disminuye proporcionalmente la porosidad del suelo. (Núñez, 1985, p.67)

Según Thompson y Troeh (2004) se refieren a la densidad aparente en los siguientes términos:

Los datos de densidad aparente se expresan necesariamente en unidades de peso y volumen. La densidad aparente de los horizontes A en suelos minerales suele variar entre 1,0 y 1,6 g/cm³ (la de los suelos orgánicos es menor y puede alcanzar 0,1 g/cm³ en turbas de esfagnos). Como regla general los suelos de textura fina tienen mayor porosidad y menor densidad aparente que los suelos arenosos. La materia orgánica hace descender la densidad aparente de dos maneras. En primer lugar, y a equivalencia de volúmenes, es mucho más ligera que la materia mineral. En segundo lugar, incrementa la estabilidad de los agregados del suelo. Este último efecto, es con mucho, el más importante en la mayoría de los suelos, pero en ambos contribuyen a proporcionar una menor densidad aparente a los suelos ricos en materia orgánica. Cuando las operaciones de cultivo provocan una pérdida de materia orgánica, la densidad aparente suele aumentar. (p 79-80)

1.5.2.4. Porosidad

Rosa (2008) se refiere a la porosidad del suelo como:

La relación entre el volumen que ocupan los poros y el volumen total, expresada normalmente en porcentajes. En general, los poros incluyen las grietas que se desarrollan con la sequedad, los espacios entre partículas y agregados, los huecos que dejan raíces y animales, etc. Solo los poros

mayores se detectan a simple vista, por lo que la porosidad total tiene que ser determinada en laboratorio. La densidad aparente de un suelo relaciona el espacio poroso con el peso, de forma que cuando la densidad aumenta el volumen de poros disminuye y viceversa. (p. 53)

Su importancia reside en el hecho de que por esos espacios o poros circulan los gases y las soluciones a través del perfil.

1.5.3. Propiedades químicas del suelo

1.5.3.1. pH del suelo

Durán y García (2001) se refieren al pH como “el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno en solución, constituye una de las más útiles informaciones que puede obtenerse de un suelo. Este dato puede inferir detalles importantes de la génesis y fertilidad de los suelos.” (p. 90)

Según los valores del pH, se pueden considerar las siguientes categorías de suelos: muy ácidos (pH < 5,5); ácidos (pH comprendidos entre 5,5 y 6,5); neutros (pH entre 6,5 y 7,5), alcalinos (pH entre 7,5 y 8,5); y muy alcalinos (pH >8,5). El pH ejerce una gran influencia en las reacciones de adsorción/desorción y de disolución/precipitación que regula la disponibilidad de varios nutrientes (fósforo, hierro, cobre, manganeso, zinc, boro). Al influir decisivamente en la descomposición de la materia orgánica, influye en la facilidad con la que pueden hacerse disponibles para las plantas las formas orgánicas de N, S y P, considerando ambos aspectos, el intervalo de pH en el que es máxima disponibilidad de la mayoría de los nutrientes está entre 6 y 7. (Parra, 2002, p. 38)

1.5.4. Descomposición de materiales orgánicos

Los materiales orgánicos provenientes de las plantas y animales pueden ser rápidamente o lentamente descompuestos, dependiendo del tipo de compuestos orgánicos que predomine. Si el material orgánico es rico en azúcar, almidón,

aminoácidos y proteínas simples, los organismos del suelo lo descomponen rápidamente. Si la constitución principal del material orgánico es proteína cruda o hemicelulosa, entonces la velocidad de descomposición es moderada, mientras que los materiales con celulosa, lignina y grasa son descompuestas lentamente. (Casanova, 2005, p. 262)

Se pueden diferenciar claramente tres etapas en la transformación de la materia orgánica:

Transformación química inicial, es una alteración que sufren los restos vegetales antes de caer al suelo. Las hojas son atacadas por los microorganismos, en el mismo árbol, y se producen importantes transformaciones en su composición y estructura. Consiste en pérdida de sustancias orgánicas y elementos minerales P, N, K, Na.

Acumulación y destrucción mecánica. La hojarasca, ramas, tallos, etc., se acumulan sobre el suelo y se van destruyendo mecánicamente, fundamentalmente por la acción de los animales que reducen su tamaño, lo mezclan con la fracción mineral y lo preparan para la posterior etapa.

Alteración química. En esta etapa se produce una intensa transformación de los materiales orgánicos, la mezcla del este e infiltración en el suelo. Los restos orgánicos en el suelo pierden rápidamente su estructura celular, convirtiéndose en un material amorfo que va adquiriendo un color cada vez más negro, con una constitución y composición absolutamente distintas de los originales. Poco a poco los restos transformados se van desintegrando, difuminándose en el suelo y finalmente se integran totalmente con la fracción mineral, formando parte íntima del plasma basal del suelo.

El papel de los microorganismos es decisivo para el desarrollo de estos procesos. Los microorganismos necesitan del carbono como fuente de energía (oxidando el C y lo devuelven a la atmósfera como CO₂) y el nitrógeno para incorporarlo a su protoplasma y ambos los toman de los restos vegetales. El C en los restos vegetales es muy abundante, aproximadamente del 58%. El N es elemento minoritario, por él

entran en competencia las raíces de las plantas y los microorganismos, por lo que puede ser un factor limitante. (Labrador, 2001, p. 34)

En caso de material como cartón que es materia orgánica su degradación es relativamente más lenta que el resto de compuestos orgánicos, en condiciones ideales de un cuando un pedazo de cartón es usado como abono, o destrozado y mojado para que su descomposición sea más eficiente, la descomposición orgánica ocurre más rápido, con gran parte del cartón completamente desintegrado en 3 meses. (Cervera, 2003, p. 147-148)

1.5.4.1. Humificación

La humificación es el proceso de formación del humus. Para que este proceso se lleve a cabo depende de las características del suelo y de la naturaleza de los restos vegetales aportados. La humificación es responsable de la acumulación de la materia orgánica en el suelo. (Labrador, 2001, p.36)

1.5.5. Muestreo de suelo

1.5.5.1. Tipos de muestra

a) Muestra simple

Una muestra simple es aquella que se toma en forma individual, y es llevada al laboratorio para las determinaciones analíticas de la misma.

b) Muestra Compuesta

Una muestra compuesta es aquella constituida por un conjunto de muestras simples, convenientemente mezcladas, y llevadas al laboratorio para el análisis correspondiente. Una muestra compuesta da un valor analítico medio de la propiedad determinada, representativo del volumen de suelo del que se tomó la muestra compuesta. Este valor es equivalente a la media de los valores de las muestras simples o individuales que componen la muestra compuesta, si hubiesen sido analizadas individualmente.

El número de muestras simples necesarias para constituir una muestra compuesta depende de la variabilidad de la propiedad a analizar en el área en estudio. A mayor variabilidad mayor número de muestras simples.

1.5.5.2. Diseño de muestreo

Existen dos diseños que dependen de la cantidad y utilidad de la información que se desea obtener del área de estudio, estos son: 1) basado en el juicio del experto y 2) el diseño estadístico, este último comprende los métodos estadísticos tradicionales (aleatorio simple, aleatorio estratificado y sistemático) y al análisis de datos correlacionados en el espacio. (Universidad nacional autónoma de México, 2011, p. 230)

a) A juicio del experto

La selección de puntos de muestreo consiste en la ubicación de las muestras típicas de la población de estudio con base en la experiencia de quien toma la muestra, o sea, se lleva a cabo por un experto. Este tipo de muestreo disminuye considerablemente el número de muestras, lo cual, se traduce en un menor costo del estudio.

b) Muestreo aleatorio simple

Los puntos de muestreo de toda la población se eligen de tal forma que cualquier combinación de n unidades tenga la misma oportunidad de ser seleccionada, se lleva al cabo seleccionando cada unidad al azar e independientemente de cualquier unidad previamente obtenida.

Azar simple: Mediante un listado de todos los elementos, se sortean por medios mecánicos para obtener la ubicación de toma d muestra.

Azar Sistemático: Igual al anterior método, aplicando el siguiente procedimiento:

Dónde: k = constante de referencia

N = Número de elementos de la población

n = Número de elementos de la muestra

$$k = \frac{N}{n}$$

Se efectúa un proceso para elegir un número que sea inferior o igual a su valor A

El primer punto de muestreo será: $A + 0 K$

El segundo punto de muestreo será: $A+1 K$

c) Muestreo aleatorio estratificado

Se utiliza comúnmente en poblaciones heterogéneas. En él la población se subdivide en estratos (grupos, fases) más homogéneos y en cada estrato se lleva al cabo un muestreo aleatorio simple. Para la elección de estratos se utiliza información previa.

d) Muestreo sistemático (en rejilla)

El muestreo sistemático consiste en la toma de muestras equidistantes con el fin de obtener una mejor representación de la población. (Universidad nacional autónoma de México, 2011, p. 231-232)

Intensidad de muestreo

Tabla 5. Intensidad de muestreo

Número mínimo de sub-muestras de suelo a tomar para preparar la muestra compuesta de cada unidad de muestreo que se enviará al laboratorio	
Superficie de lote homogéneo o unidad de muestreo que se desea analizar	Número mínimo de sub-muestras a tomar para preparar la muestra compuesta
< 2 hectáreas	8
2-5 hectáreas	12
5-10 hectáreas	16
10-25 hectáreas	20

Fuente: FERTILAB, 2010

1.5.6.3. Preparación de la muestra compuesta

Cuando se obtenga la sub-muestras, estas deben ser mezcladas cuidadosamente y se forma una muestra grande, la cual representa la unidad muestreada, esta se reduce

aproximadamente 1 kg mediante el sistema de cuarteo, una vez que se encuentre vaciado en un plástico, libre de todo residuo se las homogenizan, se distribuye en la superficie y se la dividen en cuatro cuadrantes, se toma un cuadrante se vuelve a homogenizar y se procede a cuartear , este proceso se repite de nuevo hasta obtener a un solo kilogramo. (FERTILAB, p.3)

1.5.7. Camas

1.5.7.1. Cama de doble excavación

Es una técnica de preparación y aflojamiento profundo del suelo sin voltearlo. Requiere un cierto esfuerzo físico; permite crear rápidamente un suelo rico en nutrientes, con suficiente aireación para obtener desde el principio buenas cosechas. Es parte del método biointensivo del cultivo orgánico de alimentos, desarrollado y promovido por el Sr. John Jeavons. Solo es posible realizarlo en terrenos donde tenemos un suelo bastante profundo.

1.5.7.2. Camas de arropes de cobertura

Las camas de arropes de cobertura es una técnica muy popular en la Permacultura, que implica poco trabajo físico, pero que requiere una gran cantidad de materiales para implementarla con éxito. Este método crea condiciones óptimas para que los insectos, lombrices, bacterias y microorganismos del suelo realicen el trabajo de degradación. La degradación de los materiales colocados depende de las condiciones del terreno. (Mamert, Heironimi y Ortiz, 2006, p.5)

1.6. Abonos

Según el INIAP (2003) menciona:

El abono se contribuye al aumento de la fertilidad del suelo. Hay dos clases de abonos: orgánicos e inorgánico.

Los abonos orgánicos llevan algunos nutrientes y fortalecen la formación de humus que facilita el intercambio catiónico. Y los abonos inorgánicos, más que los orgánicos, presentan problemas al aumentar la concentración de sales solubles en el suelo o sustrato. Estas sales son compuestos que la planta no puede utilizar porque no puede romper su enlace químico. (p. 38)

1.6.1. Compostaje, compost y humus

Según el INIAP (2003), menciona que:

Se llama compostaje a la técnica biológica realizada en condiciones particulares de humedad, aireación, temperatura y bajo acciones de ciertos microorganismos, para la transformación y estabilización de residuos orgánicos biodegradables en un producto final llamado compost que según su contenido de nutrientes puede ser un abono de buena calidad.

El compost es un compuesto con contenido alto en materia orgánica parcialmente mineralizada y humificada, que puede ser usado como abono orgánico o como sustrato, que puede sufrir mineralizaciones más lentas una vez incorporado al suelo y que al final de su evolución o descomposición se transforma en humus.

Humus es la fracción residual relativamente estable que queda después de la descomposición de la materia orgánica en el suelo, de color oscuro y muy resistente al ataque microbiano. De acuerdo con ese concepto de compost o un lombricompost, no se debe llamar humus, ya que estos son simplemente materias orgánicas prehumificadas. (p. 40).

1.6.2. Abonos orgánicos

Según Ormeño (2007) menciona que: “Las ventajas de los abonos orgánicos van más allá de la parte económica, permiten el aporte de nutrientes, incrementa la

retención de humedad y mejora la actividad biológica, con lo cual se incrementa la fertilidad del suelo y por ende su productividad” (p.31).

Millan, (2002), se refiere a “La aplicación de abonos orgánicos es una de las alternativas para poder recuperar la fertilidad del suelo, ya que los microorganismos que poseen, realizan un importante trabajo al descomponer las sustancias orgánicas y convertirse en minerales. Estos minerales pueden ser asimilados por las plantas durante su ciclo productivo” (p.132).

Gangotena, (1997), “menciona que en un puñado de tierra fértil hay cientos de millones de microorganismos que ayudan a mantener el equilibrio en el suelo” (p.17).

1.6.2.1 Compostaje

Valderrama (2007) menciona que:

El compostaje de residuos orgánicos es un proceso de degradación química y biológica en el cual se controla parámetros como temperatura, humedad y aireación para optimizarlo. Un posterior periodo de maduración lleva a la estabilización de la materia orgánica produciendo un producto final (el compost) capaz de incrementar la fertilidad de suelo a través de sustancias de tipo de los ácidos húmicos contenidas en ellos. (p.21).

Según Vargas (2007), afirma que:

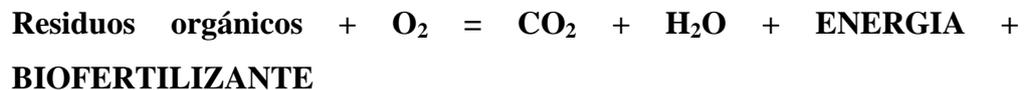
Es un abono formado por una mezcla compleja de compuestos minerales, de materia orgánica fresca parcialmente transformada y de compuestos húmicos. Es rico en nutrientes, es asimilable en forma paulatina por las plantas, tienen la finalidad de alimentar la vida del suelo y mejorar sus propiedades, como es el caso de la capacidad de retención del agua, su estructura, drenaje, aireación y facilidad para ser trabajado, que finalmente permitirá obtener una producción agrícola óptima. (p.21).

Romero (2003), menciona que:

El proceso de compostaje realizado bajo condiciones aeróbicas

Se efectúa mediante la acción e interacción de los microorganismos allí presentes; estos requieren de condiciones favorables: temperatura, humedad, aireación, pH, alimentos, entre otros para crecer y desarrollarse.

La actividad metabólica de la población microbiana que interviene en la transformación de los desechos orgánicos- bajo condiciones aeróbicas conduce a la producción de anhídrido carbónico, agua en forma de vapor, energía en forma de calor y finalmente, la producción de biofertilizantes, proceso que se expresa de la siguiente forma:



La energía liberada es utilizada para los microorganismos para su desarrollo y entre otras actividades, para asegurar el mantenimiento del calor en la pila. (p.34).

Rodríguez (2006), menciona que:

Ventajas del compostaje

Ahorrar en recogida de basura entre el 40% y el 50% de nuestra bolsa de basura se estima que está formada por restos orgánicos.

Ahorrar dinero haciendo compost con nuestros residuos no necesitamos comprar abonos ni sustratos.

Contribuir a reducir la contaminación cuanto más cerca de nuestra casa aprovechemos los residuos orgánicos más se reducirá el consumo de combustible para el transporte, habrá menos acumulación de desechos en vertederos y contribuiremos a una notable reducción de sustancias tóxicas y gases nocivos.(p. 33-34).

Gangotena (1997) menciona:

Importancia del Compost

Mejora la sanidad y el crecimiento de las plantas

Formación de humus permanente durante la maduración progresiva del compost que aumenta la cantidad de humus del suelo.

Las plantas pueden absorber más nitrógeno como consecuencia del estrechamiento de la relación carbono- nitrógeno en el suelo.

Descomposición parcial y casi completa de algunos residuos agrotóxicos. (p. 17).

1.6.2.2. Estiércoles

Thomson y Troeh (2004) afirman que:

Los estiércoles puros o en mezcla de cama con deyecciones constituyen abonos orgánicos naturales, con aporte de nutrientes (N, P, K, Ca, etc.), hormonas, vitaminas, antibióticos y una gran población microbiana.

La composición es variable, dependiendo de la especie, edad, alimentación, naturaleza de la cama, manejo del estiércol. La técnica del compostaje sería una práctica adecuada para estabilizar el estiércol, para disminuir las pérdidas de nutrientes. En caso de incorporarlo fresco al suelo, debería hacerse 4 a 5 meses antes de la siembra de cualquier cultivo, en los 10 -15 cm de profundidad.

La mejor manera de almacenar el estiércol es meterlo, fuertemente compactado, en un hoyo o trinchera, con paredes bien recubiertas para evitar el drenaje. Las condiciones deben ser anaerobias para minimizar las pérdidas por vitalización. Si no se dispone de trinchera, el estiércol puede acumularse en algún cobertizo donde se encuentre protegido de lavado. (p. 291).

En el **tabla 6** se muestra la cantidad de nitrógeno, fosforo y potasio existentes en el estiércol de las diferentes especies.

Tierra viva grupo ecológico (1988) afirman que:

El estiércol es un abono orgánico indispensable y es el más importante; no solo por su efecto de mejoramiento del suelo, sino también por su contenido de sustancias nutritivas.

Tabla 6. Cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio existentes en el estiércol de las diferentes especies.

Abono estiércol	Nitrógeno	Fosforo	Potasio
Vacuno	0.94	0.42	1.89
Oveja	2.82	0.41	2.62
Cerdo	1.77	2.11	0.57
Conejo	1.91	1.38	1.30
Caballo	1.98	1.29	2.41
Ave	2.72	2.23	2.26
Ave piso	2.89	1.43	2.14
Ave jaula	2.92	2.14	1.62
Cuy	2.40	1.40	0.60

Fuente: Rodríguez, 1993

En las comparaciones de los valores debe tenerse presente estos valores son variables de acuerdo con varios factores como por ejemplo: alimentación, adiciones (paja, aserrín, etc.) almacenajes. (p.16).

1.6.3. Composteras.

Según Rodríguez (2006).

Es un elemento que permite transformar la materia orgánica en bioabono.

Una herramienta de singular importancia es la producción de compost, a través de la construcción de una compostera, sitio en donde se descompone la materia orgánica con el fin de producir fertilizantes de calidad para los cultivos.

Características

Permite una fácil rotación manual.

Fácil ensamble.

La elaboración no tiene procedimiento establecido; lo básico es la homogenización de los ingredientes para la obtención un buen sustrato.

El área necesaria varía según la cantidad de residuos biodegradables que se pretende compostar el espacio mínimo es de 1 m², y también es recomendable que el lugar elegido sea discreto y localizado a cierta distancia del hogar y de vecinos; esto con el fin de evitar problemas en los casos de un deficiente procesamiento de la composta que genere malos olores o traiga fauna indeseable.

La mejor compostadora es aquella que resuelve las necesidades de quien elabora la composta doméstica y les disminuya la carga asociada a este proceso.

Se debe seleccionar el sitio donde se va a realizar la compostera. Aplanar y apisonar el suelo, dando una ligera inclinación para que no se empoce el agua, este sitio debe estar cerca l lugar donde se encuentran los residuos y cerca de la fuente de agua.

Construir un cobertizo materiales de la zona, para proteger el compost del sol y el exceso de agua en época lluviosa.

Con materiales antes preparados se construye una caja de 2 m de ancho y 1 m de alto y de largo dependerá del material disponible. (p.29-30).

1.6.4. Elaboración de composta

MIRES, El Grupo de Manejo Integral de Residuos Sólidos (2001) afirma:

El composteo es la descomposición de la materia orgánica por microorganismos en un ambiente con condiciones controladas, facilitando en incremento de la temperatura (comúnmente entre 55⁰ y 60⁰C) para destruir los patógenos. Los niveles de oxigenación y de humedad de este proceso también son controlados para reducir el

potencial de producción de malos olores. Durante el proceso, los materiales orgánicos son degradados a un material parecido al humus con excelentes propiedades para el suelo, con un pH en rango de 6.5 y 8, que favorece al crecimiento saludable de las plantas y tienen capacidad de retención de agua. (p.59).

Según Rodríguez (2006)

1.6.4.1. Proceso de fabricación de composta doméstica

El proceso de fabricación de composta puede dividirse en cuatro etapas: la selección de los desechos su reparación, la biorreacción, y el acondicionamiento final de la composta. Al nivel doméstico, el proceso puede dividirse en dos tipos, de acuerdo a la velocidad de degradación de residuos. Para el tipo “lento” no se requiere invertir mucho trabajo, pero la composta tardara en producirse hasta 12 meses; en el tipo “rápido” se requiere mayor esfuerzo, y a composta puede estar lista en dos meses.

Compostaje doméstico lento: el recipiente que se utiliza para este tipo de compostaje se va llenando en forma continua. Este material se mezcla con el más reciente y solo en pocas ocasiones se agita todo el material dentro del recipiente. Esta forma requiere menos esfuerzo que el compostaje rápido.

Compostaje doméstico rápido: esta forma de compostaje doméstico se lleva a cabo ocupando la totalidad del volumen del recipiente. También es útil para estaciones lluviosas, en la que se puede acumular gran cantidad de residuos. (p.33).

Tabla 7. Diferencia entre la composta madura e inmadura

	COMPOSTA INMADURA	DOMÉSTICA COMPOSTA DOMÉSTICA MADURA
OLOR	Más o menos pronunciado	Sin olor fuerte
COMPOSICIÓN	Hay lombrices y hongos (filamentos brillantes); material orgánico identificable.	No hay material orgánico identificable, tampoco organismo: se asemejan a tierra
USO	Alrededor de arbustos y árboles perennes	Incorporando al suelo
CANTIDAD	Poca cantidad	No hay riegos, puede realizarse varias aplicaciones

Fuente: Rodríguez, 2006

Selección de los residuos para el compostaje

Según Rodríguez (2006), afirma:

El compostaje requiere de cuatro elementos básicos:

Residuos verdes: con alto contenido de nitrógeno provienen principalmente de la cocina, residuos de alimentos.

Residuos cafés: con un alto contenido de carbono, son básicamente las plantas secas puede incluirse papel cortado en tiras delgadas.

Agua y aire (oxígeno). (p.35).

Tabla 8. Clasificación de los residuos orgánicos para el compostaje

	<u>Residuos</u>	<u>Observaciones</u>
Cafés	aserrín, virutas de madera	no usar si proviene de madera tratada con químicos
	hojas secas	se recogen en otoño para utilizarlas todo el año
	paja y heno	picar y mojar, favorecen la aireación
	pasto cortado y seco	cuando es necesario material café, se puede secar al sol el pasto recién cortado
	podas de árboles	Ayudan a la aireación. Deben ser cortadas en astillas menores
Verdes	cítricos	se requiere de una buena aireación
	estiércol de animales herbívoros	muy útil si se requiere de materiales verdes
	frutas, verduras, residuos de comida	picar en trozos pequeños principalmente las cáscaras
	hojas y bolsas de te	esparcir dentro de la mezcla
	maleza verde	pasteurizarla al sol dentro de una bolsa negra durante 7 a 10 días para eliminar semillas

Fuente. Rodríguez, 2006

Según Rodríguez (2006) afirma:

Factores importantes del compostaje

- **Humedad:** para medir la humedad, coloque en la mano un puñado del material que se encuentra en el centro de la pila y apriete. La humedad es la adecuada si es posible formar una pelota del material sin que este gotee. Si la mezcla está muy mojada se debe añadir material café y si está seca material verde o agua.
- **Temperatura:** la temperatura aumentara por acción de los organismos. Esta temperatura puede percibirse con ayuda de un termómetro, cuando la temperatura se eleva sobre los 50°C, se acelera el proceso y se pasteuriza la futura composta eliminando patógenos y semillas.

- **Clima:** La lluvia y el frío afectan el proceso, no se puede aislar la composta del ambiente porque también necesita calor y sol y oxígeno del aire fresco. (p.36).

1.6.4.2 Relación carbono-nitrógeno

Según Rodríguez (2006)

Es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos. Cuando los restos orgánicos tienen una relación C/N de alrededor de 100 se dice que la razón es alta. Es el caso de las espículas de los pinos. Como contienen poco nitrógeno la actividad biológica es limitada. Se trata de una vegetación acidificante.

Cuando C/N vale 30 los restos contienen suficiente nitrógeno para soportar una intensa actividad microbiana. En este caso la vegetación es mejorante.

Cuando se incorporan el resto orgánico al suelo se produce una intensa actividad microbiana, debido a la abundancia de restos fácilmente atacables. Después disminuye la actividad al ir quedando los restos más estables que sólo pueden ser descompuestos por los organismos más agresivos. Al principio actúan hongos, después las bacterias y por último los actinomicetos.

Los restos orgánicos se transforman muy rápidamente comparados con la fracción mineral, por ello la velocidad de formación del horizonte A es mayor que la del horizonte B. La velocidad de descomposición depende del tipo de resto vegetal aportado y del medio.

El fin inexorable de todos los compuestos orgánicos del suelo es su mineralización, por tanto su destrucción. Pero muchos compuestos son lo suficientemente estables como para permanecer en cantidades suficientes en los suelos (su descomposición se compensa con los aportes). Los compuestos húmicos pueden tener una vida media de cientos a miles de años. (41)

1.7. Cunicultura

1.7.1. Conejera

El suelo del edificio donde se ubican las jaulas de las conejeras, deben ser sólidas, impermeables a ratas, ratones y fácil de limpiar. Las conejeras que se ubican al aire libre, sin una protección de un edificio, son más vulnerables al ataque de los animales depredadores. Los suelos de tierra y de ladrillo absorben la orina, son muy difíciles de limpiar y de mantener higiénicos. Es muy ventajoso tener el suelo con una ligera pendiente hacia un canal para facilitar el lavado.

El techado de las jaulas debe ser de un material capaz de procurar aislamiento del frío y del calor a la vez. Un tejado de hierro ondulado tiene que estar colocado sobre material aislante, como una capa de fibra de vidrio. El asbesto ondulado es probablemente el material más satisfactorio. También es igualmente óptimo un techo de madera cubierto con embreado de primera calidad.

Una regla simple para un tamaño de jaulas es asignar 9.3 cm^2 a cada 450 g de peso adulto, en término medio es de unos 75 cm x 60 cm para las razas más pequeñas, 90 cm 0 110 cm x 60 cm para las razas grandes. La altura de la jaula para las razas pequeñas es de 45 cm a 50 cm. En jaulas pequeñas el espacio por gazapo es de 20 cm^2 como mínimo.

La superficie de las jaulas puede ser con suelo compacto o suelo perforado. El suelo perforado presta gran ayuda en la prevención de enfermedades y evita buena parte de trabajo de limpieza. (Barbado, 2006, p. 36-48)

1.7.2. Alimentación

El alimento de conejos debe ser completo. El conejo tiene que satisfacer sus necesidades de agua, nutrientes y además requiere complementar su dieta con sales minerales y vitaminas.

a) Alimentos concentrados

La base de estos son granos de cereales y fuentes proteicas como torta de soya, maní, ajonjolí y algodón, están preparados de manera que llenan los requerimientos de nutrientes de los animales con pocas cantidades.

b) Alimentos voluminosos

Son los más usados en las explotaciones caseras por su bajo costo y disponibilidad, puesto que se pueden sembrar si tenemos el espacio suficiente o la facilidad de comprar, son alimentos con una digestibilidad menor (grado de aprovechamiento por el animal). Entre ellos se tiene pastos y leguminosas (chala, alfalfa, etc.).

