



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) CON PRÁCTICAS AGROFORESTALES DE CONSERVACIÓN DEL SUELO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR-ECUADOR.

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL.

AUTORAS:

LUCIA MARICRUZ SUÁREZ CANDO

RUTH MARLENE SUÁREZ CANDO

DIRECTOR DE TESIS

ING. CARLOS MONAR BENAVIDES M.Sc.

GUARANDA- ECUADOR

2013

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CEBADA
(*Hordeum vulgare* L.) CON PRÁCTICAS AGROFORESTALES DE
CONSERVACIÓN DEL SUELO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
ILLANGAMA, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR-
ECUADOR.**

REVISADO POR:

.....

ING. CARLOS MONAR BENAVIDES *M.Sc.*

DIRECTOR DE TESIS

.....

ING. KLEBER ESPINOZA *Mg.*

BIOMETRISTA

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DE TESIS**

.....

ING. NELSON MONAR GAVILANES *M.Sc.*

ÁREA TÉCNICA

.....

ING. SONIA FIERRO BORJA *Mg.*

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis de grado está dedicado a **DIOS y a la Virgen** por darnos la vida a través de mis queridos **PADRES Cristóbal Suárez y Gladys Cando** quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de nosotros personas con valores para poder desenvolvernos como: **HIJAS PROFESIONALES**.

A mis **HERMANO/@S**; Mery, Patricia, Danielito, Dieguito, Fanny, Isamar, que han estado a nuestro lado dándonos cariño, confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir con nuestra meta.

A nuestros **AMIGOS**, que son el motivo y la razón que nos han llevado a seguir superándonos día a día, para alcanzar nuestros preciados ideales de superación, ellos fueron quienes en los momentos más difíciles nos dieron su amor y comprensión, para poderlos superar; deseamos también dejarlos en cada uno una enseñanza que cuando se quiere alcanzar algo en la vida, no hay tiempo ni obstáculo que lo impida para poderlo **LOGRAR**.

Ruth y Maricruz

AGRADECIMIENTO

Nos complace de sobre manera especial a través de este trabajo exteriorizar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Forestal y en ella a los distinguidos docentes quienes contribuyeron con nuestra formación profesional.

A nuestro Director Ing. Carlos Monar Benavides quien con su experiencia como docente ha sido la guía idónea, durante el proceso que ha llevado el realizar esta tesis, nos ha brindado el tiempo necesario, como la información para que este anhelo llegue a ser felizmente culminada.

A los Ings. Kléber Espinoza (Biometrista); Nelson Monar G. (Área Técnica) y Sonia Fierro B. (Área de Redacción Técnica), un sincero agradecimiento por toda su contribución en esta investigación.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través del proyecto INIAP SANREM CRSP. "Manejo integrado de los recursos naturales para la agricultura de pequeña escala con base a cuencas hidrográficas, por darnos apertura para la realización, ejecución y culminación de este trabajo de investigación.

Finalmente un agradecimiento especial al Ing. Leonardo Corral *Ph.D.*, por su apoyo total en la realización de los Análisis estadísticos y recomendaciones de presentación de los resultados; así como a los productores/as, que participaron activamente en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ORIGEN DE CEBADA	3
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	3
2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	4
2.3.1. Planta.....	4
2.3.2. Raíz.....	4
2.3.3. Tallo.....	4
2.3.4. Hojas.....	4
2.3.5. Flores.....	4
2.3.6. Inflorescencia.....	5
2.4. DESCRIPCIÓN VEGETATIVA.....	5
2.4.1. Germinación.....	5
2.4.2. Crecimiento de la plántula.....	5
2.4.3. Macollamiento.....	6
2.4.4. Desarrollo del grano y maduración	6

2.4.5. Semilla.....	7
2.5. VARIEDAD INIAP -GUARANGA 2010.....	7
2.5.1. Características morfológicas de la variedad Iniap-Guaranga 2010.....	7
2.5.2. Características Agronómicas de la variedad Iniap – Guaranga 2010.....	8
2.5.3. Características de calidad de la variedad Iniap-Guaranga 2010.....	8
2.6. REQUERIMIENTO BÁSICOS DE CLIMA.....	9
2.6.1. Clima.....	9
2.6.2. Pluviosidad.....	9
2.6.3. Heliofanía.....	9
2.6.4. Temperatura.....	9
2.6.5. Humedad Relativa	10
2.6.6. Altitud	10
2.6.7. Suelo	10
2.7. PRÁCTICAS Y LABORES EN EL MANEJO DEL CULTIVO..	10
2.7.1. Labranza reducida.....	11
2.7.2. Fertilización	11

2.7.3. Nitrógeno	12
2.7.4. Época de aplicación	12
2.7.5. Fósforo	12
2.7.6. Época de aplicación	13
2.7.7. Potasio.....	13
2.7.8. Azufre	13
2.7.9. Época de aplicación	14
2.7.10. Calcio	14
2.7.11. Magnesio.....	14
2.8. DEFICIENCIA VISIBLES DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO	14
2.8.1. Deficiencia de Nitrógeno	14
2.8.2. Deficiencia de Fósforo	15
2.8.3. Deficiencia de Potasio	15
2.8.4. Deficiencia de Calcio.....	15
2.8.5. Deficiencia de Magnesio.....	15
2.8.6. Deficiencia Azufre	15
2.9. ABONO ORGÁNICO.....	15
2.10. SIEMBRA.....	16
2.10.1. Desinfección de la semilla.....	16

2.10.2. Semilla.....	16
2.10.3. Profundidad de siembra.....	16
2.10.4. Siembra al voleo.....	17
2.11. RIEGO.....	17
2.12. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	17
2.12.1. Plagas.....	17
2.12.1.1. Gusano de Alambre.....	17
2.12.1.2. Nemátodos.....	17
2.12.2. Enfermedades.....	18
2.12.2.1. Roya Amarilla y Roya de la hoja.....	18
2.12.2.2. Carbón Desnudo.....	18
2.12.2.3. Carbón Vestido.....	18
2.12.2.4. Tizón del Nudo de la cebada.....	19
2.12.2.5. Virus del enanismo amarillo de la cebada.....	19
2.13. RENDIMIENTO.....	19
2.14. CONSERVACIÓN DEL SUELO.....	19
2.14.1. Buenas Prácticas de Manejo de Suelo.....	20
2.15. DEFINICIÓN DE AGROFORESTERÍA.....	21
2.15.1. Objetivos de la Agroforestería.....	22
2.15.2. Potencialidades de la Agroforestería.....	23

2.15.2.1. Ventajas.....	23
2.15.2.2. Desventajas.....	23
2.16. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN.....	24
2.17. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	24
2.18. TIPOS DE LABRANZA.....	25
2.18.1. Labranza reducida.....	25
2.18.2. Labranza cero.....	25
2.18.3. Labranza mínima.....	25
2.18.4. Labranza convencional.....	26
2.19. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.....	26
2.19.1. Prácticas culturales.....	26
2.19.2. Cobertura vegetal.....	26
2.19.3. Barreras vivas.....	27
2.19.4. Practicas mecánicas.....	27
2.19.5. Curvas de nivel.....	27
2.19.6. Cultivos en contorno.....	28
2.19.7. Cultivos de fajas.....	28
2.19.8. Sistema de cultivo.....	28
2.19.9. Sistema de producción.....	29
2.19.10. Sistemas de producción agropecuaria.....	29

2.19.11. Clasificación de los sistemas de producción agropecuaria de las regiones en desarrollo.....	29
2.20. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS QUE INFLUYEN EN LA AGRICULTURA.....	31
2.20.1. Análisis del índice de capitales.....	31
2.20.1.1. Capital cultural.....	31
2.20.1.2. Capital financiero.....	32
2.20.1.3. Capital físico.....	32
2.20.1.4. Capital humano.....	33
2.20.1.5. Capital natural.....	33
2.20.1.6. Capital político.....	34
2.20.1.7. Capital social.....	34
2.21. LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS.....	35
2.21.1. Degradación física.....	35
2.21.2. Degradación química.....	35
2.21.3. Degradación biológica.....	35
2.22. PRINCIPALES FACTORES DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS.....	36
2.22.1. Salinización del suelo.....	36
2.22.2. La acidificación.....	36
2.22.3. Compactación.....	37

2.22.4. El exceso de la población.....	37
2.22.5. Tamaño de la finca.....	37
2.22.6. El nivel de conocimiento.....	38
2.22.7. La erosión.....	38
2.22.7.1. Tipos de erosión.....	39
2.22.8. El hombre como agente erosivo.....	39
2.23. PROPIEDADES DEL SUELO.....	40
2.23.1. Las propiedades físicas.....	40
2.23.2. Las propiedades químicas.....	40
2.23.3. Las propiedades biológicas.....	40
2.23.4. Características biológicas del suelo.....	41
2.23.4.1. Contenido de materia orgánica del suelo.....	41
2.23.4.2. Fauna biológica del suelo.....	41
2.24. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS.....	42
2.24.1. Textura.....	42
2.24.2. Estructura.....	42
2.24.3. Densidad.....	43
2.24.4. Porosidad del Suelo.....	43
2.24.5. Características químicas de los suelos.....	43
2.24.5.1. El Ph del suelo.....	44

2.24.5.2. Salinidad.....	44
2.24.5.3. Acidez.....	44
2.24.5.4. Capacidad de Intercambio de Cationes.....	45
2.24.5.5. Contenido de nutrientes.....	45
2.24.5.6. Solución del suelo.....	45
2.24.5.7. Relación Carbono Nitrógeno.....	45
2.25. METODOLOGÍAS APLICADAS PARA ANÁLISIS DE SUELO.....	46
2.25.1. Tipos de análisis de suelo.....	46
2.25.2. Análisis Elemental.....	46
2.25.3. Análisis Completo.....	46
2.25.4. Análisis de Salinidad.....	47
2.25.5. Análisis Especiales.....	47
2.25.6. Determinaciones de físicas y químicas.....	47
2.25.6.1. Determinación física.....	47
• Determinación de la textura: Método Densimétrico (Bouyoucus).....	47
2.25.6.2. Determinaciones químicas.....	48
• Determinación de la Acidez intercambiable ($Al^{+3} + H^{+}$).....	49
• Determinación de la Conductividad eléctrica (C.E.).....	50

•	Determinación de la materia orgánica del suelo (M.O.S.).....	51
•	Determinación de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.).....	52
•	Determinación del Nitrógeno Amoniacal.....	52
•	Determinación del Nitrógeno Total.....	53
•	Determinación del Fósforo.....	53
•	Determinación del Potasio, Calcio y Magnesio.....	54
2.25.6.3.	Determinación de Micro-elementos (Cobre, Hierro y Manganeso y Zinc).....	54
2.25.7.	Métodos y extractantes utilizados en la determinación física y química de los elementos extraídos.....	55
2.25.8.	Valor Actual Neto.....	55
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
3.1.	MATERIALES.....	57
3.1.1.	Ubicación del ensayo por localidad.....	57
3.1.3.	Zona de vida.....	58
3.1.4.	Características edáficas.....	58
3.1.5.	Material experimental.....	58
3.1.6.	Material de campo.....	58

3.1.7. Materiales y equipos de oficina.....	58
3.2. MÉTODOS.....	59
3.2.1. Factores en estudio	59
3.2.2. Tratamientos y Factores en estudio.....	60
3.2.3. Procedimiento.....	61
3.2.4. Tipos de Análisis.....	62
3.2.5. Métodos de evaluación y datos tomados.....	63
3.2.5.1. Agronómicos.....	63
• Días al espigamiento (D.E.).....	63
• Rendimiento de biomasa (R.B.).....	63
• Días a la cosecha (D.C.).....	63
• Altura de las plantas (A.P.).....	63
• Numero de espigas por parcela neta (N.E.P.P.N.).....	63
• Peso de Cebada en kilogramos por parcela (P.C.K.G.P.).....	64
• Rendimiento en Kg/ha (RKg/Ha).....	64
• Profundidad radicular (P.R.).....	64
3.2.5.2. Análisis físicos de suelos.....	64
• Humedad gravimétrica (Hg).....	64

• Densidad aparente (Da).....	65
• Compactación (C).....	65
• Precipitación (P).....	65
3.2.5.3. Química de suelos.....	66
• Determinación del Nitrógeno Amoniacal.....	66
• Determinación del Nitrógeno Total.....	66
3.2.5.4. Química de plantas.....	67
• Total de Carbono y Nitrógeno.....	67
• Determinación del fósforo.....	67
• Determinación del Potasio, Calcio y Magnesio.....	67
• Determinación de Micro-elementos (Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc).....	68
3.2.5.5. Capacidad de intercambio catiónico.....	68
3.2.6. Manejo del experimento.....	68
3.2.6.1. Selección de lotes.....	68
3.2.6.2. Análisis químico de suelo.....	69
3.2.6.3. Preparación del suelo.....	69
3.2.6.4. Desinfección de la semilla.....	69
3.2.6.5. Siembra.....	69
3.2.6.6. Fertilización Química.....	70

3.2.6.7. Labores culturales.....	70
3.2.6.8. Control de plagas y enfermedades.....	70
3.2.6.9. Cosecha.....	70
3.2.6.10. Trilla.....	70
3.2.6.11. Aventado y Almacenamiento.....	70
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71
4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS.....	71
4.1.1. Rendimiento de Cebada de los tratamientos en estudio.....	73
4.2. VARIABLES FÍSICAS DEL SUELO.....	75
4.2.1. Cantidad de precipitación registrada durante el ciclo del Cultivo.....	77
4.3. VARIABLES QUÍMICAS DEL SUELO.....	77
4.4. VARIABLES BIOLÓGICAS DEL SUELO.....	79
4.5. VARIABLES FÍSICO QUÍMICA DEL GRANO.....	81
4.6. VARIABLES FÍSICO QUÍMICA DEL RASTROJO.....	83
4.7. INTERACCIONES DE LOS FACTORES PRINCIPALES.....	84
4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	86
4.8.1. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) cultivo de Cebada 2012.....	87
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89

5.1.	CONCLUSIONES.....	89
5.2.	RECOMENDACIONES.....	91
VI.	RESUMEN Y SUMMARY.....	92
6.1.	RESUMEN.....	92
6.2.	SUMMARY.....	93
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	94
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PÁG.
1. Descripción de la Clasificación Taxonómica.....	3
2. Características morfológicas de la variedad Iniap- Guaranga 2010.....	7
3. Características agronómicas de la variedad Iniap- Guaranga 2010.....	8
4. Características de calidad de la variedad INIAP- Guaranga 2010.....	8
5. Métodos y extractantes utilizados en la determinación física y química de los elementos extraídos del análisis químico suelos.....	55
6. Resultados de los promedios de los Factores Principales de las variables Agronómicas: DE; RB; DC; AP; NEPN; PCKPN; RKH y PR Illangama 2012.....	71
7. Resultados de los Promedios de los Factores Principales de las variables Físicas del suelo	75
8. Resultados de los Promedios de los factores principales de las variables Químicas del suelo: NH_4^+ ; NO_3^- ; NPM y HS.....	78
9. Resultados de los Promedios de los factores principales en la población de Micro-organismos en el Suelo.....	79
10. Resultados de los Promedios de los factores principales de las variables Físico – Químico del Grano.....	81
11. Resultados de los Promedios de los Factores principales de las variables Físico - Químico del Rastrojo.....	83
12. Interacciones de los factores principales.....	84
13. Análisis Económico Presupuesto Parcial	87
14. Análisis de Dominancia	87
15. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno	88

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	PÁG.
1. Rendimientos del cultivo de Cebada en TM/Ha. Microcuenca del Río Illangama, provincia Bolívar-Ecuador, 2012.....	73
2. Precipitación en el ciclo del cultivo de Cebada. Microcuenca del Río Illangama, provincia Bolívar-Ecuador, 2012.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.

1. Ubicación del Ensayo.
2. Bases de Datos.
 - 2.1 Base de datos de las variables de la Evaluación del sistema de producción de Cebada con Prácticas Agroforestales. Microcuenca del río Illangama, Provincia Bolívar-Ecuador 2012.
 - 2.2 Base de datos de las variables Físicas del suelo de la Evaluación del sistema de producción de Cebada con Prácticas Agroforestales. Microcuenca del río Illangama, Provincia Bolívar-Ecuador 2012.
 - 2.3 Base de datos de las variables Físicas Químicas del Grano de la Evaluación del sistema de producción de Cebada con Prácticas Agroforestales. Microcuenca del río Illangama, Provincia Bolívar-Ecuador 2012.
 - 2.4 Base de datos de las variables Físicas Químicas del Rastrojo de la Evaluación del sistema de producción de Cebada con Prácticas Agroforestales. Microcuenca del río Illangama, Provincia Bolívar-Ecuador 2012.
3. Resultados de los análisis de física química del Suelo y Tejido Vegetal antes, durante y al final del Ensayo.
4. Fotografías del seguimiento y evaluación del ensayo.
5. Glosario de Términos Técnicos.

I. INTRODUCCIÓN

El Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación sobre Agricultura Sostenible y Manejo de Recursos Naturales (SANREM CRSP), financiado por la Agencia Internacional de Desarrollo de Estados Unidos (USAID), ha promovido proyectos de largo plazo: “Manejo de Recursos Naturales Basado en Cuencas Hidrográficas en Agricultura de Pequeña escala: El Caso de la Sub-cuenca del río Chimbo” y “Agricultura de conservación como una potencial vía para promover el manejo de recursos, incrementar la productividad y mejorar las condiciones socio-económicas en la Región Andina”, mismos que se ejecutan desde el año 2006 en la micro cuencas del río Illangama y el Alumbre de la Provincia Bolívar.

A partir del año 2006 hasta septiembre de 2014, en el que se concluye la segunda fase de este proyecto, se está implementando un enfoque de manejo integrado de cuencas, que integra en su estudio los capitales: social, cultural, financiero – económico, físico y natural. Un resultado relevante ha sido disponer de la planificación participativa e implementación de Buenas Prácticas de Manejo (BPM) como son: conservación del suelo con la construcción de zanjas de desviación, curvas de nivel, cultivos en fajas, rotación de cultivos, protección de zanjas y curvas de nivel con pasto milín y plantas nativas, con énfasis en sitios con mayor índice de vulnerabilidad, diversificación del sistema de producción, proceso de manejo integrado de cultivos, labranza de conservación (labranza reducida y labranza mínima), reducción del uso de plaguicidas, uso de la variedades resistentes al complejo de enfermedades foliares, etc.

La cebada es de mucha importancia a nivel mundial después del trigo, maíz, arroz y papa; es utilizada tanto para la industria ganadera, alimenticia y cervecera, la razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones con Valor Agregado (VA).

(<http://www.lacienciaysusdemonios.com>)

El principal productor de este cereal, a nivel mundial es la Federación Rusa, con una producción de 18 millones TM/año y en Sud- América Argentina con 1,1. La

producción a nivel nacional en el 2008 fue de 69600 TM, lo que representó un 22.0% respecto al 2007. (<http://www.financierarural.gob.mx>)

La creciente presión sobre el suelo debido a la explosión demográfica registrada en muchos lugares del trópico, puede conducir a la degradación del mismo, disminuir el rendimiento de los cultivos y a la invasión de hierbas difíciles de controlar, una de las alternativas para frenar este proceso es la explotación de la tierra a través de sistemas agroforestales o agroforestería. (López, T. 2007)

Los Sistemas de Producción (SP) tradicionales, incluyen los sistemas agrícolas, ganaderos y silvoforestales, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de los SP y por lo tanto al buen vivir. (Beer, J. *et, al.* 2004)

Las prácticas de agricultura de conservación, en sitios vulnerables como la Subcuenca del río Chimbo, son fundamentales para mitigar los procesos erosivos y el cambio climático.

Desde esta perspectiva, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de las prácticas agroforestales de conservación del suelo y rotación de cultivos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Determinar el efecto de las prácticas agroforestales de conservación del suelo y del Nitrógeno sobre el rendimiento de cebada, variedad INIAP - Guaranga 2010.
- Realizar un análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno (TMR %).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DE CEBADA

Su cultivo se conoce desde tiempos remotos y se supone que procede de dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África septentrional. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura. En excavaciones arqueológicas realizadas en el valle del Nilo se descubrieron restos de cebada, en torno a los 15.000 años de antigüedad, además los descubrimientos también indican el uso muy temprano del grano de cebada molido. (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. (FENALCE). 2007)

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

En el (Cuadro 1) se describe la clasificación taxonómica de la cebada empezando desde la División hasta la Especie.

Cuadro 1. Descripción de la Clasificación Taxonómica.