Consumo diario de alimento

Conejos que estén entre el destete y el sacrificio, con una duración aproximada entre 70 y 90 días, se debe alimentar con un consumo diario entre 100 y 130 gramos. Hembras Lactantes deben tener alimento al día entre 230 y 550 gramos de alimento según la raza y el número de gazapos que tenga, una vez los gazapos han abierto los ojos comenzarán a consumir el alimento de la madre por lo que se debe aumentarse la ración de alimento.

Los machos y las hembras que no estén en lactancia deben consumir alrededor de 120 a 130 gramos al día. Se debe suministrar el alimento siempre a la misma hora con el fin de evitar trastornos fisiológicos digestivos. (Universidad Católica, 2003, p. 19-20)

1.8. Cercas y cultivos

1.8.1. Cercas vivas

Ortola (1994) afirma que: “Una cerca viva se considera como sustituto potencial de la cerca como madera muerta y alambre de púas, para delimitar un área. (p.4)

Ospina (2004) afirma que: “Una cerca viva es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringe el paso de personas y animales. (p. 3)

Tipos de cerca vivas:

Según, Ospina (2004)

De acuerdo con su composición vegetal y propósito, se presentan los siguientes tipos de cerca viva:

Forrajeras: hojas, ramas y flores para alimentación animal.

Abonera: abonos verdes

Frutal: frutos comestibles

Multipropósito: con dominación de árboles multipropósito. (p.6)

Ventajas de las cercas vivas

Según Geilfus (1994) afirma que:

Conservación del suelo y abono verde

Si las cercas vivas están compuestas de árboles que se pueden podar, producen biomasa. Son al mismo tiempo cercas aboneras.

Control biológico de las plagas

Las cercas vivas pueden hospedar plagas de los cultivos. Sin embargo acogen también una multitud de insectos, aves, arañas, etc. útiles porque son enemigos naturales de las plagas: la cerca crea nichos ecológicos para animales útiles.

Además, las cercas vivas aumentan la cantidad de insectos que polinizan los cultivos.

Productos adicionales

Además de sus efectos benéficos y servicios, las cercas vivas y cortinas pueden proveer al agricultor de productos útiles tales como:

Madera

Frutos

Flores para las abejas.

El paisaje arbolado es un indicador de un mayor acercamiento con la naturaleza (calidad de vida). (p.43).

Falcón (2007), afirma que:

Los árboles son los grandes portadores de biomasa, un aspecto importantísimo desde el punto de vista ambiental. En lo que respecta a la configuración paisaje, el árbol es el elemento fundamental para la concepción de un espacio a futuro. En un espacio verde recién diseñado, la diferencia entre los distintos estratos vegetales: árboles, arbustos, plantas tapizantes, no suele ser muy acusada, pero, con el tiempo, la repercusión de los árboles en las zonas verdes ocupa el primer lugar. En un principio, los tamaños se muestran relativamente próximos, pero más tarde si el árbol ha sido escogido correctamente, alcanzará un gran desarrollo e incluso puede desaparecer estructuras, construcciones y edificios hasta transformar los espacios. El árbol puede utilizarse para ocultar estructuras o para mejorarlas, para evitar la erosión, como ornamento, o para configurar y definir el espacio.

El árbol es el principal protagonista de los beneficios medioambientales del verde urbano, pero también posee una función estructural, ya que ayuda como organizador del espacio. La distribución de los árboles, en masa o aislados es importante ya que según su disposición pueden contribuir a crear unos espacios especialmente protegidos del viento, ruido y contaminación atmosférica. (p. 73-75).

1.8.1.1. Especies utilizadas como cercas vivas

Las especies cultivadas en Quito son comunes para casi toda la región interandina, siendo los factores ambientales los que propician el cultivo y el desarrollo de especies ornamentales tropicales, andinas y subandinas, tanto nativas como exóticas que contribuyen a embellecer su paisaje. **Tabla 9.**

Tabla 9. Árboles y arbustos según la altura						
Familia	Nombre científico	Nombre común:	Altitud	Origen	Árbol	Arbusto
ARALIACEAE	<i>Oreopanax</i> sp.	Pumamaqui 	1600- 3500msnm	Ecuador	X	X
BUDLEJACEAE	<i>Buddleja</i> sp.	Quishuar 	1800- 2500msnm	Nativo del Ecuador		X

ROSACEAE	<i>Prunus serótina</i>	Capulí 	2800- 3700msnm	Nativo del Ecuador	X	
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso 	1900 y hasta 3500msnm.	Nativo del Ecuador	X	
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero verde 				X

VERBENACEAE	<i>Lippia citriodora</i>	Cedrón 	297 hasta los 2600msnm.	América del sur		X
LAMIACEAE	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero 	1500-3500 msnm	Mediterran eo		X
Fuente: Palacios,2013 Elaborador por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba						

1.8.2. Especies utilizadas para cubrir el cerramiento frontal

1.8.2.1. Lianas y bejucos terrestres

Según Lorea (2006).

Las plantas trepadoras, tanto herbáceas como leñosas, tienen una dependencia de los árboles para desarrollarse.

La gran superficie foliar que poseen la mayoría de las especies de lianas, acompañada de su hábito de formar grupos tridimensionales, contribuye a un aumento considerable de la disponibilidad de nichos y el consiguiente aumento de la abundancia y diversidad de artrópodos. (p. 6)

Dentro de este grupo tenemos a las siguientes especies:

- **Taxo**

Familia: PASSIFLORACEAE

Nombre científico: *Passiflora mollissima*.

Exigencias del cultivo

El taxo es una fruta típica de la zona fría, crece bien entre 2000 y 3000msnm con temperaturas de 8 °C a 16 °C. Toda la parte vegetativa de la planta es cubierta por un vello suave que la protege mejor contra oscilaciones marcadas de temperatura. La humedad relativa no debe ser muy alta, 65% a 75%, especialmente por el problema de antracnosis que es la enfermedad más limitante en este cultivo.

- **Granadilla**

Familia: PASSIFLORACEAE

Nombre científico: *Passiflora ligularis*.

Según Saldarriaga (1998) afirma que:

Exigencias del cultivo

Se desarrollan en climas entre 12^o y 17^oC de temperatura, 600 a 1000mm de precipitación anual y altitud de 1800 a 2600 msnm.

Humedad relativa (HR): sumamente apta (70-75%); moderadamente apta (60-70% – 75-80%)

Además de decorar y dar vida a un muro, son un regalo para los sentidos. Si se trata de una pared orientada a pleno sol, que además es perenne y aportará una nota de color en los meses de invierno.

Las plantas trepadoras son unas de las más atractivas del huerto. Consiguen que las paredes, muros, y arcos se conviertan en centros de atención.

En general, la mayoría de las plantas trepadoras no resiste suelos muy arcillosos, pues estos hacen que el agua se estanque, lo que suele provocar el pudrimiento de las raíces. (p.2).

Según Jachertz (2004) “Las trepadoras forman un hábitat excelente para pájaros. Sus aromas y colores atraen multitud de insectos y criaturas ofreciendo una gran vitalidad al jardín. La mayoría de ellos son beneficiosos para eliminar plagas y enfermedades de las plantas.” (p.10)

1.8.3. Especies cultivables de ciclo corto

1.8.3.1. Hortalizas

Según Estrella (1997) “Las hortalizas son plantas herbáceas, de las cuales, una o más partes pueden usarse en la alimentación humana en forma natural. Proporcionan

cantidades variables de proteínas, hidratos de carbonos, minerales y vitaminas. Una dieta adecuada requiere cantidades variables.” (p.111)

Tabla 10. Requerimiento de nutrientes de los cultivos de ciclo corto

Cantidad de elemento extraído por cultivo, en gramos por metro cuadrado de cultivo.							
CULTIVO	N	P	K	CULTIVO	N	P	K
Acelga	6,5	5	17,5	Habas	12	3	8
Ajo	11	7	15	Judías	7	2	5,5
Alcachofa	22	5,3	74	Lechugas	5,5	2	12
Apio	13	5	20	Nabo	10	6	10
Berenjena	36	3,3	32	Papas	15	4,5	20
Brócoli	17,5	6	20	Pepino	4,7	1,5	6,4
Calabacín	8,5	2	11,5	Perejil	5,5	2	12
Calabaza	11	2,8	12,5	Pimienta	11	1,8	13,5
Cebolla	7	3	9	Puerro	10	6	12
Coles	15	5	15	Rábano	11	6	10
Coliflor	17,5	6	20	Remolacha	27,5	57,2	8,4
Espinaca	5,8	3,9	17,4	Tomate	13,6	5,5	23,2
				Zanahoria	13	7	23

Fuente: Estrella, 1997

Según, Berlijn y Van Haeff (2001), afirman:

La mayoría de las hortalizas tienen un óptimo crecimiento en temperaturas entre 10 y 30 ° C, cuando las temperaturas son muy bajas, pueden provocar daños por congelación en las plantas; y cuando son muy altas, se producen desordenes fisiológicos.

La luz, el viento y la precipitación también influyen en la adaptabilidad de las hortalizas a ciertas regiones o áreas de cultivo. Las zonas templadas con una adecuada distribución de lluvias y agua de riego disponible para las épocas secas son muy convenientes

Suelos aptos

Según Gordón (2010)

Uno de los aspectos más importantes en la producción de hortalizas es el suelo, un cultivo desarrollado apropiadamente, proviene de un suelo que ofrece óptimas condiciones naturales y mejoradas por el hombre

Las hortalizas prefieren aquellos de textura intermedia a liviana es decir aquellos suelos, francos limosos y francos arenosos, es importante que el suelo sea profundo, que retenga la humedad y que presente un alto contenido de materia orgánica (mayor al 5%). El pH del suelo más adecuado para la producción de hortalizas va de ligeramente ácido (6, 0 a 6, 5) a moderadamente ácido (5, % a 5, 9). (p.3).

Leguminosas

Según Velosa (2003) afirma que:

Grupo de plantas que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno del aire en el suelo, al arrancar raíces de una leguminosa se observa unas pequeñas bolitas de color blanco (nódulos) que al partirlos se ve de un color rosado allí viven cientos de bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico a una forma asimilable para las plantas

Entre las leguminosas más utilizadas se encuentran alfalfa *Medicago sativa* Fréjol *Phaseolus vulgaris* arveja *Pisum sativum* chocho, *Lupinusmu tabilis* haba *Vicia faba*. Es primordial incluir estas especies en la rotación y asociación de cultivos, para la restauración de la fertilidad de los suelos.

Sin descartar la posibilidad de utilizarlas como abono verde en la rotación de cultivos. (p. 9)

1.8.3.2. Características de las hortalizas.

- **Acelga:**

Familia: AMARANTHACEAE

Nombre científico: *Beta vulgaris Cicla*

Exigencias del cultivo

Según Altamirano (2009) afirma: “La acelga se desarrolla bien en el clima frío a medio, con temperaturas entre 10⁰ y 22⁰ C a las alturas de 1.500msnm a 25000msnm.” (p. 22-23)

- **Arveja**

Familia: FABACEAE

Nombre científico: *Pisum sativum.*

Exigencias del cultivo

Martínez (2003) afirma:

Prosperan bien en diferentes suelos, cuya textura puede variar desde arenosa hasta arcillosa, siempre y cuando exista un drenaje adecuado y abundante materia orgánica, con un pH entre 5.5 y 6.5, se desarrollan bien en climas con temperaturas entre 15 a 18 ⁰C, con máximas de 24⁰C. Los requerimientos de agua están entre 300a 400 mm de agua durante su desarrollo. Se desarrollan a una elevación: 2500-3000. (p. 29)

- **Fréjol**

Familia: FABACEAE

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris*

Exigencias del cultivo

Según (Ríos, 2008) afirma “Los factores que más inciden en las etapas de desarrollo del frijol son la luz y la temperatura. La plana de frijol crece bien en temperaturas promedio de 15⁰C a 27⁰C. Temperaturas bajas retardan el crecimiento, mientras que altas temperaturas lo aceleran”. (p. 8)

Según (Altamirano, 2009) “Una cantidad de agua entre 300 y 400mm, incluidos riego y precipitación, son suficientes para obtener una buena producción en frijol, humedad ambiental esta especie requiere una atmósfera moderadamente húmeda y es afectada por una atmósfera excesivamente seca y cálida” (p. 25)

- **Col**

Familia: BRASSICACEAE

Nombre científico: *Brassica oleracea*

Exigencias del cultivo

Según (Altamirano, 2009)

Los suelos más recomendables para el cultivo de la col (*Brassica oleracea*) son compactos, ricos en materia orgánica y con buen contenido de nitrógeno y potasio. Estas son plantas rústicas que prefieren climas suaves y húmedos, aunque se desarrollan bien en climas templado.

Se desarrolla preferentemente en lugares frescos y húmedos, pero se producen en una variedad de climas.

El promedio mensual óptimo de temperatura es de 15 a 18⁰C, con máximas medias de 23⁰C y mínimas de 5⁰C para el mejor crecimiento y calidad.

Requiere un pH entre 5.5 y 6.5. Son poco tolerantes a la mucha acidez y pueden crecer aún a un pH de 7,6, si no hay deficiencia de algún elemento esencial.

En los almacígales, debe aplicarse una cantidad abundante de agua pero sin caer en exceso. En zonas no lluviosas conviene regar la tierra al trasplante. (p. 26)

- **Calabaza**

Familia: CUCURBITACEAE

Nombre científico: *Cucurbita pepo*

Exigencias del cultivo

Universidad Nacional de Colombia (1995) Afirma que:

El periodo vegetativo suele durar cuatro meses se desarrolla bien desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m en regiones con temperaturas de 18 a 30 °C; no tolera heladas; las aéreas con lluvia son ligeramente altas, entre 1000 y 2000 mm al año, son las mejores para su cultivo. (p.317)

- **Lechuga**

Familia: ASTERACEAE

Nombre científico: *Lactuca sativa*

Exigencias del cultivo

Según Romero (2003) afirma que:

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 y 20⁰C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requiere temperaturas entre 14 y 18⁰C por el día y 5 a 8⁰C por la noche.

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) se desarrolla en un rango o de temperatura que va desde los 30⁰C hasta los -6⁰C.La humedad relativa conveniente para la lechuga (*Lactuca sativa*) es del 60 al 80%.Los mejores

suelos son el arcilloso arenoso con una buena cantidad de materia orgánica, el pH óptimo es de 5,8 a 6,8. El suelo debe ser bien drenado per debe poseer una alta capacidad de retención de humedad debido a que el sistema radicular de la lechuga (*Lactuca sativa*) es muy superficial. (p.55).

- **Rábano**

“**Familia:** BRASSICACEAE

Nombre científico: *Raphanus sativus*

Según (Altamirano, 2009), afirma:

Exigencias del cultivo

Se ajusta a las temperaturas de climas templados, 15 °C a 20°C; soporta extremos (frio y calor) y en general se puede adaptas a cualquier clima. No soporta el estrés por agua (MAROTO, 1972).

El clima afecta directamente al ciclo de desarrollo, pudiendo encontrar variaciones desde 20 días hasta más de 70 días.

El desarrollo vegetativo tiene lugar entre los 6°C y los 30°C, encontrándose el óptimo entre los 18°C y 22°C.

El Suelo debe tener un pH debe encontrarse entre 5,5 y 6,8, No tolera la salinidad. (p. 31)

- **Tomate riñón**

Familia: SOLANACEAE

Nombre científico: *Lycopersicon lycopersicum*

Exigencias del cultivo

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 1 y 17 ° C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 ° C afectan al fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y

del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

El rango más favorable de humedad relativa va de 60% a 80% (Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados.5, 5 a 7,2. Según (Guevara y Estrella ,2008, p.54)

- **Zanahoria**

Familia: APIACEAE

Nombre científico: *Daucus carota*

Exigencias del cultivo

Según Altamirano (2009), afirma:

Su temperatura óptima de crecimiento está comprendida entre 16⁰C y 18⁰C, Mientras la temperatura más baja producen una coloración más pálida y una mayor longitud de raíces. Puede soportar heladas siempre y cuando no sean intensas. En cuanto a humedad es muy exigente de lo contrario la raíz adquiere un aspecto menos cilíndrico. (p. 37)

- **Papa**

Familia: SOLANACEAE

Nombre científico: *Solanum tuberosum*

Exigencias del cultivo

Las papas (*Solanum tuberosum*) se pueden cultivar en lugares donde la temperatura optima es de 9 y 11°C y máxima de 18°C.

Entre 12⁰ y 18⁰C la producción es mejor tanto de follaje y como tubérculos.

El pH óptimo de 5.0 a 6.5, y crece a altitudes de 2500 y 3500msnm. Según (Rivadeneira, 2010, p.6)

- **Maíz**

Familia: POACEAE

Nombre científico: *Zea mays*

Exigencias del cultivo

El cultivo de maíz requiere de la temperatura media entre 14 y 24° C

Temperatura óptima para: germinación 18 a 20⁰C; para el crecimiento por día, 17-33⁰C y por la noche 17 a 23⁰C. El maíz (*Zea mays*) se adapta a muy diferentes suelos. Prefiere pH comprendido entre 5.0 y 8, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de micro elemento. (Aceves, Juárez, Palma, López, Rivadeneira, Rincón, Morales, Hernández, Hernández, 2008, p. 10-11)

- **Alfalfa**

Familia: FABACEAE

Nombre científico: *Medicago sativa*

Exigencias del cultivo

La semilla de alfalfa germina a temperatura de 2⁰C a 3⁰C. La germinación es más rápida cuanto más alta sea la temperatura, hasta alcanzar un óptimo a los 28 o 30 ⁰C. La alfalfa (*Medicago sativa*) tolera temperatura de 10⁰C y 15⁰C bajo 0, sobre todo algunas variedades.

La alfalfa (*Medicago sativa*), al igual que otras leguminosas tiene la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico por simbiosis con *Rhizobium* natural del suelo al aumentar el contenido de nitrógeno asimilable por las plantas. El pH óptimo es de 7.2. (Rodés, 2010, p. 7-10)

1.8.4 Especies utilizadas como repelentes

Según (CORPOICA, 2001), afirma que:

Existen especies vegetales que poseen sustancias alelopáticas y pueden influir en los insectos de diferentes formas:

- Afectando el comportamiento sexual de los insectos.
- Actuando como mensajeros de disuasión ocasionando efectos anti alimentarios, repulsivos tóxicos.
- Tener efectos negativos en los enemigos naturales de las plantas, afectando su fertilidad, fecundidad, desarrollo y la movilidad en general, dificultándoles incluso la búsqueda del hospedero.(p. 12)

Según CORPOICA, (2001), afirma que:

Métodos para utilizar plantas alelopáticas para la prevención o manejo de plagas y enfermedades en los cultivo.

Las plantas con propiedad alelopática se pueden utilizar de varias maneras:

Barrera protectora: cultivándolas en forma intercalada, asociada o bordeando los extremos de cada surco del cultivo principal, o alrededor de este.

Fermentación acuosa: preparándolas en forma tradicional, dejando la planta o parte de la planta en remojo, en una vasija de barro, durante 5 a 10 días.

Las plantas utilizadas como repelentes son:

Protección natural de cultivos

De cada cien insectos de la naturaleza uno es dañino, nueve son útiles y noventa son indiferentes; esto significa que poco o nada se conoce acerca de muchos insectos y otros artrópodos ligados a los cultivos, y cuyo uso trae

beneficios, bien sea como controladores biológicos o simplemente para advertir su presencia.

Pese a que los insectos perjudiciales son tan pocos, el mal manejo y desequilibrio que se ha dado al campo ha sido la causa principal del aumento y de la resistencia de éstos.

Para encontrar un equilibrio natural se lo realiza en base del manejo interrelacionado de los elementos del agroecosistema: fauna-flora-métodos de labranza-sistemas de cultivo. Por ejemplo, es bueno asociar a los vegetales y a los animales, rotación de cultivos, airear el suelo y no dejarlo desnudo, aumentar la biodiversidad. (p.8)

Propiedades alelopáticas

Según Sampietro (2010) afirman que:

El término **alelopatía** (del griego *allelon* = uno al otro, del griego *pathos* = sufrir; efecto injurioso de uno sobre otro) fue utilizado por primera vez por Molisch (1937) para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son ya sea directa o indirectamente el resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra. Siguiendo esta definición en todo fenómeno alelopático existe una planta (donadora) que libera al medio ambiente por una determinada vía (por ej. lixiviación, descomposición de residuos, etc.) compuestos químicos los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre germinación, crecimiento o desarrollo de esta última.

Tipos de control alelopático:

El control orgánico con plantas se ha utilizado hace mucho tiempo y su funcionamiento se basa en repeler y atraer insectos, gusanos y agentes

vectores de enfermedades. Las plantas que se usan para estos fines son: las hortalizas, las hierbas aromáticas.

Plantas acompañantes:

Se refiere al uso de plantas por medio de las cuales los cultivos se encuentran en combinación exitosa con otras plantas, para proporcionarles un beneficio mutuo.

Plantas repelentes

Las plantas repelentes son plantas de aroma fuerte para mantener alejados los insectos de los cultivos. Este tipo de plantas protegen los cultivos hasta 10 metros de distancia, algunos repelen insectos específicos y otras varias plagas.

Generalmente, las plantas se siembran bordeando los extremos de cada surco del cultivo o alrededor del cultivo para ejercer una barrera protectora.

Todas las plantas aromáticas ejercen una influencia sobre sus plantas vecinas. Es importante notar que en su mayoría, las plantas acompañantes además de crear un beneficio mutuo, también ejercen una acción repelente.

Plantas trampas

El último tipo de control alelopático es el empleo de cultivos trampa, en donde algunos agricultores acostumbran usar plantas que son altamente atractivas para los insectos y los desvían de los cultivos principales hacia ella. Los cultivos trampa pueden servir como lugares de reproducción para parásitos y depredadores de plagas. (p. 3-5)

- **Ají**

Taxonomía:

Familia: SOLANACEAE

Nombre científico: *Capsicum* sp

(HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, 2004) afirman que: “Propiedades alelopáticas es un insecticida, antiviral, y repelente de insectos, como las hormigas pulgones, áfidos, orugas.” (p. 164)

- **Cilantro**

Taxonomía:

Familia: APIACEAE

Nombre científico: *Coriandrum sativum*

Propiedades alelopáticas

Según los Hogares juveniles campesinos (2004) “Atrae insectos benéficos, como la abeja. Sirve para controlar el falso medidor- trichoplusia ni, se debe sembrar intercalando, o una planta de cilantro a una distancia de un metro.” (p. 227)

- **Orégano**

Taxonomía

Familia: LAMIACEAE

Nombre científico: *Origanum vulgare*

Según, Hogares juveniles campesinos (2004) afirman:

Propiedades alelopáticas

Presenta características similares a la mejorana. Su aroma mejora el sabor de las verduras.

Sus propiedades repelentes actúan en el control de pulgones en frutales y repollo y plagas en general del zapallo.

- **Toronjil**

Taxonomía

Familia: LAMIACEAE

Nombre científico: *Melissa officinalis*

Propiedades alelopáticas

Rechaza pulgas, polillas y áfidos, Posee propiedades repelentes que actúan en el control de pulgones y piojos

- **Ruda**

Taxonomía

Familia: LAMIACEAE

Nombre científico: *Ruta graveolens*

Propiedades alelopáticas

En el campo agrícola, la ruda (*Ruta graveolens*) se emplea como insecticida natural en el manejo de algunas plagas como saltamontes, insectos trozadores, hormigas y pulgones; como solución nematicida y fungicida para controlar antracnosis y hongos resistente; como desinfectante natural del suelos y para combatir el gorgojo del maíz (*Zea mays*).

La ruda es una planta que atrae toda clase de moscas negras, evitando no solamente daños en cultivos, sino que disminuyen su propagación en establos y porquerizas. (p. 4)

- **Manzanilla**

Taxonomía

Familia: ASTERACEAE

Nombre científico: *Matricaria chamomilla*

Propiedades

Según Milan (2008) “Contienen una hormona que estimula la floración, aporta con su estructura calcio, azufre y potasio. Tiene propiedades que actúan en el fortalecimiento de las plantas.” (pg.59).

- **Mentas**

Taxonomía

Familia: LAMIACEAE

Nombre científico: *Mentha spicata*

Milan (2008) afirma:

Repelente contra áfidos (ej: pulgones) en la vegetación vecina a ella y también dípteros (mosquitos) y lepidópteros (orugas o larvas de mariposas y polillas). Plantar en bancales intercalado con hortalizas.

Contienen propiedades repelentes e insecticidas. Actúan en el control de hormigas, polillas, gorgojos, pulgones, moscas de la fruta, mariposas de la col y garrapatas en animales domésticos. (p.60)

- **Ajo**

Taxonomía:

Familia: AMARYLLIDACEAE

Nombre científico: *Allium sativum*

Propiedades:

Milan (2008) afirma:

El ajo promueve el crecimiento de los vegetales. Cuando se le siembra con rosas se proporcionan un beneficio mutuo. Los ajos, las cebollas y los cebollines inhiben el crecimiento de la arveja y el fríjol. Los

cultivadores de arveja en Europa suelen colocar dientes de ajo entre el grano almacenado, como protección contra gorgojos.

El extracto de ajo se puede usar para controlar varias enfermedades como el tizon tardío o gotera (*Phytophthora infestans*) en papa y tomate, o la pudrición marrón en frutales. Compañero de la fresa mejora el crecimiento y controla escarabajos. (p. 28)

- **Orégano**

Taxonomía:

Familia: LAMIACEAE

Nombre científico: *Origanum Vulgare*

Propiedades:

Milan (2008) afirma: “Repelente contra diversas especies de insectos. Sembrar en los bordes de los cantero y cercas perimetrales de huertos pequeños.” (p. 65)

- **Romero**

Taxonomía:

Familia: LAMIACEAE

Nombre científico: *Rosmarinus officinalis*

Propiedades:

Repelente contra lepidópteros, coleópteros (escarabajos, etc) y dípteros (mosquitas). Sembrar asociada.

Tiene propiedades repelentes. Es una planta melífera que atrae insectos benéficos; se recomienda sembrarla en asociación con zapallo, poroto y zanahoria. Según (Milan, 2008, p.75)

Tabla 11. Beneficios de las plantas aromáticas

Planta	Beneficios que proporcionan
Hierba luisa	Mejora la salud del jitomate y el repollo Hace resistente el repollo contra la polilla blanca
Manzanilla	Mejora el sabor y el crecimiento del repollo y la cebolla es especialista en concentrar calcio.
Romero	Resistente a la polilla del repollo Resistente al escarabajo del fréjol y zanahoria

Fuente: Centro Agroecológico, Las Cañadas, 2010

1.9. Labranza para cultivos

1.9.1. Labranza de conservación

Según Baker, Saxton, Ritchie, Chamen, Reicosky, Ribeiro, Justice y Hobb (2008) se refiere a la labranza de conversión con los siguientes términos:

Es un sistema de laboreo que utiliza la siembra sobre una superficie cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual conserva la humedad. Con este sistema se incrementa la capacidad productiva del suelo, aumentan los rendimientos y reducen los costos de producción. Este sistema mantiene por lo menos un 30 % de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos después de la siembra.

Labranza de camellones

Un sistemas de camellones y surcos, los camellones pueden ser angostos o anchos, y los surcos pueden ser paralelos al contorno o construidos con una ligera pendiente dependiendo de si el propósito es conservar la humedad o drenar su exceso. Los camellones pueden ser semi-permanente o construidos cada año, lo que afectara la cantidad de rastrojos que queda sobre el suelo.

Labranza en franjas

Es unos sistemas en donde se disponen hileras de siembra de 5 a 20 cm, mientras entre las hileras no se disturba el suelo y queda con su cobertura de rastrojos.

Labranza reducida

Es una combinación de sistemas de labranza como son: rastra de discos o cultivadora para posteriormente sembrar, arado de cinceleos o cultivadora para luego sembrar, rotocultor y luego sembrar.

Dependiendo de los implementos utilizados y el número de pasadas esta labranza puede entrar en el sistema de labranza conservacionista o no conservacionista, según la cobertura de rastrojos que queda al momento de la siembra.