División :	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden	Poales
Familia:	Poaceae
Tribu:	Triticeae
Género:	Hordeum
Especie:	Vulgare L

(<http://www.iniap.gob.ec>)

2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.3.1. Planta

La cebada es un cereal de los conocidos como cereal de invierno, se cosecha en primavera (mayo o junio, en el hemisferio norte). En la cebada hay cultivares de dos carreras o tremesina, y la cebada de 6 carreras o castellana. (Luna, H. 2003)

2.3.2. Raíz

La raíz de la planta de cebada es fasciculada y en ella se pueden identificar raíces primarias y secundarias. Las raíces primarias se forman por el crecimiento de la radícula y desaparecen en la planta adulta, época en la cual se desarrollan las raíces secundarias desde la base del tallo. (<http://www.lacebada10.blogspot.com>)

2.3.3. Tallo

El tallo de la cebada es una caña hueca que presenta de siete a ocho entrenudos, separados por diafragmas nudosos. Los entrenudos son más largos a medida que el tallo crece desde la región basal. El número de tallos en cada planta es variable, y cada uno de ellos presenta una espiga. (<http://www.corpoica.org.com>)

2.3.4. Hojas

Las hojas están conformadas por la vaina basal y la lámina, las cuales están unidas por la lígula y presentan dos prolongaciones membranosas llamadas aurículas. Las hojas están insertadas a los nudos del tallo por un collar o pulvinus, que es un abultamiento en la base de la hoja. (Luna, H. 2003)

2.3.5. Flores

Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Es autógena. Las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres la variedad determinada.

(<http://www.elcomercio.es>)

2.3.6. Inflorescencia

Su espiga es la inflorescencia de la planta; se considera una prolongación del tallo, la cual es similar a la de las demás plantas gramíneas, y presenta reducción del periantio. La función protectora es desempeñada por las glumas y las páleas. (Callejo, M. 2002)

2.4. DESCRIPCIÓN VEGETATIVA

En el ciclo vegetativo de la cebada se distinguen tres períodos:

Período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado. Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado. Período de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección. (<http://www.apuntes.rincondelvago.com>)

2.4.1. Germinación

Cuando la semilla absorbe la humedad de la raíz primaria (radícula) emerge. La radícula crece hacia abajo proporcionando anclaje y absorbiendo agua y nutrientes, y eventualmente desarrolla ramas laterales. Las otras raíces formadas a nivel de las semillas constituyen el sistema radicular seminal. Estas raíces se ramifican y permanecen activas durante la etapa de crecimiento. Una vez que sale la radícula de la semilla, nace el tallo principal de la planta. Debido a esto la profundidad de sembrado no debe exceder la longitud máxima que puede crecer el coleóptilo, generalmente no más de 7,6 cm. (<http://www.semilla.cyta.com>)

2.4.2. Crecimiento de la plántula

Una vez nacido la planta, el coleóptilo deja de crecer y aparecen las primeras hojas verdaderas. Las hojas aparecen aproximadamente cada tres a cinco días dependiendo de la variedad y de las condiciones ambientales. (<http://www.planproteccion.hu>)

2.4.3. Macollamiento

Cuando la plántula tiene alrededor de tres hojas, emergen generalmente los macollos. La capacidad de las plantas de cebada para formar macollos es un método importante para adaptarse a condiciones ambientales cambiantes. Cuando las condiciones ambientales son favorables o si la densidad de las plantas es reducida, aumenta el número de macollos formados por planta. Cuando se siembra profundo o con alta densidad de semilla generalmente disminuye el número de macollo por planta. Cuando las temperaturas son bajas en las primeras etapas, o cuando el nivel de nitrógeno en el suelo es alto, se forma más cantidad de macollos por planta. (<http://www.importadoradelmonte.com>)

2.4.4. Desarrollo de grano y maduración

Una vez que la formación del polen y la emergencia de la espiga se han producido, los granos comienzan a desarrollarse. La longitud del grano de cebada se establece primero seguida de su anchura. Esto explica que la cebada desarrollada bajo condiciones de estrés es generalmente tan larga como el grano normal pero más estrecho y de menor peso. Los primeros períodos de desarrollo del grano, denominado estado acuoso y estado lechoso, duran entorno a diez días.

Aunque los granos no aumentan mucho en peso durante esta fase, esta es extremadamente importante porque determina el número de células que posteriormente se utilizarán para almacenar almidón. Cuando los granos de esta etapa son aplastados producen una sustancia acuosa que se vuelve lechosa en etapas posteriores. Los granos que están almacenado almidón y creciendo rápidamente, se caracterizan por una consistencia blanca semisólida llamada “masa blanda”. Este período generalmente se desarrolla durante unos diez días después de estado lechoso. Finalmente mientras el grano se aproxima a la madurez y comienza a perder agua rápidamente, su consistencia se hace más sólida denominada “masa dura”. En esta etapa el grano pierde también el color verde. (<http://www.plantprotection.hu>)

2.4.5. Semilla

La semilla de cebada es parte de un fruto denominado cariósipide, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la cubierta seminal (testa), están estrechamente unidas, siendo inseparables. (FENALCE. 2007)

2.5. VARIEDAD INIAP-GUARANGA 2010

Es una variedad de cebada de dos hileras, que proviene del cruzamiento entre las líneas JAZMIN/CARDO//TOCTE, cuya historia de selección es CBSS95M00962T-F-3M-1Y-0M-0E. Esta línea fue desarrollada en México por el Programa de Cebada de ICARDA-CIMMYT e introducida a Ecuador por el Programa de Cereales del INIAP en el año 2000, ha sido evaluada en la Estación Experimental Santa Catalina y varias localidades de la provincia Bolívar.

(<http://www.iniap.gob.ec>)

2.5.1. Características morfológicas de la variedad Iniap-Guaranga 2010

A continuación se describe en el (Cuadro 2) las características morfológicas de la variedad INIAP-Guaranga 2010.

Cuadro 2. Características morfológicas de la variedad INIAP-Guaranga 2010

Características	Descripción
Número de hileras	2 (Dística)
Número de macollos	6 – 8
Número de granos por espiga	35 – 40
Tipo de espiga	Compacta
Tipo de grano	Cubierta
Color de grano	Amarillo claro
Color de aleurona	Blanco
Tipo de tallo	Tolerante al acame
Altura de planta (cm)	109 – 120
Tamaño de espiga (cm)	10

(<http://www.iniap.gob.ec>)

2.5.2. Características agronómicas de la variedad Iniap-Guaranga 2010

En el (Cuadro 3) encontramos las características agronómicas de la variedad INIAP-Guaranga 2010.

Cuadro 3. Características agronómicas de la variedad INIAP-Guaranga 2010

Características	Descripción
Ciclo del cultivo (días)	155 – 170
Días al espigamiento	88 – 104
Rendimiento (t/ha.)	3.0 - 4.0
Peso de 1000 granos (g)	52
Resistencia a sequia	Resistente
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de hoja	Resistencia parcial
Virosis	Resistente

(<http://www.iniap.gob.ec>)

2.5.3. Características de calidad de la variedad INIAP-Guaranga 2010

Las características de calidad de la variedad INIAP-Guaranga 2010 se presenta en el (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características de calidad de la variedad INIAP Guaranga 2010

Características	Descripción
Proteínas (%)	12.6
Fibra (%)	6.9
Peso hectolitrito (Kg/hl)	65
Rendimiento harinero (%)	65
Extracto libre de nitrógeno (%)	79.2

(<http://www.iniap.gob.ec>)

2.6. REQUERIMIENTOS BÁSICOS DE CLIMA

2.6.1. Clima

Las exigencias en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido, aunque crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos. La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes.

(FENALCE. 2007)

2.6.2. Pluviosidad

La cebada requiere de 400 - 600 mm de precipitación durante el ciclo de cultivo. La planta necesita agua durante la época de germinación. Luego necesita bastante agua durante la formación de embuche el periodo de floración y la primera etapa de maduración del grano. En la segunda etapa de maduración y durante la cosecha la precipitación debe ser mínima. (Iglesias, R. y Taha, E. 2010)

2.6.3. Heliofanía

La luz no es factor importante. Sin embargo, en un cultivo denso las hojas inferiores reciben poca luz. Por lo tanto la eficiencia fotosintética es baja de 1500 a 2000 horas de sol durante el ciclo de cultivo. En la época de floración, la cebada requiere un fotoperiodo de días largos es decir, con más de doce horas por día. Cuando la duración de los días no es suficiente en la época de floración, estas se tardan o no florecerá. Sin embargo algunas variedades son insensibles a la duración del día. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP). 2001)

2.6.4. Temperatura

Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C, florece a los 16°C y madura a los 20°C, tolera muy bien las bajas temperaturas ya que puede llegar a soportar hasta 10°C, la temperatura óptima de crecimiento es de 15°C en el período vegetativo de 17 a 18°C en el reproductivo. (FENALCE. 2007)

2.6.5. Humedad relativa

Requiere una humedad relativa entre 40-70%; desde el espigamiento hasta la cosecha. (Luna, H. 2003)

2.6.6. Altitud

La cebada crece en altitudes de 2400 a 3300 m. (Iglesias, R. y Taha, E. 2010)

2.6.7. Suelo

La cebada puede cultivarse en cualquier tipo de suelo. Es el cereal que soporta un mayor nivel de salinidad en el suelo, además puede tener problemas para desarrollarse en terrenos con mal drenaje y encharquizados, como pueden ser los suelos arcillosos, ya que en este tipo de suelos es propensa a padecer asfixia radicular. En cuanto al calcio, la cebada es muy tolerante, vegetando bien incluso en suelos muy calizos (suelos alcalinos), por lo que muchas veces a este tipo de suelos es corriente llamarlos “cebaderos”, si bien tiene un amplio margen en cuanto a tolerancia de diferentes valores de pH (los valores óptimos para su desarrollo se sitúan entre 6,4 y 7,8), no se adapta bien en suelos ácidos.

(<http://www.buenastareas.com>)

En general los suelos más idóneos para el cultivo de cebada son los de textura franca, fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua. (Pitty, A. 2002)

2.7. PRÁCTICAS Y LABORES EN EL MANEJO DEL CULTIVO

La Cebada requiere un terreno asentado, mullido, limpio de malas hierbas y bien desmenuzado. La naturaleza de las labores, el modo de ejecutarlas y la época oportuna para su realización, varía con el cultivo que precedió a la cebada con la naturaleza del suelo y con el clima. Cuando la cebada se cultiva en regadío y, según el cultivo precedente, será distinta la labor de preparación. Si por tratarse de sembrar sobre rastrojo de maíz o incluso sobre un rastrojo anterior de cebada, etc., se considera conveniente alzar el terreno a cierta profundidad, siempre teniendo

muy en cuenta que a la cebada le va mal para su nacencia que se encuentre la tierra demasiado hueca. Si por las razones que sean se ha realizado una labor de arar el suelo relativamente profunda, habrá que tratar de dejar el terreno más apelmazado. Esto se consigue con las gradas de discos pesadas, que, aunque aparentemente dejan el terreno muy fino y hueco, esto ocurre en algunos centímetros de la superficie, pero debajo de esta capa superficial, dado su elevado peso, más bien compactan. (<http://www.buenastareas.com>)

2.7.1. Labranza reducida

Son el conjunto de técnicas basadas en prácticas que dejan sobre la superficie del suelo residuos vegetales (cobertura verde, cobertura muerta, abono verde, rotación de cultivos, entre otras) y prácticas mecánicas tales como el laboreo mínimo o ausencia del laboreo del terreno. La labranza de conservación o labranza reducida consiste en reducir al mínimo la labranza del suelo a fin de preservar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Como resultado, se protege la superficie de las gotas de agua, incrementando la materia orgánica por los residuos vegetales y manteniendo los agregados, conservando la humedad y la tasa de infiltración. En otros países de América Latina, en especial Brasil y Argentina, más de un millón de hectáreas están bajo sistemas de labranza reducida usando arados de cincel, y herbicidas. (Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002)

2.7.2. Fertilización

Las dosis de fertilización deben ser basadas en un análisis de suelo; sin embargo, si dispone de este, la fertilización debe ser basada en la extracción de nutrientes que el cultivo de cebada toma del suelo. La recomendación, bajo esta circunstancia es: de 70-70-50 Kg/ha de (N.) (P_2O_5) y (K_2O) respectivamente, que se cubre con 150 Kg/ha de 18-46-00 y 50 Kg/ha de Muriato de Potasio, aplicados a la siembra, y el 50% de Urea en el macollamiento de las plantas (50 días después de la siembra). Para los suelos del alto Guanujo y su rotación después de papa una dosis optima económica después de 80 Kg/ha de N, aplicado en tres funciones a los 30, 60 y 90 días después de la siembre. (Monar, C. 2009)

2.7.3. Nitrógeno

Un nivel adecuado de nitrógeno resulta esencial para el desarrollo de la planta. El nitrógeno es necesario para la formación de las proteínas de las plantas. Entre todas estas, la clorofila es una de las más importantes. La falta de este componente se manifiesta en el amarillamiento de la misma en épocas de crecimiento de las cañas. Tradicionalmente el nitrógeno era incorporado al suelo a través de la rotación de cultivos de trigo con leguminosas, lo que suponía la no necesidad de añadirlo adicionalmente. En la actualidad, para terrenos que no han sido plantados previamente con leguminosas, se suele proporcionar cantidades adicionales de nitrato en una proporción habitual de 30 kg N/ha. A veces será necesario un análisis de los niveles de nitrógeno del suelo para evitar el exceso que podría conducir a un desarrollo demasiado elevado de la densidad de la planta con la consiguiente posibilidad de que enferme por falta de aireación.

(<http://www.botanical-online.com>)

2.7.4. Época de aplicación

Para un mejor aprovechamiento del N se recomienda aplicar en dos épocas. El 50% del N al momento de la siembra, utilizando fertilizantes compuestos: como el 10-30-10 ó 18-46-00, etc. La otra mitad entre 45 y 60 días después de la siembra o cuando la planta tenga de 15 a 20 cm de altura. (Valverde, F. *et al.* 1998)

2.7.5. Fósforo

El fósforo es un componente muy importante del proceso por el cual las plantas transforman la energía solar en alimentos, fibras y aceites. Juega un papel muy importante en la fotosíntesis, en el metabolismo de los azúcares, en el almacenamiento y la transferencia de la energía, en la división y en el crecimiento celular y en la transferencia de información genética. El P promueve la formación y el desarrollo de raíces y tallos. En cantidades adecuadas, el P aumenta la eficiencia del uso del agua y de otros nutrientes como el N. También contribuye a aumentar la resistencia a enfermedades, en algunas plantas ayuda a tolerar bajas

temperaturas y el estrés por humedad, acelera la madurez de las plantas y protege el ambiente a través de un mejor crecimiento vegetal.

(<http://www.corpoica.org.com>)

Es conveniente aplicarlo en forma de anhídrido fosfórico (P_2O_5) soluble cuando la planta empiece a desarrollarse bien. Coincidiendo con la primera aplicación de nitrógeno en la forma de un fertilizante compuesto NPK (nitrógeno fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O)). (Valverde, F. *et.al.* 1998)

2.7.6. Época de aplicación

Todo el fósforo se debe aplicar en el momento de la siembra, porque es de lenta movilidad y asimilación. Para suelos de la Provincia de Bolívar, se recomienda 80 - 40 Kg de N y P/ha. (Monar, C. 1998)

2.7.7. Potasio

Es necesario para el buen funcionamiento de la hoja. Sin el potasio adecuado estas no son capaces de abrir bien las estomas para realizar la transpiración y el intercambio de gases con la atmósfera. Entre los signos propios de una falta de potasio son la aparición de clorosis, quemazón de las hojas o sequedad en los extremos de la misma que se doblan. Sin un nivel adecuado de este mineral el grano se llena poco porque este mineral es necesario para un buen equilibrio entre carbohidratos y proteínas. El potasio si permite conseguir una paja mejor y un grano más pesado. Los suelos arenosos, los que han sido sometidos a rotaciones de cultivos en regadío suelen ser los más deficientes. Se aplican en forma de cloruro potásico junto con la semilla o cerca de la misma.

(<http://www.botanical-online.com>)

2.7.8. Azufre

Puede aplicarse cuando se presentan síntomas de deficiencia, como son el amarillamiento de la planta con niveles adecuados de nitrógeno, el cultivo en tierras arenosas o con poco material orgánico. (Ferraris, G. *et.al.* 2004)

2.7.9. Época de aplicación

El potasio y azufre en suelos de la Provincia Bolívar, aplicar el 100% al voleo o en surcos en el momento de la siembra. En trabajos de investigación en el cultivo de cebada, se recomienda 40 Kg/ha de K y 20 Kg/ha de S.

(<http://www.cita.aragon.es>)

2.7.10. Calcio

Es indispensable para el desarrollo de la cebada, pues influye en la formación y madurez de los granos; aunque no influye tanto en la producción como el nitrógeno, fósforo y potasio. Se halla en mayor cantidad en las hojas que en el grano, los síntomas de carencia son hojas jóvenes amarillentas, secas y corchosas.

(<http://www.corpoica.org.com>)

2.7.11. Magnesio

Su carencia se manifiesta primero en las hojas viejas y se presenta solamente en suelos muy ligeros o pobres o debido a un exceso de potasio.

(<http://www.botanical-online.com>)

2.8. DEFICIENCIAS VISIBLES DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO

Las deficiencias de nutrientes en los cereales se reconocen por los siguientes síntomas:

2.8.1. Deficiencia de Nitrógeno

Se presenta un color verde amarillento de las hojas más viejas al principio y después toda la planta en el macollamiento y produciendo un crecimiento reducido. Aparición de zonas almidonosas de color blanquecino en el grano de cebada, conocidas con el nombre de panza blanca. (García, F. 2006)

2.8.2. Deficiencia de Fósforo

Las hojas más viejas tienden a adquirir un color pardo rojizo que empieza en el ápice de las hojas y progresa hacia la base, que aparece durante el crecimiento activo de las plantas. (Zapata, H. 2004)

2.8.3. Deficiencia de Potasio

Puede dar como resultado entre nudos más cortos débiles y mayor acame. El ápice de las hojas más viejas se vuelve amarillo cenizo. Este color sigue hasta la base. (Valverde, F. *et. al.* 1998)

2.8.4. Deficiencia de Calcio

Hojas nuevas con clorosis blancas y amarilla pardosa que luego pasa a los ápices, que quedan enrollados. Parte de la raíz se muere. (Vásquez, E. 2006)

2.8.5. Deficiencia de Magnesio

Clorosis, especialmente entre los tejidos entre las venas de la hoja vieja. Puede resultar también en una enanificación de la planta. (García, F. 2006)

2.8.6. Deficiencia de Azufre

Crecimiento retardado. Demora en la maduración de los granos. Las hojas nuevas de color verde claro se tornan amarillas, como cuando sufren deficiencias de nitrógeno. Tallos débiles de color amarillo. (Valverde, F. *et. al.* 1998)

2.9. ABONO ORGÁNICO

La importancia de la materia orgánica radica en su efecto como correctora de los defectos que se puedan presentar: aumenta la retención del nitrógeno amoniacal, fósforo y potasio; hace más compactos los terrenos arenosos y comunica soltura a los arcillosos, poco permeables y difíciles de labrar; y aumenta las reservas hídricas del suelo. En seco se recomienda aplicar 10 - 20 tn/ha.

(<http://www.infoagro.com>)

2.10. SIEMBRA

La fecha de siembra debe realizarse de acuerdo a cada zona agroecológica en épocas lluviosa, teniendo en cuenta que el periodo de cosecha coincida con la época de madurez fisiológica. En nuestra provincia, las siembras se inician entre Febrero-Abril, sin embargo en algunas zonas se acostumbra sembrar antes tomando en cuenta los factores climáticos. La cantidad de semilla a emplearse para la siembra varía con al tipo de suelo, variedad y método de siembra. En trabajos realizados por el INIAP en nuestra provincia, se recomienda sembrar 130Kg/ha de semilla con categoría certificada en el sistema de siembra al voleo. (Monar, C. 2000)

2.10.1. Desinfección de semilla

La desinfección de semilla de cebada se realiza con Vitavax (Carboxin+Captan) en una dosis de 1.0 – 2.0 gramos/Kg de semilla, cubriendo totalmente las semillas ya sea por espolvoreo o vía húmeda. (<http://www.encyclopedianavarra.biz>)

2.10.2. Semilla

Para la siembra se puede utilizar semillas certificadas o la semilla de la propia cosecha anterior. Se recomienda no usar más de dos veces seguidas la semilla de la propia cosecha, para mantener la pureza de línea. Las semillas deben tener un porcentaje mínimo de germinación de 85%. Éstas deben estar libres de impurezas para que faciliten la siembra. (<http://www.monografias.com>)

2.10.3. Profundidad de siembra

La siembra debe realizarse en surcos separados a una distancia entre 15 y 20 cm, a una profundidad de siembra de 3-6 cm. Únicamente se sembrará a mayor profundidad en los siguientes casos:

En tierras muy sueltas, donde las semillas, una vez germinadas, puedan estar expuestas a la desecación. Cuando la preparación del terreno no se realice de forma adecuada. En condiciones normales, se siembra a una profundidad de 2 a 3

cm. Si la tierra está muy seca en la superficie, se debe sembrar a una profundidad de hasta 6 cm. Si se aumenta la profundidad se corre el riesgo de disminuir la uniformidad de la germinación. (Monar, C. 2002)

2.10.4. Siembra al voleo

Consiste en depositar las semillas sobre la superficie seca o inundada. Cuando se realiza en seco, se lleva a cabo las labores convencionales de preparación del suelo o con máquinas acopladas a tractores, distribuyendo la semilla para asegurarse una densidad de plantas capaz de producir entre 205 y 350 plantas/m². (Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería. 2001)

En las zonas cerealeras del callejón interandino, la siembra se realiza al voleo, en suelos con capacidad de campo y el tape se hace con una rastra de clavos, rastrillo o azadón. (Monar, C. 2000)

2.11. RIEGO

En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que éste favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa. El riego debe hacerse en la época del encañado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya. (<http://www.abcagro.com>)

2.12. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.12.1. Plagas

2.12.1.1. Gusano de alambre (*Agriotes lineatus*)

Provocan daños al ingresar al interior de la semilla y alimentarse de su contenido, observándose pequeños hoyos que indican su presencia.