Labranza cero o no labranza

La decisión acerca del tipo de labranza depende de los implementos con los que cuente el agricultor, como la pala, azadón, sembradoras de tiro animal, etc., así como de las condiciones del suelo, climáticas, presencia de malezas, plagas y enfermedades. Laborea el suelo hasta antes de la siembra, esto se realiza con implementos que cortan los residuos de cosecha y depositan la semilla en una proporción del terreno no mayor de 7 cm de ancho. (95-97).

1.10. Siembra

1.10.1. Cercas vivas y lianas

Según Méndez (2000)

La tierra debe limpiarse de la maleza competitiva.

Luego se introduce la especie vegetal seleccionada para las cercas vivas en el sustrato para que arraigue, crezca y se desarrolle en un espacio determinado, prever que su crecimiento no afecte a edificaciones y a otras plantas. (p. 25-26)

1.10.1.1. Lianas (cerramiento frontal)

Tamayo (2011) “Las plantas Taxo (*Passiflora mollissima*) y Granadilla (*Passiflora ligularis*). El taxo y la granadilla son cultivos que deben estar libre de malezas, los suelos bien drenados y evitar los excesos de riego. Una medida preventiva es el buen entendimiento del cultivo mediante las podas continuas de mantenimiento.”(p. 6)

1.10.2. Plantas de ciclo corto

Para el establecimiento de las plantas de ciclo corto se determinó un maco de plantación que se detalla a continuación.

1.10.2.1. La siembra

Según el Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca (2011)

La producción de hortalizas puede ser por: siembra directa o por trasplante, dependiendo de la especie.

Tipos de siembra

Existe dos tipos de siembra: la siembra directa y siembra indirecta.

1.10.2.1.1. Siembra directa

La siembra directa es la que se realiza colocando las semillas en lugar definitivo donde crecerán y desarrollan hasta el momento de ser cosechadas.

La distribución de semillas se puede realizar de tres maneras: al voleo, chorro continuo y por golpe.

1.- Al voleo: consiste en esparcir las semillas con la mano de manera homogénea sobre la superficie del semillero, para luego taparlas con una fina capa de suelo (el doble del tamaño de la semilla).

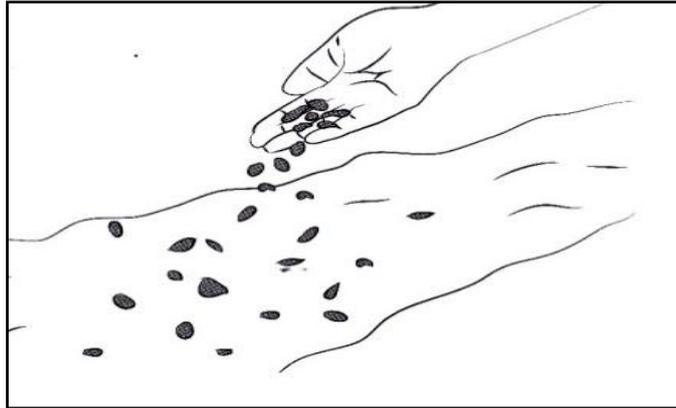
Desventajas:

Gasta muchas semillas.

Utiliza mayor cantidad de mano de obra y tiempo.

Dificulta las labores culturales (deshierbes, raleos).

Figura 6. Siembra al voleo



Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2011.

2.- A chorrillo continuo: consiste en distribuir las semillas en forma continúa sobre surcos pequeños trazados en el semillero, para luego cubrirlas con una fina capa de tierra

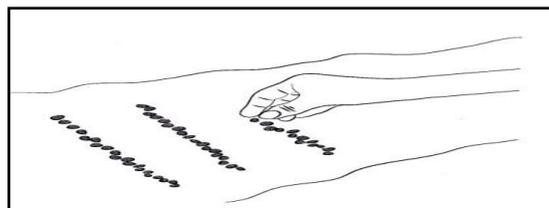
Ventajas:

Facilita las deshierbas, raleos y extracción de plántulas para trasplantes.

Buena aireación

Menor incidencia de enfermedades.

Figura 7. Siembra al voleo



Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2011

3.- Siembra por golpe: consiste en colocar dos o tres semillas cada cierta distancia sobre surcos pequeño.

Ventajas:

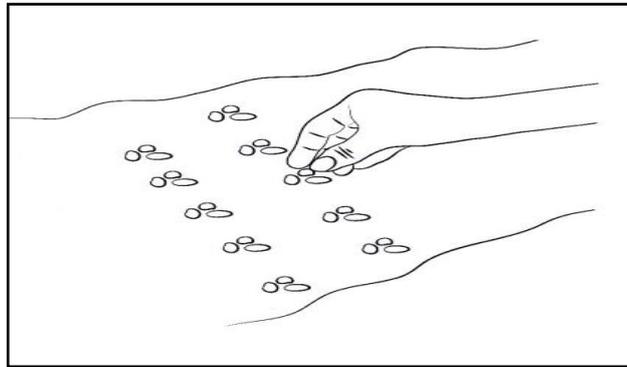
Menor cantidad de semillas

No se realiza raleos

Desventaja:

Se utiliza solo para semillas de hortalizas de tamaño mediano

Figura 8. Siembra al voleo



Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2011

Una vez determinado el método de siembra, con la mano distribuir las semillas ordenadamente en el costado del surco (no en el fondo), a una profundidad de dos veces el tamaño de la semilla.

Tapar las semillas con tierra.

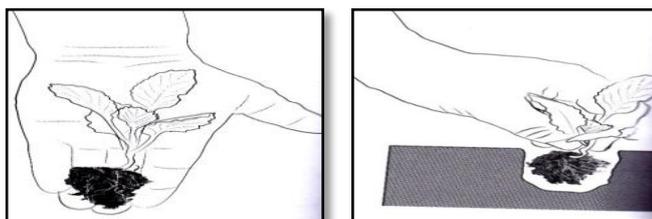
Regar con agua limpia; el terreno debe tener siempre algo de humedad y para ello hay que regar seguido pero sin excederse.

1.10.2.1.2. Trasplante de plántulas

El trasplante consiste en llevar las plántulas del almácigo al lugar definitivo donde se desarrollarán hasta su cosecha.

- Se lo realiza cuando las plántulas tienen de 3 -5 hojas o aproximadamente de 10 – 12 cm de altura.
- Seleccionar las plántulas uniformes y vigorosas.
- Trasplantar en días nublados o en horas de la mañana o tarde.
- Haciendo un hoyo sobre la parte lateral del surco, trasplantar la plántula en forma vertical sin doblar la raíz, luego apisonar el suelo para eliminar bolsa de aire.
- Regar inmediatamente después del trasplante.(p.12-26)

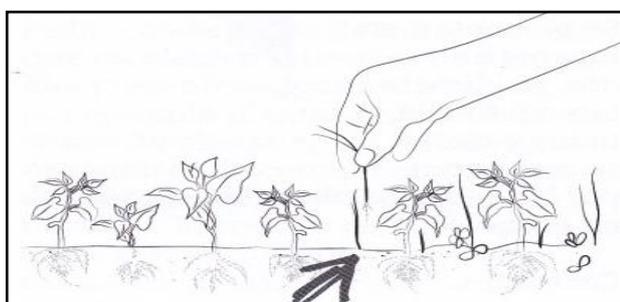
Figura 9. Siembra de plántulas



Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2011

Deshierbas: consiste en sacra manualmente las malas hierbas o malezas, una o dos veces durante la permanencia de las plantas en el semillero

Figura 10. Deshierbas



Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2011

Raleo: consiste en sacar las plántulas débiles, mal formadas a fin de dejar espacio para las más vigorosas y fuertes.

Tabla 12. Hortalizas de siembra directa

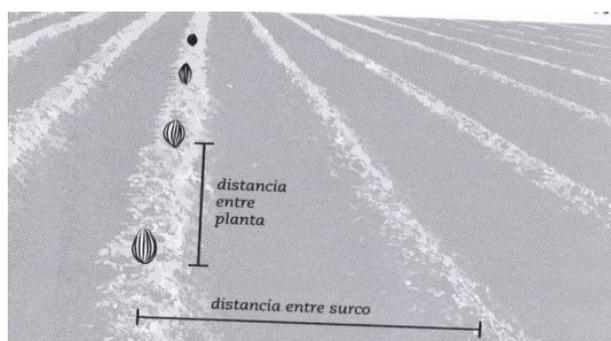
CULTIVO	SIEMBRA	RALEO
Zanahoria	A chorro continuo, a una profundidad de 1 centímetro y se cubre con una delgada capa de tierra.	Cuando las plantitas han alcanzado 5 o 6 cm. Se ralea para dejar plantitas cada 5 o 6 cm
Arveja	Se coloca semillas en grupos de 2 o 3 hoyitos.	Cuando las plantitas tiene 10 cm.
Rábano	Se coloca las semillas a chorro continuo, a una profundidad de 1 a 2 cm.	Cuando las plantitas tienen 3 a 5 hojas deja una planta cada 5 a 8 cm.

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2011

1.10.2.3. Marco de plantación

Según el Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca (2011), afirma que: “Es la separación entre plantas dentro del huerto tendremos en cuenta las distancias aconsejadas para cada cultivos como se detallan.” (p. 27)

Figura 11. Marco de plantación



Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca 2011

Tabla 13. Marco de plantación de cultivos

Marco de plantación de cultivos, es decir separación entre plantas dentro del huerto” tendremos en cuenta las distancias aconsejadas para cada cultivo:					
Cultivo	distancia entre planta	distancia entre hileras	Cultivo	distancia entre planta	distancia entre hileras
Acelga	30	40	Habas	40	50
Ajo	20	30	Judías	25	35
Alcachofa	80	100	Lechuga	25	30
Apio	30	40	Maíz	30	50
Berenjena	45	50	Nabo	20	35
Brócoli	60	70	Pepino	60	100
Calabacín	100	100	Perejil	20	20
Calabaza	100	200	Pimiento	45	50
Cebolla	15	25	Rábano	10	20
Coles	50	50	Remolacha	20	30
Coliflor	60	70	Tomate	40	50
Espinaca	20	30	Zanahoria	10	30
Guisante	30	40			

Fuente: Centro Agroecológico, Las Cañadas, 2010

1.10.2.4. Asociación de cultivos

Núñez (2010) afirma:

La asociación de cultivos es una alternativa efectiva, practica, rápida y de bajo costo para recuperar la fertilidad de suelos.

En la sierra ecuatoriana existen muchas agriculturas que tradicionalmente cultivan en asociación varias especies en la misma parcela. Hay agricultores que tienen huertos pequeños, y siembran hasta 10 especies diferentes de plantas estas crecen sanas y producen alimentos de buena calidad. (p.55)

Escutia (2009) afirma:

Por ejemplo:

Los rábanos crecen muy rápido mientras que las zanahorias son de crecimiento lento. Los rábanos germinan primero y evitan que aparezcan malas hierbas mientras la zanahoria acaba de germinar. Una vez que se recogen los rábanos dejan espacio para que la zanahoria acabe de crecer.

Algunas plantas excretan sustancias por las raíces que otras plantas pueden aprovechar. Es el caso de las leguminosas, que liberan nitrógeno que puede ser aprovechado por las plantas que crecen junto a ellas.

El maíz se puede sembrar junto con el frijol para que trepen por su caña.

Para ayudar a controlar las plagas, se plantan algunos cultivos juntos. Por ejemplo, las hierbas aromáticas de olor intenso pueden mantener alejados a los insectos dañinos. Algunas plantas con flor atraen a insectos beneficiosos que destruyen a otros perjudiciales

Las crucíferas aportan una gran masa vegetal, sus raíces profundas elevan los elementos minerales y esponjan el suelo, son pues cultivos mejorantes, aunque aquellos cultivares para consumo en fresco realizan grandes extracciones. (p.94-95)

Tabla 14. Asociación de cultivos

	Apio	Acelga	Alcachofa	Ajo	Brócoli	Berenjena	Col	Coliflor	Calabaza	Calabacín	Cebolla	Cardo	Coliflor	Chirivía	Escarola	Espinaca	Guisante	Hinojo	Haba	Judía	Lechuga	Melón	Maíz	Nabo	Pepino	Puerro	Pimiento	Patata	Perejil	Rábano	Remolacha	Sandia	Tomate	Zanahoria		
Apio	D																																			
Acelga		D																		F															F	
Alcachofa			D				F			F						F			F	F	F															
Ajo				D												D			D	D	F							F		F		F		F		
Brócoli	F	F	F	D				D	D	F					F						F	F	F		D	F	F	F		F		F	F	D		
Berenjena						D														F								F								
Col	F						D			F					F				D	F	F				F		F		F		F		F			
Coliflor							D			F					F						F							F								
Calabaza			F			F		D		F											F	F	F		F		D							D		
Calabacín							F		D												F	F	F					D						D		
Cebolla							F			D			F		D				D	D	F				F			F		F	F	F	F	F		
Cardo												D						F																		
Coliflor														D																						
Chirivía														D																					F	
Escarola		F	F						F	F	F				D	F										F	F						F		F	
Espinaca	F					F										D	F		F	F	F														F	
Guisante				D						D							D				F			F									F			
Hinojo																		D																		
Haba	F	F	D							D									D	F	F							F								
Judía	F		D			F	F	F	D						F			D	D		F	F	D	F	F	D	F	F	F	F	F	F	F	F		
Lechuga		F	F							F	F	F			F							D			F	F		D	F					F	F	
Melón			F			F				F					F					F	F	D	F			F		F								
Maíz								F	F											F	F	D	F		F		F						F			
Nabo	F														F				F	F	F		D												F	F
Pepino	F					F			F						F				F	F	F	F			D								F			
Puerro	F					D		D																		D							D		F	F
Pimiento						F																					D								F	
Patata						F	F	D							F	F				F	F					D		D		D		D	D	F		
Perejil																																		D		
Rábano			F			F			F	F					F	F				F	F				F					D				F	F	
Remolacha			F			F			F											F	F				F					D						
Sandia			F			F			F						F					F	F	F											F	D		
Tomate	F		F			F			F																D	F	D	F					D	F		
Zanahoria									F							F				F	F					F	F	F	F	F	F	F	F	F	D	

F= Favorables

D= desfavorable

Fuente: Iniciación a la horticultura ecológica para pequeños huertos, 2009

1.10.2.5. Rotación de cultivos

Jornadas formativas hogares verdes (2004) afirman que:

Su práctica es indispensable para mantener la fertilidad de los suelos, y evitar problemas fitosanitarios. Cada cultivo va preparando las condiciones para el siguiente. Debemos alternar una hortaliza poco exigente en elementos nutritivos con otras más exigentes.

La rotación de cultivos desde el punto de vista fitosanitario, consiste en alterar, en campañas agrícolas sucesivas, cultivos diferentes que no sean atacados por las mismas plagas.

El principio más importante de la rotación es que los cultivos se suceden en la rotación en función de las características entre el precedente y el siguiente. Así, a una planta consumidora de nitrógeno le sucederá otra que lo acumule, a una consumidora de humus otra que lo produzca, a las que dejan el suelo compacto aquellas que lo dejan mullido, las raíces superficiales serán seguidas por las raíces profundas.

Los cereales: dejan una buena estructura en el suelo, aunque queda bastante compacto y pobre de nitrógeno.

Las plantas de escarda: grandes consumidoras de humus y nitrógeno, sus raíces superficiales apenas mejoran el suelo.

Las crucíferas: aportan una gran masa vegetal, sus raíces profundas elevan los elementos minerales y esponjan el suelo.

Las leguminosas: fijan el nitrógeno del aire, sus raíces mejoran la estructura del suelo. Las mezclas de cereales - leguminosas para enterrar en verde suelen ser los mejores precedentes. (p. 52).

Gómez (1998) afirma:

Clases de plantas

Plantas Reponedoras

Son plantas que enriquecen la tierra, aportándole fertilidad (nitrógeno), además sus raíces facilitan la rotura del suelo.

Se siembran al principio, así va un mejorando la tierra. En esta clase tenemos a las leguminosas: frejol, habas, soya, arvejas.

Plantas Consumidoras Rusticas

Crecen donde la materia orgánica no alcanzó su total descomposición. Entre ellas tenemos: repollos, tomates, acelgas y zapallo.

Plantas consumidoras finas

Necesitan materia orgánica bien descompuesta, que la tierra este fina y desmenuzada. Aquí se encuentra: lechugas, zanahorias espinacas. Ver Figura 12

Tabla 15. Tipos de hortalizas

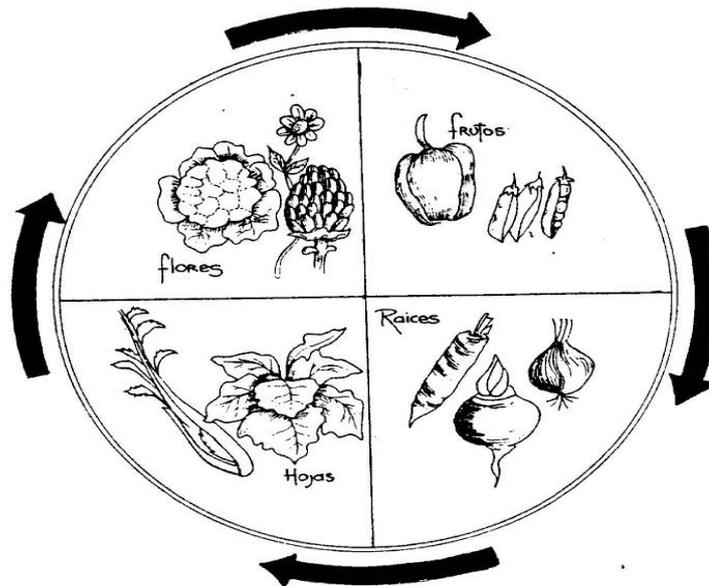
Hortalizas (raíz y tubérculos)	Hortalizas (hojas)	Hortalizas (flores)	Hortalizas (frutos)
zanahoria	col	Coliflor	fréjol
remolacha	Lechuga	Brócoli	habas
camote	Acelga	Alcachofa	arvejas
rábanos	Espinaca		tomate
Papas	Perejil		pimientos
			maíz

Fuente: Gómez, 1998

- **Hortalizas Raíz:** Requieren principalmente de la absorción de potasio
- **Hortalizas Hoja:** Requieren mucho nitrógeno para desarrollar hojas grandes y sanas.

- **Hortalizas Fruto:** Van a necesitar una cantidad mayor de fósforo para estar bien sabrosas.
- **Hortalizas Flor:** Como las hortalizas fruto, necesitan mucho fósforo para florecer sana.(p.36-37)

Figura 12. Clases de plantas



Fuente: Google imágenes, 2013

1.10.2.5. Cosecha.

Según, (Alcázar, 2010)

Para llevar a cabo la cosecha se debe tomar en cuenta el tiempo y la época de siembra, en el Tabla 18 se presenta el tiempo estimado para la cosecha de especies de ciclo corto, casi todas las especies tienen un ciclo de 3.5 a 4 meses después de sembrado, para ser cosechado. Solamente el rabanito se cosecha a los 25 días después de sembrado. (p. 30)

Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca (2007), afirma:

La cosecha es la recolección de los cultivos o parte de las plantas cuando han alcanzado su madurez y debe realizarse en el momento más adecuado.

1.10.2.5.1. Cuando cosechar

Para raíces y tubérculos

- La zanahoria y remolacha se cosechan cuando las hojas se abren como abanico y comienzan a doblarse hacia el suelo.
- El caso de los ajos y cebollas, cosechar cuando las hojas se caen y estén secas.

Para hortalizas de hoja

- en el caso de la espinaca y acelga, deben cortarse las hojas externas cuando alcancen el tamaño deseado, dejando las hojas más jóvenes y pequeñas para cosechas futuras.
- Para la col y lechuga, la cosecha se hace cuando al tocar la cabeza o repollo con la mano se la siente apretada y dura; entonces, se realiza el corte del tallo principal.
- Eliminar las hojas que presenten marchitamiento, tierra adherida y amarilla miento.

Hortalizas de flor

- los productos como la coliflor y brócoli se lo cosecha cuando la inflorescencia este dura y compacta en estado de botón. (p.37).

Tabla 16. Tiempo de cosecha

VERDURAS	COSECHA	VERDURAS	COSECHA
Lechuga	3 - 5 meses	Pimentón	3 - 5 meses
Ají	4 - 5 meses	Puerro	3 - 5 meses
Ajo	4 - 5 meses	Rábano	1 - 2 meses
Apio	3 - 5 meses	Repollo	4 - 5 meses
Arveja	3 - 5 meses	Rúcula	2 - 4 meses
Berenjena	4 - 6 meses	Tomate	4 - 6 meses
Col	3 - 4 meses	Zanahoria	3 - 4 meses
Betarraga	3 - 4 meses	Zapallo	4 - 5 meses
Brócoli	4 - 6 meses	Remolacha	3 - 4 meses
Cebolla	7 - 8 meses	Tomate	5 - 7 meses
Cebollín	2 - 3 meses	Haba	3 - 5 meses
Choclo	4 - 6 meses	Lechuga	3 - 4 meses
Coliflor	5 - 6 meses	Papa	4 - 6 meses
Espinacas	1 - 3 meses	Pepino	2 - 5 meses
Frijol	5 - 6 meses	Maíz	5 - 6 meses

Fuente: Cultivos urbanos, 2012.

1.10.3. Manejo integrado de plagas (MIP)

Según Rogg (2005) afirma:

El control de las plagas es muy importante en el cultivo de las hortalizas, se estima que en promedio el control de plagas y enfermedades es aproximadamente de un 25% del gasto total del costo de producción. Este tema es muy complejo debido a la gran variedad de plagas, a tal grado que es necesario contar con personal especializado para tener un buen control.

EL MIP integra principalmente los siguientes métodos de control: Ecológico, Tecnológico, Biotecnológico, Legal, Biológico y Químico.

1.10.4. Control cultural o ecológico

Son las labores de atención al cultivo, desde su disposición en el terreno, preparación de sustratos, siembra, eliminación de residuos, cuidados y limpieza, riegos, podas, hasta su cosecha y pos cosecha.

La eliminación y destrucción de plantas enfermas ayuda a controlar los problemas producidos por hongos o virus.

✓ **Aporca**

Aporcar el suelo alrededor de la base de plantas o árboles puede apoyar al control de la maleza o ataques de plagas insectiles del suelo.

✓ **Selección de semillas**

La regla básica de la agricultura es el uso de semillas certificadas y material limpio. La infección con patógenos y la distribución de plagas se pueden drásticamente reducir con la utilización de semillas y materiales libres de plagas.

✓ **Manejo de maleza**

Normalmente el campo debe estar libre de malezas. Las malezas, generalmente, compiten con el cultivo sobre los recursos vitales. (p.16).

1.10.5. Preparados naturales

(Nieve, 2005), afirma:

1.10.5.1. El extracto de ajo

Preparación

Se prepara del fruto de la especie *Allium sativum*. El extracto se rocía sobre las plantas en áreas abiertas para repeler mosquitos y plagas dañinas del follaje. El extracto contiene compuestos de azufre (tiosulfatos).

Plagas que controlan

Sobreexcitan el sistema nervioso de los insectos y ácaros produciendo desorientación y repelencia. Además de repelente, tiene acción bactericida y fungicida. Se desconocen los efectos adversos que puedan tener sobre el ser humano.

1.10.5.2. Recomendaciones

Los preparados se deben aplicar preferencialmente en las horas de la mañana o al atardecer.

No debe emplear la a mano para mezclar los remedios, ya que algunos de sus componentes pueden irritar la piel.

Hay que esperar tres días por lo menos, para poder consumir los alimentos. (p. 129)

1.11. Agua

1.11.1. Propiedades del agua

Macarulla (1994) afirma “El agua es la biomolécula más abundante en el planeta y todos los seres vivos precisan de ella.

Es líquida en un amplio margen de temperaturas (0 a 100°C) esto permite que la vida pueda desenvolverse en condiciones climáticas y ambientales muy dispares.” (p. 19).

Según Falcon (2007).

En zonas verdes, el agua de lluvia debe canalizarse y evacuarse de manera adecuada, teniendo en cuenta que es la base de la nutrición y del desarrollo de la vegetación. Todos los climas presentan sus particularidades, pero la lluvia es una realidad en todos ellos, en mayor o menor medida y debe conocerse la casuística concreta de cada zona para proveer sus comportamientos, sus beneficios o el tratamiento de los posibles excesos. En este sentido, el drenaje y la evacuación del agua es uno de los temas importantes que hay que considerar, ya que el agua encharcada es un problema para las plantas porque provoca la asfixia de las raíces y debe tenerse presente en cada zona.

La topografía y las formas del terreno también condicionan el comportamiento del agua, ya sea a causa de las pendientes. Si existe taludes hay que evitar la escorrentía del agua antes de que llegue a utilizarse. Para

evitarlo es recomendable la utilización de arbustos y optar por un riego localizado.

El agua de lluvia es un recurso natural que hay que considerar de manera especial en los nuevos proyectos de construcción de área verde conviene plantearse el almacenamiento del agua lluvia sobrante para poderla usarla en las épocas de necesidad. La ventaja de la utilización y almacenamiento de agua lluvia es que esta es de buena calidad agronómica, es de fácil instalación en zonas verdes. (p. 66-69)

1.11.1.1. Propiedades físicas del agua

Características físicas

Se consideran importantes las siguientes características físicas para la realización de un sistema de riego son:

Turbiedad

Sólidos solubles e insolubles

pH.

Turbiedad

“La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado.”

JIMÉNEZ (2005) afirma:

Sólidos y residuos

“Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada.

Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1μ).

Sólidos en suspensión.

Son los sólidos en suspensión presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal.

pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución.

Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. (p. 133)

1.11.1.2. Propiedades químicas del agua.

Según, (URBANO, 1992).

Alcalinidad

Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad.

La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica.

Por lo general, está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa.

Acidez

La mayor parte de las plantas cultivadas tienen su óptimo de crecimiento en las proximidades de la neutralidad aunque soportan, en general más fácilmente la acidez que la basicidad. (p. 417)

Según Campos (2003) menciona que:

Metales

Los metales son elementos que se encuentran en el agua, los cuales se clasifican, según su efecto sobre el ser humano, en tóxicos y no tóxicos.

Los metales tóxicos más conocidos son el plomo, mercurio, cadmio, arsénico y zinc; Los metales se concentran en la cadena alimenticia y se biomagnifican al pasar de un nivel trófico a otro. (p. 52)

1.11.1.3. Propiedades biológicas del agua

Según, Ramos (2002) afirma que:

Estos parámetros indican la cantidad y especies de microorganismos en el agua.

Los más importantes son las bacterias coliforme, estreptococos fecales.

Generalmente se emplea un grupo de bacterias como indicadores de contaminación, esto es una práctica generalizada en todo el mundo, las bacterias que no deberían existir son:

Escherichia coli

Estreptococos fecales

Clostridios (anaerobios y formadores de esporas).

La medición se hace empleando técnicas “número más probable” en 100 ml de agua.(p. 141)

1.12. Riego

Según Cedillo (2008) afirma:

El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil de suelo para reponer en éste, el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos.

Hay que tomar diversos criterios para aplicar cualquier sistema de riego que se desea implantar para la producción óptima de los cultivos y uno de los criterios a considerar es cómo afrontar la problemática del agua ya que actualmente es considerada un recurso escaso. (p.6)

1.12.1. Parámetros de riego

a) Frecuencia o intervalo de riego

La frecuencia de riego se refiere al intervalo de tiempo o días que deben pasar entre riegos sucesivos. En otras palabras responde a la pregunta ¿Cuándo regar?, para obtener un rendimiento adecuado en cantidad y calidad de un determinado cultivo.

La condición ideal es que el riego se ejecute cuando el contenido de agua disponible en el suelo no sea lo suficientemente alto, de tal manera que el suelo pueda suministrar agua con la rapidez necesaria para compensar las exigencias de la planta sin que ésta sufra ningún trastorno que pueda reducir el rendimiento o calidad del producto cosechado.

a.1) La frecuencia de riego depende de varios factores

- Tipo de cultivo.- Algunas plantas son afectadas más drásticamente que otras cuando se produce una deficiencia de humedad en el suelo.

- Estado vegetativo.- El déficit de humedad en el suelo afecta los rendimientos especialmente cuando se presenta en períodos críticos para la planta. Los períodos de germinación, floración y fructificación, son de gran importancia, siendo específicos para cada cultivo, por ello es necesario conocer los citados períodos en las plantas a ser cultivadas.
- Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.- Suelos profundos y de textura más fina presentan una mayor capacidad de retención de humedad, por lo tanto, los riegos en estos suelos pueden distanciarse más que en los suelos arenosos, esqueléticos y superficiales.
- Condiciones climáticas.- Altas temperaturas, vientos secos y baja humedad relativa del aire, provocan una mayor demanda de agua por los cultivos, que se traduce en la necesidad de disminuir los intervalos de riego.
- Disponibilidad de agua en el campo.- Si la disponibilidad de agua es limitada, la frecuencia de riego estará fijada por este factor.

b) Tiempo de riego

El tiempo de riego es el período que debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que penetre hasta la profundidad de raíces del cultivo. Una forma práctica de determinarlo es a través de la profundidad de las raíces. Por ejemplo, en suelos profundos las raíces del maíz (*Zea mays*) pueden llegar a una profundidad de 2 m, pero la mayor parte se sitúa en los primeros 60 a 80 cm, produciéndose en esa capa de suelo cerca del 90% de la absorción de agua. Esto indica que los riegos en esos suelos deben humedecer hasta esa profundidad para lograr la máxima eficiencia.

El Tabla 18 muestra los tiempos de riego para mojar 1,0 m de profundidad en diferentes texturas de suelo, considerando un contenido de humedad inicial equivalente al 40% de la humedad aprovechable.

Tabla 17. Tiempo de riego promedio para humedecer hasta 1,0 m de profundidad en diferentes tipos de suelo

Textura	Tiempo de riego (horas)
Arcilloso	15 a 25
Franco arcilloso	10 a 18
Franco y franco arenoso	8 a 10
Arenoso	4 a 6

FUENTE: Cedillo, 2008

1.12.2. Sistemas de riego

Un sistema de riego puede definirse como el conjunto de obras para captar, conducir, almacenar y distribuir el agua a los suelos, para compensar el déficit de humedad producto de un desbalance entre las entradas de agua por precipitación y las salidas por evapotranspiración.

1.12.2.1. Riego por aspersión

Denominado así porque requiere de una determinada presión para operar, que puede ser obtenida por una diferencia de cota entre la fuente de agua y el sector de riego, o por un equipo de bombeo.

Se denomina riego por aspersión, al método que consiste en aplicar agua a la superficie del terreno, rociándola a manera de la lluvia óptima.

Es aconsejables regar las horas frescas de la mañana, o bien ya por la tarde, regar cuando la tarde está ya muy avanzada tiene la desventaja de que el suelo y las plantas permanecen húmedos durante la noche, lo que atrae a los caracoles y favorecen a las enfermedades provocadas por hongos.

Debido a que solo la zona radicular de las plantas es suministrada con agua, las pérdidas por percolación o evaporación no son significativas.

El agua es transportada a través de una red de tuberías hasta cada una de las plantas, llegando al suelo a través de goteros o emisores. (Cedillo et al., 2008, p. 72-75)

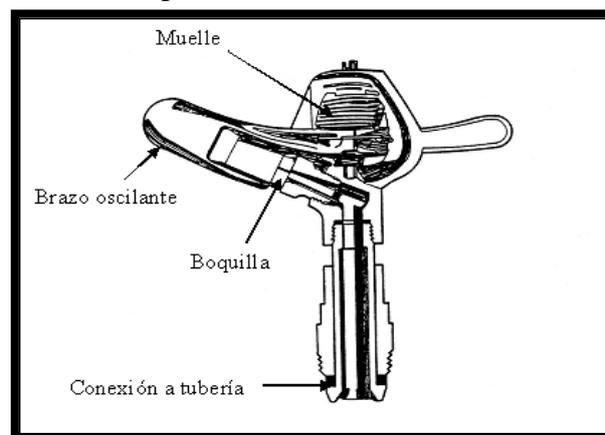
1.12.2.1.1. Componentes del sistema de riego

Según Hurtado (2009) afirma:

Un sistema de riego por aspersión está compuesto por varias partes, desde la boquilla del aspersor hasta las válvulas que controlan la entrada de agua al sistema. Así en estos sistemas se encuentran aspersores (fijos o giratorios), reguladores de presión o flujo, tubo elevador, acoples de tuberías, válvulas, etc.

Una gran proporción de los sistemas de riego por aspersión usan aspersores con cabeza giratoria, los mismos que giran alrededor de un eje vertical. La rotación resulta del torque (principio de impulso – momento) causado por la reacción que produce el agua al salir de la boquilla al impactarse sobre el brazo giratorio del aspersor.

Figura 13. Componentes de un aspersor



Fuente: Hurtado, 2009

La boquilla

Son orificios o aperturas usados en los aspersores para controlar el volumen de descarga, la distribución de la precipitación, el diámetro de humedecimiento y el tamaño de la gota.

Los elevadores

El elevador es un tramo de tubo que conecta al aspersor o rociador a la línea lateral. Tubería de 12 a 75 mm de diámetro. Para aspersores pequeños tiene como mínimo 8 cm de altura hasta 1.0 m para aspersores gigantes con el fin de asegurar un flujo uniforme a la entrada del aspersor.

Las tuberías

En los sistemas de riego por aspersión, las tuberías pueden ser de acero, aluminio y plástico PVC. Los diámetros usados van de 50 mm los más pequeños a 250 mm o más. (p. 40-41)

1.12.2.1.2. Ventajas y desventajas

Según Hurtado (2009) afirma:

Ventajas

Alta eficiencia de aplicación de agua (70 a 80%) y uniformidad en su penetración en el perfil del suelo. Puede ser usado prácticamente en todo tipo de suelo, sobre todo en los que no pueden utilizarse los métodos los métodos superficiales.

Los costos de preparación de suelos para el riego disminuyen notablemente, también se elimina los costos de nivelación.

Disminuye la infestación de malezas producidas por el riego.

Desventajas:

El viento puede distorsionar por completo la distribución del agua en el suelo e igualmente disminuir el agua que llega al suelo, lo que implicaría menor eficiencia del riego.

Las pérdidas de agua por evapotranspiración son mayores que con los métodos de riego superficiales. (p.46)

1.12.3. Determinaciones del requerimiento de agua en los cultivos

Con el icono ayuda del programa CROPWAT 8.0. 2010 se afirma:

El riego es necesario cuando la precipitación es insuficiente para compensar la pérdida de agua por evapotranspiración. El objetivo principal de riego es aplicar agua en el momento correcto y en la cantidad correcta. Mediante el cálculo del balance hídrico del suelo para la zona de radicular en forma diaria, el momento y la lámina de futuros riegos pueden ser planificados.

Se puede utilizar el **programa CROPWAT 8.0.**

El programa permite la elaboración de calendarios de riego para diferentes condiciones de manejo y el cálculo del esquema de provisión de agua para diferentes patrones de cultivos. (p. 3)

Tabla 18. Valores típicos y rango de variación de CC, PMP, para suelos de diferentes clases textuales

Textura del suelo	CC (%)	PMP (%)
Arenoso	9 (6-12)	4 (2-6)
Franco arenoso	14 (10-18)	6 (4-8)
Franco	22 (18-26)	10 (8-12)
Franco arcilloso	27 (23-31)	13 (11-15)
Arcillo arenoso	31 (27-35)	15 (13-17)
Arcilloso	35 (31-39)	17 (15-19)

Fuente: Nutritierra, 2010

a) **Determinación de la humedad de suelo disponible total:**

$$La = (CC - PM/100) * da * pr$$

- Capacidad de campo (CC)
- Densidad aparente (da)
- Punto de marchites (PM)
- Profundidad de raíces de los cultivos (pr)
- Densidad aparente (da)

Es la relación de la masa de suelo seco por unidad de volumen de suelo seco. (Acevedo 2011, p. 19)

- **Capacidad de campo (CC):** Es la capacidad de los suelos de retener la humedad, es el contenido de agua de un suelo después de que ha sido saturado con agua y se ha dejado drenar el exceso. Los suelos arcillosos y aquellos con un elevado contenido en humus tienen una gran capacidad de campo. Unos días después de la saturación, aún pueden retener un 40% del

agua en volumen. Por el contrario, los suelos arenosos típicos tienen solo el 3% del agua en volumen tras la saturación. Según (Taiz, y Zeir, 2006, pg. 80)

- **Punto de marchites (PM):** es considerado como “el límite inferior de la humedad aprovechable por las plantas”, también se lo define como el contenido de humedad del suelo en porcentaje, del cual las plantas no pueden tomar suficiente agua como para cumplir con las exigencias impuestas por la transpiración. Como resultado de esta situación las plantas se marchitan y permanecen en ese estado, a menos que se agregue agua al suelo.
- **Densidad aparente (da):** Es la relación de la masa de suelo seco por unidad de volumen de suelo seco. Según (Soubannier, 1985, pg. 49)

1.12.3.1. Sistema de riego goteo solar o kondenskompressor

Según Centro de estudios políticos e investigaciones históricas (2007) afirma:

El goteo solar, también conocido con el nombre de Kondenskompressor, es una técnica de riego destinada a lograr un aprovechamiento óptimo del agua empleando la energía del Sol como elemento motor del proceso del destilado y movimiento del agua. Se trata de un sistema de sorprendente simpleza y eficacia mediante el cual es posible reducir la cantidad de agua de riego en hasta 10 veces respecto a los sistemas tradicionales de riego. (p.147)

Este sistema es aplicado en varios países ver **Tabla 19**.

Tabla 19. Algunas plantas destiladoras con energía solar

PAIS	LUGAR	AÑO	AREA (M ²)	COBERTOR
Australia	Mureske (s)	1963	372	Vidrio
	Cooper Pedy (s) 1966		3160	Vidrio
Chile	Las Salinas(s)	1872	4460	Vidrio
Grecia	Quillagua (m)	1968	100	Vidrio
	Symli (m)	1964	2686	Plástico
India	Patmos (m)	1967	8600	Vidrio
	Bhavnagar (m)	1965	377	Vidrio
México	Awania (s)	1978	1866	Vidrio
	Kulmis (s)	1980	3000	1/d Vidrio
	Natividad,Is(m) 1969		95	Vidrio
Pakistán	Gwadar-I (m)	1969	306	Vidrio
Tunisia	Gwadar-II(m)	1972	9072	Vidrio
	Mahdla (s)	1968	1300	Vidrio
EEUU			228	Vidrio
	Daytona Beach (m) 1959			
URSS (CEI)	Daytona Beach (m) 1963		148	Plástico
	Bakharden (s)	1969	600	Vidrio

Fuente: Shayam, 2009

Funcionamiento

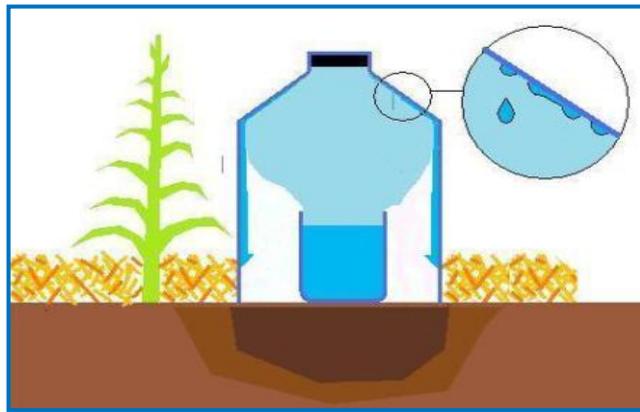
Según Infojardin (2008) afirma:

El **KondensKompressor** atrapa el agua evaporada de la tierra y del depósito que hay en el interior. La humedad condensa por las paredes interiores y cae en forma de gotas dirigidas por las paredes otra vez a la tierra. De noche tiene doble función y recoge también cierta cantidad de rocío. El sistema permite ahorrar enormes cantidades de agua para el riego como cultivar plantas que necesitan para su crecimiento la mejor calidad de agua. El agua que produce el

Kondenskompressor no tiene sal, tampoco nitratos, ni otros contaminantes, por lo que se puede incluso usar para desalinizar el agua marina.

Al ser los materiales tan fáciles de conseguir, esta técnica puede ser muy fácilmente empleada en países pobres con prolongadas estaciones secas e incluso en las zonas desérticas con acceso a alguna fuente de agua dulce o salada. El Figura 14 nos muestra el funcionamiento del destilador.

Figura 14. Funcionamiento del destilador



Fuente: Google imágenes

Si el Kondenskompressor permanece al Sol continuo la evaporación y las gotas se hacen cada vez más grandes precipitando por las paredes llegando al suelo y humedeciéndolo.

Ventajas

- El diseño permite ahorrar mucha agua.
- Se puede usar el agua de lluvia recogida.
- Al llenar las botellas con agua el sol hace el resto, por lo tanto existe ahorro de tiempo.
- Los costos de sistema de riego convencionales son altos, el destilador solar al ser elaborado con botellas reciclables nos ahorran mucho de dinero.

- Como se había recalado es posible usar el sistema para evita agua contaminada o salobre.
- Productos cultivados más sanos y con mejor sabor
- Si se utilizan botellas de vidrio la vida útil del destilador puede ser muy larga, con las botellas de plástico obviamente el tiempo de vida se reduce, ya que las botellas de vidrio se degradan en 4000 años.

Desventajas

- Aunque se dice que el plástico tarda 500 años en degradarse, la realidad es diferente, expuesto al sol, se vuelve frágil y pierde en muy pocos años la estabilidad.
- Pérdidas de agua por drenaje, aunque al colocar la paja alrededor podemos eliminar por completo las pérdidas por evaporación, (p. 147).

Figura 15.

Figura 15. Botellas pet cubiertas de paja para evitar pérdidas de agua por la evaporación



Fuente: EcoInventos .com

1.12.4. Recolector del agua lluvia

Según la Unidad de apoyo técnico en saneamiento básico rural, (2011)

Es un sistema de abastecimiento de agua útil, que en épocas de sequía puede utilizar agua de fuentes superficiales.

El sistema de captación de agua de lluvia consiste en la recolección o acumulación y el almacenamiento de agua precipitada, para ser utilizada posteriormente para cualquier uso.

Los sistemas de recolección de agua de lluvia se dividen en dos categorías principales: sistemas activos y sistemas pasivos.

Los sistemas activo: son también conocidos como sistemas de captación de agua de lluvia o de recolección de agua de techo. En este tipo de sistema el agua de lluvia se recoge de una superficie impermeable, más comúnmente un techo, y desviado en los tanques de almacenamiento para su uso posterior. Los sistemas activos sirven una amplia gama de aplicaciones, que incluye riego a paisajes y riego agrícola, abastecimiento de agua para la vida silvestre y el ganado, cisternas para los inodoros, abasto de agua potable.

El agua de los sistemas activos se puede distribuir por gravedad o con una bomba en función de las condiciones del sitio y aplicaciones previstas. Todos los sistemas deben ser diseñados con un exceso de capacidad que sirva para dirigir el exceso de agua a un sistema pasivo o hacia la infraestructura existente de manejo de aguas pluviales, especialmente cuando las precipitaciones superan la capacidad del sistema de captación. Los sistemas activos de captación de lluvia pueden proporcionar una fuente segura y confiable de agua.

Los sistemas pasivos de agua de lluvia son característicos del paisaje que permiten que el agua se acumule de manera temporal e infiltre al suelo. Los jardines de lluvia, las microcuencas, y las cuencas de infiltración son ejemplos de sistemas pasivos de aprovechamiento de agua de lluvia.

Ventajas del agua lluvia:

La recolección de agua de lluvia proporciona un número de ventajas:

- Mejor calidad de agua.
- Tecnología relativamente simple.
- Facilidad de mantenimiento.
- Fácil acceso al agua u ahorro de tiempo al tratar de utilizarla.

Un recolector de agua lluvia cuenta con los siguientes sistemas:

Captación: la captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuada para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección.

Filtros: si el agua lluvia va ser almacenada tiene que ser filtrada para quitar la basura y sedimentos. Si el agua almacenada se usará en un sistema de riego por goteo es necesaria la filtración para evitar que los tubos de riego y los emisores se obstruyan.

Recolección y Conducción: este componente es una parte esencial del sistema ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por los canales que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua.

Almacenamiento: consiste en almacenar el volumen de agua necesaria para el consumo diario las plantas del huerto, en especial durante el periodo de sequía.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.
- De no más de 2 metros de altura para minimizar la sobre presiones.
- Dotado de una tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficiente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
- La entrada debe contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.

Rebose: Es el codo o tubo de PVC instalado en la parte superior del tanque de recolección, por donde sale el agua sobrante una vez que el tanque se ha llenado; el diámetro de rebalse debe ser el mismo que el diámetro de entrada. (p. 6-7).

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1. Diseño Permacultural

Para desarrollar el diseño Permacultural se procedió a:

1. Determinar la ubicación del sitio de estudio

Se lo realizó mediante la Georeferenciación de la zona de estudio utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) GPS Garmin Map 78S.

2. Levantar información planimétrica

Se utilizó el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) GPS Garmin Map 78S, levantando información de: altura y coordenadas geográficas (latitud, longitud), ubicados en 33 puntos, los que fueron tomados cada dos pasos.

Se dibujó un bosquejo del contorno del terreno destacando los ángulos que se forman, con ayuda de la cinta tomamos el largo y ancho del terreno. Para determinar la medida de los ángulos dibujamos un triángulo isósceles de una medida establecida y medimos el lado desconocido.

3. Calcular la superficie y curvas de nivel del terreno.

Para determinar la superficie de terreno:

Se calcularon los ángulos que se forman en el terreno mediante la fórmula de la ley de cosenos:

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cos \theta$$
$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{-2ac} \right)$$

Se utilizó el software Autocad 2007, dibujando el contorno del terreno con los datos de largo, ancho y ángulos antes determinados y con el icono área del software se calculó el área del terreno.

Para determinar la inclinación del terreno se utilizó el software Excel en donde introdujimos los datos, en columnas de coordenadas x (longitud), y

(latitud) y z (altura). Mediante el software Surfer importamos estos datos y con los iconos de Grid, y Map obtuvimos las curvas de nivel, las mismas que nos permitieron ver la inclinación del terreno.

4. Planificación de zonas

De acuerdo a la literatura y al área del terreno se determinaron las zonas compatibles con la realidad del área así:

Zona I: de acuerdo con las condiciones de la superficie del terreno esta zona fue dividida en tres sub zonas de la siguiente manera:

Sub zona IA: Huerto

En el área destinada para el huerto mediante el software: Autocad 2007, se diagramó posibles diseños del huerto y con esta misma herramienta se calculó el área cultivable en cada uno de los diseños y el diseño que permitió utilizar eficiente e idóneamente el espacio.

Sub zona IB: Cunicultura

En base a la superficie del área norte del proyecto, la misma que es de cemento y a la literatura acerca de las condiciones de limpieza y salubridad la conejera se ubicó al norte oeste del proyecto.

Sub zona IC: Compostaje

De acuerdo a la literatura las composteras se ubicaron lateralmente a la conejera para cumplir principios de Permacultura.

Zona II: Esta zona se subdividió en dos sub zonas así:

Sub zona IIA: Cerca viva

De acuerdo a la literatura la cerca viva se ubicó lateralmente al huerto.

Sub zona IIB: Reserva de agua

Zona III: Cerramiento frontal

En el cerramiento frontal norte se sembraron enredaderas.

2.2 Preparación del sitio

✓ Limpieza del área destinada al proyecto

Se utilizó palas, rastrillos, azadones y machetes para recolectar botellas, plásticos, material de construcción en general que fueron depositados posteriormente en bolsas de yute, las cuales fueron llevadas a un basurero destinado para la recolección de este material (Anexo 4)

✓ Cerramiento del área del proyecto

Materiales

Madera reciclada

Clavos de una pulgada

Martillos

Procedimiento

Se cortó la madera en 13 tiras de 1.80 m, las que se ubicaron de manera horizontal, 4 tiras de 1.70 m que se ubicaron de manera vertical y 3 tiras de 1.60 m que se ubicaron de manera inclinada.

Se armó el perfil de la reja clavando 2 tiras verticales y dos tiras horizontales, dejando 5 cm a cada extremo.

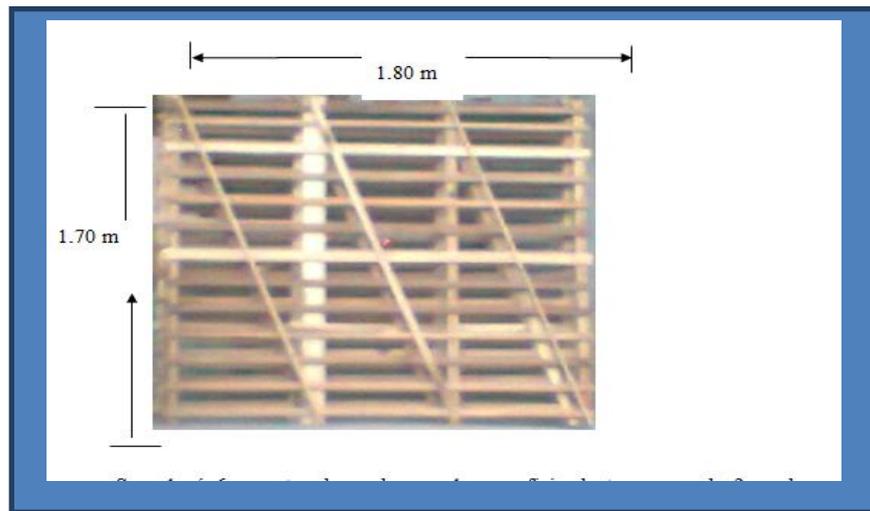
Cada 10 cm de distancia se clavaron las 11 tiras restantes de manera horizontal.

Cada 56 cm de distancia se clavaron las 2 tiras restantes de manera vertical.

Se clavaron las tres tiras de forma inclinada, brindándole soporte a las rejas.

Este procedimiento lo repetimos cinco veces, para obtener las cinco rejas.

Figura 16. Dimensiones de reja



Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Se colocaron 6 soportes de madera en la superficie de terreno, cada 2 m de distancia.

Se instalaron las 5 rejas construidas uniéndoles con clavos al soporte que se encontraba instalado delimitando el área del proyecto. El proceso e construcción del cerramiento se muestra en el Anexo 5.

2.3 Estudio del suelo

2.3.1 Muestreo de suelo

Número y puntos de muestreo

Se utilizó el diseño de muestreo aleatorio simple y para ubicar los puntos de muestreo se utilizó la fórmula del azar sistemático, con la finalidad de obtener una muestra compuesta. De acuerdo al Tabla 5 de intensidad de muestreo cuando se tiene un área menor de dos hectáreas se toma como mínimo 8 sub-muestras para obtener la muestra compuesta.

La fórmula que se utilizó para determinar los ocho puntos de muestreo es:

$$108 = \frac{N}{n}$$

Dónde: k = constante de referencia

N = Número de elementos de la población

n = Número de elementos de la muestra

El primer punto de muestreo será: $A + 0 K$

El segundo punto de muestreo será: $A+1 K$

Se dividió el terreno en Tablas de igual tamaño, y se enumeró desde la parte sur del terreno.

Número y Puntos de muestreo

Datos

$$N = 77$$

$$n = 8$$

$$k = \frac{N}{n}$$

$$k = \frac{77}{8}$$

$$k = 9,63$$

A Es el valor de k terminado en cero: $A = 0$

- **Primer punto de muestreo será:** $A+0 K$

$$0 + 0(9.63)$$

1

- **Segundo punto de muestreo:** $A+1 K$

$$0 + 1(9,63)$$

10

- **Tercer punto de muestreo:** $A+2 K$

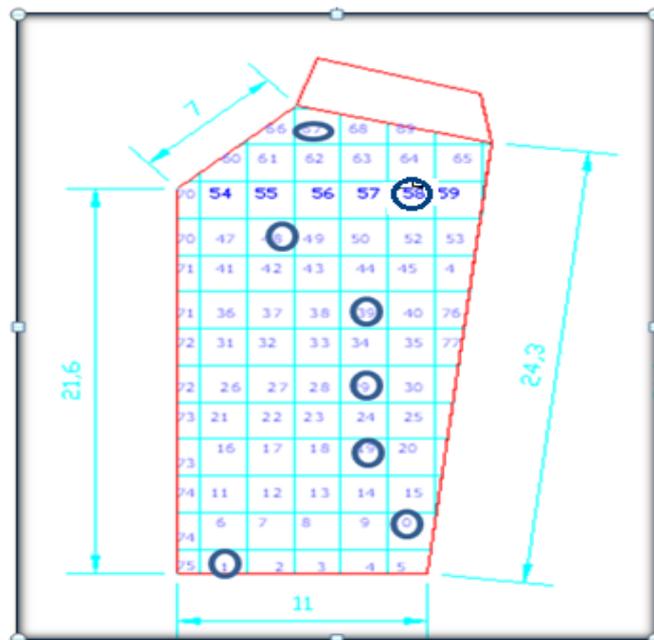
$$0 + 2(9,63)$$

19

- **Cuarto punto de muestreo:** $A+3 K$
 $0 + 3(9,63)$
 29
- **Quinto punto de muestreo:** $A+4 K$
 $0 + 4(9,63)$
 39
- **Sexto punto de muestreo:** $A+5 K$
 $0+5(9,63)$
 48
- **Séptimo punto de muestreo:** $A+6 K$
 $0+6 (9,63)$
 58
- **Octavo punto de muestreo:** $A+7 K$
 $0+7(9,63)$
 67

Para obtener la muestra compuesta, en el terreno se tomaron ocho puntos de muestreo como se puede observar en el Figura 17.

Figura 17. Diseño de muestreo



Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Figura 18. Ubicación de los puntos seleccionados



Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Profundidad de muestreo

Según la literatura la profundidad adecuada para un análisis de fertilidad se lo realiza a una profundidad de 20 cm.

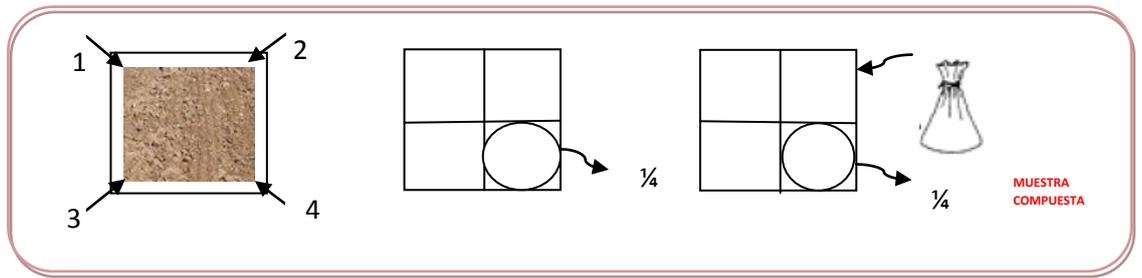
Extracción de las muestras y sub-muestras

En cada punto de muestreo se retiró la cobertura vegetal existente, con la ayuda de un machete se realizó un corte al suelo, esto permitió introducir de mejor manera el tubo de PVC, el cual estaba señalado una altura de 20 cm, este tubo se introdujo en el suelo, se sacó la sub-muestra, que fue colocada en un recipiente limpio, desmenuzando los terrones de suelo este proceso se lo llevo a cabo en cada punto de muestreo.

Cuarteo y obtención de la muestra compuesta

Se colocó sobre una superficie limpia (puede ser un plástico) todas las sub-muestras, las cuales se mezclaron y se dividió en cuatro partes iguales, se escogió un cuadrante y se homogenizó, este se dividió nuevamnete en cuatro partes iguales, de esta última homogenizacion se escogió un cuadrante como se muestra en el Figura 19 y en el Anexo 6 se meustran fotografías obteniendo la muestra compuesta.