(www.agrosistemas.es/Servicios/Perfilesdecultivos/Cebada/cebada.htm)

2.12.1.2. Nemátodos (*Heterodera avenae*)

Los nematodos también perjudican los cultivos de la cebada, los síntomas de ataque de nematodos se presentan en zonas concretas de las parcelas infectadas

formando rodales en los que plantas se desarrollan con mucha dificultad, enanizándose y amarillando. Si es que no muere en esta fase, ahíjan muy poco y producen espigas pequeñas y deformadas. (<http://www.encyclopedianavarra.biz>)

2.12.2. Enfermedades

2.12.2.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*) y Roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

La roya amarilla es una enfermedad más peligrosa que ataca al cultivo de cebada, variedades susceptibles, dependiendo del ataque de esta enfermedad, pueden perder hasta 90% de su capacidad de rendimiento. (Vaca, E. 2007)

La Roya de la hoja Este patógeno posee ureidas amarillo-anaranjadas, dispersas y generalmente se presentan en el haz de las hojas. Se desarrolla casi exclusivamente en vainas y hojas de la cebada. A medida que madura el cultivo se forman telias de color café oscuro en el tejido foliar e inicialmente permanecen cubiertas por la epidermis. (<http://www.botanical-online.com>)

2.12.2.2. Carbón desnudo (*Ustilaga gonuda*)

Ataca también a la cebada e incluso sus ataques son más intensos que en el trigo, sobre todo en algunas variedades. La infección tiene lugar cuando se están desarrollando los granos en la espiga. Las esporas del hongo, transportadas por el aire, caen sobre los granos en crecimiento, germinan y penetran en ellos. Estos conservan su apariencia externa completamente normal, pero al sembrarlos la nueva planta que de ellos se origina está completamente invadida por el hongo, apreciándose la invasión en las espigas, quedando reducidas al raquis, cubierto de polvo negro, que se disemina por el aire, propagándose así la enfermedad. (<http://www.botanical-online.com>)

2.12.2.3. Carbón vestido (*Ustilago hordei*)

Se comporta de un modo parecido al tizón del trigo, las espigas atacadas presentan un aspecto externo normal, pero tienen los granos llenos de polvo negro. Cuando

los granos infectados se siembran, las esporas que contienen penetran dentro de la plántula, invadiendo las zonas de crecimiento. (<http://www.infoagro.com>)

2.12.2.4. Tizón del nudo de la cebada (*Pyrenophora graminea*)

El micelio del patógeno es hialino o amarillo claro. Los conidióforos se forman normalmente en grupos de 2-6 tiene 120 micras de longitud y 10-12 micras de anchura. (<http://www.encyclopedianavarra.biz>)

2.12.2.5. Virus del enanismo amarillo de la cebada

Este virus está confinado al floema o tejido conductor de alimento de las plantas infectadas. Para la observación del virus es necesario el empleo de un microscopio electrónico. Tiene 25 nm de diámetro y forma icosaédrica, aunque a veces se ha descrito como esférico. El material genético de cada partícula es ARN monocatenario, que tiene un peso molecular aproximadamente de unos 2 millones de Daltons. El ARN está encapsulado en una capsula globular de proteínas de aproximadamente 25000 Dalton. El punto de inactivación térmica del BYDV se encuentra entre 65 y 70°C. (<http://www.botanical-online.com>)

2.13. RENDIMIENTO

Los rendimientos de la cebada varían de 3-4 tn/ha dependiendo esto de la zona en la que se establezca el cultivo. (INIAP. 2001)

2.14. CONSERVACIÓN DEL SUELO

El suelo es un recurso natural sumamente valioso para un país. Alguien lo ha calificado, con acierto, como el puente entre lo inanimado y lo vivo. El proceso de formación del suelo es lento. Sobre la roca, se forma a un ritmo de 1 cm cada 100 a 400 años, y se requieren 3000 a 12000 años para constituir tierra productiva.

(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 2009)

2.14.1. Buenas Prácticas de Manejo de Suelo

Es un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción y proteger el medio ambiente. Se pretende, con el manejo adecuado del suelo, mantener su fertilidad y estructura. Los suelos con elevada fertilidad proporcionan cultivos con altos rendimientos, buena cobertura vegetal, y como consecuencia, condiciones que permiten minimizar los efectos erosivos de la lluvia al caer, de la escorrentía y el viento. (Rodríguez, L. 1992)

Estos suelos presentan normalmente una estructura granular estable que no se deteriora por el cultivo, y elevada capacidad de infiltración. Por estas razones, la fertilidad puede verse como un aspecto clave en la conservación de suelos.

(Urbano, P. y Urbano, J. 2000)

El objetivo de un buen manejo de suelos es lograr una agricultura sostenible y rentable y en consecuencia dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores mediante la aplicación de los tres principios de la Agricultura de Conservación: 1) Una perturbación mínima del suelo; 2) Cobertura permanente del suelo; y 3) La rotación de cultivos. La AC ofrece un potencial enorme para toda clase de tamaño de fincas y sistemas agro-ecológicos. Sin embargo, su adopción es más necesaria para los pequeños productores. Esta combina una producción agrícola rentable con una protección del ambiente, y la sostenibilidad; y se ha mostrado capaz de funcionar en un amplio rango de zonas agro-ecológicas y sistemas de producción. Ha sido percibida por profesionales como una herramienta válida para el manejo sostenible de la tierra. (FAO. 2006)

La Agricultura de Conservación nos acerca a una experiencia de agricultura sustentable, entendiendo a ésta como la que optimiza el uso y conservación de los recursos del sistema de producción y mejora la economía de los agricultores.

- Favorece la infiltración del agua y la retención de la humedad
- Retiene por más tiempo la humedad del suelo en zonas de temporal o riego, promueve el uso eficiente del agua y genera ahorros en su consumo durante el riego.

- Mejora las propiedades químicas y biológicas del suelo.
- Aumenta el nivel de materia orgánica.
- Reduce la erosión.
- Disminuye la quema del rastrojo.

Al reducirse el uso de maquinaria agrícola, se ahorra combustible; hay menos emisiones de contaminantes y menor compactación del suelo, que se asocia al exceso de pases de maquinaria.

<http://www.agriculturadeconservacion.org/quienes-somos/beneficios>

2.15. DEFINICIÓN DE AGROFORESTERÍA

Es el cultivo deliberado de árboles en la misma unidad de tierra que los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal. Debe existir una interacción significativa entre los elementos arbóreos y no arbóreos del sistema, ya sea en términos ecológicos y/o económicos. Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando el principio de la sostenibilidad. (López, T. 2007)

La agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptables y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local. (Musálem, S. 2001)

Se trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos. (FAO. 2006)

Se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos,

obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas. (Ramírez, R. 2005)

La agroforestería también puede desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados, suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas; manteniendo la conexión del paisaje (y de tal modo, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen); haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque; reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios; potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes; y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas. (Vega, E. y Cuesta, A. 2009)

2.15.1. Objetivos de la Agroforestería:

- Diversificar la producción.
- Mejorar la agricultura migratoria.
- Aumentar los niveles de materia orgánica del suelo.
- Fijar el nitrógeno atmosférico.
- Reciclar los nutrientes.
- Modificar el microclima.
- Optimizar la productividad del sistema respetando el concepto de producción sostenible.
- Los tres principales componentes agroforestales, plantas leñosas perennes (árboles), cultivos agrícolas y animales (pastizales), definen las siguientes categorías, las cuales se basan en la naturaleza y la presencia de estos componentes:
 - Sistemas agro silvícolas: consisten en alternar árboles y cultivos de temporadas (anuales o perennes).
 - Sistemas Silvopastoriles: consisten en alternar árboles y pastizales para sostener la producción animal.
 - Sistemas agrosilvopastoriles: Consisten en alternar árboles, cultivos de temporada y pastizales para sostener la producción animal. (Romero, M. 2001)

2.15.2. Potencialidades de la Agroforestería

2.15.2.1. Ventajas

- Mejor utilización del espacio vertical y mayor aprovechamiento de la radiación solar entre los diferentes estratos vegetales del sistema.
- Microclima más moderado (atenuación de temperaturas extremas, sombra, menor evapotranspiración y viento)
- Mayor protección contra erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial).
- Mayor posibilidad de fijación de nitrógeno atmosférico mediante los árboles.
- Mantener la estructura y fertilidad del suelo: aportes de materia orgánica, mayor actividad biológica, reducción de la acidez, mayor extracción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo (principalmente en zonas secas).
- Ayudar a recuperar suelos degradados.
- Obtener productos adicionales: madera, frutos, leñas, hojarasca, forraje, etc.
- Se puede tener mayor producción y calidad de las cosechas en ambientes marginales.
- Proveer hábitat para mayor biodiversidad.
- Reducir la diseminación y daño por plagas y enfermedades.
- Reducir externalidades ecológicas. (FAO. 2009)

2.15.2.2. Desventajas

- Puede disminuir la producción de los cultivos principalmente cuando
- Se utilizan demasiados árboles (competencia) y/o especies incompatibles.
- Pérdida de nutrientes cuando la madera y otros productos forestales
- Son cosechados y exportados fuera de la parcela.
- Interceptación de parte de la lluvia, lo que reduce la cantidad de agua que llega al suelo.

- Daños mecánicos eventuales a los cultivos asociados cuando se cosechan o
- Se podan los árboles, o por caída de gotas de lluvia desde árboles altos.
- Los árboles pueden obstaculizar la cosecha mecánica de los cultivos.
- El microambiente puede favorecer algunas plagas y enfermedades. (FAO. 2006)

2.16. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

La AC, es un sistema de producción agrícola sostenible que comprende un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a las condiciones locales de cada región y a las exigencias del cultivo, cuyas técnicas de cultivo y de manejo de suelo evitan su erosión y degradación, mejoran su calidad y biodiversidad, contribuyen al buen uso de los recursos naturales agua y aire, sin menoscabar los niveles de producción de las explotaciones. (Romero, M. 2001)

El objetivo de la AC es lograr una agricultura sostenible y rentable y en consecuencia dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores mediante la aplicación de los tres principios: una perturbación mínima del suelo; cobertura permanente del suelo; y la rotación de cultivos. La AC ofrece un potencial enorme para toda clase de tamaño de fincas y sistemas agro-ecológicos. Sin embargo, su adopción es más necesaria para los pequeños productores. Sobre todo aquellos que sufren una escasez de ayuda de mano de obra.

La AC combina una producción agrícola rentable con una protección del ambiente, y la sostenibilidad; y se ha mostrado capaz de funcionar en un amplio rango de zonas agro-ecológicas y sistemas de producción. Ha sido percibida por profesionales como una herramienta válida para el manejo sostenible de la tierra. (Canovas, F. y Díaz, J. 1993)

2.17. ROTACIÓN DE CULTIVOS

Una rotación es la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos, sobre una área de terreno determinado. Esta práctica debe programarse tomando en cuenta

las condiciones ecológicas y socioeconómicas de cada región. (Tayupanta, J. y Cordova, J. 1999)

Rotación de cultivos es una técnica consistente en no cultivar los mismos cultivos en el mismo lugar. Consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo. Si se alternan los cultivos adecuadamente, se puede mantener el suelo constantemente ocupado, lo cual determina un crecimiento menor de las malas hierbas. (<http://www.botanical-online.com>)

2.18. TIPOS DE LABRANZA

2.18.1. Labranza reducida

Para obtener buenos resultados con la roturación del suelo y minimizar los problemas de erosión, se recomienda la labranza mínima o labranza de conservación. Esta labranza de conservación consiste en reducir drásticamente o eliminar la labranza máxima con el fin de conservar el agua y el suelo. (Romero, M. 2001)

2.18.2. Labranza cero

La labranza cero es una parte importante de la agricultura de conservación de suelos, ya que deja en la superficie los restos de cosecha del cultivo anterior y no se realiza movimientos importantes para el próximo cultivo salvo el hoyado para la siembra de nuevas semillas. En suelos con pendientes sobre el 30% se recomienda el uso de labranza reducida ya que de esta manera se evita que el suelo se pierda por la pendiente a las partes bajas. (Molina, C. y Jiménez, L. 1989)

2.18.3. Labranza mínima

Labranza mínima significa remover y aflojar la tierra sólo donde se va a sembrar, con una mejor conservación de la estructura, menor compactación del suelo, aumento de la fertilidad, y se ahorra trabajo, agua e insumos. Este tipo de labranza

ayuda a mantener el suelo en su sitio cuando las pendientes son grandes. (Oyarzún, P. *et, al.* 2002)

2.18.4. Labranza convencional

La Labranza convencional es una tecnología apropiada para suelos planos que ha sido incorporada de forma errónea para cultivos de ladera, en la que se realiza normalmente la remoción de suelos con la utilización de maquinaria agrícola. (Echeverría, R. 2004)

2.19. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Las prácticas de conservación de suelos es el uso racional de estos para mantener su capacidad productiva, incorporando prácticas de protección y mejoramiento, de tal forma que se controle la erosión y se aumente la productividad. Toda acción que contribuya a hacer que la velocidad de formación del suelo sea mayor que la velocidad del desgaste del mismo, es una medida de conservación. El agricultor debe aprender que labrar el suelo no es minarlo ni saquearlo, sino utilizarlo de tal manera que sus descendientes lo reciban en el mismo estado de fertilidad en que le fue encargado por sus antecesores. En lo posible, esta fertilidad debe incrementarse. (Oyarzún, P. *et, al.* 2002)

2.19.1. Prácticas culturales

Explica que forman parte de buen manejo del suelo e incluyen la rotación de los cultivos, los abonos verdes los cultivos verdes, los cultivos en contorno, el enriquecimiento de la micro-flora y micro-fauna, las cubiertas vegetales, las barreras vivas, entre otras. (Urbano, P. y Urbano, J. 2000)

2.19.2. Cobertura vegetal

Expresa que son plantas que cubren la superficie del suelo y llenan la capa superficial con raíces densas y profundas, que mantienen el suelo en su lugar y disminuyen la erosión. Los cultivos de cobertura, propician la recuperación del mismo. (Oyarzún, P. *et, al.* 2002)

2.19.3. Barreras vivas

El objetivo de dichas barreras es reducir la velocidad de agua que corre sobre la superficie del suelo y retener las partículas de sedimento que están siendo transportadas, disminuye también la velocidad del viento y protegen al suelo. Es necesario recalcar que deben utilizar plantas de crecimiento denso que en menor tiempo formen un obstáculo al libre deslizamiento del agua. (Delgado, J. *et, al.* 2012)

El distanciamiento que debe existir entre barreras está de acuerdo con el tipo de cultivo que disponga la finca, en el caso de estar explotando cultivos que no presten mayor cobertura al suelo como: cebada etc. Las barreras se establecerán con una separación menor que cuando se tenga en explotación cultivos densos o bosques. (Delgado, J. 2011)

Mientras mayor sea la altura alcanzada por la cortina, el área protegida de los vientos es mayor y por consiguiente el espaciamiento entre cortinas también se incrementa. Se ha demostrado que una cortina ofrece protección siete veces su altura viento arriba y veinte veces viento abajo. (Torres, C. 2002)

2.19.4. Prácticas mecánicas

Son las obras de pequeña ingeniería destinadas a canalizar aguas, amortiguar su violencia y contener las remociones en masa, de estas obras pueden mencionar: las zanjas de infiltración, las zanjas de drenaje, la terraza. Las prácticas mecánicas son más costosas que las culturales, pero son justificadas; de lo contrario, las pérdidas de suelo por arrastre serian de grandes proporciones. (Urbano, P. y Urbano, J. 2000)

2.19.5. Curvas de nivel

Es una práctica muy difundida que se utiliza en las siembras de cultivos, en el establecimiento de barreras vivas y en cultivos en fajas, entre otros. (Lascano, M. 2008)

2.19.6. Cultivos en contorno

Es una práctica sencilla para detener la erosión, pues cada surco forma un canal que disminuye la velocidad del escurrimiento superficial aumenta la infiltración y evita la formación de canalillos y cárcavas. Esta práctica es recomendable para terrenos con pendientes no mayores al 5%. En regiones con precipitaciones de 800 mm /año la textura arcillosa o pesada y que tienen un subsuelo impermeable es necesario modificar los surcos dándoles un desnivel de 0.01-0,03 % (1-3*mil) y desalojar los excedentes de agua a cauces naturales protegidos con vegetación u obras mecánicas previamente construidas para dicho fin (bordes de campo, caminos de agua, terraza de base anchas), de lo contrario los excesos de aguas captadas perjudican el desarrollo de los cultivos. (Torres, C. 2002)

2.19.7. Cultivos de fajas

Son fajas alternas y de anchura variable con cultivos de escarda y cultivos densos. Las fajas con cultivos densos disminuyen el impacto de la lluvia, aumenta la infiltración del agua y reduce el escurrimiento a las fajas siguientes en donde se ubican los cultivos de escarda. La utilización de fajas con cultivo se debe acompañar con un plan de rotación y una obra mecánica con el fin de obtener los mejores resultados en cuanto a control de la erosión. En la fajas con cultivo denso se debe incluir leguminosas en la rotación, que aportan materia orgánica y mejoren las condiciones físicas y químicas de los suelos (abonos verdes). (Ministerio del Ambiente del Ecuador. (MAE). 2007)

2.19.8. Sistema de cultivo

Sistema de Cultivo”, es la organización técnica de la explotación agrícola. El sistema de cultivo como “la elección que hace el hombre, de los procedimientos mediante los cuales explota la naturaleza”. Distingue tres tipos en función del grado de artificialización para restablecer la fertilidad: el primero corresponde a un sistema de recolección (la naturaleza actúa sola), el segundo a un sistema de barbecho (uno o varios años de cultivo seguidos por un período sin cultivo) y el

tercer sistema de cultivo continuo. La referencia que hace del mantenimiento de la fertilidad incumbe realmente al agrónomo. (Tayupanta, J. y Cordova, J. 1999)

2.19.9. Sistemas de producción

En forma general, se entiende por sistema a un arreglo de componentes físicos relacionados entre sí, de tal manera que forma y actúa como una unidad o un todo. En esta definición, las palabras arreglo y actúan, definen dos características principales de cualquier sistema: la estructura y la función. Así, todo sistema presenta una estructura que está relacionada con el arreglo de los componentes que lo forman, y tienen una función, relacionada con la forma que actúa el sistema. Los componentes físicos son los elementos básicos del sistema y las relaciones entre ellos determinan la estructura y función del sistema. Un sistema de producción agropecuaria, se define como el conglomerado de sistemas de fincas individuales, que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones familiares similares; y para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares. (Barrera, V. 2004)

2.19.10. Sistemas de producción agropecuaria

La caracterización de los principales sistemas de producción agropecuaria provee un marco en el cual se pueden definir tanto estrategias de desarrollo agrícola como intervenciones apropiadas. La decisión de adoptar estos amplios sistemas de producción inevitablemente genera un grado considerable de heterogeneidad al interior de un sistema en particular. Por lo tanto, se han identificado y cartografiado únicamente los principales sistemas de producción agropecuaria a fin de estimar la magnitud de su población y base de recursos. (Vásquez, E. 2006)

2.19.11. Clasificación de los sistemas de producción agropecuaria de las Regiones en desarrollo

La base de recursos naturales disponible y la altitud es un factor determinante incluyendo gradiente; área predial, tenencia de la tierra y organización. El patrón predominante de actividades agrícolas y formas de subsistencia de los hogares

agropecuarios, incluyendo cultivos, ganadería, forestaría, caza y recolección, procesamiento y actividades extra-prediales; y tomando en cuenta las principales tecnologías empleadas, que determinan la intensidad de la producción e integración de los cultivos, ganadería y otras actividades. (FAO. 2006)

El reconocimiento de los elementos de un sistema, debe ser el paso inicial para la conceptualización como tal:

- **Componentes**

Son los elementos básicos y están referidos al tipo y al número de componentes existentes en el sistema.

- **Interacción entre componentes**

Es la relación o grado de dependencia que existe entre los componentes.

- **Entradas y salidas**

Son los flujos que ingresan y egresan del sistema y se relaciona con la función del mismo.

- **Límites**

Este es uno de los elementos más difíciles de identificar, se relaciona con el tipo de interacción entre componentes y el nivel de control sobre entradas y salidas. Es decir, cuando un flujo sale de un componente y entra en un conjunto de componentes.