Figura 19. Obtención de la muestra compuesta por cuarteo



Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Embolsado e identificación de la muestra

Una vez seleccionada la muestra compuesta, se la colocó dentro de una bolsa de plástico resistente y limpia de uno a dos kilogramos de capacidad. Se identificó claramente con una etiqueta como se indica en el Figura, esta debe estar sujeta a la bolsa.

Envío al laboratorio

La muestra fue llevada al laboratorio AGROBIOLAB para su respectivo análisis físico químico completo.

Muestreo del suelo para la determinación de la macro fauna

- Escogimos aleatoriamente tres puntos de muestreo
- En cada punto se procedió a realizar un corte de suelo de 33 cm x 33cm x 33cm.
- Se extendió el suelo sobre un material claro, y se procede al conteo de las lombrices.
- Una vez obtenido el número de organismos encontrados (lombriz de tierra, ciempiés y cuzos), mediante la siguiente fórmula determinamos el promedio de de lombriz de tierra, ciempiés y cuzos.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

En el cual:

\bar{x} = promedio de numero de organismos.

X_i = Numero de organismos en un punto de muestreo.

n = puntos de muestreo.

En el anexo 7 se muestra el proceso de muestreo de macro fauna.

2.4. Establecimiento de camas de siembra

Se procedió a realizar una cama rápida, de la siguiente forma:

Materiales:

- **Cartón:** Que cubra el área donde se ubicara el huerto.

En promedio un cartón de embalaje de electrodomésticos pequeños (televisiones, etc.), víveres tiene una área de 1.35 m^2

De acuerdo al diseño escogido tenemos un área para el huerto de 300 m^2

De acuerdo a lo expuesto necesitamos.

$1.35 \text{ m}^2 \longrightarrow 1 \text{ cartón}$

$300 \text{ m}^2 \longrightarrow x = 222.2 = 223 \text{ cartones}$

- **Paja seca:** 30 quintales
- **Ramas secas:** 15 quintales
- **Composta:** 15 quintales

Procedimiento:

Se cubrió toda el área con el cartón

A continuación, se procedió a colocar las ramas sobre el cartón. La capa siguiente se cubrió con la paja seca, de aproximadamente 10 cm de espesor.

Finalmente toda el área se cubrió con composta.

Se procedió a regar el área, controlando que se mantenga húmeda con el riego regular, para facilitar la descomposición.

En el Anexo 8 se muestra el procedimiento para la elaboración de las camas de siembra.

2.5. Construcción y establecimiento de las conejeras

Materiales

Tiras de madera

Malla plástica

Clavos de una pulgada.

Martillos

Bisagras

Techo de Zinc

Procedimiento:

Se realizó previamente el diseño de la conejera.

Se cortaron 14 tiras de madera de 1.95 m y 10 tiras de 0.50 m de largo

Se procedió a formar la base, uniendo tiras de 1.95 m con las tiras de 0.50 m dejando una abertura de 0.05 m entre estas últimas para poder ingresar las mallas que serán móviles.

Se construyó otra reja, que será la pared trasera de la conejera.

Se realizaron paredes con las tiras de madera y la malla.

Se ensamblaron las paredes con la base

Se Construyeron puertas, con una estructura de madera y tableros de triplex de 4 mm

Se instalaron las puertas, y el techo.

Se ubica las conejeras en los sitios destinados según el diseño Permacultural.

En el Anexo 9 se muestra las fotografías de la conejera.

2.6. Construcción y establecimiento de cajas para compost

2.6.1. Elaboración de la compostera

Materiales

Tiras de madera reciclada

Clavos de una pulgada.

Martillos

Bisagras

Procedimiento:

Se cortaron 120 tiras de 1 m de largo, con un ancho de 0.05 m.

Se procedió a formar la base.

Se armó la estructura, clavando y uniendo dos tiras horizontalmente y dos tiras verticalmente, dejando una distancia de 0.05 m a cada extremo de las tiras.

Se clavó en la estructura ochos tiras con un separación de 0.03 m entre ellas.

Se realizó 4 modelos de la misma forma, para constituir lo que serán las paredes de la compostera.

- a. Se ensamblaron las paredes con la base.
- b. Todo el procedimiento anteriormente descrito se lo repite para realizar otra compostera. Como podemos observar en el Anexo 10.

Se ubicó la compostera en el sitio destinado a ello que consta en el Diseño Permacultural.

2.6.1 Cálculo de la composta requerida por camas de siembra.

Se calculó el volumen de la composta para cada cama

$$V = A_c \times P$$

Se determinó el volumen total de composta que necesitan las camas de siembra.

2.6.2. Cálculo de volumen de composta generada por las composteras

El volumen total que abarca la compostera es de $2,7 \text{ m}^3$, para facilitar su posterior manejo se disminuyó la altura 0.30 m , dejando a la compostera con una capacidad de 2.4 m^3 .

La compostera va contener una capa de material fresco y una capa de material seco, alternadamente, para la cual se dividió el volumen en dos partes:

Material seco: 1.2 m^3

Material fresco: 1.2 m^3

Para las otras composteras se realizó el cálculo ya que la capacidad total es de 1.0 m^2 , al igual que la anterior para facilitar su manejo se disminuyó la altura 0.10m , quedando en un 0.90 m^3 .

La compostera va contener una capa de material fresco y una capa de material seco, alternadamente, para la cual se dividió el volumen en dos partes:

Material seco: 0.45 m^3

Material fresco: 0.45 m^3

Y el espesor que va ser puesto en cada cama es de: $0,02 \text{ m}$.

2.7. Selección de las especies vegetales requeridas

2.7.1. Selección de las especies utilizadas como cercas vivas

Se seleccionó las especies nativas de la zona, de acuerdo a la altitud.

Tabla 20. Especies para la cerca viva

	Árbol o arbusto	Nombre científico
Zona II A	Pumamaqui	(<i>Oreopanax</i> sp.)
	Quishuar	(<i>Buddleja</i> sp.)
	Aliso	(<i>Alnus acuminata</i>)
	Capulí	(<i>Prunus serotina</i>)
	Lechero verde	
	Cedrón	(<i>Lippia citriodora</i>)
	Romero	(<i>Rosmarinus officinalis</i>)
Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba		

2.7.2. Selección de las especies para cubrir el cerramiento frontal

Se seleccionó de acuerdo a la altura, temperatura las siguientes plantas:

Tabla 21. Especies para la cerca viva

	Cultivos	Nombre científico
Zona III	Taxo	(<i>Passiflora mollissima</i>)
	Granadilla	(<i>Passiflora ligularis</i>)

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

2.7.3. Selección de los cultivos de ciclo corto

Para seleccionar las especies de ciclo corto se tomó en cuenta la temperatura, especies cultivadas en la zona y condiciones del suelo que necesitan para su desarrollo, y especies que no están en el rango de temperatura del sector vamos a probar si es posible cultivarlas.

Tabla 22. Especies de ciclo corto

ZONA I A	CULTIVOS DE CICLO CORTO	Nombre científico
	Arveja	(<i>Pisum sativum</i>)
	Acelga	(<i>Beta vulgaris</i>)
	Alfalfa	(<i>Medicago sativa</i>)
	Col	(<i>Brassica oleracea</i>)
	Frejol	(<i>Phaseolus vulgaris</i>)
	Lechuga	(<i>Lactuca sativa</i>)
	Maíz	(<i>Zea mays</i>)
	Papa	(<i>Solanum tuberosum</i>)
	Rábano	(<i>Raphanus sativus</i>)
	tomate de riñón	(<i>Lycopersicon lycopersicum</i>)
	Zanahoria	(<i>Daucus carota</i>)
	Calabaza	(<i>Cucurbita pepo</i>)
	Cebolla	(<i>Allium fistulosum</i>)

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

2.7.4. Selección de plantas repelentes

Las plantas aromáticas fueron seleccionadas de acuerdo a la temperatura, a la altitud y al tipo de suelo que tenemos en nuestro proyecto y lo efectos que estas producen a las plagas al sembrar en las parcelas, las plantas seleccionadas son:

Tabla 23. Plantas repelentes

ZONA I A	Plantas repelentes	Nombre científico
	Ají	(<i>Capsicum frutescens</i>)
	Orégano	(<i>Origanum vulgare</i>)
	Toronjil	(<i>Melissa officinalis</i>)
	Manzanilla	(<i>Matricaria chamomilla</i>)
	Ruda	(<i>Ruta graveolens</i>)
	Cilantro	(<i>Coriandrum sativum</i>)
	Menta	(<i>Mentha piperita</i>)
	Hierba luisa	(<i>Cymbopogon citratus</i>)
	Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba	

2.8. Siembra de las especies

2.8.1. Siembra de las especies utilizadas como cercas vivas

Materiales:

- Azadón
- Barra
- Pico

Plantación

- a) Apertura de hoyos: el tamaño de los hoyos debe ser por lo menos 40cm de ancho y 40cm de profundidad.
- b) Al sacar la tierra se realizó dos montones alrededor del hoyo: la primera tierra de arriba y el otro la tierra de abajo.
- c) Se retiró, las fundas que vienen con los árboles.
- d) Se colocó la planta en el hoyo de forma vertical hasta la que el cuello del tallo quede en la parte superficial del suelo.
- e) Se colocó primer montón de tierra que se encontraba en la parte superior y después el otro montón.
- f) Una vez rellenado el hoyo apisonamos la tierra.
- g) Se regó inmediatamente las plantas.

2.8.2. Siembra de las especies utilizadas para cubrir el cerramiento frontal

Se realizó mediante método de siembra indirecta:

- a) Apertura de hoyos: el tamaño de los hoyos debe ser por lo menos 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad.
- b) Se colocó la planta de manera recta.
- c) Se colocó la tierra y se le apisonó para que las raíces hagan contacto con la tierra.
- d) Una vez sembrada se regó agua.
- e) Las plantas se orientarán por el cerramiento de madera antes ya colocado.

2.8.3. Siembra de cultivos de ciclo corto

En la siembra de cultivos de ciclo corto vamos a utilizar los dos de siembra métodos antes ya explicados es decir:

- Siembra directa
- Siembra indirecta

Para la siembra directa se seleccionaron los siguientes cultivos:

Tabla 24. Siembra directa

Cultivos seccionados en la siembra directa
Arveja (<i>Pisum sativum</i>)
Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)
Maíz (<i>Zea mays</i>)

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Al sembrar las plantas de manera directa se tomó en cuenta que las semillas no queden muy profundas como explica la teoría, ya que esto puede impedir su desarrollo.

Para la siembra indirecta han seleccionado los siguientes cultivos.

Tabla 25. Siembra indirecta.

Cultivos seccionados en la siembra indirecta
Tomate riñón (<i>Lycopersicon lycopersicum</i>)
Col (<i>Brassicaoleracea</i>)
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

La distancia entre surcos debe ser programada según el tamaño que tendrán las plantas adultas.

Para establecer la siembra se ha tomado en cuenta el siguiente **Tabla 27** donde se detalla la distancia que debe existir entre planta y entre hilera.

Tabla 26. Marco de referencia de las especies de ciclo corto.

Cultivo	distancia entre planta (cm)	distancia entre hileras (cm)	Cultivo	distancia entre planta(cm)	distancia entre hileras (cm)
Ajo	20	30	Lechuga	25	30
Apio	30	40	Maíz	30	50
Calabaza	100	200	Pimiento	45	50
Cebolla	15	25	Rábano	10	20
Coles	50	50	Remolacha	20	30
Zanahoria	10	30	Tomate	40	50
Arveja	20	20	Alfalfa	20	20
Frejol	20	20	Papa	40	80

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Además se tomó en cuenta la asociación de los cultivos y se sembraron en la misma parcela dos cultivos es así que se sembró de la siguiente manera en las parcelas:

Tabla 27. Huerto

ZONA IA	PARCELA	CULTIVOS
	PARCELA IA	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)
PARCELA IB	Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	
PARCELA IC	Tomate riñón (<i>Lycopersicon lycopersicum</i>) + ajo (<i>Allium sativum</i>)	
PARCELA ID	Col (<i>Brassica oleracea</i>)	
PARCELA II	Rábano (<i>Raphanus sativus</i>) + Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	
PARCELA III	Papas (<i>Solanum tuberosum</i>) + Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	
PARCELA IV	Col (<i>Brassica oleracea</i>) + menta (<i>Mentha piperita</i>) Zanahoria (<i>Daucus carota</i>) + cebolla <i>Allium fistulosum</i>)	
PARCELA V	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) + cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	
PARCELA VI	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) + cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	
PARCELA VII	Arveja (<i>Pisum sativum</i>) + acelga (<i>Beta vulgaris</i>)	
PARCELA VIII	Papas (<i>Solanum tuberosum</i>) + Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	
PARCELA IX	Maíz (<i>Zea mays</i>) + fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	
PARCELA X	Maíz (<i>Zea mays</i>) + calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>)	
PARCELA XI	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) + Col (<i>Brassica oleracea</i>)	

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Tabla 28. Asociaciones del huerto

ASOCIACIONES ESCOGIDAS	
Maíz + Fréjol	<p>El fréjol es una leguminosa que fija nitrógeno en el suelo, el mismo que va a ser utilizado por el maíz.</p> <p>El maíz se puede sembrar junto con el frijol para que trepen por su caña.</p> <p>Para proteger la planta de maíz contra el cogollero (<i>Spodoptera</i> sp.), que se esconde en el cogollo en su etapa de oruga, se necesita observar permanentemente y minuciosamente el cultivo. Se recomienda el maíz con el frejol lo que crea un efecto repelente para el gusano.</p> <p>Además el frejol desarrolla su fase vegetativa al mismo tiempo que el maíz, con el que tienen de común, además, las exigencias respecto al clima, el terreno, las labores y los cuidados de cultivo.</p>
Arveja + Acelga	<p>La arveja es una leguminosa que fija el nitrógeno en el suelo, y la acelga es una hortaliza de hoja por lo que requiere nitrógeno en mayor cantidad</p>
Ajo + Tomate riñón	<p>Repele a los pulgones que atacan al tomate y pueden transmitir enfermedades virósicas; favorece el crecimiento de las hortalizas, mejora la producción y las características particulares de las mismas, como el color o el sabor de las hojas y frutos.</p> <p>el ajo protege al tomate de mildiu podredumbre gris</p>
Zanahoria + Rábano	<p>Los rábanos germinan primero y evitan que aparezcan malas hierbas mientras la zanahoria acaba de germinar. Una vez que se recogen los rábanos dejan espacio para que la zanahoria acabe de crecer.</p>
Coles + Lechugas	<p>Las lechugas se cosechan antes que las coles hayan crecido.</p>
Cebolla + Zanahoria	<p>Cebolla actúa contra la mosca de la zanahoria.</p> <p>Los tomates crecen por arriba y las cebollas por debajo.</p>
Coles + Menta.	<p>para mejorar el sabor y producción de coles: evitan el pulgón en las coles</p> <p>La menta repele y puede ayudar al control de áfidos en la vegetación vecina a ella. También ayuda a repeler moscas negras, el gusano mariposa de la col</p>
Cilantro + Alfalfa	<p>El cilantro atrae con sus flores, abejas e insectos benéficos.</p>
Frejol + Papas	<p>Asociar plantas rastreras con hortalizas de raíz profunda</p>
Maíz + Calabaza	<p>El gusano de la espiga del maíz (<i>Heliothis zea</i>) es una palomilla nocturna, cuyas larvas incuban y se abren paso por la espiga del maíz, comiendo lo que encuentran a su paso. Para controlar de modo natural esta plaga se debe asociar el maíz con calabaza; los indígenas americanos observaron que la calabaza es un cultivo compañero para el maíz, ya que con esta combinación se obtenían cultivos sanos en ambas especies.</p>
Papas + Arveja	<p>Existe compatibilidad entre la papa y la leguminosa en cuanto a sus hábitos de crecimiento y en cuanto a la presencia de plagas y enfermedades.</p> <p>Existe cierto efecto de la papa hacia la arveja, en razón de servir de tutor o sostén de las plantas de arveja.</p>

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

2.8.4. Siembra de plantas repelentes

La siembra de las plantas repelentes se realizó mediante el método de la siembra indirecta.

- a) Se realizó hoyos con una profundidad de 40 a 60cm.
- b) La siembra se realizó de manera indirecta, a mano.
- c) Se colocó las plantas medicinales en forma vertical de acuerdo al diseño ya establecido.
- d) Se colocó la tierra.
- e) Una vez cubierta la planta procedió apisonar el suelo.
- f) Finalmente se regó agua en las plantas sembradas.
- g) Estas plantas están sembradas en lugares estratégicos, rodeando a los cultivos.

En el anexo 11 se muestra el proceso de siembra de indirecta y directa.

2.9. Subsistemas

2.9.1. Rotación de cultivos

Tabla 29. Primera rotación

	PARCELA	CULTIVOS
ZONA I A	PARCELA IA	Brócoli
	PARCELA IB	Zanahoria
	PARCELA IC	Cama de descanso
	PARCELA ID	Coliflor
	PARCELA II	Acelga + Perejil
	PARCELA III	Acelga + remolacha
	PARCELA IV	brócoli + menta lechuga + cebolla
	PARCELA V	Alfalfa + maíz
	PARCELA VI	Alfalfa + maíz
	PARCELA VII	Papas + brócoli
	PARCELA VIII	Cama de descanso
PARCELA IX	Rábano + Zanahoria	
PARCELA X	Papa + Arveja	
PARCELA XI	Arveja + coliflor	

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Tabla 30. Segunda rotación

	PARCELA	CULTIVOS
ZONA I A	PARCELA IA	Maíz + Fréjol
	PARCELA IB	Maíz + Fréjol
	PARCELA IC	Papas + arveja
	PARCELA ID	Papas + arveja
	PARCELA II	Descanso
	PARCELA III	Col + lechuga
	PARCELA IV	Rábano + zanahoria
	PARCELA V	Alfalfa
	PARCELA VI	Alfalfa
	PARCELA VII	Cama de descanso
	PARCELA VIII	Acelga + cebolla
	PARCELA IX	Lechuga + col
	PARCELA X	Col + coliflor
	PARCELA XI	Frejol + papás

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

2.10. Agua

2.10.1. Cálculo de caudal necesario por parcela.

Materiales

Software: Excel, Crowwat

Procedimiento:

- Con las especies ya antes seleccionadas, y los datos meteorológicos descritos en el anexo 12 en el icono del **clima /Eto** introducimos los datos de la estación meteorología de izobamba, como son temperatura máxima, mínima, % de humedad, viento, además de la altitud, latitud y longitud, el programa nos calcula insolación, Eto y radiación, como se observa en la figura 20.

Figura 20. Cálculo de la insolación, radiación, ETo

Clima/ETo	País Ecuador		Estación Iizobamba						
	Altitud 2888 m.	Latitud 0.28 'N	Longitud 78.55 'W						
	Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día	
Prec.	Enero	11.4	13.0	79	5	0.0	9.0	1.76	
	Febrero	10.8	13.4	76	4	0.6	10.3	1.96	
	Marzo	10.8	13.1	78	3	0.2	9.8	1.90	
	Abril	11.1	12.7	80	3	0.0	9.2	1.79	
	Cultivo	Mayo	11.3	12.8	70	3	0.0	8.7	1.70
		Junio	11.7	12.2	69	4	0.0	8.4	1.64
		Julio	11.3	12.2	60	3	0.0	8.5	1.65
		Agosto	11.1	12.3	57	5	0.0	8.9	1.73
	Suelo	Septiembre	11.8	13.2	60	4	0.0	9.3	1.84
		Octubre	11.4	12.6	63	4	0.0	9.3	1.84
		Noviembre	10.8	12.7	70	2	0.0	9.1	1.76
		Diciembre	10.8	12.5	70	2	0.0	8.9	1.71
RAC	Promedio	11.2	12.7	69	3	0.1	9.1	1.77	

Fuente: ventana del Programa Cropwat, 2013

- En el **icono prec.** Se introdujo la precipitación media anual, para determinar la precipitación efectiva, como se observa en la figura 21.

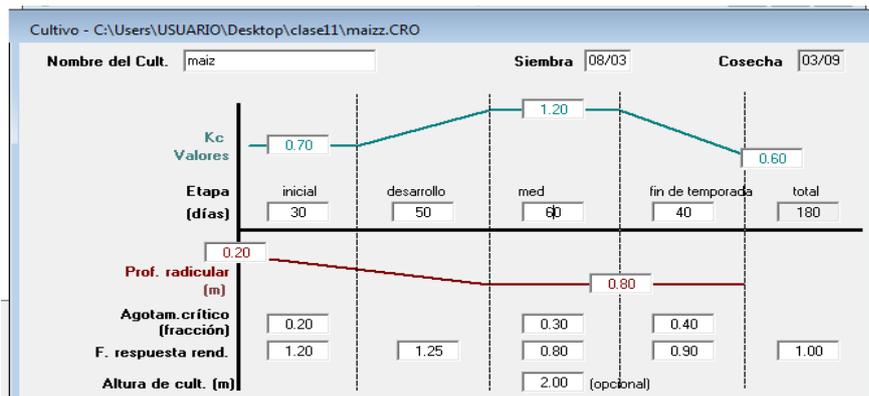
Figura 21. Cálculo de la precipitación efectiva

CROPWAT - Sesión: C:\Users\USUARIO\Desktop\sesion1.SES - [Precipitación mensual - untitled]		
Estación 1771 Método Prec. Ef Fórmula FAO/AGLW		
	Precipit. mm	Prec. efec mm
Enero	179.4	119.5
Febrero	162.8	106.2
Marzo	202.7	138.2
Abril	252.5	178.0
Mayo	160.9	104.7
Junio	76.2	37.0
Julio	72.7	34.2
Agosto	57.9	24.7
Septiembre	53.1	21.9
Octubre	155.0	100.0
Noviembre	160.5	104.4
Diciembre	184.6	123.7
Total	1718.3	1092.4

Fuente: ventana del Programa Cropwat, 2013

- En el icono de cultivo introducimos datos de Kc, profundidad radicular, agotamiento crítico todos estos datos son tomados del página: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>.

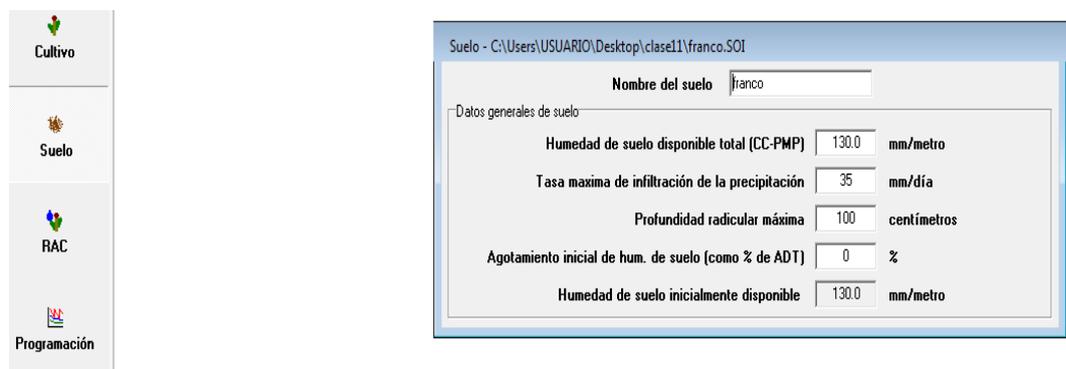
Figura 22. Cálculo Kc, etapas (días)



Fuente: ventana del Programa Crop wat

- En el icono de **suelo** introducimos datos de nombre del suelo, humedad de suelo disponible, tasa mínima de infiltración, profundidad de la raíz, agotamiento inicial de humedad de suelo.

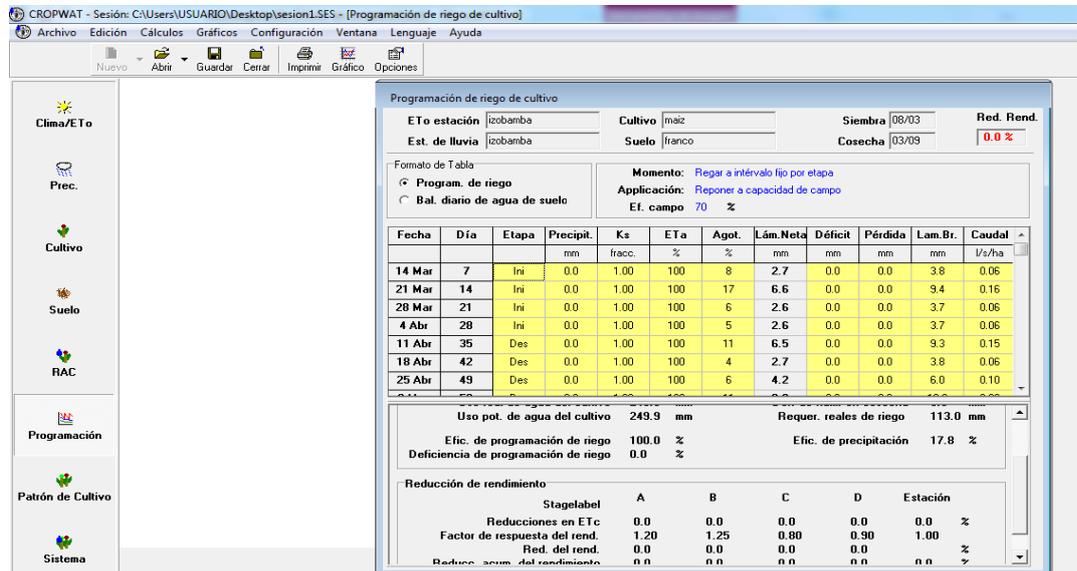
Figura 23. Nombre del suelo, humedad de suelo disponible, tasa mínima de infiltración, profundidad radicular



Fuente: ventana del Programa Cropwat, 2013

- En el icono de programación vamos a introducir el riego cada siete días y obtenemos el caudal en l/ha.

Figura 24. Ventana del cálculo del caudal



Fuente: ventana del Programa Crop wat

- Mediante la fórmula área en hectáreas y caudal máximo se determinó el caudal necesario por parcela.

2.10.2. Diseño del sistema de riego convencional

Materiales

Software: Autocad 2007

Procedimiento:

De acuerdo a las especificaciones técnicas del aspersor, mismo que alcanza un diametro 8m y tomando en cuenta el área de cada parcela se diseñó en el programa AutoCAD el sistema de riego por aspersión.

2.10.3. Proceso de evaporación del sistema de riego no convencional.

Para determinar si la altura y el ancho de las botellas de PET son factores que influyen en la evaporación del agua, y para calcular la cantidad de agua que se evapora se procedió a realizar un experimento in situ, por el periodo del mes de (abril) como se puede observar en el Anexo 13.

Materiales

- 8 Botellones de PET de capacidad de 5 litros
- 4 botellas de PET de capacidad de 2 litros
- 4 botellas de PET de capacidad de 1 litro
- Regla
- Marcadores
- Cinta de embalaje transparente
- Tijeras
- Estiletes

Procedimiento

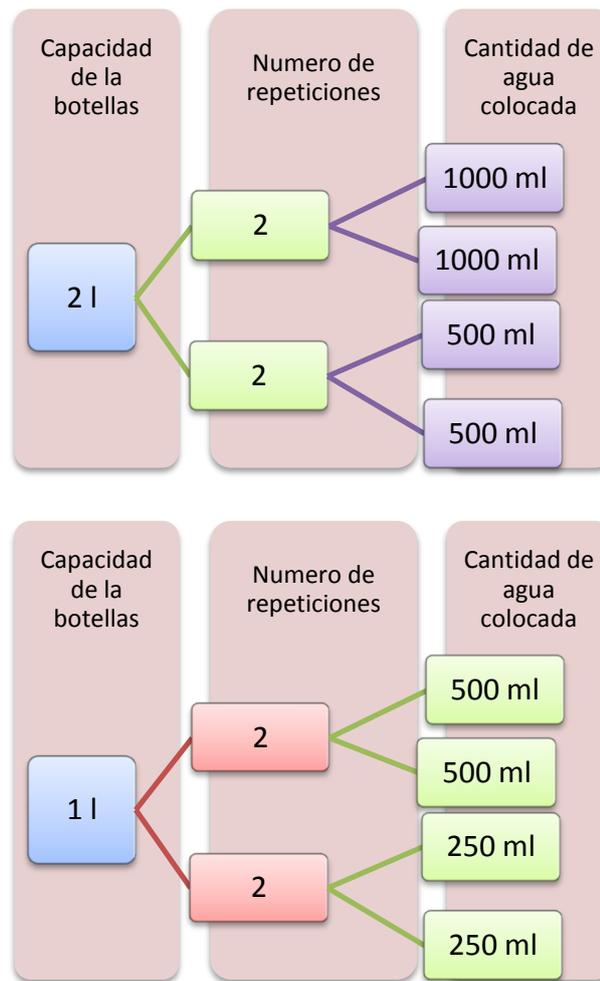
Se cortó la base de los galones

Se cortó la parte superior de las botellas a una misma altura

Se señaló las botellas de dos y un litro en mm respectivamente

Se procedió a llenar las botellas como indica la **figura 25**.

Figura 25. Diagrama del número de botellas.



Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

La base de las botellas se situó sobre la tierra llena de agua y sobre ella se colocó el botellón. La posición relativa entre ambas ha de permitirnos que al abrir la tapa de la botella grande podamos verter agua sobre la pequeña.

Diariamente se tomaron fotografías para determinar, la cantidad evaporada, y observar la expansión y profundidad que alcanza el agua.

Cálculo de evaporación mensual

Se registra datos de evaporación diarios del experimento in situ. En el anexo 14 se encuentra el registro de datos diarios.

Determinamos la evaporación mensual registrada en cada una de las botellas instaladas tanto en campo como en laboratorio, tomando en cuenta la altura y volumen de las diferentes botellas como se indica a continuación:

Botellas de capacidad 2 litros:

Caso 1: Para una altura de $h_1 = 11$ cm, fue colocado 1000 ml (1 L) de agua

Caso 2: Para una altura de $h_2 = 6,5$ cm, fue colocado 500 ml de agua.

Botellas de capacidad de 1 litro

Caso 3: Para una $h_3 = 10,5$ cm, fue colocado 500 ml de agua.

Caso 4: Para una altura de $h_4 = 5,3$ cm, fue colocada 250 ml de agua.

Entonces:

Si se ha registrado una altura de evaporación mensual de 11 mm, perteneciente al caso 1, se calcula la evaporación mediante la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 0,11 \text{ cm} \longrightarrow 1 \text{ L} \\ 0,011 \text{ cm} \longrightarrow x = 0,1 \text{ L} \end{array}$$

2.10.4. Instalación del recolector del agua lluvia

Materiales

- Tanque para el almacenamiento de 500lt de capacidad
- Tubería PVC
- Codos de 45° de cuatro pulgadas.
- Dos llaves de agua.

- 1 regadera
- 4 empaques

Procedimiento

- a) El tanque de almacenamiento que tiene una capacidad de 500 lt se instaló en la subzona IIB, de la zona II.
- b) Se colocó sobre un pedestal de metal de 1.50 m base, 1.30m alto y 1,0 m de profundidad.
- c) Se implementó dos filtros, el primero en la tubería bajante y el segundo en el codo que lleva el agua al tanque.
- d) En el tanque de almacenamiento se colocó dos empaques para evitar la pérdida del líquido tanto en la entrada como en la salida del agua lluvia.
- e) Se instaló en la pared del tanque de agua un flotador el mismo que cuando el tanque esté lleno el flotador cerrará el paso de agua, y el exceso será dirigido hacia la quebradilla.
- f) Se implementó una llave de agua en el tanque de almacenamiento y junto con ella se encuentra la regadera.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1. Diseño Permacultural

El área total del estudio es de 328 m², esta área se dividió en tres zonas. La zona I se subdividió en tres sub zonas: Sub zona IA correspondiente al huerto, Sub zona IB cunicultura y Sub zona IC compostaje. La zona II se sub dividió en dos zonas: Sub zona IIA cerca viva y Sub zona IIB reserva de agua lluvia. La zona III corresponde al cerramiento frontal. El diseño Permacultural en el Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana se puede ver claramente en el Anexo 15.

El huerto abarca 308 m², a la cual se subdividió en 12 parcelas, las mismas que están delimitadas por senderos fabricados cemento+ tierra.

Mientras que el Área destinada al compostaje y cunicultura es de 20 m².

3.2. Preparación del área

Cantidad de material removido del área de estudio:

10 quintales de material procedente de la poda de césped

5 quintales de escombros

10 quintales de material de construcción (ripio, arena)

2 quintales de residuos sólidos (botellas y fundas plásticas, ropa, madera, etc.)

Se cercaron 11 metros en el lado nor-este del huerto mediante cinco rejas, las mismas que fueron fabricadas con madera reciclada. Como se puede observar en el Anexo 16, aquí se observa claramente el cerramiento ya instalado.

3.3. Estudio del suelo.

El día jueves 15 de noviembre del 2012, se obtuvo una muestra compuesta de 1 Kg. que fue llevada al Laboratorio AGROLAB, arrojando los siguientes resultados:

- ✓ El pH es de 7.2, es decir neutro.
- ✓ La clase textural del suelo es Franco.
- ✓ La conductividad eléctrica es baja y es 1.05 mmhos/cm^3
- ✓ La materia orgánica 3.93% es suficiente.
- ✓ El contenido de agua 39.85%
- ✓ La densidad aparente 1.07 g/cm^3
- ✓ La porosidad 59.62%

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

ECUADOR

e-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

CALCULO DE PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

Nombre de la Plantacion: Amaguaña Sabrina
 Fecha de Muestreo: Noviembre 12 del 2012

Identificación	Profundidad	Cont. Agua	Dens. Apar	Porosidad		
#	cm	%	g/cm ³	%		
Muestra 1	0-20	39.85	1.07	59.62		



AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Calle Humbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

SUELOS

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación									
Cliente : AMAGUAÑA SABRINA Prop / Dir : UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Cultivo : HORTALIZAS Ingreso : 16/11/2012 **Ensayo : 19/11/2012 No. Lab. : Desde : 139493 Hasta : 139493	No. Doc.: 45839 Emisión: 23/11/2012 Impreso: 23/11/2012 Página: 1 de 2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr> <th style="width: 25%;">Textura</th> <th style="width: 25%;">Elementos</th> <th style="width: 50%;">pH</th> </tr> <tr> <td>Boul, S.W. 1973</td> <td>INIAP, Inf. Téc. 1979</td> <td>Knott, J.E. 1962</td> </tr> <tr> <td>Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca</td> <td>B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso</td> <td>Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAl = Lig. Alcalino Al = Alcalino</td> </tr> </table>	Textura	Elementos	pH	Boul, S.W. 1973	INIAP, Inf. Téc. 1979	Knott, J.E. 1962	Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca	B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAl = Lig. Alcalino Al = Alcalino
Textura	Elementos	pH									
Boul, S.W. 1973	INIAP, Inf. Téc. 1979	Knott, J.E. 1962									
Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca	B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso	Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAl = Lig. Alcalino Al = Alcalino									

Nombre : M COMPUESTA, HORTALIZAS, MEDICIN

No. Lab. : 139493 Profund (cm): 0-20 Arena % : 50.000 Arcilla % : 20.000 Limo % : 30.000 Clase Textural: FCO.

*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	*NO3 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml	CICE meq/100ml
7.20 Pn	1.05 B	3.93 S	78.90 A	44.90 B	49.40 A ± 7.90	0.96 A ± 0.17	16.00 E ± 2.88	2.44 A ± 0.41	0.12 B	19.52 M
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*SO4 ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	
9.30 E ± 1.86	151.70 E ± 39.44	2.40 B <L.C.	11.70 E ± 4.44	1.07 M	26.70 S	63.20 A	6.55 E	2.54 A	19.20 E	

✓ **Macro fauna**

Tabla 32. Macro fauna

Nombre científico	Nombre común	Numero población			Promedio
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Número de organismo por 0,1 m ³
<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombriz de tierra	8	16	22	15
<i>Scolophendra cingulata</i>	Ciempíes	2	6	4	4
<i>Oryctes nasicornis</i>	Larva de escarabajo	2	2	6	3
Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba					

3.4. Camas de siembra

- Las camas estuvieron listas para la siembra en cuatro meses y 10 días. El proceso de degradación se muestra en el Anexo 17.
- Con la realización de esta cobertura se pudo evidenciar mediante el segundo muestreo de macro fauna (lombrices) el incremento de las lombrices.

Primero muestreo

15 lombrices en 0.1 m³

Segundo muestreo

20 lombrices en 0.1 m³

15 -----► 100 %

4.5 -----► $x = 30\%$ Aumento de lombrices /m².

- Por la presencia del césped se invita la erosión del suelo, retención de la humedad por disminución de evaporación
- Suprime el crecimiento de plantas de cobertura.

3.5. Conejera

- Las puertas, pared trasera, como las divisiones internas de la conejera se fabricó con madera reciclada, las dimensiones de la misma son: 1.85 m de largo por 0.50 m de alto, se encuentra dividida en tres secciones o jaulas, dos

de las cuales tienen un área de 0.3 m², y una tiene una área de 0.33 m². Las conejeras están diseñadas para albergar un conejo cada una, las rejas que separan secciones son móviles para poder unir a los conejos cuando se presente la etapa de reproducción y separarlos para cuando dicha etapa termine.

3.6. Compostera

- Se elaboraron tres composteras: dos composteras de madera reciclada, con una capacidad de 1 m³, cuentan con aperturas de 0,03 m para la aireación en sus paredes la altura desde el suelo es de 1.30 m lo cual facilita su manejo. La cobertura de las composteras es de zinc. Estas composteras servirán para el almacenamiento de la composta que se encuentre en du etapa fina y se elaboró otra compostera de madera reciclada con una capacidad de 1.7m³

Tabla 33. Capacidad de producción de las composteras

COMPOSTERA CAPACIDAD DE 2,4m ³				
	CANTIDAD INICIAL (m ³)	PORCENTAJE DE PÉRDIDA (%)	TOTAL DE PÉRDIDA (m ³)	VOLUMEN DE COMPOSTA GENERADO (m ³)
MATERIAL FRESCO	1,2	30	0,36	0,84
MATERIAL SECO	1,2	10	0,12	1,08
Total:				1,92

COMPOSTERA CAPACIDAD DE 0,90 m ³				
	CANTIDAD INICIAL (m ³)	PORCENTAJE DE PÉRDIDA (%)	TOTAL DE PÉRDIDA (m ³)	VOLUMEN DE COMPOSTA GENERADO (m ³)
MATERIAL FRESCO	0,45	30	0,135	0,315
MATERIAL SECO	0,45	10	0,045	0,405
				0,72

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Producción total de composta es: 2,64 m³

Tabla 34. Volumen de composta requerido por las camas de siembra

ZONA I A	Número de parcelas	área en m²	Profundidad (m)	Volumen requeridos por camas (m)
	PARCELA IA	4,6	0,02	0,092
	Parcela IB	2,5	0,02	0,05
	Parcela IC	4	0,02	0,08
	Parcela ID	3,4	0,02	0,068
	PARCELA II	5,7	0,02	0,114
	PARCELA III	7,2	0,02	0,144
	PARCELA IV	5.1	0.02	0,102
	PARCELA V	21,38	0,02	0,4276
	PARCELA VI	19,7	0,02	0,394
	PARCELA VII	11,8	0,02	0,236
	PARCELA VIII	12.4	0.02	0,248
	PARCELA IX	12,09	0,02	0,2418
	PARCELA X	8,75	0,02	0,175
PARCELA XI	2,39	0,02	0,0478	
			Volumen total	2,42

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

3.7. Selección de las especies a sembrar

Tabla 35. Especies a sembrar

CULTIVO – HORTALIZAS SUB ZONA IA	REPELENTES SUB ZONA IA	ÁRBOLES Y ARBUSTOS ZONA II A	CERRAMIENTO FRONTAL ZONA III
Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	Toronjil (<i>Melissa officinalis</i>)	Pumamaqui (<i>Oreopanax</i> sp.)	Taxo (<i>Passiflora mollissima</i>)
Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	Quishuar (<i>Buddleja</i> sp.)	Granadilla (<i>Pasiflora ligularis</i>)
Col (<i>Brassica oleracea</i>)	Hierba luisa (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Capulí (<i>Prunus serotina</i>)	
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	Ají (<i>Capsicum</i> sp)	Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	
Rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	Cedrón (<i>Lippia citriodora</i>)	
Tomate de riñón (<i>Lycopersicon lycopersicum</i>)	Menta (<i>Mentha piperita</i>)	Lechero verde	
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	Manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)	Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Ruda (<i>Ruta graveolens</i>)		
Maíz (<i>Zea mays</i>)			
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)			
Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>)			
Ajo (<i>Allium sativum</i>)			
Cebolla (<i>Allium fistulosum</i>)			
Acelga (<i>Beta vulgaris</i>)			

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

3.8. Siembra

3.8.1. Siembra de las cercas vivas

- Las cercas vivas fueron sembradas a una distancia de 1 m de la Quebradilla Rumichaca, se combinó la siembra entre un árbol y arbusto.

Los árboles fueron sembrados a una distancia de tres metros y una profundidad de 40 cm alternado aliso, quishuar, Pumamaqui, capulí, entre

los árboles se sembraron arbustos como cedrón y romero, y entre árboles y arbustos el lechero verde. Como se muestra en el anexo 18.

3.8.2. Siembra de las plantas para cubrir el cerramiento frontal.

Se realizó la siembra indirecta, se colocó en el lado norte del área en los dos extremos, 4 plántula de taxo (*Passiflora mollissima*), y en el otro extremo 4 plantas de granadilla (*Pasiflora ligularis*), las plantas se sembraron cerca del cerramiento para que las mismas puedan engancharse al cerramiento y así evitando que los frutos caigan al suelo.

3.8.3. Siembra de las plantas de ciclo corto.

En la parcela I se subdividió en cuatro sub-parcelas en donde se sembraron los siguientes cultivos:

Tabla 36. Especies a sembrar por parcelas

PARCELA	CULTIVOS
PARCELA IA	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)
PARCELA IB	Arveja (<i>Pisum sativum</i>)
PARCELA IC	Tomate riñón (<i>Lycopersicon lycopersicum</i>) + Ajo (<i>Allium sativum</i>)
PARCELA ID	Col (<i>Brassica oleracea</i>)

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Para lo cual se tomó un maro de plantación de:

Lechuga (*Lactuca sativa*): distancia entre planta de 25 cm y distancia entre hilera de 30cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

Arveja (*Pisum sativum*) distancia entre planta de 30 cm y distancia entre hilera de 40 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

Tomate de riñón (*Lycopersicon lycopersicum*): distancia entre planta de 40 cm y distancia entre hilera de 50 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

Col (*Brassica oleracea*): distancia entre planta de 50 cm y distancia entre hilera de 50 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

PARCELA II	Rábano (<i>Raphanus sativus</i>) + zanahoria (<i>Daucus carota</i>)
------------	---

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Rábano (*Raphanus sativus*): distancia entre planta de 10 cm y distancia entre hilera de 20 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

Zanahoria (*Daucus carota*): distancia entre planta de 10 cm y distancia entre hilera de 30 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

PARCELA III	Papas (<i>Solanum tuberosum</i>) + Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
-------------	---

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Papas (*Solanum tuberosum*): distancia entre planta de 40cm y distancia entre hilera de 80 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

Fréjol (*Phaseolus vulgaris*): distancia entre planta de 50 cm y distancia entre hilera de 20 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa

PARCELA IV	Col (<i>Brassica oleracea</i>) + menta (<i>Mentha piperita</i>) Zanahoria (<i>Daucus carota</i>) + cebolla (<i>Allium fistulosum</i>)
------------	--

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Col (*Brassica oleracea*): distancia entre planta de 50 cm y distancia entre hilera de 50 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

Zanahoria (*Daucus carota*): distancia entre planta de 10 cm y distancia entre hilera de 30 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta

Cebolla (*Allium fistulosum*) distancia entre planta de 15 cm y distancia entre hilera de 25 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta

PARCELA V	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) + Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)
PARCELA VI	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) + Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Alfalfa (*Medicago sativa*): distancia entre planta de 20 cm y distancia entre hilera de 20 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

PARCELA VII	Arveja (<i>Pisum sativum</i>) + acelga (<i>Beta vulgaris</i>)
-------------	---

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Arveja (*Pisum sativum*) distancia entre planta de 30 cm y distancia entre hilera de 40 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

Acelga (*Beta vulgaris*): distancia entre planta de 30 cm y distancia entre hilera de 40 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

PARCELA VIII	Papas (<i>Solanum tuberosum</i>) + Arveja (<i>Pisum sativum</i>)
--------------	--

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Papas (*Solanum tuberosum*): distancia entre planta de 40cm y distancia entre hilera de 80 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

Arveja (*Pisum sativum*) distancia entre planta planta de 30 cm y distancia entre hilera de 40 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

PARCELA IX	Maíz (<i>Zea mays</i>) + fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
------------	---

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Maíz (*Zea mays*): distancia entre planta de 30 cm y distancia entre hilera de 50 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

Frejol (*Phaseolus vulgaris*): distancia entre planta de 50 cm y distancia entre hilera de 20 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

PARCELA X	Maíz (<i>Zea mays</i>) + Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>)
-----------	---

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Maíz (*Zea mays*): distancia entre planta de 30 cm y distancia entre hilera de 50 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

Calabaza (*Cucurbita pepo*): distancia entre planta de 100 cm y distancia entre hilera de 200 cm la misma que se procedió a sembrar en forma directa.

PARCELA XI	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) + Col (<i>Brassica oleracea</i>)
------------	--

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

Lechuga (*Lactuca sativa*): distancia entre planta de 25 cm y distancia entre hilera de 30cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

Col (*Brassica oleracea*): distancia entre planta de 50 cm y distancia entre hilera de 50 cm la misma que se procedió a sembrar en forma indirecta.

En el Anexo 19 se puede observar la siembra realizada con el marco de plantación.

3.9.4. Siembra de plantas repelentes

Las plantas utilizadas como repelentes fueron en su gran mayoría plantas aromáticas por sus propiedades alelopáticas, que sirven para control de plagas, y así evitar enfermedades.

Las plantas fueron sembradas de manera indirecta, rodeando a cada una de las parcelas.

En centro del diseño se implementaron mediante la siembra indirecta, 4 plantas de orégano (*Origanum vulgare*), 2 toronjiles (*Melissa officinalis*), 10 plántulas de manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

3.10. Programa CROPWAT

Para introducir datos en el icono de suelo se realizó el siguiente calculo:

Humedad de suelo disponible:

Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Humedad de suelo disponible total= $((CC - PMP)/100) * Da * 1000$

Humedad de suelo disponible total= $((22 - 10)/100) * 1.07 \text{ g/cm}^3 * 1000$

Humedad de suelo disponible total= 128.4 mm/m

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 37. Caudal requerido por parcela

número de parcelas	cultivos	área en m ²	requerimiento de riego (mm)	requerimiento de riego en m	requerimiento de riego en m ³	requerimiento de riego en litros	área en ha	caudal l/s*ha	caudal en l/s	caudal l/h
Parcela IA	Lechuga	4,6	46,8	0,0468	0,21528	215,28	0,00046	1,28	0,0006	2,12
Parcela IB	Arveja	2,5	43,1	0,0431	0,10775	107,75	0,00025	1,54	0,0004	1,39
Parcela IC	Tomate	4	45,5	0,0455	0,182	182	0,0004	3,26	0,0013	4,69
Parcela ID	Col	3,4	37,5	0,0375	0,1275	127,5	0,00034	2,65	0,0009	3,24
PARCELA II	Rábano	5,7	16,7	0,0167	0,09519	95,19	0,00057	0,41	0,0002	0,84
	zanahoria	5,7	47,5	0,0475	0,27075	270,75	0,00057		0,0000	0,00
PARCELA III	Papas	7,2	22,6	0,0226	0,16272	162,72	0,00072	2,47	0,0018	6,40
	Fréjol	7,2	50,8	0,0508	0,36576	365,76	0,00072	1,63	0,0012	4,22
PARCELA IV	Col	5,1	37,5	0,0375	0,19125	191,25	0,00051	2,65	0,0014	4,87
	zanahoria	5,1	47,5	0,0475	0,24225	242,25	0,00051	2,66	0,0014	4,88
	Cebolla	5,1	43,6	0,0436	0,22236	222,36	0,00051	0,69	0,0004	1,27
PARCELA V	Alfalfa	21,38	32,8	0,0328	0,701264	701,264	0,002138	1,06	0,0023	8,16
PARCELA VI	Alfalfa	21,7	32,8	0,0328	0,71176	711,76	0,00217	1,06	0,0023	8,28
PARCELA VII	Arveja	11,8	43,1	0,0431	0,50858	508,58	0,00118	1,54	0,0018	6,54
	Acelga	11,8	44,6	0,0446	0,52628	526,28	0,00118	1,15	0,0014	4,89
PARCELA VIII	arveja	12,04	43,1	0,0431	0,518924	518,924	0,001204	1,54	0,0019	6,67
	Papas	12,04	22,6	0,0226	0,272104	272,104	0,001204	2,47	0,0030	10,71
PARCELA IX	fréjol	12,09	50,8	0,0508	0,614172	614,172	0,001209	1,63	0,0020	7,09
	Maíz	12,09	43,5	0,0435	0,525915	525,915	0,001209	2,98	0,0036	12,97

PARCELA X	Maíz	8,75	43,5	0,0435	0,380625	380,625	0,000875	2,98	0,0026	9,39
	calabaza	8,75	34,9	0,0349	0,305375	305,375	0,000875	1,3	0,0011	4,10
PARCELA XI	lechuga	2,39	46,8	0,0468	0,111852	111,852	0,000239	1,28	0,0003	1,10
	Col	2,39	37,5	0,0375	0,089625	89,625	0,000239	2,65	0,0006	2,28
Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba										

3.10.1. Sistema de riego por aspersión

De acuerdo al alcance que el aspersor cubre, se requieren de 4 aspersores de plástico con estaca dos vías, el mismo que tiene una estaca de 14 cm que cubre el área cultivable. Se necesita 20 m de tubería PVC Ø ½". En el Anexo 20 se muestra el diseño del sistema de riego.

3.10.2. Análisis del proceso de evaporación del sistema de riego no convencional.

Tabla 38. Resultados de la evaporación mensual

	BOTELLAS DE TRES LITROS				BOTELLAS DE UN LITRO			
	V1=1000ml	v2=1000ml	v3=500ml	v4=500ml	v5=250ml	v6=250ml	v7=500ml	v8=500ml
Total mm por mes	11	10	8	8,5	12	14,8	18	14

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	caso 4
	h1=11 cm	h1=6,5cm	h=10,5cm	h=5,3cm
	v=11	v=0,50 l	v=0,50 l	v=0,250 l
Ev 1 (l)	0,01	0,062	0,0057	0,008
Ev 2 (l)	0,009	0,065	0,0070	0,007

Elaborado por: Sabrina Amaguaña y Carmen Llamba

3.10.3. Instalación del recolector del agua lluvia.

El bajante ya existente permitió con mayor facilidad la recolección de agua lluvia como se puede observar en el anexo 21.

CAPÍTULO 4

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Diseño Permacultural

En base a la literatura citada sobre los principios de diseño Permacultural se dividió al área en cuatro zonas, no se puede establecer todas las zonas descritas debido al tamaño del sitio, pero sí se pueden diferenciar cuatro zonas, las mismas que fueron divididas en sub zonas: en la zona 0 se toma en cuenta al campus sur de la Universidad debido a que está la cafetería y los espacios verdes que proveerán de materia prima a las composteras, también se contará con voluntarios de la Carrera de Ingeniería Ambiental para el cuidado y mantenimiento del proyecto a largo plazo.

La zona I se subdividió en: subzona IA o zona del huerto el mismo que se ubicó ahí por contar con suelo potencialmente cultivable y por ser el área más extensa que proveerá de productos a comercializarse, alimento para los conejos y residuo verde las composteras. Se diseñó el huerto respetando las especies existentes y calculando la mayor área cultivable quedando dividido en 11 parcelas que contienen policultivos o también denominado orden Permacultural que permite contrarrestar el ataque de plagas y la ubicación de los mismos reduce las labores culturales, también se cuenta con plantas que bordean los cultivos para evitar la pérdida de suelo por excesiva escorrentía; para el uso idóneo de los nutrientes se propone un cambio de cultivo en cada parcela después de la cosecha permitiendo que cada periodo cree condiciones para el siguiente cultivo usando eficientemente los nutrientes.

La zona IB es el área de cunicultura, que cuenta con una conejera para proveer estiércol al compost fue diseñada y construida para razas pequeñas con una capacidad de albergar a tres conejos. La superficie donde se encuentra ubicada la conejera es de cemento que es sólida, impermeable y fácil de limpiar evitando así infiltración de orina, malos olores y vectores. El techado es de zinc se utilizó este

material por sus características de aislante del frío y del calor. Con estas especificaciones podemos brindar a los conejos un albergue acorde a sus necesidades. Además los conejos servirán para comercialización brindando un ingreso económico al igual que el huerto con que permitirá proveer de insumos para alguna necesidad en el futuro.

La subzona IC es el área de compostaje, necesaria ya que los cultivos van consumiendo nutrientes que deben reponerse para permitir mantener el suelo con una buena dotación de nutrientes, para ello se diseñaron, construyeron y ubicaron tres composteras. Una compostera debe tener como mínimo una capacidad de 1 m³, por ello en el área están dos con una capacidad de 1m³ y la otra de 2.7 m³, para el diseño se consideró que las composteras tengan adecuada aireación, protección del sol y exceso de agua en épocas lluviosas por eso cuentan con un cobertizo evitando así que la humedad aumente. Las composteras están ubicadas alrededor de la conejera que es de fácil acceso, discreta para facilitar el traspaso del estiércol y están situadas a una distancia considerable de las bodegas de la universidad con el fin de evitar problemas a futuro en el caso de un deficiente proceso de descomposición que genere la composta con malos olores o traiga fauna indeseable.

La zona II se subdividió en: subzona IIA de la cerca viva, que es el área que colinda con el receptor de las aguas servidas y separa los cultivos a través de una cerca viva que cuenta con plantas que poseen aceites aromáticos como el cedrón (*Lippia citriodora*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*) para mitigar el olor a alcantarilla, los árboles como: pumamaqui (*Oreopanax sp.*), aliso (*Alnus acuminata*), capulí (*Prunus serótina*), y arbustos como: qushuar (*Buddleja sp.*) que captan el agua de la quebrada para minimizar la posible infiltración que pudiera darse hacia los cultivos, además mejoran el microclima de las parcelas, crean nichos ecológicos que acogen también una multitud de insectos, aves, arañas, útiles porque son enemigos naturales de las plagas, finalmente espacios especialmente protegidos del viento, ruido.

Los arboles de tomate que se encuentran distribuidos a lo largo y ancho del huerto además de dar frutos brindan sombra a los cultivos y favorecen la captación de la humedad.

Subzona IIB es el área destinada para la reserva de agua lluvia, previniendo los meses de sequía se instaló un tanque de almacenamiento del líquido vital en el sector sur este del terreno debido a que existe dos bajantes de agua lluvia provenientes de techo de las bodegas de mantenimiento.

La zona III corresponde al cerramiento frontal, que delimita el área que fue elaborado con madera reciclada, cubriendo toda de la parte norte, cerca del mismo se sembraron granadilla(*Passiflora ligulari.*) y taxo (*Passiflora mollissima*) con el fin de cerrar completamente el huerto sin espacios visibles al interior además de dar un toque natural al mismo, está cerca va ayudar al desarrollo de las enredaderas así como a crear aromas y colores que atraigan a insectos en su mayoría beneficiosos para eliminar plagas y enfermedades y que ayuden a la polinización de las plantas, favoreciendo el microclima junto con las otras especies arbóreas y arbustivas.