- **Estructura y función**

La estructura señala el número, tipo e interacción entre componentes. Es decir, la cantidad básica que interactúa. La función de un sistema es el proceso de recibir entradas y producir salidas. (Vega, E. y Cuesta A. 2009)

2.20. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS QUE INFLUYEN EN LA AGRICULTURA

2.20.1. Análisis del índice de capitales

El enfoque de Capitales de la Comunidad, se fundamenta en tres corolarios fundamentales: el primero, que todas las comunidades sean rurales, aisladas o pobres disponen de recursos y que cuando esos recursos o activos se invierten para crear nuevos recursos, allí toman la categoría de capitales; el segundo, que para generar bienestar en las familias se requiere que exista un balance entre los capitales disponibles y que este balance se alcanza; y el tercer corolario, cuando se consideran a todos los capitales con el mismo grado de importancia para la generación de bienestar. Además, mencionan que entre los capitales pueden generarse interacciones positivas y negativas que pueden contribuir o perjudicar el bienestar de las familias productoras. (Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). 2002)

A continuación se establece una breve definición de cada uno de los capitales disponibles por las comunidades, que son el fundamento para el diseño de las variables y los indicadores en el contexto de los proyectos de I+D+i para el desarrollo.

2.20.1.1. Capital cultural

Constituido por los valores, el reconocimiento y celebración del patrimonio cultural. De acuerdo al capital cultural comprende las diferentes expresiones de identidad reflejada en la vestimenta, libros, máquinas, arte, y los esfuerzos por mantener el lenguaje y costumbres ancestrales (de alimentación, producción, cuidado del ambiente, etc.). Este capital es el resultado de las interacciones de los seres humanos con su entorno explicando así las maneras “de conocer” y “de ser” y su manera especial de ver el mundo y definir qué tiene valor y sobre todo qué se puede cambiar. El capital cultural se puede interpretar como el filtro, a través del cual, la gente vive sus vidas, los rituales diarios o estacionales que se observan y la manera de cómo se mira el mundo alrededor. Es utilizado por las élites para

estrechar los lazos de clase y se consolida estratégicamente desde la niñez para formar una visión de escala social. (Barozet, E. 2002)

2.20.1.2. Capital financiero

Hace referencia a los recursos financieros que las poblaciones utilizan para lograr sus objetivos en materia de medios de vida. El capital financiero consiste en el dinero que se utiliza para la inversión antes que para el consumo. La inversión significa que los recursos son utilizados para la compra o como un instrumento financiero para crear valor adicional, menciona que se trata de la disponibilidad de dinero en metálico o equivalentes que permite a los pueblos adoptar diferentes estrategias en materia de medios de vida. El capital financiero es importante para las comunidades y los individuos porque puede ser transformado en capital físico como fábricas, escuelas, caminos, restauración de hábitats, centros comunitarios o similares, que contribuyen a construir otros capitales para las comunidades mencionan que otras fuentes de capital financiero son la carga de impuestos, deudas pendientes al estado, donaciones filantrópicas, contribuciones, contratos, exenciones regulatorias, inversiones y préstamos, entre otras. (Pierre, M. 2010)

2.20.1.3. Capital físico

Diversos autores se refieren al capital físico, como la infraestructura básica que facilita las actividades productivas, reproductivas y sociales de la comunidad incluyendo entre otros caminos, servicios básicos -agua, electricidad y gas; manejo de desechos, escuelas, iglesias, hospitales, edificios públicos y comerciales, señala al capital físico como los bienes de producción necesarios para respaldar a los medios de vida. Las infraestructuras consisten en los cambios en el entorno físico que contribuyen a que las poblaciones cubran sus necesidades básicas y sean más productivas y generalmente son parte de los bienes públicos. Los bienes de producción incluyen las herramientas y equipos que utilizan las poblaciones para funcionar de forma más productiva y en su mayoría son parte de los bienes privados. Numerosas evaluaciones participativas de la pobreza han llegado a la conclusión de que la falta de ciertos tipos de infraestructuras representa una dimensión básica de la pobreza. (Luna, H. 2003)

2.20.1.4. Capital humano

Para el capital humano representa las aptitudes, conocimientos, capacidades laborales y buena salud, que en conjunto permiten a las poblaciones entablar distintas estrategias y alcanzar sus objetivos en materia de medios de vida. A nivel de los hogares rurales, el capital humano es un factor que determina la cantidad y calidad de la mano de obra disponible. Esto varía de acuerdo con el tamaño de la unidad familiar, con los niveles de formación, con el potencial de liderazgo, con el estatus sanitario, etc. El capital humano aparece en el marco genérico como un activo que influye en los medios de vida, es decir, como un bloque de construcción o medio de obtener logros en materia de medios de vida, su acumulación puede representar también un fin por sí mismo definen al capital humano como las características de cada individuo que resultan de las interacciones entre elementos biológicos, genéticos y sociales-relaciones. (Vásquez, E. 2006)

2.20.1.5. Capital natural

El capital natural es el término utilizado para referirse a las partidas de todos los recursos naturales y dentro de ellos la biodiversidad. El capital natural es la base de la que se derivan los flujos de recursos y servicios eco sistémicos -los ciclos de nutrientes, protección de la erosión, fuentes de agua, etc.- útiles en materia de medios de vida. Comprende una amplia variedad de recursos desde bienes públicos intangibles, como el aire -su calidad- y la biodiversidad, hasta activos divisibles utilizados directamente en la producción -árboles, tierras, etc. Gran parte de los choques que afectan los medios de vida de los menos favorecidos son por sí mismos procesos naturales que destruyen el capital natural fuegos que destruyen bosques, inundaciones y terremotos que destruyen tierras aradas- y su temporalidad se debe en gran medida a cambios producidos en el tiempo que afectan su valor y la productividad del capital natural. Por otra parte, se refieren a que el capital natural son todos los recursos naturales del entorno que son esenciales para el funcionamiento del ecosistema y para el bienestar de la gente,

entre los que se tiene a la calidad del aire, tierra y del agua, suelos, biodiversidad, paisaje, etc. (Carpintero, O. 2005)

2.20.1.6. Capital político

El capital político refleja la habilidad de lidiar con la coerción y la aplicación de leyes u ordenanzas gobernabilidad-, la habilidad de participar, tener voz e influir sobre las decisiones y acciones que en el proceso de modernización transformarán los demás capitales. Además se afirma que el capital político está constituido por la presencia responsable y participativa de las organizaciones o instituciones relacionadas con el manejo de los recursos, una buena organización de las bases, conexiones entre las bases y otras organizaciones e instituciones a varios niveles, habilidad del gobierno para atraer recursos para la comunidad, etc. El capital político es la capacidad de un grupo de influenciar la distribución de recursos dentro de una unidad social, incluyendo los sistemas de ayuda, la agenda para que estos recursos estén disponibles y quién es elegible para recibirlos.

(<http://www.statuspuebla.com>)

2.20.1.7. Capital social

El capital social se refiere a las interacciones, conexiones y relaciones que unen a los individuos y las comunidades. El capital social comprende las relaciones de confianza mutua, normas de reciprocidad, estructura de redes, afiliación a grupos organizados, cooperación, visión y metas comunes, liderazgo, aceptación de visiones alternativas y una representación diversa. De acuerdo a, el capital social es un atributo o componente de una sociedad, la confianza entre sus miembros, las normas de reciprocidad y sus redes de participación colectiva y compromiso común, que puede aumentar su eficiencia al facilitar acciones comunes y coordinadas y aportar a disminuir los costos de transacción. Otra definición más breve sostiene que el capital social se refiere a las normas y las redes sociales que facilitan la acción colectiva que busca el beneficio común. (Durston, J. 2000)

Desde el punto de vista del desarrollo local, existen algunos elementos del capital social que contribuyen a sostenerlo, la existencia de vínculos y solidaridad dentro de la comunidad, los liderazgos ecuanímenes y confiables, el desarrollo de vínculos horizontales con otras comunidades que permite un mutuo aprendizaje y los contactos. (Putman, R. 1993)

2.21. LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

El termino degradación aplicado a los suelos se viene utilizando desde tiempos atrás para designar en forma genérico el efecto a que da origen. Cualquier proceso o agente natural o artificial, capaz de causar el deterioro parcial o total de la capacidad de los suelos para producir cultivos de calidad, movilizar el agua a través de sus horizontes y todo lo que afecta negativamente cualquiera de las propiedades físicas químicas y biológicas. (<http://www.ecoport.com.a>)

Según la naturaleza de los procesos se diferencian tres tipos de degradación:

2.21.1. Degradación física

Por su importancia en el país, se incluyen la erosión hídrica y eólica, y el deterioro de la estructura, con fenómenos tales como sellado, encostrado la formación de pisos de arado. (<http://www.sostenibilidad.hcenergia.com>)

2.21.2. Degradación química

Se incluye la pérdida de nutrientes o de fertilidad, acidificación y alcalinización, salinización y contaminación por uso indiscriminado de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes. (Farall, M. 2000)

2.21.3. Degradación biológica

Se considera la pérdida de materia orgánica y la alteración de la flora y fauna del suelo (micro-flora y lombrices, etc.). (Semarna, T. 2000)

2.22. PRINCIPALES FACTORES DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

2.22.1. Salinización del suelo

La concentración de los sales confiere al suelo unas propiedades muy particulares con efectos muy nocivos para los cultivos. Se puede deber a causas naturales o ser el resultado de acciones antrópicas. La mayor parte de las tierras dedicadas a los cultivos bajo condiciones de regadío han sido y están siendo afectadas por el proceso de salinización inevitable de estas tierras. (<http://www.estrucplan.com>)

Consideran que la recuperación de los suelos que sufren el efecto de la salinización es un proceso extremadamente costoso y que muchas veces no pueden ser enfrentados por los productores con éxito. En este sentido recomienda que se deban tomar todas las medidas para evitar este tipo de degradación de los suelos. (Ortiz, R. 2008)

2.22.2. La acidificación

Es el aumento de la concentración de iones H^+ en el suelo. Se produce por múltiples causas, tanto naturales (lavado de cationes por el agua de lluvia, descomposición microbiana de la materia orgánica del suelo), como inducidas por las prácticas agrícolas (abonos acidificantes) o la contaminación exterior (lluvia ácida). (<http://www.sostenibilidad.hcenergia.com>)

De forma general se pueden enumerar cuatro procesos que contribuyen a la acidificación del suelo.

- Procesos naturales, tales como disociación de ácidos orgánicos y carbónicos junto con la lixiviación de bases por efecto del agua lluvia.
- Uso indebido de fertilizantes nitrogenadas.
- Reforestación con coníferas.
- Deposición atmosférica de contaminantes, principalmente procesos de la generación de energía, la industria y transporte.

La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones en los suelos los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio, o sea hay dos tipos de acidez, activa o real (en solución) y de cambio o de reserva (para los adsorbidos). Ambas están en equilibrio dinámico. Si se eliminan H⁺ de la solución se liberan otros tantos H⁺ adsorbidos. Como consecuencia el suelo muestra una fuerte resistencia a cualquier modificación de su pH, está fuertemente tamponado. (<http://www.miliarium.com>)

2.22.3. Compactación

La compactación del suelo se produce por el paso de personas, animales y vehículos en forma repetida por el mismo lugar. Esto provoca la desaparición de los espacios existentes entre las partículas del suelo, lo cual disminuye la cantidad de oxígeno presente y, por ello, la micro-flora y micro-fauna. (Ortíz, R. 2008)

2.22.4. El exceso de la población

Cada terreno tiene una capacidad de producción máxima estable, el cual se alcanza al aplicar o a los mejores sistemas agrícolas conocidos. Ella no puede sobrepasarse sin el riesgo de afectar la reserva del suelo y disminuir su fertilidad. Esa capacidad de producción varía no sólo con los de terrenos, sino también con el grado de avance tecnológico de la sociedad. Cuando un número excesivo de personas tiene que extraer su sustento de cada hectárea de terreno, se ejerce gran presión de uso que da origen a prácticas y sistemas inconvenientes. Se destruyen entonces los bosques para sembrar cosechar alimenticias y se ponen bajo cultivo laderas con pendientes excesivas, se subdividen las propiedades y se valorizan las tierras por razón de su gran demanda. (Farall, M. 2000)

2.22.5. Tamaño de la finca

Una finca demasiado pequeño ofrece escasas alternativas de usos. La combinación agricultura-ganadería, en la cual se dedica anualmente una proporción considerable de los terrenos a la producción de forrajes que protegen el suelo, es generalmente poco remunerativa en ella; los bosques tampoco dentro de sus

posibilidades. Para compensar el escaso ingreso total, el agricultor se ve obligado a explotar intensamente el suelo, sometiéndolo a los mayores excesos y exponiéndole los mayores riesgos. (Mejía, T. y Hudur, J. 2003)

2.22.6. El nivel de conocimiento

La ignorancia de las personas, factor preponderante de erosión, en muchos casos son los agricultores principalmente quienes de ella adolecen y no se dan cuenta ni de los daños que la erosión les está causando ni mucho menos de los sistemas de defenderse de esos daños. En muchos países la falta de grupos profesionales, con clara conciencia de los peligros de la erosión y los caminos que pueden tomarse para combatirla, es el factor más sobresaliente para el mantenimiento de las más inconvenientes situaciones, como resultado falta la dirección y las guías necesarias para iniciar estudios que aclaran las condiciones y las modalidades típicas del problema erosivo en cada zona y para emprender acciones adecuadas de ayuda y asesoría de los agricultores. (Mejía, T. y Hudur, J. 2003)

2.22.7. La erosión

La erosión es un proceso continuo al que obedece la forma cambiante de la tierra este proceso es causado por el agua, los vientos, los cambios de temperatura y la actividad biológica. La erosión significa el desgaste de la superficie terrestre por acción de las fuerzas del agua y el viento. Se puede distinguir dos tipos de erosión: la erosión geológica y la erosión acelerada, cada una de ellas representa un tipo distinto de remoción del suelo. La erosión por lo tanto, se produce cuando se practica un mal manejo de los recursos naturales que no toman en cuenta la facilidad con que el suelo puede ser arrastrado por el agua o barrido por el viento. (Armas, L. 1996)

La erosión, al desprender el suelo de su lugar de origen, transportarlo y depositarlo en otro sitio, elimina progresivamente la capa superficial, que contiene una alta proporción de minerales, materia orgánica, elementos nutritivos y agua, necesarios para el crecimiento de la planta. (Tayupanta, J. y Córdova, J. 1999)

2.22.7.1. Tipos de erosión

- **Erosión hídrica**

La erosión es la pérdida de suelo. Cuando las gotas de lluvia impactan en el suelo, disgregan partículas de éste. La magnitud con que esto ocurre depende del tamaño y la velocidad de las gotas de lluvia. Las partículas del suelo disgregadas son arrastradas después por escurrimiento superficial. Algunas de ellas se depositan en huecos del suelo, rellenando la superficie. La erosión se produce cuando la intensidad de las precipitaciones supera la capacidad de infiltración del suelo. (<http://www.soco.jrc.ec.europa.eu>)

- **Erosión eólica**

El viento es otro de los agentes de la erosión, el suelo desprovisto de la cortina protectora que forman los árboles, es víctima de la acción del viento que pule, tala y arrastra las partículas del suelo y de roca. (Vaca, E. 2007)

- **Erosión biológica**

Se lleva a cabo principalmente por acción de las raíces de las plantas, vegetales superiores, microorganismos, determinadas especies de mamíferos, artrópodos, gusanos, remueven el suelo incrementando la aireación y oxidación, acelera así el proceso de conversión de la roca a suelo erosionable. Los organismos vivos debido al continuo pisoteo de las rocas o el suelo y al comer parcial o totalmente la vegetación que le protege, lo disgregan y hacen que sea más fácilmente transportado por el agua o el viento. (<http://www.miliarium.com>)

2.22.8. El hombre como agente erosivo

El hombre condiciona la erosión del suelo, ya que extrae de éste sus medios de subsistencia. La humanidad, en constante crecimiento, ha acentuado su presión sobre los terrenos, transformándolos progresivamente. Prácticas culturales inadecuadas han conducido en muchas regiones a desgastes y procesos de erosión.

Tres acciones nefastas deben tenerse en cuenta: la destrucción de los bosques, el abuso de los pastizales y las malas prácticas agrícolas.

(<http://www.rincondelvago.com>)

2.23. PROPIEDADES DE SUELO

El suelo es un sistema dinámico conformado por cuatro componentes básicos, materia mineral, materia orgánica (que incluye materia orgánica en diferentes grados de descomposición y microorganismos), agua y gases en proporciones tales que permitan el desarrollo de las plantas superiores. Los suelos difieren entre sí por sus propiedades físicas, químicas y biológicas. (Plaster, E. 2000)

2.23.1. Las propiedades físicas

Más importantes son su textura, densidad aparente y estructura. Las propiedades físicas del suelo definen la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua y contribuyen a definir la capacidad de uso. (Rodríguez, L. 1992)

2.23.2. Las propiedades químicas

Más importantes son la capacidad de intercambio catiónico, el grado de acidez o alcalinidad y la concentración de sales en el perfil. Las propiedades químicas de los suelos están, sobre todo, asociadas con su capacidad de uso con fines agrícolas. (Zapata, H. 2004)

2.23.3. Las propiedades biológicas

Están asociadas a la presencia de materia orgánica y de formas de vida animal, tales como microorganismos, lombrices e insectos. Contribuyen a definir su capacidad de uso y su erodabilidad. Los cambios en estas propiedades generados por cualquier intervención del proyecto pueden ocasionar impactos negativos in situ o aguas abajo del sitio de intervención. Así por ejemplo, el uso intensivo de maquinaria agrícola puede conducir a la pérdida de estructura de los suelos (por compactación) y, consecuentemente, a la reducción de su capacidad de

infiltración. Esto, a su vez, puede contribuir a incrementar la escorrentía superficial y originar procesos erosivos lineales (cárcavas, zanjas o fosos).

(Mejía, T. y Hudur, J. 2003)

2.23.4. Características biológicas del suelo

2.23.4.1. Contenido de materia orgánica en el suelo

Manifiesta que la materia orgánica representa del 95 al 99% del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contadas las excepciones en las que supera el 2%, el nivel deseable de materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2%, pudiendo descender a 1,65% en suelos pesados y llegar a un 2,5% en los arenosos. (Semarna, T. 2000)

2.23.4.2. Fauna biológica del suelo

Señala que la existencia, en los suelos agrícolas, de macro y microorganismos vivos que cumplen, como función principal, descomponer la materia orgánica y convertirla en humus, el cual se combina con la parte mineral del suelo y forma los compuestos órgano- minerales, de alta actividad química y físico-química. Los organismos vivos del suelo necesitan de aire, agua y calor, los cuales son proporcionados, en dependencia de las propiedades físicas del suelo.

(<http://www.proferfol.com>)

Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los virus, bacterias, hongos, algas, ácaros, lombrices, nematodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores. La importancia relativa de cada uno de ellos depende de las propiedades del suelo. El mismo autor acota que las bacterias son organismos procariotas unicelulares; la mayor parte de ellas presenta forma esférica cocos o de bastón bacilos y son importantes debido a que algunas realizan funciones específicas como la oxidación del amoníaco a nitratos, mientras que otras intervienen en el proceso general de descomposición de materiales orgánicos. Indica que las propiedades biológicas del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la micro

fauna del suelo, como hongos, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, además que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que permite un balance entre poblaciones dañinas y benéficas que disminuyen los ataques de plagas a las plantas. (Semarna, T. 2000)

2.24. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS

2.24.1. Textura

La textura de un suelo esta expresada por la distribución del tamaño de las partículas sólidas que comprenden el suelo. En otras palabras por la composición granulométricas del suelo, previa dispersión de sus agregados. La textura se define como la proporción relativa de las partículas minerales, arena, limo y arcilla. La textura del suelo juega un papel muy importante en el riego, drenaje, crecimiento de los cultivos, forma y tamaño de los poros, capacidad de almacenamiento y movimiento del agua, lámina, frecuencia y tiempo de riego, así como también en la capacidad de almacenamiento de nutrientes.

(<http://www.robertexto.com>)

2.24.2. Estructura

Define el estado de agregación de las partículas componentes minerales u orgánicas. Depende de la disposición de sus partículas y de la adhesión de las partículas menores para formar otras mayores o agregados. Es la agrupación de las partículas minerales arena, limo y arcilla en agregados secundarios. Los agregados se forman por la acción cementante de la materia orgánica, atracción electrostática entre cationes-arcillas, presión ejercida por las raíces y por la expansión–contracción de las arcillas. La estabilidad de los agregados depende de la textura, del contenido de la materia orgánica, de la labranza agrícola, de la actividad biológica de las raíces, insectos y microorganismos, del grado del desarrollo y de su ubicación topográfica.

(<http://www.manualdelombricultura.com>)

2.24.3. Densidad

La densidad se refiere al peso por volumen del suelo, y está en relación a la porosidad. Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo. (Figueroa, C. y Jiménez, D. 1985)

2.24.4. Porosidad del suelo

La porosidad es aquella parte del volumen total del suelo ocupada por las fases gaseosa líquida. La proporción relativa oxígeno-agua depende de las variaciones del contenido de humedad que se producen en este volumen. El tamaño de poros disminuye a medida que el contenido de humedad del suelo disminuye, los macro poros se drenan rápidamente con la aplicación de tensiones muy bajas, los meso poros con tensiones medias y los micros poros con tensiones altas, esto significa que, el agua es retenida más fuertemente por las partículas del suelo cuando la humedad disminuye. Representa el porcentaje total de huecos que hay entre el material sólido de un suelo. Es un parámetro importante porque de él depende el comportamiento del suelo frente a las fases líquida y gaseosa, y por tanto vital para la actividad biológica que pueda soportar. (Ortiz, R. 2008)

2.24.5. Características químicas de los suelos

La degradación del suelo o de las tierras es un proceso inducido antrópico que afecta negativamente la biofísica del suelo para soportar vida en un ecosistema, incluyendo aceptar, almacenar y reciclar agua, materia orgánica y nutrientes. Ocurre cuando el suelo pierde importantes propiedades como consecuencia de una inadecuada utilización. Las amenazas naturales son excluidas habitualmente como causas de la degradación del suelo; sin embargo las actividades humanas pueden afectar indirectamente a fenómenos como inundaciones o incendios forestales. (Zapata, H. 2004)

2.24.5.1. El pH del suelo

Se trata de una medida de la acidez o alcalinidad de la solución. El pH, es extremadamente importante para las plantas porque afecta directamente la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento eficiente de las plantas. Los suelos que son muy ácidos o demasiado alcalinos no favorecen la solución de compuestos, y, por lo tanto, restringen la presencia de iones de nutrientes esenciales para las plantas. El pH del suelo es el resultado de muchos factores, entre otros, material parental del suelo, materia orgánica, crecimientos vegetativos y nutrientes añadidos. (<http://www.infoagro.com>)

2.24.5.2. Salinidad

Indica que la salinidad es la consecuencia de la presencia de sales en el suelo. Por sus propias características se encuentran tanto en la fase sólida como en la fase líquida por lo que tiene una extraordinaria movilidad. (Ortíz, R. 2008)

2.24.5.3. Acidez

Mantiene que la acidez presente en el suelo corresponde a la concentración de iones hidrogeno en disolución, extraída de la mezcla de suelo y agua o del suelo y una disolución extractora. La acidez en el suelo reduce el crecimiento de las plantas, ocasiona disminución de la disponibilidad de algunos nutrimentos como Ca, Mg, K y P, favorece la solubilización de elementos tóxicos para las plantas como el Al y Mn. Aunque la acidificación es un proceso natural, la agricultura y otras actividades humanas aceleran este proceso. Debido al aumento de áreas acidificadas en el mundo y a la necesidad de producir más alimentos, es fundamental entender la química que explica el proceso de acidificación de los suelos. De esta forma se podrán desarrollar prácticas para recuperarlos o no acidificarlos. (Bernier, R. 2000)

2.24.5.4. Capacidad de Intercambio de Cationes

Manifiesta que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, merced a su contenido en arcillas. Éstas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. También puede ser definida como las cargas negativas por unidad de cantidad de coloide que es neutralizada por cationes de intercambio. Esta capacidad aumenta notablemente con la presencia de materia orgánica, y podría decirse que es la base de lo que llamamos fertilidad del suelo. (Zapata, H. 2004)

2.24.5.5. Contenido de nutrientes

Refiere que entre las deficiencias del suelo que afectan a la productividad, la falta de nutrientes es especialmente problemática. Los nutrientes más necesarios para un correcto crecimiento de las plantas son el nitrógeno, el potasio, el fósforo, el hierro, el calcio, el azufre y el magnesio, todos los cuales están presentes en la mayoría de los suelos en cantidades variables. Además, la mayor parte de las plantas requiere diminutas cantidades de micro elementos presentes en el suelo en cantidades muy pequeñas, entre los que se encuentran el manganeso, el zinc, el cobre y el boro. (Semarna, T. 2000)

2.24.5.6. Solución del suelo

Manifiesta que la solución del suelo es la fase hídrica o líquida del suelo en la cual se encuentran disueltos los elementos nutritivos a disposición de los cultivos. La solución del suelo es muy compleja y tiene importancia primordial al ser el medio por el que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas. (Urbano, P. y Urbano, J. 2000)

2.24.5.7. Relación Carbono Nitrógeno

La Relación Carbono (C): Nitrógeno (N), debe ser equilibrada (25-30: 1). Con dicha relación C/N se logra que los nutrientes estén disponibles para la planta en el menor tiempo con las menores pérdidas de nitrógeno. Con los desechos de la

plantación y cosecha nombrados anteriormente, lo que tenemos es un aporte muy alto de Carbono, es decir una relación C/N desequilibrada. (Lascano, M. 2008)

Cuando la relación C/N es muy elevada, como en este caso, disminuye la actividad biológica y el proceso de mineralización demora mucho tiempo, y lo inverso, relación C/N baja, predispone a las pérdidas de N (Amonio). Siendo este un proceso aeróbico actúan en él una amplia gama de microorganismos. Es de suma importancia considerar el efecto de la Inmovilización Microbiana del Nitrógeno, ya que para descomponer en el suelo restos de cosecha por lo general ricos en Carbono (relación C/N mayor) es necesario que los microorganismos tomen nitrógeno del suelo, compitiendo con las plantas por este elemento. Lo ideal es fomentar procesos de descomposición o bio-transformación bien manejados a nivel de campo, al lado de la planta de ser posible y obtener así Materia Orgánica Funcional (MOF). (Iglesias, R. y Taha, E. 2010)

2.25. METODOLOGÍAS APLICADAS PARA ANÁLISIS DEL SUELO

2.25.1. Tipos de análisis de suelo

En el laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos, Plantas y Aguas (D. M. S. A.) de la Estación Experimental Santa Catalina (E. E. S. C.) se realiza 4 tipos de análisis químicos y físicos de suelos.

Estos son:

2.25.2. Análisis Elemental

Este tipo de análisis proporciona información sobre N, P, K, Ca, Mg, según el pH (Al + H) y conductividad eléctrica (C. E.). (Mejía, *et. al.* 2000)

2.25.3. Análisis Completo

Este tipo de análisis proporciona información sobre materia la orgánica del suelo (M. O. S.), capacidad de intercambio catiónico efectiva (C. I. C. E.), relaciones Ca/Mg, Mg/K, Ca + Mg/K, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Mn, Fe, y según el pH (Al + H, C E y Na). Este análisis se recomienda realizar cuando se

requiere tener un conocimiento más detallado de un suelo. (Vélez, M. y Vélez, J. 2002)

2.25.4. Análisis de Salinidad

Este tipo de análisis proporciona información sobre pH, C, E., K, Ca, Mg, Na, HCO₃, SO₄²⁻, Cl⁻, R. A. S. Se recomienda realizar este análisis cuando se sospecha que el suelo tiene problemas de salinidad. (Volke, *et, al.* 2005)

2.25.5. Análisis Especiales.

Este tipo de análisis proporciona información sobre textura, curva de retención de humedad, densidad aparente, porcentaje de humedad, compactación, capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), por elemento, Nitrógeno total y Materia Orgánica (M.O.S.). Este análisis se recomienda hacer cuando se necesita analizar las características físicas y el contenido de ciertos elementos de un suelo.

(Sumner, M. 1998)

2.25.6. Determinaciones físicas y químicas

Las determinaciones físicas y químicas que realiza el laboratorio del INIAP de la Estación Experimental Santa Catalina son las siguientes:

2.25.6.1. Determinación física

➤ Determinación de la textura: Método Densimétrico (Bouyoucus)

• Objetivo

Consiste en la determinación de los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en la fracción mineral del suelo. Estos porcentajes se obtienen mediante la separación de las partículas en grados clasificados de acuerdo a su diámetro.

- Arena (a):** Se consideran arena, las partículas comprendidas entre 2.00 y 0.05 mm de diámetro.

- **Limo (L):** Se consideran limos, las partículas comprendidas entre 0.05 y 0.002 mm de diámetro.
- **Arcilla (A):** Se consideran arcillas, las partículas con diámetros menores que 0.002 mm de diámetro.

Con los porcentajes de arena, limo y arcilla, se va al triángulo de texturas y se determina la clasificación textural para cada suelo. (Guevara, M. 2000)

- **Principio**

Análisis granulométrico por densimetría con hidrómetro de Bouyoucos. En la suspensión de suelo colocada en una probeta de sedimentación, la densidad a una profundidad determinada va disminuyendo a medida que se sedimentan las partículas, como éstas sedimentan a velocidades proporcionales a su tamaño, seleccionando los tiempos, una lectura de la densidad puede servir de medida del contenido limo más arcilla o de arcilla. (Álvarez, C. y Veloz, C. 2005)

- **Extractante**

Hidróxido de Sodio 0.1 N.

2.25.6.2. Determinaciones químicas

- **Determinación del pH: método potenciométrico**

- **Objetivo**

El término de pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógenos expresados en moles por litro. Los métodos electrométricos usualmente miden la actividad iónica por lo que el pH puede definirse más apropiadamente como el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógenos expresada en mol/dm (1, 10). La determinación del pH sirve de pauta para interpretar algunas características de los suelos relacionadas especialmente con sus propiedades ácidas o alcalinas y el funcionamiento general en cuanto a la utilización y solubilidad de los nutrientes del suelo. (Tiehm, A. y Schulze, S. 2003)

- **Principio**

El pH se determina midiendo con un potenciómetro la fuerza electromotriz de un par de electrodos, que incluyen un electrodo de vidrio sensible a pH. La sensibilidad se la confiere al electrodo una membrana delgada de vidrio especial que desarrolla un potencial eléctrico en respuesta a un cambio de concentración de H^+ .

El electrodo de referencia de calomel se usa para completar el circuito eléctrico y registra una diferencia de voltaje fija entre el electrodo y la solución independiente del pH. La diferencia del voltaje entre los dos electrodos se mide por un voltímetro que se ha calibrado para leer directamente en unidades de pH siempre que se ajuste inicialmente con una solución tampón de pH conocido. La dilución utilizada es (1:2.5) el líquido puede ser agua (pH- H_2O); KCl 1M (pH-KCl) o $CaCl_2$ 0.01 M (pH- $CaCl_2$). (Zapata, H. 2004)

- **Extractante**

Agua.

- **Determinación de la Acidez Intercambiable ($Al^{+3} + H^+$)**

- **Método Volumétrico**

- **Objetivo**

En suelos minerales la hidrólisis del aluminio intercambiable es la fuente principal de iones hidrógeno, por lo que el grado de acidez del suelo está íntimamente relacionado con el aluminio intercambiable presente en el complejo coloidal. La determinación de la acidez intercambiable es necesario realizarla cuando el valor de pH es inferior ó igual a 5.5.

- **Principio**

Extracción de la acidez intercambiable con solución salina de KCl 1 N no tamponada, se forma $AlCl_3$ que hidroliza parcialmente al ácido correspondiente,

titulando la solución ácida resultante con Na OH 0.01 N. La cantidad de base utilizada en la titulación es equivalente a la concentración de acidez intercambiable del suelo. (Bertsch, F. 2008.)

- **Extractante**

Cloruro de Potasio 1 N.

- **Determinación de la Conductividad Eléctrica (C. E.)**

- **Método Conductimétrico**

- **Objetivo**

Determinar el contenido de sales solubles presentes en el suelo, cuyo resultado es muy importante para proyectos de riego y sobre todo para establecer la factibilidad de utilización del mismo en la agricultura, u otros usos.

- **Principio**

La medición se basa en el principio de que las sales disueltas conducen la corriente eléctrica en proporción a la concentración de las sales o constituyentes ionizados. El agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica en proporción a la concentración de las sales o constituyentes ionizados. De allí que se aproveche esta propiedad para medir la conductividad eléctrica de un extracto acuoso de suelo mediante un aparato de Wheatstone o puente salino de una pareja de electrodos que se sumergen en el extracto. La conductividad equivalente se define como la conductividad de una cantidad de dilución que contenga un equivalente gramo del electrolito, colocada entre los electrodos separados 1 cm y dispuestos de modo que cubran los lados opuestos del volumen de la solución. (López, F. y López, M. 2000)

Los datos se expresan en dS/m; considerando las siguientes equivalencias:

$$1 \text{ S/cm} = 1 \text{ mhos/cm}$$

1 dS/m = 1 mmhos/cm = 1mS/cm

- **Extractante**

Pasta de saturación.

- **Determinación de la Materia Orgánica del Suelo (M. O. S.)**

- **Método Volumétrico (Walkley y Black)**

- **Objetivo**

Determinación del contenido de materia orgánica fácilmente oxidable del suelo, expresada como porcentaje. Al obtener la concentración de carbón orgánico, se saca la relación carbón-nitrógeno a fin de determinar el grado de formación, la evolución de un suelo y la disponibilidad del nitrógeno para las plantas y los microorganismos. El carbono orgánico tiene también, a través de la materia orgánica, una acción en la estabilidad estructural, la capacidad de intercambio, el desarrollo de los microorganismos, etc.

- **Principio**

La determinación se basa en una oxidación incompleta en frío del carbono por un exceso de dicromato de potasio en medio sulfúrico, y la cuantificación del exceso de dicromato de potasio con la sal de Morh.

(Victoria, C. y Zamalvide, J. 2008)

- **Extractante**

Dicromato de Potasio 1 N.

➤ **Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (C. I. C.)**

○ **Método Físico-Químico**

• **Objetivo**

Utiliza una sola extracción para determinar los cationes de cambio y la capacidad de intercambio, además permite trabajar sobre una sola muestra favoreciendo así una homogeneización de los datos, y lo que no es despreciable, un ahorro de los reactivos.

• **Principio**

Desplazamiento de los cationes de cambio del complejo de absorción por el amonio de una solución salina a pH neutro (acetato de amonio uno normal). Determinación efectuada por espectrofotometría de absorción atómica. Lavado del suelo residual con etanol al 5% para eliminar el exceso de amonio. (Quevedo, F. 2000)

• **Extractante**

Acetato de Amonio 1 N pH 7.

➤ **Determinación del Nitrógeno Amoniacal**

○ **Método Fotolorimétrico**

• **Objetivo**

Cuantificar el nitrógeno amoniacal disponible para las plantas en el suelo.

• **Principio**

El compuesto de azul indofenol se obtiene en la reacción a pH alto del amonio e hipoclorito. El calcio y el magnesio se acomplejan con el citrato para evitar interferencias. (<http://www.consultoraseb.com>)

- **Extractante**

Olsen modificado (Bicarbonato de sodio + EDTA + Superflow).

➤ **Determinación del Nitrógeno Total**

- **Método de Destilación**

- **Objetivo**

Determinar el nitrógeno total en el suelo.

- **Principio**

El análisis de nitrógeno total se realiza a través de un proceso de digestión de la muestra utilizando ácido sulfúrico en presencia de catalizadores como el sulfato de potasio, sulfato de cobre y dióxido de selenio en este proceso se produce anhídrido carbónico, agua, anhídrido sulfuroso y sulfato de amonio. (Franco, A. 2001)

- **Extractante**

Ácido Sulfúrico.

➤ **Determinación de Fósforo**

- **Método Fotocolorimétrico**

- **Objetivo**

El fósforo disponible define los grados de deficiencia, suficiencia o exceso de este elemento en relación con su disponibilidad para los cultivos.

- **Principio**

Se basa en la medición de la intensidad del color producido por el complejo azul de fosfomolibdato. Este complejo que es heteropoliácido se forma por la reacción

del ión ortofosfato con el ión molibdato en medio ácido. El ácido ascórbico reduce parcialmente el complejo formado y genera el color azul. (Arévalo, C. 2010)

- **Extractante**

Olsen modificado.

- **Determinación del Potasio, Calcio y Magnesio**

- **Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica**

- **Objetivo**

Determinar la cantidad de potasio, calcio y magnesio extraído por la solución Olsen modificada (pH a 8.5).

- **Principio**

Los elementos potasio, calcio, magnesio en solución son atomizados en la llama aire-acetileno lo que permite que se absorba la radiación proveniente de una lámpara del mismo elemento en forma proporcional a la cantidad de átomos presentes. (Lopez, F. y Lopez, M. 2000)

- **Extractante**

Olsen modificado.

- **Determinación de Micro-elementos (Cobre, Hierro, Manganeso Y Zinc)**

- **Método De Espectrofotometría de Absorción Atómica**

- **Objetivo**

Determinar la cantidad de cobre, hierro, manganeso y zinc, extraída por la solución Olsen modificado (PH a 8.5).

- **Principio**

Los elementos cobre, hierro, manganeso y zinc en solución son atomizados en la llama aire-acetileno, lo que permite que se absorba la radiación proveniente de una lámpara. (Alloway, B. 1995)

2.25.7. Métodos y extractantes utilizados en la determinación física y Química de los elementos extraídos

En el (Cuadro 5) se muestran los parámetros, métodos y extractantes utilizados en la determinación física y química de los elementos extraídos del análisis de suelos.

Cuadro 5. Métodos y extractantes utilizados en la determinación física y química de los elementos extraídos del análisis químico suelos.

Parámetro	Método	Extractante
Textura	Densimétrico	Hidróxido de sodio 0.1 N
PH	Potenciométrico	Agua
Al + H	Volumétrico	Cloruro de potasio 1 N
Conductividad Eléctrica (C. E.)	Conductimétrico	Pasta de saturación
Materia Orgánica (M. O. S.)	Volumétrico	Dicromato de potasio 1 N
Capacidad de Intercambio Catiónico (C. I. C).	Físico-Químico	Acetato de amonio 1 N pH 7
Nitrógeno amoniacal	Fotocolorimétrico	Olsen modificado
Nitrógeno total (N. total)	Destilación	Ácido sulfúrico
Fósforo (P)	Fotocolorimétrico	Olsen modificado
Cationes Cambiables (K, Ca, Mg)	Espectrofotometría de absorción atómica	Olsen modificado
Micro-elementos (Cu, Zn, Mn y Fe)	Espectrofotometría de absorción atómica	Olsen modificado
Azufre (S)	Fotocolorimétrico	Fosfato ácido de calcio
Boro (B)	Fotocolorimétrico	Fosfato ácido de calcio
Sodio (Na)	Espectrofotometría de absorción atómica	Pasta de saturación
Cloro (Cl)	Volumétrico	Nitrato de mercurio

Fuente: Departamentos de suelo INIAP Santa Catalina (2008)

2.25.8. Valor actual neto

Valor actual neto procede de la expresión inglesa *Net presentvalue*. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por

una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. (Ratto, E. 2006)

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de períodos considerado.

El tipo de interés es k . Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico. (Brealey, M. y Allen, J. 2006)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación del ensayo por localidad

Ubicación	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3
Provincia	Bolívar	Bolívar	Bolívar
Cantón	Guaranda	Guaranda	Guaranda
Parroquia	Guanujo	Guanujo	Guanujo
Sitio	Marcopamba	Marcopamba	Mulanga

Fuente: INIAP/SANREM/CRSP. 2008 y Datos tomados con GPS INIAP.2012

3.1.2. Situación geográfica y climática

Características	Marcopamba	Marcopamba	Mulanga
Altitud	3 561 m	3 538 m	3 536 m
Latitud (X)	0731862	0731853	0731123
Longitud (Y)	9829911	9829928	9829822
Temperatura media anual	13.8 °C	13.8 °C	11.5 °C
Velocidad media anual del viento	12 km/h	12 km/h	13 km/h
Humedad relativa	75 %	75 %	78 %

Fuente: INIAP-SANREM CRSP, 2012

3.1.3. Zona de vida

De acuerdo al sistema de Holdridge (Cañadas, 1983), las localidades en estudio corresponden al piso Montano o zona Templada fría (Bosque Muy Húmedo Montano) (BMHM).

3.1.4. Características edáficas

Clasificación	Marcopamba	Mulanga
Orden	Andisoles	Andisoles
Sub Orden	Ustands	Ustands
Gran Grupo	Haplustands	Haplustands
Subgrupo Taxonómico	Thaptic Haplustands	Thaptic Haplustands

Fuente: INIAP-SANREM CRSP, 2012

3.1.5. Material experimental

Tres lotes de 1152 m² cada uno; dos ubicados en Marcopamba y uno en Malanga.
Variedad de cebada: INIAP-Guaranga 2010.

3.1.6. Materiales de campo

Estacas, piola, azadones, barras, palas, martillo, postes, alambre de púa, rollo de mangueras, aspersores, GPS, balanza de campo, balanza de precisión, bomba de mochila, cámara digital, letreros de identificación, barreno para densidad aparente, barreno para análisis de suelo, penetrómetro, bolsas plásticas, fundas de papel, equipo de protección para plaguicidas, costales, nivel de topógrafo, materiales de laboratorio y reactivos.

Fertilizantes químicos: en base de nitrógeno y como fuente la Urea.

3.1.7. Materiales y equipos de oficina

Lápices, esféros, hojas papel bond, libro de campo, borrador, marcadores, resaltadores, carpetas, calculadora, computadora, impresora, cartuchos y cuadernos.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Factores en estudio

Factor A: Prácticas Silvoforestales de Conservación de suelos

A1 = Con zanjas de desviación, protegidas con pasto Milín (*Phalaris tuberosa*) y especie nativa Lupinos (*Teline monspessulana*).