Manejo de suelo

Para que el proyecto se desarrolle con eficacia, el área de estudio debe estar libre de todo residuo o desecho que perjudique el desarrollo del mismo. En los 328 m² se pudo determinar una ligera inclinación del terreno hacia el sur oeste lo cual se aprovechó para que dicha inclinación favorezca el drenaje del agua en los días de la lluvia, para evitar la pérdida de suelo que conlleva la inclinación se sembraron plantas aromáticas que impidan la pérdida del suelo que pudiera bajar en una fuerte precipitación pluvial.

En base al resultado de análisis físico químico del suelo del área podemos decir que el suelo de nuestra área pertenece a la clase textural franco que indica que existen partículas tanto finas, como gruesas en las proporciones adecuadas, las partículas

finas retienen los nutrientes minerales mediante mecanismos de absorción e intercambio y las partículas gruesas son las responsables de la buena aireación e infiltración de agua que ayuda al desarrollo de las plantas. El nivel porcentual de materia orgánica que muestra el área es de 3,93%, este dato entra en el rango de 1.7 a 4.25, porcentaje que indica que el suelo tiene un nivel medio de materia orgánica, por lo tanto este porcentaje debe mantenerse o aumentar; en suelos muy compactos y con escasa materia orgánica se puede realizar camas de siembra utilizando materia orgánica para preparar el suelo para la siembra o cuando se crea conveniente por pérdida de nutrientes después de una cosecha. Se logró un porcentaje alto (90%) de descomposición del material orgánica aún con condiciones de clima adverso para la degradación, en la práctica se logró dicha descomposición al cabo de cuatro meses.

Hay que tomar en cuenta que el proceso de descomposición puede variar según el aporte de agua e insolación y temperatura, pero al final se produce y se obtiene una buena capa de compost lista para el cultivo. Otro parámetro del análisis es la densidad aparente del suelo es de 1.07 g/cm^3 que es un valor bajo lo que implica que es un suelo poroso, bien aireado, con buen drenaje y buena penetración de raíces, permitiendo un crecimiento y desarrollo favorable de las plantas, aquí cabe considerar una relación importante entre la materia orgánica y la densidad aparente, en la que cual la presencia de materia orgánica en un suelo permite descender los valores de densidad aparente lo que redundaría en los beneficios anteriormente descritos, pero si existe una disminución de materia orgánica esto provocaría que aumente la densidad aparente afectando al suelo haciéndolo más compacto, poco poroso, con una mala aireación, infiltración del agua lenta, que podría provocar anegamiento, y que las raíces tengan dificultad para elongarse y penetrar hasta donde encuentren agua y nutrientes.

El pH es de 7,2, este dato entra en el rango de 6,5 y 7,5 correspondientes suelos neutros que es un pH idóneo para la agricultura. El nivel de porosidad es de 59,62 % este dato entra en el rango de 50-60 % correspondiente a suelos que tienen una porosidad alta, esta cualidad como se dijo anteriormente, permitirá que tenga una

elevada capacidad de retención del agua, además el aire y el agua se almacenan y se mueven a través de estos espacios porosos, esta porosidad permite el buen desarrollo de las raíces.

Con lo que se refiere a los macro y micronutrientes podemos decir: que el Mn y NO^3 de nuestra área se encuentran en bajas cantidades en el suelo, para contrarrestar esta deficiencia de NO^3 se cultivaron plantas que fijen nitrógeno en el suelo. El amonio se encuentra con un nivel alto en el suelo recompensando así la deficiencia de nitrato. El calcio (Ca,) hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), Ca/Mg, Ca+Mg/ K se encuentran en exceso, el calcio generalmente es el catión dominante en el suelo y es requerido en grandes cantidades por las bacterias fijadoras de nitrógeno. Un exceso de calcio puede influir en la asimilación del magnesio, por lo que la planta puede presentar síntomas de falta de magnesio pero en nuestra área tenemos un alto nivel de magnesio debido a esto las plantas no tendrán este problema. Los casos de toxicidad por hierro no suele producirse debido a la rapidez de conversión del hierro soluble en compuestos insolubles no disponible para la planta, la toxicidad afecta a los arrozales, en el proyecto no se toma en cuenta al arroz para cultivar. El exceso de cobre puede provocar deficiencia de hierro pero en nuestra área tenemos hierro en exceso es decir que no tendremos este tipo de problema. El exceso de zinc es tóxico, pero esta toxicidad afecta más a suelos con pH ácidos y nuestra área posee un pH neutro el cual no afecta mayormente a las plantas ya que las plantas poseen diferentes niveles de tolerancia y pueden almacenar el zinc en sus vacuolas.

Existe una buena densidad de lombrices en el suelo, esto se debe a que las lombrices prefieren un suelo neutro y con una buena humedad, la literatura indica que si tenemos 11 lombrices en una área de 33 cm x 33 cm, representaría tener $100/\text{m}^2$, en el sitio del proyecto se tiene en un área de 33 x 33 cm un promedio de 15 lombrices siendo esto beneficioso para el suelo debido a que estos organismos contribuyen con la fertilidad del suelo ya que liberan nutrientes asimilables por las plantas, abren el suelo para la penetración de aire y agua, suprimen ciertas plagas y organismos dañinos. Se realizó un segundo muestreo de macro fauna en el cual pudimos constatar un aumento de densidad de lombrices de tierra, lo cual es muy

beneficiosa para el suelo ya que este mejora la calidad del mismo con sus diferentes funciones que en él realizan.

Una vez listas las camas se procedieron a sembrar cultivos de ciclo corto de manera directa e indirecta tomando en cuenta que sean plantas cultivadas en el sector, además de sus requerimientos de nutrientes, profundidad de las raíces, mejorando así la productividad agrícola, las posibles asociaciones que podrían formar, con estas consideraciones las asociaciones de cultivos son:

Maíz (*Zea mays*) + Fréjol (*Phaseolus vulgaris*): El fréjol es una leguminosa que fija nitrógeno en el suelo, el mismo que va a ser utilizado por el maíz.

Mientras que el maíz se puede sembrar junto con el fréjol para que trepen por su tallo.

Arveja (*Pisum sativum*) + Acelga (*Beta vulgaris*): La arveja es una leguminosa que fija el nitrógeno en el suelo, y la acelga es una hortaliza de hoja que requiere nitrógeno en mayor cantidad.

Ajo (*Allium sativum*) + Tomate riñón (*Lycopersicon lycopersicum*): el ajo repele a los pulgones que atacan al tomate que pueden transmitir enfermedades virósicas y protege de mildiu de la podredumbre gris.

Zanahoria (*Daucus carota*) + Rábano (*Raphanus sativus*): Los rábanos germinan primero y evitan que aparezcan malas hierbas hasta que la zanahoria acabe de germinar. Una vez que se cultivan los rábanos estos dejan espacios para que la zanahoria acabe de crecer.

Coles (*Brassicaoleracea*) + Lechugas (*Lactuca sativa*): Las lechugas se cosechan antes que las coles hayan crecido, brindando así espacio para que las coles se desarrollen.

Cebolla (*Allium fistulosum*) + Zanahoria (*Daucus carota*): La cebolla actúa contra la mosca de la zanahoria.

Coles (*Brassicaoleracea*) + Menta (*Mentha piperita*): la menta sirve para mejorar el sabor y producción de coles, también ayuda a repeler moscas negras, el gusano mariposa y pulgones.

Cilantro (*Coriandrum sativum*)+ Alfalfa (*Medicago sativa*): El cilantro atrae con sus flores abejas e insectos benéficos.

Fréjol (*Phaseolus vulgaris*)+ Papas (*Solanum tuberosum*): El fréjol como planta rastrera de raíces poco profundas y las papas con raíces profundas se asocian para aprovechar los nutrientes y la humedad en los diferentes niveles del suelo.

Maíz (*Zea mays*) + Calabaza (*Cucurbita pepo*): La calabaza controla de modo natural el gusano de la espiga del maíz es una palomilla nocturna, cuyas larvas incuban y se abren paso por la espiga del maíz, comiendo lo que encuentran a su paso.

Papas (*Solanum tuberosum*) + Arveja (*Pisum sativum*): La papa sirve tutor o sostén de las plantas de arveja.

Para repeler insectos que puedan ocasionar daño a los cultivos y atraer insectos benéficos, así como combatir un sin número de plagas que pueden afectar al cultivo y evitar la pérdida de suelo por escorrentía, se han utilizado a manera de barrera protectora, plantas repelentes como: ruda (*Ruta graveolens*), ají (*Capsicum frutescens*), el orégano (*Origanum vulgare*), toronjil (*Melissa officinalis*), la manzanilla (*Matricaria chamomilla*), Cilantro (*Coriandrum sativum*), Menta (*Mentha piperita*) y Hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) las mismas que están rodeando las parcelas, y que fueron sembraron mediante siembra indirecta. Además estas plantas pueden ser utilizadas para elaborar fermentaciones acuosas para el control integral de las plagas.

Después de la cosecha se debe realizar la reposición de nutrientes es por esto que se calculó la cantidad de compostaje para cubrir las parcelas con un espesor de 0.02 m para cada cama, el valor total de composta que se necesita para todas las parcelas es 2,4 m³.

Con base a este dato, se calculó la cantidad de compost que produce cada compostera, como residuos cafés (aserrín, virutas de madera, hojas secas, paja y heno pasto cortado y seco podas de árboles) al descomponerse se reduce a en 10% y los residuos verdes (estiércol de animales herbívoros, frutas, verduras, residuos de comida y maleza verde) se reduce en un 30% por esta razón las composteras que tienen una capacidad de 1 m³ van a generar 0,72 m³ y las composteras de 2,4 m³ generan 1,92 m³ lo que hace un total de 2.64 m³ cubriendo así las necesidades de las camas de siembra, además queda un excedente de 0,24 m³ el mismo que va a ser destinado a las cercas vivas y a las plantas del cerramiento frontal.

Para un adecuado manejo del huerto en los años posteriores se propone la rotación de los cultivos tomando en cuenta las características entre el precedente y el siguiente cultivo, así, a una planta consumidora de nitrógeno le sucederá otra que lo acumule, a las que dejan compacto el suelo, otras que lo dejen mullido, plantas con raíces superficiales serán seguidas por las plantas con raíces profundas, además se tomó en cuenta para la rotación el tipo de Hortalizas (raíz y tubérculos), hortalizas hojas, hortalizas flores y hortalizas frutos, alternando las rotaciones de esta manera: si en la primera siembra se plantó hortalizas de hojas en la posterior siembra se plantarán hortalizas de flores y así sucesivamente en los dos tipos de rotación

Manejo de agua

Mediante al programa CROP WAT, se realizaron los cálculos de las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos, con los datos de temperatura mínima, máxima, % de humedad, viento y precipitación, datos que fueron tomados de la estación meteorológica de Izobamba, la más, cercana a nuestro proyecto además se tomó datos como tipo de suelo que fue obtenido del análisis de suelo, se realizó el cálculo de la humedad del suelo disponible, dándonos como resultado la cantidad de 128.4 mm/m, para calcular la cantidad de agua en litros por segundo (caudal) que se necesita en una hectárea, se introdujo en el programa un calendario de riego el mismo que va a ser realizado cada 7 días a partir de la siembra, al multiplicar el

caudal obtenido en por hectárea (conversión de m^2 de cada parcela a hectárea) de terreno se obtiene el caudal de riego necesario para cada parcela, con un rango de 0.004 l/s a 0.0023 l/s.

De acuerdo a los cálculos anteriores se demuestra que los cultivos requieren agua pero en cantidades mínimas lo que significa que son abastecidos por la precipitación pluvial y que el suelo mantiene condiciones de humedad en un 39.85%, por lo tanto las plantas no tienen un déficit hídrico, pero si se requiere un sistema de riego a futuro según el uso que se le dé al área se puede aplicar un sistemas de riego por aspersión diseñado en este trabajo en el cual se indica el aspersion plástico con estaca de dos vías, mismo que va cubrir un diámetro de 8 m, en el terreno serán ubicados tres aspersores para cubrir el área, y las áreas que no sean cubiertas serán irrigados con la regadera abastecida por el agua lluvia que se colectará en un tanque reservorio de agua que fue realizado pensando en la previsión para los meses de sequía extrema el tanque de recolección de agua lluvia, posee un sistema de captación a través del bajante (por el cual circula el agua y una parte de ella está dirigida el tanque) allí existente que recoge el agua proveniente de las canaletas, el bajante está conectado a un codo de 45° C en el cual se colocó un sistema de tamices (dos), a continuación del codo se instala una tubería que conecta el bajante al tanque de almacenamiento y para evitar pérdidas del líquido vital se colocaron empaques; para el control automático de llenado del tanque se instaló un flotador en la pared del mismo, la ubicación de los flotadores permite que el sistema no colapse y el excedente de agua lluvia vaya a la quebradilla por medio del bajante por el cual fluirá el agua cuando el tanque se haya llenado.

El tanque cuenta con una llave que van a permitir tomar el líquido vital con una regadera de 6 lt de capacidad, permitiendo así el abastecimiento del agua en el caso de ser requerido por los cultivos, el otro sistema de riego fue el Kondenskompressor, aunque la evaporación que se produjo por el sistema fue mínima si proporcionó humedad al suelo, pero en cantidades mínimas razón por lo cual no se llevó a cabo este tipo de riego, cabe destacar que el experimento fue realizado en el mes de abril donde se produjeron lluvias, razón por la cual no hubo mucha evaporación.

CONCLUSIONES

- El diseño permacultural está conformado por cuatro zonas: zona 0 constituida por los jardines, cafetería y la Carrera de Ingeniería Ambiental del Campus sur de la Universidad; en la zona I se encuentra las subzonas correspondientes a las áreas del huerto, cunicultura y compostaje; en la zona II están las subzonas correspondientes a las áreas de reservorio de agua lluvia y cerca viva y la zona III constituida por el cerramiento frontal.
- En el diseño permacultural existen las siguientes conexiones de sus elementos: el huerto provee de alimento para las conejeras, y esta a su vez provee estiércol para las composteras que también tiene una entrada de residuos orgánicos de la cafetería y jardines, las composteras producen abono orgánico para reposición de nutrientes destinadas a las parcelas del huerto, la cerca viva y el cerramiento frontal protegen al huerto contra el viento, ataque de plagas creando un microclima y finalmente el reservorio de agua lluvia provee de líquido a todo el proyecto.
- El manejo de suelo del proyecto están dadas por un sin número de elementos como son: la mejora del nivel porcentual de materia orgánica mediante camas de siembra, siembra de policultivos con asociaciones benéficas entre cultivos de ciclo corto, reposición de nutrientes por abono orgánico producido en las composteras y rotación de cultivos para dos rotaciones de cultivos a futuro.
- Mediante el cálculo realizado por el programa CROPWAT la cantidad de agua requerida por los cultivos es mínima, razón por la cual se instaló un sistema de riego no convencional que no resultó eficiente a la escasa insolación en el tiempo de su realización, por lo que se dejó instalado un tanque con capacidad de 500 litros, mismo que servirá para recolectar el agua lluvia e irrigarla en los cultivos mediante una regadera de seis litros de

capacidad, y si en un futuro es necesario se planteó un sistema convencional de riego por aspersión.

- En el transcurso de seis meses, tiempo que duró el proyecto se pudo observar la presencia de aves que al principio no fueron avistadas, además se pudo observar el incremento de macro fauna en el suelo.

RECOMENDACIONES

- Este proyecto le permitirá a Universidad Politécnica Salesiana la propuesta de nuevos proyectos como elaboración de compostaje de acuerdo al requerimiento de las plantas, análisis de los productos del huerto debido al foco de contaminación existente que se encuentra aledaño al terreno relacionados con el recurso agua y suelo, elaboración de adoquines decorativos para los senderos con materiales reciclados.
- Se recomienda a la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana continuar con el proyecto, ya que esta zona se puede convertir en un espacio adecuado para complementar los métodos de enseñanza teórica, además de convertirse también en un icono del manejo integral de los recursos naturales para la ciudad. .
- Se puede aprovechar las estructuras ya instaladas en el área del proyecto como son las composteras, la conejera y el tanque de reserva de agua lluvia.
- Se recomienda al Club Ecológico la implementación de la rotación de cultivos, así como la rotación de camas de descanso.
- Se recomienda a la docente que imparte la cátedra de Manejo Integral de plagas, la implementación de un MIP cultural, para no utilizar químicos que puedan contaminar el suelo, agua o los alimentos.
- Para una posterior siembra se debe tomar en cuenta la pendiente del terreno, ya que los wachos deben estar dirigidos a la parte opuesta de la pendiente del terreno.

LISTA DE REFERENCIAS

- Baker, C., Saxton, K.E., Ritchie, W., Chamen, W., Reicosky, D., Ribeiro, m., Justice, S., y Hobb, P. (2008). Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. Zaragoza, España: ACRIBIA.
- ESTRELLA, E. (1997), el Pan de América, Edición, Quito , Ecuador, Editorial AbyaYala,
- GANGOTENA, F. (1996), Manual de prácticas agroecológicas de los andes Ecuatorianos 2^{da}. Edición, Quito , Ecuador, Editorial AbyaYala,
- Falcón, A. (2007), Espacios verdes para una ciudad sostenible, planificación, proyecto, mantenimiento y gestión, Editorial Gustavo Gill. Barcelona, España
- Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca. (2011). Módulo de capacitación para capacitadores, producción limpia de hortaliza.
- RIOS, B. y otros, (2008) fríjol recomendaciones generales para su siembra y manejo, 1^{era} edición, editorial impreso Begón Ltda., Colombia.
- Trujillo, J. (1995). Monografía de Chillogallo. Quito, Ecuador: Biblioteca General Rafael Rodríguez Palacio Casa de Sucre.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA,(1995). Producción Agrícola, Editorial terranova, tercera edición, Colombia-Bogotá.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2011), Técnicas de muestreo para manejadores de Recursos Naturales. México:

Tierra viva grupo ecológico. (1988). conocimiento y prácticas de la agricultura biológico, las ventajas de hacer compost. Cuenca, Ecuador: Departamento Tierra viva

Netgrafía

Alcazar, J. (2010). Recuperado el 15 de enero de 2013, de http://www.utn.org.mx/docs_pdf/novedades/MANUAL_HORTALIZAS_PESA_CHIAPAS_2010.pdf

Altamirano, C. (2009). Recuperado el 23 de enero de 2013 de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/322/1/13T0624ALTAMIRANO%20CARMITA.pdf>

Altieri, M. (1994). Recuperado el 15 de enero de 2013, de http://www.chileanjar.cl/files/V54I4A04_es.pdf

Aceves, y otros (2008). Recuperado el 20 de febrero del 2013, de <http://www.inifapcirpac.gob.mx/PotencialProductivo/Jalisco/Norte/RegionNorteReqAgroecologicos.pdf>

Attra, (2007). Recuperado el 28 de enero de 2013 de: http://www.pnp.cr/backend/files/catalogo/3960_pub_libro_manejo_agroecologico_bib.pdf

Barbado, J. (2006). Recuperado el 09 de noviembre de 2012, de <http://books.google.com.ec/books?id=awPsSG8qrIgC&printsec=frontcover&>

dq=conejos&hl=es&sa=X&ei=nhToUYf5H5P29gTX7oCgDA&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false

Basante, F. (2004). Recuperado el 23 de enero de 2013 de:

http://books.google.com.ec/books?id=SZQzAQAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2%E2%80%A2%09BASANTE,+Fabi%C3%A1n,+influenza+de+los+tratamientos+Qu%C3%ADmico&hl=es&sa=X&ei=o93UUcbyGI_I9QTbyIHgDg&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%E2%80%A2%09BASANTE%2C%20Fabi%C3%A1n%2C%20influenza%20de%20los%20tratamientos%20Qu%C3%ADmico&f=false

Bastidas, A. (2003). Recuperado el 12 de noviembre de 2012, de

<http://books.google.com.ec/books?id=UlQX3Ffw7kMC&pg=PA46&dq=Nuestro+Futuro+Común+Informe+Brundtland+Organización+de+Naciones+Unidas&hl=es&sa=X&ei=pg6yUciiNJe34APb-4HYCw&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=Nuestro>

Campos, I. (2003). Recuperado el 13 de noviembre de 2012, de

http://books.google.com.ec/books?id=lsgrGBGIGeMC&printsec=frontcover&dq=CAMPOS,+Irene,+saneamiento+ambiental,&hl=es&sa=X&ei=TuzUUFtsMIWY9QSK_YCwDQ&ved=0CCwQ6AEwAA

Casanova, E. (2005). Recuperado el 13 de noviembre de 2012, de

<http://books.google.es/books?id=k4FXuHW1ozQC&pg=PA8&dq=%E2%80%A2%09CASANOVA,+Eduardo,++Introducci%C3%B3n+a+la+ciencia+del+suelo,+segunda+edici%C3%B3n,++Venezuela,+2005,&hl=es&sa=X&ei=tKeiUeHnF4XA9QS7xYDADg&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%09CASANOVA%2C%20Eduardo%2C%20%20Introducci%C3%B3n%20a%20la%20ciencia%20del%20suelo%2C%20segunda%20edici%C3%B3n%2C%20%20Venezuela%2C%202005%2C&f=false>

Cedillo, E. (2008). Recuperado el 20 de noviembre de 2012, de

<http://www.revistaencuentros.com/wp-content/uploads/2010/08/Los-sistemas-de-riego-y-las-semillas-mejoradas.pdf>

Centro Agroecológico, Las Cañadas,(2010). Recuperado el 08 de diciembre del 2013, de

www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tierramor.org%2FPDF-Docs%2FManualHuertoBiointensivo.pdf&ei=JirpUaXMA_K44AP8x4CQAQ&usg=AFQjCNHQD4thyMvIYHQTQHLVnq9bFWH4Kg&bvm=bv.49478099,d.dmg

Cervera, Á. (2003). Recuperado el 22 de noviembre de 2012, de

[http://books.google.es/books?id=Yzha4dQ10yoC&printsec=frontcover&dq=cervera+%C3%A1ngelcervera+%C3%A1ngel+envase+y+embalaje&hl=es&sa=X&ei=pK-](http://books.google.es/books?id=Yzha4dQ10yoC&printsec=frontcover&dq=cervera+%C3%A1ngelcervera+%C3%A1ngel+envase+y+embalaje&hl=es&sa=X&ei=pK-UY2vGJCK9ATMpoBQ&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)

[UY2vGJCK9ATMpoBQ&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.es/books?id=Yzha4dQ10yoC&printsec=frontcover&dq=cervera+%C3%A1ngelcervera+%C3%A1ngel+envase+y+embalaje&hl=es&sa=X&ei=pK-UY2vGJCK9ATMpoBQ&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)

Corpoica. (2001). Recuperado el 22 de noviembre de 2012, de

http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/48664/s2d2C7008D15B4CF368A92F55C3265EADE7_1.pdf

Durán, Z. y García P. (2001). Recuperado el 23 de noviembre de 2012, de

<http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/quimicas/pfq.pdf>.

Escutia, M. (2009). Recuperado el 28 de noviembre de 2012, de

[http://books.google.com.ec/books?id=jDF_j8Nz_6EC&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2%09ESCUTIA,+Monste,++huerto+escolar+ecol%C3%B3gico&hl=es&sa=X&ei=F-](http://books.google.com.ec/books?id=jDF_j8Nz_6EC&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2%09ESCUTIA,+Monste,++huerto+escolar+ecol%C3%B3gico&hl=es&sa=X&ei=F-fUUaKxFZP08ATqpYCADQ&ved=0CC4Q6AEwAA)

[fUUaKxFZP08ATqpYCADQ&ved=0CC4Q6AEwAA](http://books.google.com.ec/books?id=jDF_j8Nz_6EC&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2%09ESCUTIA,+Monste,++huerto+escolar+ecol%C3%B3gico&hl=es&sa=X&ei=F-fUUaKxFZP08ATqpYCADQ&ved=0CC4Q6AEwAA)

Fassbender, H. (1975). Recuperado el 29 de noviembre de 2012, de <http://books.google.es/books?id=UyfLUzbPxpYC&printsec=frontcover&dq=FASSBENDER&hl=es&sa=X&ei=aaSiUZWtLono9gSM-oCYBw&ved=0CDcQ6AEwAA>

Fertilab, Recuperado el 03 de diciembre de 2012, de <http://www.fertilab.com.mx/Pdf/TMuestras/Msuelo.pdf>).

Fournier, L. (1993). Recuperado el 03 de diciembre de 2012, de <http://books.google.es/books?id=gar7IpEwuZ0C&pg=PR6&dq=%E2%80%A2%09FOURNIER,+Luis,+Recursos+Naturales,+Segunda+edici%C3%B3n+,+editorial+EUNED,+San+Jos%C3%A9,+Costa+Rica,+1993&hl=es&sa=X&ei=i6iiUafhF4Hm9ASY84GgCg&ved=0CD4Q6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%09FOURNIER%20Luis%20Recursos%20Naturales%20Segunda%20edici%C3%B3n%20Editorial%20EUNED%20San%20Jos%C3%A9%20Costa%20Rica%201993&f=false>

<http://books.google.es/books?id=gar7IpEwuZ0C&pg=PR6&dq=%E2%80%A2%09FOURNIER,+Luis,+Recursos+Naturales,+Segunda+edici%C3%B3n+,+editorial+EUNED,+San+Jos%C3%A9,+Costa+Rica,+1993&hl=es&sa=X&ei=i6iiUafhF4Hm9ASY84GgCg&ved=0CD4Q6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%09FOURNIER%20Luis%20Recursos%20Naturales%20Segunda%20edici%C3%B3n%20Editorial%20EUNED%20San%20Jos%C3%A9%20Costa%20Rica%201993&f=false>

Fundación de hogares juveniles campesinos (2004). Recuperado el 08 de enero del 2013, de

http://books.google.com.ec/books?id=r_UteWRobqkC&pg=PA2&dq=granja+integral+autosuficiente+hogares+juveniles+campesinos&hl=es&sa=X&ei=RSjpUdiQHLS44APc-

oD4Dw&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=granja%20integral%20autosuficiente%20hogares%20juveniles%20campesinos&f=false
Galárraga, N. (2005). Recuperado el 24 de enero de 2013, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/8425/1/26875_1.pdf

Geilfus, F. (1994). Recuperado el 03 de diciembre de 2012, de <http://books.google.com.ec/books?id=eCQOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=GEILFUS,+Frans,+Manual+De+Agroforesteria+para+el+desarrollo+rural,&hl=es&sa=X&ei=ztrUUc72JYiS9gSq4YCQDA&ved=0CCwQ6AEwAA>

GANGOTENA, Francisco, Manual de prácticas agroecológicas de los andes Ecuatorianos 2^{da}. edición, Editorial AbyaYala, 1996. p. 17.

Gordón, J. (2010). Recuperado el 24 de enero de 2013 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2063/1/CD-2867.pdf>

Jachertz, I. (2004). Recuperado el 07 de diciembre de 2012, de <http://books.google.com.ec/books?id=OpBE7NtyhgC&printsec=frontcover&dq=plantas+trepadoras+en+un+jardin&hl=es&sa=X&ei=g8fQUdumC4fS9ASt5IDADg&ved=0CCwQ6AEwAA>

James, A. Raymond, S. (2000). Recuperado el 10 de diciembre de 2012, de <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/pnm0.pdf>

Jiménez, B. (2005). Recuperado el 10 de diciembre de 2012, de <http://books.google.com.ec/books?id=8MVxlyJGokIC&printsec=frontcover&dq=JIM%C3%89NEZ,+Blanca+Elena,+la+contaminaci%C3%B3n+ambiental+causas&hl=es&sa=X&ei=ZevUUbrKL47K9gTG2oDwDg&ved=0CC4Q6AEwAA>

Jornadas formativas hogares verdes, (2004). Recuperado el 12 de diciembre de 2012, de

http://www.columbares.org/hogaresverdes/documentos/huerto_terraza.pdf.