A2 = Sin zanjas de desviación y sin pastos

Factor B: Tipos de labranza

B1 = Labranza convencional

B2 = Labranza reducida

Factor C: Restos vegetales de avena-vicia

C1 = Con remoción de avena-vicia

C2 = Sin remoción de avena-vicia

Factor D: Dosis de N en Kg/ha

D1= Con fertilización nitrogenada en cebada (46 kg/ha)

D2= Sin fertilización nitrogenada en cebada (0)

3.2.2. Tratamientos y Factores en estudio

Tratamiento	Código	Detalle
T1	A1B1C1D1	Con zanjas, labranza convencional, con remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T2	A1B1C1D2	Con zanjas, labranza convencional, con remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T3	A1B1C2D1	Con zanjas, labranza convencional, sin remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T4	A1B1C2D2	Con zanjas, labranza convencional, sin remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T5	A1B2C1D1	Con zanjas, labranza reducida, con remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T6	A1B2C1D2	Con zanjas, labranza reducida, con remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T7	A1B2C2D1	Con zanjas, labranza reducida, sin remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T8	A1B2C2D2	Con zanjas, labranza reducida, sin remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T9	A2B1C1D1	Sin zanjas, labranza convencional, con remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T10	A2B1C1D2	Sin zanjas, labranza convencional, con remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T11	A2B1C2D1	Sin zanjas, labranza convencional, sin remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T12	A2B1C2D2	Sin zanjas, labranza convencional, sin remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T13	A2B2C1D1	Sin zanjas, labranza reducida, con remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T14	A2B2C1D2	Sin zanjas, labranza reducida, con remoción-cebada sin fertilización nitrogenada
T15	A2B2C2D1	Sin zanjas, labranza reducida, rotación: sin remoción-cebada con fertilización nitrogenada
T16	A2B2C2D2	Sin zanjas, labranza reducida, sin remoción-cebada sin fertilización nitrogenada

3.2.3. Procedimiento

Tipo de diseño: BCA: Factorial abcd. 2x2x2x2x3 tratamientos en tres parcelas divididas

Número de repeticiones:	3
Número de tratamientos:	16
Número de unidades experimentales:	48
Área total del ensayo:	132 m x 30 m = 3960 m ²
Área neta total del experimento:	24 m ² x 48 parcelas = 1152 m ²
Área total del experimento:	48 m ² x 48 parcelas = 2 304 m ²
Área total de parcela principal:	44 m x 14 m = 616 m ²
Área total por parcela:	8 m x 6 m = 48 m ²
Área neta por parcela:	6 m x 5 m = 30 m ²

3.2.4. Tipos de Análisis

- **Análisis de varianza**

Coefficiente	Fuentes de variación	Grados de libertad
1	Repeticiones (r-1)	2
2	Factor A (a-1)	1
-3	Error a: (r-1)(a-1)	(2)
4	Factor B (b-1)	1
6	AxB (a-1) (b-1)	1
-7	Error b: a(r-1) (b-1)	(4)
8	Factor C (c-1)	1
10	AxC (a-1) (c-1)	1
12	BxC (b-1) (c-1)	1
14	AxBxC (a-1) (b-1) (c-1)	1
-15	Error c: ab (r-1) (c-1)	(8)
16	Factor D (d-1)	1
18	AxD (a-1) (d-1)	1
20	BxD (b-1) (d-1)	1
22	AxBxD (a-1) (b-1) (d-1)	1
24	CxD (c-1) (d-1)	1
26	AxCxD (a-1) (c-1) (d-1)	1
28	BxCxD (b-1) (c-1) (d-1)	1
30	AxBxCxD (a-1) (b-1) (c-1) (d-1)	1
-31	Error d: abc (r-1)(d-1)	(16)
	Total (axbxcxd - 1)	47

- ADEVA
- Prueba de Tukey al 5 % para comparar promedio de tratamientos en las variables que fueron significativas.
- Análisis de efecto principal para FA, FB, FC y FD.
- Análisis económico de presupuesto parcial y TMR (%).
- Análisis de física, química y biológica de suelo: antes, durante y al final del ensayo.

- Análisis nutricional de restos vegetales y del grano de cebada.

3.2.5. Métodos de evaluación y datos tomados

3.2.5.1. Agronómicas

- **Días al espigamiento (DE)**

Esta variable se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el cultivo presentó el 50% de las plantas en la etapa de espigamiento.

- **Rendimiento de Biomasa (RB)**

Para determinar esta variable, cuando la cebada se encontró en madurez fisiológica, con un cuadrante de 0.25 m², se tomó y se pesó tres muestras por parcela neta en labranza convencional y en un metro lineal se tomo y pesó tres muestras por parcela neta en labranza reducida, para luego estimar el rendimiento en kg/ha de Biomasa.

- **Días a la cosecha (DC)**

Se evaluó los días a la cosecha a partir de la siembra hasta cuando el cultivo se estuvo en la madurez fisiológica.

- **Altura de las plantas (AP)**

Se midió la altura de 10 plantas de cebada al azar de la parcela neta en todos los tratamientos, se tomó desde la base hasta el ápice de la planta, se expresó en cm y se midió con un flexómetro en la etapa de madurez fisiológica.

- **Número de espigas por parcela neta (NEPPN)**

Se procedió a contabilizar el número de espigas en todos los tratamientos al momento de la cosecha, se tomó 3 sub muestras: en la parte alta, media y baja de la parcela neta, para el caso de labranza convencional se muestreo con un

cuadrante de 0.25m² y para la labranza reducida se muestreo en un metro lineal y se expresó en kg por parcela.

- **Peso de cebada en kilogramos por parcela (PCKGPP)**

Una vez cosechada la cebada de cada parcela neta en todos los tratamientos, se pesó en una balanza de reloj y se expresó el resultado en kg/parcela.

- **Rendimiento en kg/ha (R Kg/Ha)**

El rendimiento en kg/ha de cebada al 14 % de humedad se calculó aplicando la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{Ha}}{\text{ANC m}^2/1} \times \frac{100-\text{HC}}{100-\text{HE}}$$

En donde:

R= Rendimiento de Cebada en kg/ha al 14 % de la humedad

PCP= Peso de Campo por Parcela en kg

ANC= Área Neta cosechada en m²

HC= Humedad de cosecha en Porcentaje

HE= Humedad estándar (14%). (Monar, C. 2000)

- **Profundidad radicular (PR)**

En la etapa de floración en 10 plantas al azar y en cada tratamiento se evaluó la profundidad radicular de la cebada en cm con la ayuda de un flexómetro, se tomó desde la corona hasta el ápice de la raíz más larga.

3.2.5.2. Análisis físicos de suelos

- **Humedad gravimétrica (Hg)**

Se tomó muestras de suelo al inicio y al final del experimento en cada parcela neta. Las muestras se tomaron a 25 cm de profundidad, las mismas que se

pesaron y se colocaron en la estufa a 105°C por 24 horas. La determinación de la humedad se realizó con el método gravimétrico y se expresó en porcentaje aplicando la siguiente fórmula:

Hg = (PSH - PSS /PSS) x 100; donde

Hg = Humedad gravimétrica (%)

PSH = Peso del suelo húmedo (g)

PSS = Peso del suelo seco (g)

- **Densidad aparente (Da)**

Al inicio y al final del experimento se determinó la densidad aparente, para ello se tomó muestras de suelo dentro de la parcela neta, con el barreno de volumen conocido (68.19 cm³), a 25 cm de profundidad. Estas muestras se las llevó al laboratorio para pesarlas en húmedo y se colocó en la estufa a 105°C durante 24 horas para determinar el peso seco. Los datos se expresó en g/cm³ y se calculó la densidad aparente con la siguiente fórmula:

Da = Ms/Vt; donde:

Da = Densidad aparente (g/cm³)

Ms = Masa de suelo seco a 105 °C (g)

Vt = Volumen total (cm³)

- **Compactación (C)**

Se evaluó la compactación del suelo al inicio y al final del experimento en cada parcela neta. Las lecturas se tomaron a 50 cm de profundidad del suelo con un penetrómetro de lectura directa marca Farnell con el cual se obtuvo 5 lecturas directas cada 10 cm de profundidad y se expresó en kg fuerza/cm².

- **Precipitación (P)**

Utilizando un pluviómetro de cuña se evaluó la cantidad de lluvia caída después de cada evento y durante todo el ciclo del cultivo, y se expresó en milímetros.

3.2.5.3. Química de suelos

Antes de la siembra y después de la cosecha del cultivo de cebada, en cada unidad experimental, se tomó muestras de suelo de 1 kg aproximadamente, a 25 cm de profundidad. Se identificó y se procesó en el Laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas de la E.E. Santa Catalina para el análisis químico de suelos. Se evaluó las siguientes variables: total de carbono y nitrógeno, fósforo disponible, nitrógeno disponible, nitrógeno potencialmente mineralizable, partículas orgánicas mineralizables.

➤ Determinación del Nitrógeno Amoniacal

- **Método Fotocolorimétrico**

Permitió cuantificar el nitrógeno amoniacal disponible para las plantas en el suelo. El compuesto de azul indofenol se obtiene en la reacción a pH alto del amonio e hipoclorito. El calcio y el magnesio se completan con el citrato para evitar interferencias. Como extractante se utiliza Olsen modificado (Bicarbonato de sodio + EDTA + Superflow).

➤ Determinación del Nitrógeno Total

- **Método de Destilación**

Permitió determinar el nitrógeno total en el suelo. El análisis de nitrógeno total se realiza a través de un proceso de digestión de la muestra utilizando ácido sulfúrico en presencia de catalizadores como el sulfato de potasio, sulfato de cobre y dióxido de selenio en este proceso se produce anhídrido carbónico, agua, anhídrido sulfuroso y sulfato de amonio. Este último es destilado y recogido en una solución de ácido bórico, para finalmente ser valorado con ácido sulfúrico utilizando una mezcla de indicadores de verde de bromocresol y rojo de metilo (Departamentos de suelo INIAP Santa Catalina). Como extractante se utiliza Ácido Sulfúrico.

3.2.5.4. Química de Plantas

- **Total de Carbono y Nitrógeno**

Las muestras secas de la biomasa aérea total de las muestras, se molió hasta que las partículas tengan menos de dos mm de grosor, se tomó sub-muestras de 50 g aproximadamente, para realizar el análisis químico de macro y micro nutrientes. Con los resultados del análisis químico de nutrientes y con los de materia seca, se calculó la extracción de nutrientes en la biomasa aérea total, luego se calculó la extracción total del cultivo de cebada y los datos se reportó en kg/ha.

- **Determinación de Fósforo**

- **Método Fotocolorimétrico**

Permitió que el fósforo disponible defina los grados de deficiencia, suficiencia o exceso de este elemento en relación con su disponibilidad para los cultivos. Se basa en la medición de la intensidad del color producido por el complejo azul de fosfomolibdato. Este complejo que es hetero poliácido se forma por la reacción del ión ortofosfato con el ión molibdato en medio ácido. El ácido ascórbico reduce parcialmente el complejo formado y genera el color azul. Como extractante se utiliza Olsen modificado.

- **Determinación del Potasio, Calcio y Magnesio**

- **Método de Espectrofotometría de Absorción Atómica**

Permitió determinar la cantidad de potasio, calcio y magnesio extraído por la solución Olsen modificada (pH a 8.5). Los elementos potasio, calcio, magnesio en solución son atomizados en la llama aire-acetileno lo que permite que se absorba la radiación proveniente de una lámpara del mismo elemento en forma proporcional a la cantidad de átomos presentes. La adición de óxido de lantano se hace con el fin de eliminar la interferencia de carácter químico. Como extractante se utiliza Olsen modificado.

- **Determinación de Micro-elementos (Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc)**
- **De Espectrofotometría de Absorción Atómica**

Permitió determinar la cantidad de cobre, hierro, manganeso y zinc, extraída por la solución Olsen modificado (pH a 8.5). Los elementos cobre, hierro, manganeso y zinc en solución son atomizados en la llama aire-acetileno, lo que permite que se absorba la radiación proveniente de una lámpara del mismo elemento en forma proporcional a la cantidad de átomos presentes (Departamentos de suelo INIAP Santa Catalina).

3.2.5.5. Capacidad de intercambio catiónico

Utilizó una sola extracción para determinar los cationes de cambio y la capacidad de intercambio, además permite trabajar sobre una sola muestra favoreciendo así una homogeneización de los datos, y lo que no es despreciable, un ahorro de los reactivos. El principio es por desplazamiento de los cationes de cambio del complejo de absorción por el amonio de una solución salina a pH neutro (acetato de amonio uno normal). Determinación efectuada por espectrofotometría de absorción atómica. Lavado del suelo residual con etanol al 5% para eliminar el exceso de amonio. Destilación en medio básica y titulación de la solución recogida con ácido sulfúrico (Departamentos de suelo INIAP Santa Catalina). Como extractante se utiliza Acetato de Amonio 1 N PH 7.

3.2.6. Manejo del experimento

3.2.6.1. Selección de lotes

Dentro de la microcuenca del río Illangama, en las comunidades de Marcopamba y Mulanga, se utilizó los tres lotes de aproximadamente de 1152 m² cada uno, que forman parte de la investigación que se viene ejecutando desde el año 2010, luego de la cosecha de la avena-vicia.

3.2.6.2. Análisis químico de suelo

En cada sitio seleccionado, se tomó dos muestras de suelo por cada repetición a una profundidad de 25 cm, para su análisis químico y físico completo, que se analizó en el Laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas del INIAP Santa Catalina.

Además se tomó muestras de suelo cada tres semanas en los mismos sitios mencionados anteriormente a una profundidad de 25 cm, para su análisis de mineralización, que se envió al Laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas del INIAP Santa Catalina para su respectivo análisis.

3.2.6.3. Preparación del suelo

Quince días antes de la siembra se aplicó el herbicida selectivo glifosato en una dosis de 250 cc/20 litros de agua con una boquilla de abanico de dos metros de luz en todo el lote. En la labranza convencional se realizó la preparación del suelo 15 días antes de la siembra: barbecho y repique en forma manual con azadones.

En la labranza reducida la preparación del suelo se realizó en surcos y se removió el suelo con la ayuda de un azadón el día de la siembra y de un rastrillo con la finalidad de cubrir la semilla.

3.2.6.4. Desinfección de la semilla

Se utilizó semilla certificada misma que ya viene desinfectada.

3.2.6.5. Siembra

En el cultivo de cebada la siembra se realizó manualmente, mediante una distribución uniforme de la semilla (al voleo) en cada una de las parcelas experimentales a razón de 135 kg/ha en los tratamientos que son de labranza convencional y en los tratamientos que son de labranza reducida la siembra se realizó con 110 kg/ha en forma de chorro continuo en los surcos. A continuación se removió el suelo con un azadón con la finalidad de cubrir la semilla para ambos casos.

3.2.6.6. Fertilización Química

La fertilización se realizó al momento de la siembra con 23 kg por hectárea de N equivalente al 50kg/ha de urea y luego se realizó la fertilización complementaria a los 50 días después de la siembra en el (macollamiento) con 50kg de urea por hectárea, lo que equivale a 23 kg N/ha, según las encuestas del proyecto que es lo aplica los agricultores.

3.2.6.7. Labores culturales

En la cebada se realizó un desnabe a los 50 días después de la siembra en forma manual.

3.2.6.8. Control de plagas y enfermedades

En el cultivo de cebada no se realizó controles para insectos plagas ni para controlar ninguna enfermedad específica.

3.2.6.9. Cosecha

En el cultivo de cebada se realizó la cosecha cuando estuvo en la fase de madurez fisiológica comercial, misma que se lo hizo de forma manual en cada unidad experimental con la ayuda de una hoz.

3.2.6.10. Trilla

Se utilizó una trilladora (estacionaria experimental) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.2.6.11. Aventado y almacenamiento

El aventado se lo realizó con la ayuda del viento y el almacenamiento; una vez cosechada la cebada se procedió a secar y guardar en sacos plenamente identificados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS

CUADRO 6. RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LOS FACTORES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS: DE; RB; DC; AP; NEPN; PCKPN; RKH Y PR. ILLANGAMA 2012

FACTORES PRINCIPALES	VARIABLES AGRONÓMICAS							
FACTOR A:	DE	RB	DC	AP	NEPN	PCKPN	RKH	PR
A1: Con zanjas	98.41	4903.0	0.00	60.37	2.88	5.21	1789.9	40.04
A2: Sin zanjas	97.37	5582.7	0.00	61.73	3.06	5.95	2042.9	40.35
E.P.	1.04(NS)	679.7 (NS)	0.00 (NS)	1.36(NS)	0.18(NS)	0.74(NS)	253(NS)	0.31(NS)
FACTOR B:	DE	RB	DC	AP	NEPN	PCKPN	RKH	PR
B1: Labranza Convencional	96.96	5305.8	0.00	58.50	3.36	4.82	1605.07	39.23
B2: Labranza Reducida	98.83	5179.9	0.00	63.62	2.58	6.35	2227.2	41.17
E.P.	1.87 (*)	125.9 (NS)	0.00 (NS)	5.12 (*)	0.78(*)	1.53(*)	621.5 (*)	1.94 (NS)
FACTOR C:	DE	RB	DC	AP	NEPN	PCKPN	RKH	PR
C1: Con remoción	98.87	5311.9	0.00	61	3.04	5.60	1921.4	39.69
C2: Sin remoción	96.91	5173.9	0.00	61.12	2.89	5.56	1911.4	40.70
E.P.	1.91(*)	138 (NS)	0.00 (NS)	0.12(NS)	0.15 (NS)	0.04(NS)	10(NS)	1.01(NS)
FACTOR D:	DE	RB	DC	AP	NEPN	PCKPN	RKH	PR
D1: Con Nitrógeno (46Kg/Ha)	102.88	6488.6	0.00	64.63	3.20	6.31	2162.5	40
D2: Sin Nitrógeno	92.92	3997.1	0.00	57.46	2.74	4.86	1670.3	40.40
E.P.	9.96(*)	2491.5 (*)	0.00 (NS)	7.17(*)	0.46(NS)	1.75(*)	492.2(*)	0.4(NS)

DE: Días al espigamiento

NPEN: Número de espigas por parcela neta

PR: Profundidad radicular

NS: No significativo

RB: Rendimiento biomasa

PCKPN: Peso cebada kilogramos parcela neta

AP: Altura de plantas

***:** Significativo

DC: Días a la cosecha

RKH: Rendimiento en kilogramos por hectárea

E.P.: Efecto principal

Con el análisis del efecto principal, no se observaron diferencias estadísticas para todas las variables (Cuadro 6), Días al espigamiento (DE), Rendimiento de biomasa (RB), Días a la cosecha (DC), Altura de plantas (AP), Número de espigas por parcela neta (NEPN), Peso cebada en kilogramos por parcela neta (PCKPN), Rendimiento en kilogramos por hectárea y Profundidad radicular (PR); en lo que se refiere a la construcción o no de las zanjias de desviación de agua, es decir que esta práctica de conservación de suelo se evidencia a mediano y largo plazo.

Al comparar las diferencias de los promedios de las variables agronómicas en estudio (Cuadro 6), Días espigamiento, Altura de plantas, Número de espigas por parcela neta, Peso cebada en kilogramos por parcela neta y Rendimiento en kilogramos por hectárea, determinaron diferencias estadísticas significativas, eso significa que los tratamientos de agricultura de conservación tuvieron diferente comportamiento en relación a los tratamientos de agricultura convencional.

Para la variable rendimiento en Kg/ha, con el análisis del efecto principal (Cuadro 6), muestra que los rendimientos totales de Cebada fueron diferentes entre los tratamientos que son de labranza convencional B1 (1605.07 Kg/ha) y los de labranza reducida B2 (2227.2 Kg/ha), esto quiere decir que las prácticas de agricultura de conservación tuvieron un mejor efecto, en el rendimiento que las convencionales, evitándose realizar labores que promueven la pérdida de suelo por labranza, y más inversión en la preparación del suelo y costos de producción más altos.

Es evidente en los suelos Andisoles del alto Guanujo con pH de 5,1 a 5,5; la necesidad del nitrógeno como un elemento nutricional clave para obtener una mayor eficiencia agronómica y química del cultivo de cebada. Al comparar los promedios D1 (2162.5 Kg/ha) y D2 (1670.3 Kg/ha) de los tratamientos; hay un incremento de 492.2 Kg/ha (cuadro 6); es decir un 23 % mas de rendimiento por efecto de N.

Para la variable Días al espigamiento (Cuadro 6) muestra diferencias en relación al factor C que es con remoción de residuos, esto puede ser debido a la no

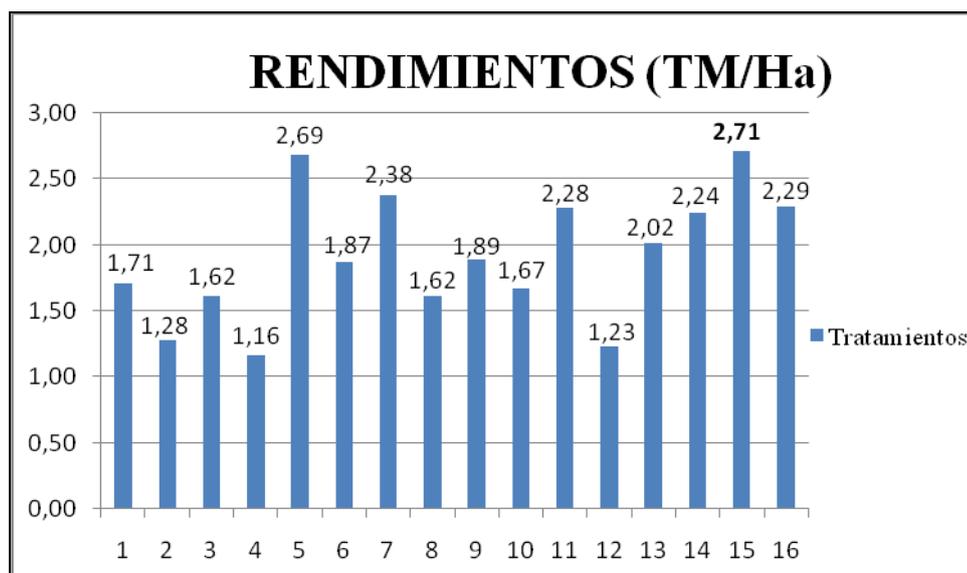
disponibilidad de nutrientes en el suelo entonces las plantas tendieron a florecer más rápido.

El caso de la Altura de plantas tiene diferencia en labranza de conservación, y esto tiene sentido ya que en esta branza mantiene la humedad de éste durante toda la temporada, debido al aumento de la filtración y a la baja de evaporación y escorrentía.

4.1.1. Rendimiento de Cebada de los tratamientos en estudio

En la (Figura 1), se muestra los rendimientos de Cebada INIAP Guaranga 2010 de los tratamientos en estudio.

FIGURA 1. Rendimientos del cultivo de Cebada en TM/Ha. Microcuenca del Río Illangama, provincia Bolívar-Ecuador, 2012



En esta figura se puede apreciar la variabilidad que existió entre los tratamientos.

El tratamiento con mayor promedio mas alto fu el T 15 (**A2B2C2D1**) con 2,71 TM/Ha y el menor el T 4 (**A1B1C2D2**) con apenas 1,16 TM/Ha.

Como podemos apreciar hubo diferencias significativas en el efecto del tipo de labranza y de fertilización, el efecto de la zanja no se puede evidenciar todavía, éste se lo verá a mediano y largo plazo, pero si hay el efecto de la labranza de

conservación sin remoción de residuos y con fertilización nitrogenada tuvo efectos notorios, incrementando el rendimiento 1.55 TM/ha. Desde luego esta tendencia de incremento del rendimiento se dará a mediano y largo plazo, siempre que los otros factores como climáticos y varietales sean estables.

4.2. VARIABLES FÍSICAS DEL SUELO

CUADRO 7. RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LOS FACTORES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES FÍSICAS DEL SUELO

FACTORES PRINCIPALES	VARIABLES FÍSICAS DEL SUELO										
	HG %	HS %	DA gr/cm ³	COMPACTACIÓN INICIAL kg fuerza/cm ²				COMPACTACIÓN FINAL kg fuerza/cm ²			
				0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm
FACTOR A:											
A1: Con zanjas	49.56	18.22	0.84	8.65	28.22	59.16	76.87	33.54	99.73	184.37	253.62
A2: Sin zanjas	48.75	19.69	0.87	12.08	32.70	59.37	76.66	28.83	101.10	179.77	235.44
E.P.	0.81(NS)	1.47 (NS)	0.07(NS)	3.439(NS)	4.48(NS)	0.21(NS)	0.21(NS)	4.71(NS)	1.37(NS)	4.6(NS)	18.18(NS)
FACTOR B:	HG	HS	DA	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
B1: Labranza Convencional	48.11	18.48	0.85	11.87	30.62	59.68	77.08	26.45	106.10	183.31	247.90
B2: Labranza Reducida	50.20	19.42	0.85	8.85	30.31	58.85	76.45	35.92	94.73	180.83	241.17
E.P.	2.09(NS)	0.94 (NS)	0(NS)	3.02(NS)	0.31(NS)	0.83(NS)	0.63(NS)	9.47(NS)	11.37(NS)	2.48(NS)	6.73(NS)
FACTOR C:	HG	HS	DA	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
C1: Con remoción	49.45	18.44	0.86	11.14	11.15	57.18	75.00	23.23	93.27	170.79	240.83
C2: Sin remoción	48.86	19.46	0.85	9.58	9.58	61.35	78.54	39.14	107.56	193.35	248.23
E.P.	0.59(NS)	1.02 (*)	0.01(NS)	1.56(NS)	1.57(NS)	4.17(NS)	3.54(NS)	15.91(*)	14.29(NS)	22.56(NS)	7.4(NS)
FACTOR D:	HG	HS	DA	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
D1: Con Nitrógeno (46Kg/Ha)	0.00	18.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.29	94.90	181.44	238.04
D2: Sin Nitrógeno	0.00	19.08	0.00	20.72	20.73	118.54	135.54	28.08	105.94	182.71	251.02
E.P.	0.0(NS)	0.64(NS)	0.0(NS)	20.72(*)	20.73(*)	118.54(*)	135.54(*)	6.21(NS)	11.04(NS)	1.27(NS)	12.98(NS)

HG: Humedad gravimétrica

HS: Humedad del suelo

DA: Densidad Aparente

E.P.: Efecto principal

NS: No significativo

.*: Significativo al 5%

En el (Cuadro 7), podemos ver que no existe diferencia estadística significativa entre el efecto principal de las variables, Humedad gravimétrica (HG) y Densidad aparente (DA).

La Humedad Gravimétrica es estadísticamente similar entre sí (NS). Los valores que se reportan para la humedad gravimétrica presentan valores numéricos diferentes entre los tratamientos, aunque estadísticamente son iguales (Cuadro 7).

Los tratamientos en término general no influyeron en la variable HG, quizá la intensidad de las lluvias y la cantidad en cada evento al estar el suelo con labranza reducida permitió un nivel más o menos similar de infiltración y es claro que no existió un efecto a la construcción de zanjas a corto plazo; ya que el ciclo de la cebada fue en promedio de 5.5 meses.

En la Humedad del Suelo existe una diferencia significativa en relación con restos vegetales de avena-vicia C2 (sin remoción de residuos de avena-vicia) (Cuadro 7) y esto se debe quizá al proceso de incorporación de los residuos con lo que mantiene la humedad en el suelo por más tiempo. (Monar, C. 2012) reporta en labranza reducida en el cultivo de maíz I-111, 12% más de retención de la humedad en comparación a la labranza convencional.

Se puede observar que la Densidad Aparente (Cuadro 7) tiende a presentar valores bajos. Esto quiere decir que a una densidad baja, generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo, lo que corresponde a mayor estabilidad, menos compactación y, probablemente, mayor contenido de humedad que un suelo con una densidad mayor. Además la DA y HG, dependen del tipo del suelo, la textura, la intensidad y cantidad de lluvia, etc. (Monar, C. 2013). (Comunicación personal).

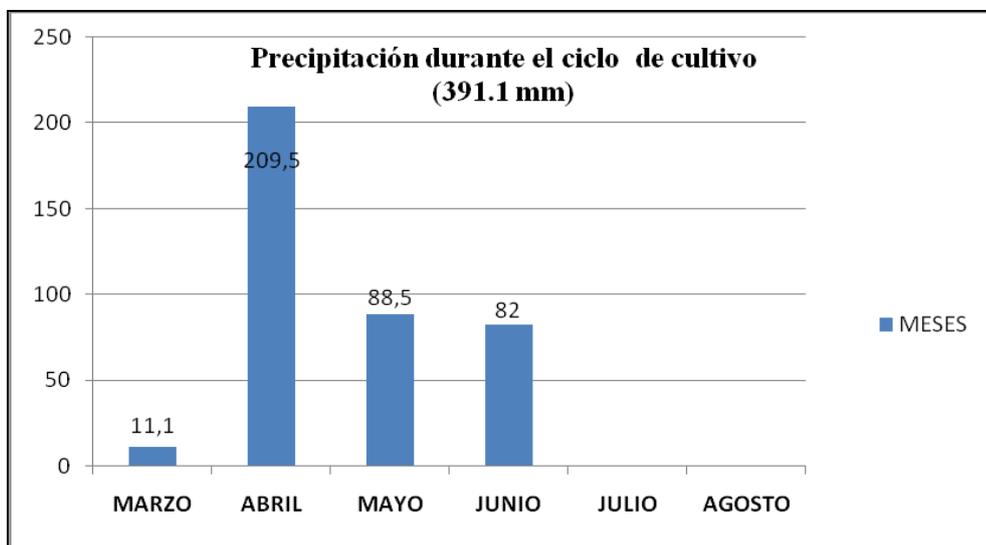
En la variable Compactación Inicial (Cuadro 7), la respuesta de los tratamientos a diferentes profundidades fue estadísticamente similar (NS) a excepción en el efecto principal del factor D en diferentes profundidades, esto quiere decir la compactación estuvo directamente relacionada con la desaparición de los espacios existentes entre las partículas del suelo, lo cual disminuye la cantidad de oxígeno presente y, por ello, la micro-flora y micro-fauna, reduciendo la calidad del suelo,

sumado a la cantidad de precipitación y la distribución de la misma a lo largo del ciclo vegetativo, por el paso de personas, animales en forma repetida por el mismo lugar el momento de la siembra del cultivo, seguimiento y evaluación del ensayo, etc.

4.2.1. Cantidad de precipitación registrada durante el ciclo del cultivo

La cantidad de lluvia registrada durante el ciclo del cultivo de cebada fue de 391.1 mm. En la (Figura 2) se puede apreciar la distribución y cantidad de precipitación.

FIGURA 2. Precipitación en el ciclo del cultivo de Cebada. Microcuenca del Río Illangama, provincia Bolívar-Ecuador, 2012



De acuerdo a estos resultados, existió claramente una mala distribución y cantidad reducida de agua pone al normal crecimiento y desarrollo del cultivo. Abril fue el mes más lluvioso con 209,5 mm (53,57%), mayo 88,5 mm (22,63%) y junio 82 mm (20,97%). En estos tres meses se registró el 97,17% de la precipitación y con un déficit hídrico de 208,9 mm ya que el cultivo de cebada necesita de 600 mm. (Iglesias, R. y Taha, E. 2010)

4.3. VARIABLES QUÍMICAS DEL SUELO

Los análisis de los promedios (Cuadro 8) de las variables químicas; Nitrato (NO_3^-) y Nitrógeno potencialmente mineralizable (NPM), no tienen diferencias estadísticas significativas.

FACTORES PRINCIPALES	VARIABLES QUÍMICAS DEL SUELO		
	NH_4^+ ppm	NO_3^- ppm	NPM ppm
FACTOR A:			
A1: Con zanjas	24.57	35.54	17.69
A2: Sin zanjas	22.36	27.45	16.92
E.P.	2.21 (NS)	8.09 (NS)	0.77 (NS)
FACTOR B:			
B1: Labranza Convencional	22.00	24.36	16.28
B2: Labranza Reducida	24.93	38.62	17.70
E.P.	2.93(*)	14.26 (NS)	1.42 (NS)
FACTOR C:			
C1: Con remoción	23.09	32.94	16.57
C2: Sin remoción	23.83	30.05	17.42
E.P.	0.74 (NS)	2.98 (NS)	0.85 (NS)
FACTOR D:			
D1: Con Nitrógeno (46Kg/Ha)	0.18	37.08	18.22
D2: Sin Nitrógeno	0.21	25.90	15.77
E.P.	0.03(*)	11.18 (NS)	2.45 (NS)

NH_4^+ Amonio

NPM: Nitrógeno potencialmente mineralizable

NO_3^- Nitrato

NS: No significativo

*: Significativo al 5%

El Amonio presenta diferencias significativas en relación a la agricultura de conservación que hay mayor concentración en la labranza reducida.

Los análisis en las características químicas del suelo, se evidenciarían a mediano y largo plazo y lo que muchos autores en investigaciones nacionales e internacionales mencionan que en condiciones de ladera con alta vulnerabilidad, la labranza de conservación permitirá reducir los procesos de erosión y conservar la calidad de los suelos. Es evidente que en labranza de conservación y sin remoción de residuos, hay únicamente valores promedios más elevados de NH_4^+ y NO_3^- . (Cuadro 8).

A mayor cantidad de NH_4^+ y NO_3^- en el suelo, mayor cantidad de NPM.

4.4. VARIABLES BIOLÓGICAS DEL SUELO

CUADRO 9. RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LOS FACTORES PRINCIPALES EN LA POBLACIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL SUELO

FACTORES PRINCIPALES	VARIABLES BIOLÓGICAS DEL SUELO					
	CO U/ha	LO U/ha	CP U/ha	E U/ha	M U/ha	LA U/ha
FACTOR A:						
A1: Con zanjas	3000	416.7	416.7	2083.3	416.7	1250.0
A2: Sin zanjas	1791	5416.7	833.3	833.3	416.7	833.3
E.P.	1209 (NS)	5000 (NS)	416.6 (NS)	1250 (NS)	0 (NS)	416.7 (NS)
FACTOR B:						
B1: Labranza Convencional	2750	0.00	416.7	416.7	416.7	833.3
B2: Labranza Reducida	2041	5833.3	833.3	2500.0	416.7	1250.0
E.P.	709 (*)	5833.3 (NS)	416.6 (NS)	2083.3 (NS)	0 (NS)	416.7 (NS)
FACTOR C:						
C1: Con remoción	2916	1250.0	416.7	1250.0	416.7	1250.0
C2: Sin remoción	1875	4583.3	833.3	1666.7	416.7	833.3
E.P.	1041(*)	3333.3 (NS)	416.6 (NS)	416.7 (NS)	0 (NS)	416.7 (NS)
FACTOR D:						
D1: Con Nitrógeno (46Kg/Ha)	2458	2916.7	416.7	1250.0	833.3	1666.7
D2: Sin Nitrógeno	2333	2916.7	833.3	1666.7	0.00	416.7
E.P.	125 (NS)	0 (NS)	416.6 (NS)	416.7 (NS)	833.3 (NS)	1250 (NS)

CO: Cutzo

LO: Lombriz de tierra

CP: Cien pies

E: Escarabajo

M: Mariposa

LA: Langosta

U: unidades

E.P.: Efecto principal

NS: No

significativo

*: Significativo al 5%

Al registrar los promedios de la evaluación de la macro-fauna existente en el suelo (Cuadro 9) podemos ver que en el análisis del efecto principal no hay diferencias significativas en las variables Lombriz de tierra (LO), Cien pies (CP), Escarabajo (E), Mariposa (M) y Langosta (LA). Esto quiere decir que no dependieron de ningún factor, esto se verá a mediano y a largo plazo.

En la variable Cutzo (CO) se evidenció significancia estadística B1 (2750 unidades/Ha) y B2 (2041 unidades/Ha) en relación a la labranza convencional con remoción de residuos, y se debe a la labor de preparar el terreno en la cual se remueve todo el suelo.

Como inferencia general se puede indicar que en este suelo Andisoles, hay una población importante de microorganismos, mismos que contribuyen a mejorar las características físicas y biológicas del suelo.

4.5. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICA DEL GRANO

CUADRO 10. RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LOS FACTORES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES FÍSICO QUÍMICO DEL GRANO

FACTORES PRINCIPALES	RESULTADOS DEL ANÁLISIS INDIVIDUAL DEL GRANO DE CEBADA													
	FÍSICAS			QUÍMICAS										
FACTOR A:	PF g/m ²	PS g/m ²	MS %	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
A1: C Z	0.17	0.15	88.38	1.55	0.22	0.42	0.07	0.15	0.11	0.80	7.91	84.09	12.87	63.96
A2: S Z	0.18	0.16	87.57	1.54	0.23	0.43	0.08	0.16	0.12	0.47	7.88	89.65	13.36	61.47
E.P.	0.01(NS)	0.01 (NS)	0.81 (*)	0.01 (NS)	0.01(*)	0.33 (NS)	0.03 (NS)	5.56 (NS)	0.49(NS)	2.49 (NS)				
FACTOR B:	PF g/m ²	PS g/m ²	MS %	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
B1: L C	0.14	0.12	87.99	1.49	0.24	0.43	0.08	0.16	0.11	0.87	7.94	84.95	12.79	59.58
B2: L R	0.21	0.18	87.95	1.59	0.22	0.42	0.07	0.15	0.12	0.40	7.86	88.80	13.45	65.85
E.P.	0.07(*)	0.06 (*)	0.04 (NS)	0.1 (*)	0.02 (NS)	0.01 (NS)	0.01(NS)	0.01 (NS)	0.01 (NS)	0.47 (NS)	0.08 (NS)	3.85 (NS)	0.66(NS)	6.27(NS)
FACTOR C:	PF g/m ²	PS g/m ²	MS %	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
C1: C R	0.17	0.15	88.13	1.54	0.22	0.43	0.07	0.16	0.10	0.69	7.79	85.12	12.99	62.74
C2: S R	0.17	0.15	87.83	1.54	0.23	0.42	0.08	0.15	0.12	0.58	8.00	88.63	13.25	62.68
E.P.	0 (NS)	0 (NS)	0.3 (NS)	0 (NS)	0.01 (NS)	0.01 (NS)	0.01 (NS)	0.01 (NS)	0.02(NS)	0.11 (NS)	0.21(NS)	3.51(NS)	0.26 (NS)	0.06(NS)
FACTOR D:	PF g/m ²	PS g/m ²	MS %	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
D1: C N	0.21	0.18	87.82	1.60	0.21	0.42	0.07	0.15	0.12	0.67	7.71	93.64	13.22	65.57
D2: S N	0.13	0.12	88.13	1.48	0.26	0.43	0.08	0.16	0.10	0.60	8.08	80.11	13.02	59.86
E.P.	0.08 (*)	0.06 (*)	0.31 (NS)	0.12 (*)	0.05(*)	0.01 (NS)	0.01 (NS)	0.01 (NS)	0.02(NS)	0.07(NS)	0.37 (NS)	13.53(*)	0.2 (NS)	5.71(NS)

PF: Peso fresco

PS: Peso seco

MS: Materia seca

NT: Nitrógeno total

P:Fósforo

K: Potasio

Ca: Calcio

Mg: Magnesio

S: Azufre

B: Boro

Cu: Cobre

Fe: Hierro

Mn: Manganeseo

Zn: Zinc

NS: No significativo

*: Significativo al 5%

E.P.: Efecto Principal

Se identifica claramente del análisis de los promedios de las variables individuales del grano (Cuadro 10) en el Factor A, hubo diferencias significativas en la Materia Seca (MS) donde se obtuvo el promedio más alto numéricamente (88.38%) en el Factor A1 (Con zanjas) y el Azufre (S) es el valor más alto (0.12%) en el A2 (Sin zanjas) que existió diferencias.

Para labranzas existió un efecto significativo (Cuadro 10) para Peso Fresco (PF), Peso Seco (PS) y Nitrógeno Total (NT) por efecto de las labranzas, numéricamente se obtuvieron los promedios más altos con efecto de la Labranza Reducida.

En el Factor C (Remociones) no existió ningún efecto significativo para las variables evaluadas (Cuadro 10), habrá efecto del análisis físico y químico a mediano y largo plazo sobre el análisis nutricional del grano de cebada.

Hubo un efecto significativo (Cuadro 10) con la Fertilización Nitrogenada para las variables PF, PS, NT, Fósforo (P) y Hierro (Fe) la respuesta del nitrógeno para el resto de variables no tuvo efectos significativos.