Infojardin (2008). Recuperado 04 de diciembre del 2012, de

<http://ecoinventos.com/2012/kondenskompressor-destiladora-solar-goteo-solar>

INIAP (2003). Recuperado 08 de enero del 2013, de

<http://books.google.com.ec/books?id=xnkzAQAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=abonos+org%C3%A1nicos+iINIAP&hl=es&sa=X&ei=kjPpUdO7FLes4APymIHgDg&ved=0CCwQ6AEwAA>

Labrador, J. (2001). Recuperado el 17 de diciembre de 2012, de

<http://books.google.com.ec/books?id=EbmLHLY3qssC&pg=PA2&dq=%E2%80%A2%09LABRADOR,+Juana,+La+materia+org%C3%A1nica+en+los+Agrosistemas,+edici%C3%B3n+MundisPrsensa,+Barcelona,+2001.&hl=es&sa=X&ei=UmGiUYGSO4vO9ASuhoDABg&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%09LABRADOR%2C%20Juana%2C%20La%20materia%20org%C3%A1nica%20en%20los%20Agrosistemas%2C%20edici%C3%B3n%20Mundis-Prsensa%2C%20Barcelona%2C%202001.&f=false>

Lorea, L. (2006). Recuperado el 24 de enero de 2013, de

<http://fcf.unse.edu.ar/archivos/biblioteca/Trabajo%20final%20-%20Luciano%20Lorea.pdf>

Macarulla, J. (1994). Recuperado el 17 de diciembre de 2012 de:

http://books.google.com.ec/books?id=4h_IosytGvkC&printsec=frontcover&dq=MACARULLA,+Jos%C3%A9,+bioqu%C3%ADmica+humana,&hl=es&sa=X&ei=n-rUUCWLBira8ATV4YGYDQ&ved=0CC4Q6AEwAA

Madrigal, J. (1995). Recuperado el 19 de diciembre de 2012 de:
http://cooperma.ourproject.org/wp-content/uploads/2008/05/la_permacultura.pdf

Martínez, A. y otros, (2003). Recuperado el 21 de diciembre de 2012, de
<http://books.google.com.ec/books?id=2aL2xUPJdYMC&printsec=frontcover&dq=MARTINEZ,+Amada,+y+otros,+poscosecha+y+mercadeo+de+hortalizas&hl=es&sa=X&ei=HN7UudKYNpHG9gTKxIDQDA&ved=0CCwQ6AEwAA>

Méndez, E, y otros, (2000). Recuperado el 22 de diciembre de 2012, de
<http://books.google.com.ec/books?id=2RVdePBixEYC&printsec=frontcover&dq=MENDEZ,+Ernesto,+y+otros,+Modulo+de+ense%C3%B1anza+Agroforestal+number&hl=es&sa=X&ei=G-TUUC-vN1bq9AS4xIDADg&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=MENDEZ%2C%20Ernesto%2C%20y%20otros%2C%20Modulo%20de%20ense%C3%B1anza%20Agroforestal%20number&f=false>

Millán, C. (2008). Recuperado el 27 de diciembre de 2012 de:
<http://webs.chasque.net/~rapaluy1/publicaciones/Plantas.pdf>

Ministerio del ambiente del Perú (2010), Recuperado el 22 de diciembre de 2012, de
http://books.google.com.ec/books?id=jDF_j8Nz_6EC&pg=PA334&dq=,+manual+sobre+biohuerto&hl=es&sa=X&ei=mubUUYWpMI669gST94DQDQ&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=%2C%20manual%20sobre%20biohuerto&f=false

Mires, (2001) Recuperado el 29 de diciembre de 2012 de:
<http://books.google.com.ec/books?id=rku2Or2CRxQC&pg=PA15&dq=MIR ES+El+Grupo+de+Manejo+Integral+de+Residuos+S%C3%B3lidos+el+composteo&hl=es&sa=X&ei=79fUucncOong8wSShoHoDg&ved=0CC4Q6AEw>

AA#v=onepage&q=MIRES%20El%20Grupo%20de%20Manejo%20Integral
%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20el%20composteo&f=false

Mollison, B. (1999). Recuperado el 02 de enero de 2012 de.:
http://h2orisa.weebly.com/uploads/8/8/4/0/8840183/introduccion_a_la_perma cultura_-_bill_mollison.pdf_parte_1.pdf

Núñez, J. (1985). Recuperado el 02 de enero de 2013 de:
<http://books.google.es/books?id=dpAcHU7xxoC&pg=PA6&dq=N%C3%9A %C3%91EZ,+Jorge,+Fundamentos+de+Edafolog%C3%ADa&hl=es&sa=X &ei=aqCiUemzGonc9QTKkoDIDw&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q =N%C3%9A%C3%91EZ%2C%20Jorge%2C%20Fundamentos%20de%20E dafolog%C3%ADa&f=false>

Núñez, M. (2010). Manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos, 1era edición. Recuperado el 03 de enero de 2013 de:
<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/nunez01.pdf>

Ordenanza metropolitana NO. 325, (2012). Recuperado el 03 de enero de 2013, de
http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS% 20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORDM-325%20- %20EL%20GIR%C3%93N%20DE%20CHILLOGALLO%20- %20PROYECTO%20ARQUITECT%C3%93NICO.PDF

Ormeño, M. (2007). Recuperado el 04 de febrero del 2013, de
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero%2010/10 ormeno_m.pdf

Ospina, A. (2004). Recuperado el 05 de mayo del 2013, de
<http://www.ecovivero.org/CercaViva.pdf>

Otárola, A. (1994). Recuperado el 04 de enero de 2013, de

<http://books.google.com.ec/books?id=dMOOAyiq7QgC&pg=PR2&dq=OT% C3%81ROLA,+Augusto,+Las+cercas+vivas+de+madero+negro,&hl=es&sa=X&ei=wNnUUYHfEJPC8wTaoIH4Dg&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=OT% C3%81ROLA%2C%20Augusto%2C%20Las%20cercas%20vivas%20de%20madero%20negro%2C&f=false>

Palacios,W.(2013). Recuperado el 07 de enero de 2013, de

<http://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/welcomesp.shtml>

Parra, M. (2002). Recuperado el 08 de enero de 2013, de

<http://books.google.com.ec/books?id=YY7fTegB7rgC&pg=PA37&dq=ph+de l+suelo&hl=es&sa=X&ei=qsngUbWKDZLI4APumYcGdw&sqi=2&ved=0C CwQ6AEwAA#v=onepage&q=ph%20del%20suelo&f=true>

Programa CROPWAT 8.0, Icono ayuda, TOPICOS DE AYUDA. Recuperado el 10 de enero de 2013 de:

http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html.

Ramos, R. y otros. (2002). Recuperado el 11 de enero de 2013, de

<http://books.google.com.ec/books?id=wCXMVf9bvpIC&printsec=frontcover &dq=RAMOS,+Raudel,+y+otros,+el+agua+en+el+medio+ambiente+muestre o+y+an% C3%A1lisis,&hl=es&sa=X&ei=lezUUZ6QAovQ8wT224HQDA&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=RAMOS%2C%20Raudel%2C%20y%20otros%2C%20el%20agua%20en%20el%20medio%20ambiente%20muestre o%20y%20an% C3%A1lisis%2C&f=false>

Ríos, B. y otros, (2008). Recuperado el 14 de enero de 2013, de

<http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/43687/43687.pdf>

Rivadeneira, G, (2001). Recuperado el 16 de marzo del 2013, de

<repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/.../T-ESPE-IASA%20I-004537.pdf>

Rogg H. (2005). Recuperado el 14 de enero de 2013, de

http://books.google.com.ec/books?id=Gz2G8B_UjZ0C&pg=PA9&dq=%E2%80%A2%09ROGG+Helmuth,+Manejo+integrado+y+control+biol%C3%B3gico+de+plagas+y+enfermedades&hl=es&sa=X&ei=B-nUUZWcJJDg8ASz9oCADQ&ved=0CDIQ6AEwAQ

Rodés, T. (2010). Recuperado el 20 de febrero del 2013, de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.slideboom.com%2Fpresentations%2Fdownload%2F98188%2FLA-ALFALFA-pres&ei=K6_oUYDPLfDb4AONvYCYBA&usg=AFQjCNGlnQxO5DvnPlwAilaG2Be0i1CaFw

Rodríguez, M. (2006). Recuperado el 15 de enero de 2013, de

http://books.google.com.ec/books?id=4qzWh_ulfXMC&printsec=frontcover&dq=RODR%C3%8DGUEZ,+Marcos,+tratamientos+de+residuos+s%C3%B3lidos&hl=es&sa=X&ei=F9nUUevHH5Ps8gT4rIDADA&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=RODR%C3%8DGUEZ%2C%20Marcos%2C%20tratamientos%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos&f=false+certificada+de+Hortalizas+de+clima+frio&hl=es&sa=X&ei=VOHUUfmsAome9QS7yYGADg&ved=0CC4Q6AEwAA

Romero, M, y otros, (2003). Recuperado el 16 de enero de 2013, de

<http://books.google.com.ec/books?id=wZaghpJoVqsC&printsec=frontcover&dq=ROMERO,+Mar%C3%ADa,+y+otros,+producci%C3%B3n+ecol%C3%B3gica>

Rosa, D, (2008). Recuperado el 16 de enero de 2013 de:

<http://books.google.es/books?id=M->

ED1W3t2BEC&printsec=frontcover&dq=Agroecolog%C3%ADa+de+suelos
+para+un+desarrollo+rural+sostenible+de+ROSA++Diego&hl=es&sa=X&ei
=HK6iUem4EYq08QTO-
oHABQ&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=Agroecolog%C3%ADa%2
0de%20suelos%20para%20un%20desarrollo%20rural%20sostenible%20de%
20ROSA%20%20Diego&f=false

Sagardoy, M. y Mandolesi M. (2004). Recuperado el 17 de enero de 2013 de:
[http://books.google.es/books?id=-
Uvg75tgmWoC&pg=PA1&dq=%E2%80%A2%09SAGARDOY+Marcelo+y
++MANDOLESI+Mar%C3%ADa,+Biolog%C3%ADa+del+suelo,+Editorial
+de+la+Universidad+Nacional+del+sur,+Argentina,+2004.&hl=es&sa=X&ei
=CKiiUa7EHo749gTj84DwCQ&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q=%E
2%80%A2%09SAGARDOY%20Marcelo%20y%20%20MANDOLESI%20
Mar%C3%ADa%2C%20Biolog%C3%ADa%20del%20suelo%2C%20Editori
al%20de%20la%20Universidad%20Nacional%20del%20sur%2C%20Argenti
na%2C%202004.&f=false](http://books.google.es/books?id=-Uvg75tgmWoC&pg=PA1&dq=%E2%80%A2%09SAGARDOY+Marcelo+y++MANDOLESI+Mar%C3%ADa,+Biolog%C3%ADa+del+suelo,+Editorial+de+la+Universidad+Nacional+del+sur,+Argentina,+2004.&hl=es&sa=X&ei=CKiiUa7EHo749gTj84DwCQ&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%09SAGARDOY%20Marcelo%20y%20%20MANDOLESI%20Mar%C3%ADa%2C%20Biolog%C3%ADa%20del%20suelo%2C%20Editorial%20de%20la%20Universidad%20Nacional%20del%20sur%2C%20Argentina%2C%202004.&f=false)

Saldarriaga, R.L. (1998). Recuperado el 17 de enero de 2013, de
[http://www.empresario.com.co/recursos/page_flip/MEGA/mega_granadilla/fi
les/ficha%20granadilla.pdf](http://www.empresario.com.co/recursos/page_flip/MEGA/mega_granadilla/files/ficha%20granadilla.pdf)

Sampietro, D. (2010). Recuperado l 15 de marzo del 2013, de
www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Sampietro-.doc

Silva, J. A. y Uchida R. (2000). Recuperado el 18 de enero de 2013, de
[http://books.google.es/books?id=Irj-
wAwd5vEC&pg=PA39&dq=Plant+Nutrient+Management+in+Hawaii%E2%
80%99s+Soils,+Approaches+for+Tropical+and+Subtropical+Agriculture+J.+
A.+Silva+and+R.+Uchida,+eds.+College+of+Tropical+Agriculture+and+Hu](http://books.google.es/books?id=Irj-wAwd5vEC&pg=PA39&dq=Plant+Nutrient+Management+in+Hawaii%E2%80%99s+Soils,+Approaches+for+Tropical+and+Subtropical+Agriculture+J.+A.+Silva+and+R.+Uchida,+eds.+College+of+Tropical+Agriculture+and+Hu)

man+Resources,+University+of+Hawaii+at+Manoa,+%C2%A92000&hl=es
&sa=X&ei=BaaiUby5NoTk9gTbqIGYcG&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepa
ge&q=Plant%20Nutrient%20Management%20in%20Hawaii%E2%80%99s%
20Soils%2C%20Approaches%20for%20Tropical%20and%20Subtropical%2
0Agriculture%20J.%20A.%20Silva%20and%20R.%20Uchida%2C%20eds.%
20College%20of%20Tropical%20Agriculture%20and%20Human%20Resour
ces%2C%20University%20of%20Hawaii%20at%20Manoa%2C%20%C2%A
92000&f=false

Soubannier, J. (1985). Recuperado el 19 de enero de 2013, de

http://books.google.com.ec/books?id=_yuPFwKJ6ywC&pg=PA6&dq=SANTIAGO,+Juan,+y+Soubannier,+Leit%C3%B3n,+riego+y+drenaje,&hl=es&sa=X&ei=YaPkUfu9JpO64APktIH4Aw&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=SANTIAGO%2C%20Juan%2C%20y%20Soubannier%2C%20Leit%C3%B3n%2C%20riego%20y%20drenaje%2C&f=false

Taiz, L. y Zeir, E. (2006). Recuperado el 19 de enero de 2013, de

http://books.google.com.ec/books?id=7QIbYg-OC5AC&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A209TAIZ,+Lincoln,+fisiolog%C3%ADa+vegetal+I&hl=es&sa=X&ei=_GWiUZaEIIaG9gTY54GgBA&ved=0CCwQ6AEwAA

Tamayo, Á. y otros. (2011). Recuperado el 20 de enero de 2013 de:

<http://books.google.com.ec/books?id=6djczVMTTV8C&pg=PP14&dq=TAMAYO,+%C3%81lvaro,+y+otros,+Frutales+de+clima+frio+moderado&hl=es&sa=X&ei=a-XUUbfiJiim9ASn84DIDA&ved=0CDIQ6AEwAA>

Thomson, L. M y Troeh, F.R. (2004). Recuperado el 20 de enero de 2013, de

http://books.google.com.ec/books?id=AegjDhEIVAQC&printsec=frontcover&dq=THOMSON,+L.+M+y+TROEH,+F.R,+Los+suelos+y+su+fertilidad,&hl=es&sa=X&ei=o93OUfyUA_al4APmrIDgBA&ved=0CC4Q6AEwAA#v=

onepage&q=THOMSON%2C%20L.%20M%20y%20TROEH%2C%20F.R%
2C%20Los%20suelos%20y%20su%20fertilidad%2C&f=false

Urbano, P. (1992). Recuperado el 22 de enero de 2013, de
http://books.google.com.ec/books?id=GYXeT9YhAnAC&printsec=frontcover&dq=URBANO,+Pedro,++tratado+de+fitotecnia&hl=es&sa=X&ei=0-vUUem_K4fm8gSyt4HYDQ&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=URBANO%2C%20Pedro%2C%20%20tratado%20de%20fitotecnia&f=false

Valderrama, J. (2010). Recuperado el 29 de enero de 2013, de
<http://books.google.com.ec/books?id=tRKNQIFpPPsC&pg=PA2&dq=VALDERRAMA,+Jos%C3%A9,++informaci%C3%B3n+tecnol%C3%B3gica+Chile+compostaje&hl=es&sa=X&ei=FdXUUb5LoTo8QT6uoCYDQ&ved=0CCwQ6AEwAA>

Vargas, Y. (2007). Recuperado el 25 de enero de 2013, de
http://books.google.com.ec/books?id=4rQzAQAAMAAJ&pg=PA1&dq=VARGAS,+Yadira+Beatriz,+evaluaci%C3%B3n+del+contenido+nutrimental+de+l+compost+elaborado+con+tres+tipos+de+mezclas+de+desechos+org%C3%A1nicos+y+su+efectos+en+el+rendimiento+del+cultivo+de+br%C3%B3coli,&hl=es&sa=X&ei=KtbUUZD8KI_U8wTxhoCYDw&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=VARGAS%2C%20Yadira%20Beatriz%2C%20evaluaci%C3%B3n%20del%20contenido%20nutrimental%20del%20compost%20elaborado%20con%20tres%20tipos%20de%20mezclas%20de%20desechos%20org%C3%A1nicos%20y%20su%20efectos%20en%20el%20rendimiento%20del%20cultivo%20de%20br%C3%B3coli%2C&f=false

Velosa, (2003) recuperado el 16 de marzo del 20013 de
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/147/3/03%20AGP%2039%20CAPITULO%20II.pdf>

ANEXO

ANEXO 1. Anuario meteorológicos precipitación y temperatura

INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA E HIDROLOGIA

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL

NOMBRE: IZOBAMBA **CODIGO:** M0003

PERIODO: 2007 ' 2012

LATITUD: 0G 22' 0" S **LONGITUD:** 78G 33' 0"

ELEVACION: 3058.00

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	MEDIA MENSUAL
2007	171,30	55,10	229,90	264,30	243,60	59,70	62,60	34,80	16,40	201,90	326,20	117,80	1783,60	148.6
2008	246,60	2755,00	263,50	257,00	216,40	111,50	28,50	96,70	103,10	199,50	108,00	126,00	2032,30	169.3
2009	295,40	186,60	262,40	189,90	102,80	48,20	7,10	29,00	9,70	86,40	88,80	209,90	1516,20	126.3
2010	45,60	103,70	114,20	289,20	149,20	100,40	196,20	52,50	79,50	89,70	249,40	304,80	1774,40	147.8
2011	138,30	193,30	143,70	262,40	92,80	61,40	69,40	76,70	56,90	197,60	30,40	164,90	1487,80	123.9
												MEDIA	1718,86	
suma	897.2	814.2	1013.7	1262.8	804.8	381.2	363.8	289.7	265.6	775.1	802.8	923.4	8594.3	716.1
media	179.4	162.8	202.7	252.5	160.9	76.2	72.7	57.9	53.1	155.0	160.5	184.6	1718.8	143.2
mínima	45.6	55.1	114.2	189.9	92.8	48.2	7.1	29.0	9.7	86.4	30.4	117.8	7.1	
máxima	295.4	275.5	263.5	289.2	243.6	111.5	196.2	96.7	103.1	201.9	326.2	304.8	326.2	

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA ANUAL
2007	13.0	12.2	12.0	12.0	12.1	11.8	12.1	11.7	12.2	11.4	11.8	11.2	143.5	11,9
2008	11.5	10.8	10.8	11.4	11.3	11.7	11.3	11.1	11.8	11.6	11.6	11.6	136.5	11,3
2009	11.4	11.7	11.9	12.1	12.1	12.2	12.2	12.3	13.2	12.6	12.7	12.5	146.9	12,2
2010	13.0	13.4	13.1	12.7	12.8	11.9	11.5	11.7	11.8	12.1	10.8	10.8	145.6	12,1
2011	11.7	11.3	11.2	11.1	12.2	12.0	11.5	12.2	11.9	11.4	11.7	11.8	140.0	11,6
														11,8
media	12.1	11.8	11.8	11.8	12.1	11.9	11.7	11.8	12.1	11.8	11.7	11.5	142.5	11.8
mínima	11.4	10.8	10.8	11.1	11.3	11.7	11.3	11.1	11.8	11.4	10.8	10.8	10.8	
máxima	13.0	13.4	13.1	12.7	12.8	12.2	12.2	12.3	13.2	12.6	12.7	12.5	13.4	

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (-C)

SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS

IZOBAMBA														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
PRECIPITACION	179,40	162,80	202,70	252,50	160,90	76,20	72,70	57,90	53,10	155,00	160,50	184,60		
TEMPERATURA	12,1	11,8	11,8	11,8	12,1	11,9	11,7	11,8	12,1	11,8	11,7	11,5		

ANEXO 2: Cálculos de precipitación, temperatura y diagrama Ombrotérmico

NOMBRE: IZOBAMBA

CODIGO: M0003

PERIODO: 2007 - 2012 **LATITUD:** 0G 22' 0" S

LONGITUD: 78G 33' 0" W

ELEVACION: 3058.00

ANEXO 2. Tablas de dirección del viento

Viento-Dirección Predominante -Velocidad 13H00

AÑOS	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN	
	VEL	DIR										
2007	1.2	E	1.5	E	2.1	E	1.0	E	1.7	E	2.9	E
2008	2.2	NE	1.1	N	2.1	S	1.9	E	1.3	E	1.6	NE
2009	1.6	NE	1.5	N	1.4	N	1.3	E	1.7	E	1.3	S
2010	2.0	E	2.6	E	1.5	E	1.0	E	1.4	NE	1.8	E
2011	2.4	E	1.2	E	1.6	E	1.8	E	1.7	E	1.6	E

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	DIA
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----

VEL	DIR												
1.8	N	2.2	N	2.3	SE	0.9	SE	1.7	NE	1.2	E	20.5	1.7
3.2	NE	1.4	N	1.6	NE	1.3	N	1.5	NE	1.5	E	20.7	1.7
1.6	S	3.4	SE	3.4	E	1.3	E	1.5	E	1.0	E	21.0	1.7
1.7	E	1.9	E	1.8	S	1.8	E	1.1	E	1.1	E	19.7	1.6
1.5	E	2.4	E	1.8	S	1.3	E	1.6	E	1.4	E	20.3	1.6

Media	1.8	1.5	1.7	1.4	1.5	1.8	1.9	2.2	2.1	1.3	1.4	1.2	20.4
Ima	1.2	1.1	1.4	1.0	1.3	1.3	1.5	1.4	1.6	0.9	1.1	1.0	0.9
Máxima	2.4	2.6	2.1	1.9	1.7	2.9	3.2	3.4	3.4	1.8	1.7	1.5	3.4

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

ANEXO 3. Condiciones iniciales del terreno



ANEXO 4. Limpieza del área destinada al proyecto



. Labores de mantenimiento del huerto





ANEXO 5. Elaboración del cerramiento



ANEXO 6. Proceso de la toma de la muestra



ANEXO 7. Muestreo de la macrofauna



ANEXO 8. Elaboraciones las camas de siembra



ANEXO 9. Elaboración de la conejera.



ANEXO 10. Elaboración de las composteras.



ANEXO 11. Siembra



ANEXO 12. Datos para el programa Crop wat

MES	TEMP. MIN	TEM. MAX	HUMEDAD	VIENTO
enero	11.4	13.0	79	5
febrero	10.8	13.4	76	4
marzo	10.8	13.1	78	3
abril	11.1	12.7	80	3
mayo	11.3	12.8	70	3
junio	11.7	12.2	69	4
julio	11.3	12.2	60	3
agosto	11.1	12.3	57	5
septiembre	11.8	13.2	60	4
octubre	11.4	12.6	63	4
noviembre	10.8	12.7	70	2
diciembre	10.8	12.5	70	2

ANEXO 13. Experimentación in situ de la evaporación



ANEXO 14. Registro de evaporación diaria

		BOTELLAS DE TRES LITROS				BOTELLAS DE UN LITRO			
		V1=1000ml	v2=1000ml	v3=500ml	v4=500ml	v5=250ml	v6=250ml	v7=500ml	v8=500ml
SEMANA DEL 9-04- 2013 AL 16- 04-2013	LUNES	0,5	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,6
	MARTES	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4	0,5	0,4
	MIERCOLES	0,6	0,4	0,1	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4
	JUEVES	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,6	0,5
	VIERNES	0,2	0,4	0,2	0,2	0,6	0,4	0,6	0,4
	SABADO	0,4	0,1	0,2	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3
	DOMINGO	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4
SEMANA DEL 17-04- 2013 AL 24- 04-2013	LUNES	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,6	0,8	0,6
	MARTES	0,3	0,4	0,3	0,5	0,2	0,6	0,7	0,4
	MIERCOLES	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	0,8
	JUEVES	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	0,5
	VIERNES	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,8	0,5
	SABADO	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,7	0,6	0,5
	DOMINGO	0,5	0,6	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7
SEMANA DEL 25-04- 2013 AL 02- 05-2013	LUNES	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,8	0,9	0,6
	MARTES	0,5	0,6	0,3	0,4	0,6	0,8	0,7	0,6
	MIERCOLES	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,9	0,7
	JUEVES	0,5	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,7
	VIERNES	0,6	0,5	0,4	0,6	0,3	0,7	0,8	0,7
	SABADO	0,6	0,7	0,3	0,4	0,4	0,7	0,9	0,5
	DOMINGO	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,8	0,9	0,7
SEMANA	LUNES	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6	0,3

DEL 03-05-2013 AL 10-05-2013	MARTES	0,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,2
	MIERCOLES	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4
	JUEVES	0,2	0,2	0,4	0,2	0,5	0,3	0,5	0,5
	VIERNES	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
	SABADO	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8	0,5
	DOMINGO	0,2	0,2	0,3	0,1	0,6	0,5	0,6	0,3
	Total mm/por mes	11	10	8	8,9	12	14,8	18	14

ANEXO 15. Diseño Permacultural

ANEXO 16. Cerramiento del área



ANEXO 17. Proceso de degradación.





ANEXO 18. Siembra de los árboles y arbustos



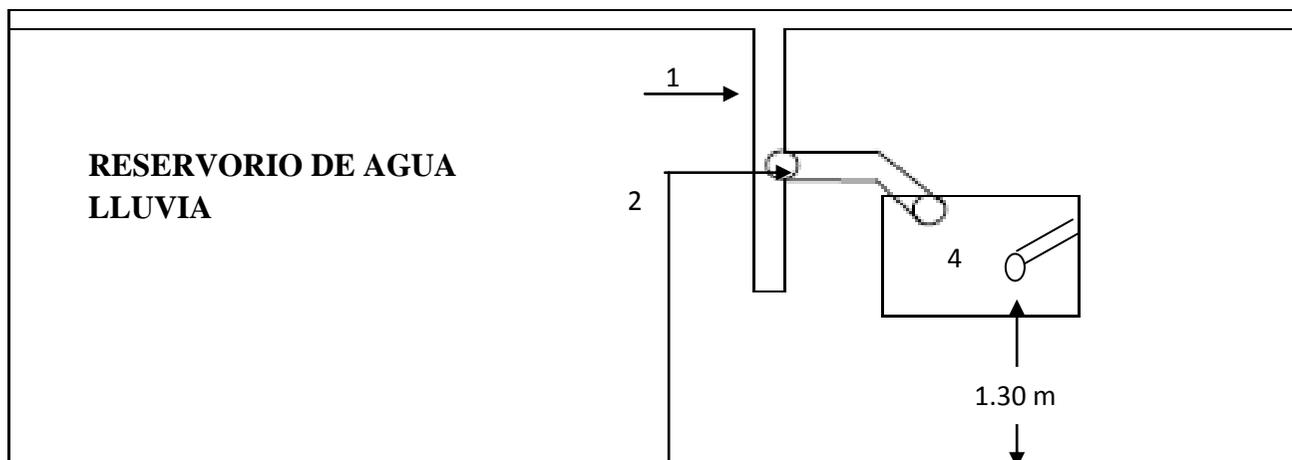
ANEXO 19. Siembra con marco de plantación





ANEXO 20. Diseño del Sistema Riego

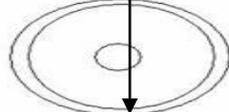
Anexo 21. Recolector de agua lluvia



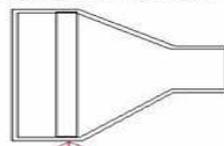
FILTRO CON ESTROPAJO
O VARIOS MATERIALES



VISTA SUPERIOR DE LA REDUCCIÓN



VISTA LATERAL DE LA REDUCCION



aquí iría el filtro

EL FILTRO SE LO HARIA EN UNA ARO DE ACERO O DEL MISMO TUBO CON EL DIAMETRO INTERNO DE LA REDUCCIÓN PARA PODER SACAR Y METER PARA LA LIMPIEZA Y QUE SE ALOJE AL INICIAR LA REDUCCION

SIMBOLOGÍA

- 1. Bajante
- 2. Filtro
- 3. Flotador