4.6. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICA DEL RASTROJO

CUADRO 11. RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LOS FACTORES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES FÍSICO - QUÍMICO DEL RASTROJO

FACTORES PRINCIPALES	RESULTADOS DEL ANÁLISIS INDIVIDUAL DEL RASTROJO DE CEBADA												
	FÍSICAS		QUÍMICAS										
FACTOR A:	PS g/m ²	PF g/m ²	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
A1: C Z	0.22	0.19	0.44	0.02	0.63	21.36	0.09	0.05	0.18	3.93	101.12	8.81	23.72
A2: S Z	0.21	0.18	0.47	0.02	0.62	21.78	0.10	0.06	0.20	4.01	96.57	9.29	24.64
E.P.	0.01 (NS)	0.01(NS)	0.03(NS)	0 (NS)	0.01 (NS)	0.42 (NS)	0.01(*)	0.01(NS)	0.02(NS)	0.08(NS)	4.55 (NS)	0.48 (NS)	0.92(NS)
FACTOR B:	PS g/m ²	PF g/m ²	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
B1: L C	0.21	0.18	0.45	0.02	0.59	21.37	0.10	0.05	0.20	3.94	108.60	8.46	22.45
B2: L R	0.23	0.19	0.46	0.02	0.65	21.78	0.09	0.05	0.18	4.00	89.10	9.63	25.91
E.P.	0.02(NS)	0.01 (NS)	0.01(NS)	0 (NS)	0.06 (NS)	0.41 (NS)	0.01(NS)	0 (NS)	0.02(NS)	0.06(NS)	19.5(NS)	1.17(NS)	3.46 (NS)
FACTOR C:	PS g/m ²	PF g/m ²	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
C1: C R	0.23	0.19	0.46	0.02	0.58	20.49	0.09	0.05	0.19	3.98	93.10	8.95	23.36
C2: S R	0.22	0.19	0.45	0.02	0.67	22.66	0.10	0.06	0.19	3.96	104.60	9.14	25.00
E.P.	0.01(NS)	0 (NS)	0.01(NS)	0 (NS)	0.09 (*)	2.17 (NS)	0.01(NS)	0.01(*)	0 (NS)	0.02(NS)	11.5 (NS)	0.19 (NS)	1.64 (NS)
FACTOR D:	PS g/m ²	PF g/m ²	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
D1: C N	0.23	0.19	0.46	0.01	0.64	22.52	0.09	0.05	0.17	3.83	86.68	8.64	24.09
D2: S N	0.22	0.18	0.45	0.03	0.61	20.64	0.11	0.06	0.21	4.11	111.02	9.46	24.27
E.P.	0.01(NS)	0.01 (NS)	0.01(NS)	0.02(*)	0.03 (NS)	1.88 (NS)	0.02(*)	0.01(*)	0.04 (NS)	0.28 (*)	24.34(NS)	0.06 (NS)	0.18 (NS)

PS: Peso seco

PF: Peso fresco

NT: Nitrógeno total

P: Fósforo

K: Potasio

Ca: Calcio

Mg: Magnesio

S: Azufre

B: Boro

Cu: Cobre

Fe: Hierro

Zn: Zinc

Mn: Manganeseo

NS: No significativo

*: Significativo al 5%

E.P.: Efecto principal

Existió un efecto significativo (Cuadro 11) para Magnesio (Mg), por efecto de no utilizar las zanjás, quizá este resultado haya sido afectado por otros factores físicos y químicos del suelo.

En el caso de las Labranzas no existió ningún efecto significativo estadísticamente para las variables evaluadas (Cuadro 11).

Del análisis de los promedios de las variables individuales del rastrojo (Cuadro 11) hubo diferencias significativas en el Potasio (K) y Azufre (S) donde se obtuvo el promedio más alto numéricamente en el efecto de dejar el rastrojo en el terreno.

Hubo diferencias significativas (Cuadro 11) en las variables K, Mg, S y Cobre (Cu) con el efecto de no fertilizar la Cebada, para el resto de variables evaluadas no existió significancia.

4.7. INTERACCIONES DE LOS FACTORES PRINCIPALES

INTERACCIONES FACTORES	CI: 30–40 kg fuerza/cm²	DE	DA gr/cm³	FeG ppm	NH₄⁺ ppm
B1xC1	71.66 B	97.50 B	0.88 A		
B1xC2	82.50 A	96.42 B	0.82 B		
B2xC1	75.41 AB	100.25 A	0.84 AB		
B2xC2	74.58 AB	97.42 B	0.87 AB		
B1xD1		101.50 B		85.69 AB	23.45 B
B1xD2		92.42 C		84.20 AB	20.55 B
B2xD1		104.25 A		101.58 A	28.71 A
B2xD2		93.42 C		76.02 B	21.14 B
C1xD1		104.25 A			
C1xD2		93.50 C			
C2xD1		101.50 B			
C2xD2		92.33 C			

CI: 30-40: Compactación inicial

DE: Días espigamiento

FeG: Hierro

NH₄⁺: Amonio

La respuesta de labranzas en relación a las variables compactación inicial de 30 a 40 cm; DE; y DA; dependieron de los residuos de cosecha (Cuadro 12). Para compactación inicial 30-40 cm el promedio más alto se cuantificó en B1C2

(labranza convencional sin remoción) con 82,50 kg fuerza/cm². Para DE el promedio más elevado se registro en B2C1 (Labranza Reducida con Remoción) con 100,25 días; aunque este indicador es un carácter varietal.

Para DA; el promedio mayor se cuantificó en B1C1 (Labranza Convencional, con Remoción) con 0.88.

Esta respuesta es lógica por que el suelo está protegido con mulch del cultivo anterior.

La respuesta de labranzas es en cuanto a las variables DE; FeG y NH₄⁺ dependieron de las dosis de N (Cuadro 12). El promedio más alto para estas variables se registraron B2D1 (Labranza reducida con N) con 104,24 de 101,58 ppm FeG y 28,71 ppm para NH₄⁺ (Cuadro 12). Finalmente la respuesta de residuos de avena-vicia en cuanto a la variable DE, dependió del N (Cuadro 12). El promedio mayor para DE; se evaluó en C1D1 (con remoción y N) con 104,25 DE (Cuadro 12).

4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

CUADRO 13. ANÁLISIS ECONÓMICO PRESUPUESTO PARCIAL

CONCEPTO Y/O VARIABLE	TRATAMIENTOS															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Rendimiento promedio TM/ha	1,71	1,28	1,62	1,16	2,69	1,87	2,38	1,62	1,89	1,67	2,28	1,23	2,02	2,24	2,71	2,29
Rendimiento ajustado 10% TM/ha	1,54	1,15	1,46	1,04	2,42	1,68	2,14	1,46	1,70	1,50	2,05	1,11	1,82	2,02	2,44	2,06
Ingreso bruto \$/ha	862	644	818	582	1355	941	1198	818	952	840	1148	622	1019	1131	1366	1154
COSTOS QUE VARIAN \$/ha																
Construcción de zanjas y mantenimiento \$/ha	600	600	600	600	600	600	600	600	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación del suelo \$/ha	120	120	120	120	0	0	0	0	120	120	120	120	0	0	0	0
Remoción restos vegetales \$/ha	250	250	0	0	250	250	0	0	250	250	0	0	250	250	0	0
Costo Urea y aplicación \$/ha	86	0	86	0	86	0	86	0	86	0	86	0	86	0	86	0
TOTAL COSTOS QUE VARIAN/ Trata. \$/ha	1056	970	806	720	936	850	686	600	456	370	206	120	336	250	86	0
TOTAL BENEFICIOS NETOS \$/ha	-196	-326	12	-138	419	91	512	218	496	470	942	502	683	881	1280	1154

4.8.1. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP) cultivo cebada.

2012.

Este análisis se realizó únicamente tomando en cuenta los cotos que variaron en cada tratamiento como fueron la mano de obra (costo de un jornal/día \$ 10); Urea \$ 0,75/kg; precio de venta de la cebada fue de \$ 560/TM.

En mano de obra se consideró la construcción, mantenimiento de zanjas, corte y remoción de restos vegetales.

El tratamiento que presentó el beneficio neto (\$/Ha), más alto fue el T15: (A2B2C2D1) con \$ 1280/Ha, únicamente en función de los costos que variaron en los tratamientos (Cuadro 13).

CUADRO 14. ANÁLISIS DE DOMINANCIA

TRATAMIENTO N°	TOTAL COSTOS QUE VARIAN \$/ha	TOTAL BENEFICIOS NETOS \$/ha
T16: A2B2C2D2	0	1154 √
T15: A2B2C2D1	86	1280 √
T12: A2B1C2D2	120	502 D
T11: A2B1C2D1	206	942 D
T14: A2B2C1D2	250	881 D
T13: A2B2C1D1	336	683 D
T10: A2B1C1D2	370	470 D
T9: A2B1C1D1	456	496 D
T8: A1B2C2D2	600	218 D
T7: A1B2C2D1	686	512 D
T4: A1B1C2D2	720	-138 D
T3: A1B1C2D1	806	12 D
T6: A1B2C1D2	850	91 D
T5: A1B2C1D1	936	419 D
T2: A1B1C1D2	970	-326 D
T1: A1B1C1D1	1056	-196 D

D: Tratamientos dominados

Con el análisis de dominancia (Cuadro 14), únicamente los tratamientos T15 y T16, no fueron dominados.

El resto de tratamientos fueron dominados porque en agricultura de conservación, la inversión inicial es alta en la construcción y mantenimiento de las zanjás y los beneficios integrales, serán, a mediano y largo plazo.

CUADRO 15. CÁLCULO DE LA TASA MARGINAL DE RETORNO

TRATAMIENTO N°	TOTAL COSTOS QUE VARIAN \$/ha	TOTAL BENEFICIOS NETOS \$/ha	TMR %
T16: A2B2C2D2	0	1154	146
T15: A2B2C2D1	86	1280	

Con el análisis de la TMR, el mejor tratamiento fue el T15 (A2B2C2D1: sin zanjás, labranza reducida, sin remoción de restos vegetales y con la aplicación de 46 kg/Ha de N en el Cultivo de cebada) con un valor de la TMR de 146%. (Cuadro 15); es decir el productor únicamente en función de los costos que variaron en los tratamientos, por cada dólar invertido, ganaría 1,46 dólares.

Sin embargo lo más importante de este estudio, es la contribución a mediano y largo plazo la conservación de los recursos vegetales naturales, para el Buen Vivir.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado los análisis agronómicos físicos y químicos de suelos económicos se sintetiza las siguientes conclusiones:

- Se evidencio como tendencia la contribución de la Agricultura de Conservación (AC) (construcción de zanjas, labranza reducida y residuos vegetales) sobre el proceso de mejoramiento de la calidad del suelo en cuanto a los indicadores físico, químico y biológico.
- La AC contribuye decididamente a la calidad y salud del suelo a mediano y largo plazo.
- Existió un efecto significativo positivo del Nitrógeno sobre el rendimiento con 2163 kg/Ha al 14 % de humedad; sin embargo la eficiencia del N, fue afectado por la sequía.
- La AC contribuyó a conservar la humedad del suelo en un 5 % y una menor compactación del suelo.
- Las condiciones climáticas como la cantidad y distribución de la lluvia fueron determinantes para la AC; la eficiencia agronómica y química del N.
- Económicamente en función únicamente de los costos que variaron en cada tratamiento, la mejor opción tecnológica preliminar se presentó en el tratamiento: T15 (A2B2C2D1) con un beneficio neto de \$ 1280/Ha y una TMR del 146 %.

- Finalmente este estudio permitió generar información de física, química y biológica del suelo, que servirá de base para comparar con los resultados a mediano y largo plazo del proceso de AC en la microcuenca del río Illangama en relación a la salud, calidad, conservación y productividad del suelo, para contribuir al Buen Vivir.

5.2. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos en esta investigación, se sugiere las siguientes recomendaciones:

- Continuar con el proceso de agricultura de conservación en la microcuenca del río Illangama para contribuir a la seguridad alimentaria en consideración que son territorios muy vulnerables y parte de la Cuenca alta del río Guayas.
- Incluir en la rotación de cultivos, leguminosas de doble propósito como el chocho, haba y la mezcla de avena-vicia.
- En el cultivo de cebada, quinua y mezclas forrajeras en rotación después de papa, aplicar únicamente entre 40 y 80 kg/Ha de Nitrógeno, fraccionado en tres aplicaciones a los 30; 60; y 90 días después de la siembra.
- En el proceso de agricultura de conservación evaluar también indicadores de crecimiento y biomasa de las especies forestales que están en el sistema agro-silvopastoril.
- Para evaluar indicadores biológicos del suelo como resultados del proceso de agricultura de conservación, es importante desarrollar o validar una metodología para medir variables o indicadores de macro y microorganismos, así como la captura de carbono.
- En este tipo de estudios, es vital que la facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, cuente con un servicio de laboratorios de Suelos, Bromotológicos y calidad de agua, para apoyar decididamente a los estudiantes, egresados y productores/as.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

A nivel mundial es evidente el cambio climático debido a deficientes prácticas de producción, mismas que dependen de insumos externos altamente contaminantes. La Provincia Bolívar aporta entre un 30 y 40% de agua a la Cuenca baja del río Guayas, sin embargo al no existir un manejo sustentable de la sub-cuencas y micro-cuencas de la parte media y alta de la Cuenca del río Guayas, hay un deterioro constante de los capitales natural, social, cultural, económico y ambiental. Esta investigación se realizó en la micro cuenca del río Illangama a una altitud de 3000 m. El objetivo central fue iniciar un proceso de Agricultura de Conservación (AC) y medir los cambios en la física, química y biológica del suelo y su efecto en la producción de cebada y calidad del suelo. Los componentes de la AC fueron la construcción de zanjas, labranza reducida con restos vegetales sin remoción y una dosis óptima de nitrógeno. Los resultados más relevantes de éste proceso fueron cambios iniciales positivos en los indicadores de física de suelos como Densidad Aparente (D_a), Humedad Volumétrica (HV), reducción de la erosión y compactación. En química de suelos hay cambios iniciales con un mayor contenido de NO_3^- ; NH_4^+ ; MO, NTotal e incremento del rendimiento de cebada en un 23%.

Finalmente este estudio permitió generar información de física, química y biológica del suelo que servirá de base para comparar con los resultados a mediano y largo plazo del proceso de agricultura de conservación en la microcuenca del río Illangama en relación a la salud, calidad, conservación y productividad del suelo, para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria.

6.2. SUMMARY

A global climate change is obvious due to poor production practices, which depend heavily polluting extern input. The Bolivar province contributes between 30% and 40% water to the lower Guayas river basin. However, the absence of sustainable management of the sub-basins and micro-basins of the upper and middle part of the Guayas river basin there is a steady deterioration of capital natural, social, cultural, economic, and environmental. This research was conducted in the micro basin Illangama at an altitude of 3000 m. The main objective was to initiate a process of conservation agriculture and measure changes in physical, chemical and biological soil and its effect on barley production and soil quality. CA components were trenching, reduced tillage with no plant debris removal and an optimal dose of nitrogen. The main results of this process were initial positive changes in indicators of soil physics as density apparent, humidity volumetric, reducing erosion and compaction. In soil chemistry are early changes with a higher content of NO_3^- ; NH_4^+ ; MO, Total N and increased barley yield by 23%.

Ending, this study allowed generating information of physical, chemical and biological soil as a basis for comparison with results in the medium and long term the process of conservation agriculture in the watershed of the river Illangama in relation to health, quality, conservation and soil productivity.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Álvarez, C. y Veloz, C. 2005.** Contribución a la caracterización de suelos del área basáltica alrededores de Laureles, Depto. de Salto; primera aproximación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, P. 30.
2. **Alloway, B. 1995.** Soil processes and the behavior of heavy metals. *In: Heavy Metals in soils.* Ed Blackie Academic & Professional, London: P. 368.
3. **Arévalo, C. 2010.** Curso de manejo de suelos y nutrición vegetal: manual de prácticas. 5 ed. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. P. 75.
4. **Armas, L. 1996.** “Plan de Manejo, aprovechamiento y conservación de las Microcuenca. Tesis de grado Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador. Facultad Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. P. 124.
5. **Barozet, E. 2002.** La Teoría de Redes y sus Aplicaciones en Ciencia Política: Una herramienta heurística. *Revista de Ciencia Política.* Pp. 17-38.
6. **Barrera, V. 2004.** Informe Final del Proyecto: Mejoramiento de la Productividad y Sostenibilidad de los sistemas de producción mixtos: cultivos-leche en la Eco Región Andina del Ecuador. Guaranda-Ecuador. P. 52.
7. **Beer, J. Ibrahim, M. Somarriba, E. Barrance, A. Leakey, R. 2004.** Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. Capítulo 6. Árboles de Centroamérica. OFICATIE. P.46.
8. **Bernier, R. 2000.** Synthesis of glutaminy l and denylate analogues. That are inhibitors of glutaminy trbioorg. *Med. Chem. Lett.* P. 10.
9. **Bertsch, F. 2008.** La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. ACCS. P. 157.

10. **Brealey, M. y Allen, J. 2006.** Principios de finanzas corporativas. Edición Editorial Mc Grand. P. 113.
11. **Callejo, M. 2002.** Industrias de cereales y Derivados Primera Edición, AMV Ediciones Madrid, España. Pp. 313-318.
12. **Canovas, F. y Díaz, J. 1993.** Cultivos sin Suelo. Curso Superior Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería. P. 65.
13. **Carpintero, O. 2005.** El metabolismo de la economía española. Recursos Naturales y huella ecológica (1955–2000). Fundación. César Manrique, Islas Canarias, España. Después de capital político. Pp. 123-130.
14. **Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). 2002.** Censo Nacional de nivel de vida, tenencia de la tierra y productividad. Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC). Pp. 78-96.
15. **Delgado, J. et al. 2012.** A decade of change in nutrient management requires and new Tool: A new nitrogen index: Journal of Soil and Water Conservation. P. 301.
16. **Delgado, J. 2011.** Integrated management of natural resources in the Ecuador Highlands. Agricultural Sciences. Search Google Scholar. Pp.768-779.
17. **Durston, J. 2000.** Capital Social Comunitario. Pp. 203-215.
18. **Echeverría, R. 2004.** Resumen Ejecutivo “Análisis económico Financiero del sector Forestal Ecuatoriano y del sistema Nacional Tercerizado de control Forestal”. Ministerio del Ambiente, BID. Quito, Ecuador. P. 85.
19. **Enciclopedia Prácticas de la Agricultura y Ganadería, 2001.** Océano/Centro Editorial Océano Barcelona España. Pp. 319- 321.

20. **FAO. 2006.** Ordenación responsable de los bosques plantados: Directrices voluntarias. Documento de Trabajo sobre los Bosques y árboles plantados No. 37/S. Roma, Italia. P. 69.
21. **Farall, M. 2000.** "Tecnologías para cuidar el suelo". IX Simposio de Percepción Remota. P. 50.
22. **Federación Nacional de cultivadores de cereales y leguminosas. (FENALCE). 2007.** Cultivo de Cebada. Pp. 21-46.
23. **Ferraris, G, et, al. 2004.** Disponibilidad de Azufre y respuesta de la Soja de primera a la Fertilización. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Paraná. Pp. 25-32.
24. **Figueroa, C. y Jiménez D. 1985** "Métodos para evaluar la calidad Maltera en Cebada. Didáctico No. 17 México, Gobierno del Estado de Chiapas. Secretaría. P.35.
25. **Franco, A. 2001.** Estrategias de ingestión de *Eucalanus spp* en dos ambientes oceanográficos del Caribe central colombiano. Informe final Proyecto Facultad de Biología Marina. Centro de Investigaciones Científicas. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta, Colombia P. 79.
26. **García, F. 2006.** ¿Por qué es negocio hacer cebada?. Jornada de Actualización en cebada. Córdoba. P. 25.
27. **Guevara, M. 2000.** Actividad forestal y desarrollo campesino. En Documentos de la reunión de coordinación y planeamiento de las Direcciones Forestales y de Fauna de las Regiones Agrarias. Oficina de Programación-DGFF-Ministerio de Agricultura. Pp. 81-97.
28. **Iglesias, R. y Taha, E. 2010.** Monografías de especies anuales, arbustivas y acuícola con potencial energético en Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. P. 55.

- 29. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP)**
2001. Participación y género en la investigación agropecuaria. Estación Experimental Santa Catalina. P. 37.
- 30. Lascano, M. 2008.** Valoración de la contribución forestal a la Economía Nacional, OTCA. Ecuador. Pp. 77-102.
- 31. López, T. 2007.** Sistemas Agroforestales 8. Sagarpa. Subsecretaría de Desarrollo. Pp. 12-20.
- 32. López F. y López M. 2000.** “El diagnóstico de suelos y plantas”. Métodos de Campo y laboratorio 4ta. Edición. Editorial Mundi Prensa. España. P.423.
- 33. Luna, H. 2003.** Programa Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Estado de Hidalgo. Tecnológico de Monterrey, campus Querétaro-Fundación Guanajuato Produce A.C. P. 253.
- 34. Mejía, T. y Hudur, J. 2003.** Reducción de la Pobreza en las Zonas de la Ladera de Honduras. Pp. 180-190.
- 35. Mejía, S. y Molina, L. 2000.** Estudio microbiológico de la rizófora de plantas que crecen en zonas contaminadas por hidrocarburos con fines de bio-remediación. Tesis de Licenciatura. Universidad de Veracruz. P. 45.
- 36. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (MAE). 2007.** Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad del Ecuador Quito. P. 34.
- 37. Molina, C y Jiménez, L. 1989.** “La cebada” Editorial Mundi Prensa. P. 23.
- 38. Monar, C. 2013.** Informe Anual. Proyecto de investigación y producción de Semillas. Guaranda-Ecuador. P. 32.
- 39. Monar, C. 2012.** Informe Anual. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Bolívar. P. 42.

40. **Monar, C. 2009.** Informe Anual. Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología-Bolívar. INIAP. Guaranda, Ecuador. Pp. 40.
41. **Monar, C. 2000.** Informe Anual de labores. INIAP – UVTT/C – Bolívar. Guaranda, Ecuador.
42. **Monar, C. et, al. 1998.** Informe Anual de labores. Proyecto Integral Noreste de Bolívar. INIAP-FEPP. Guaranda, Ecuador. P. 32.
43. **Musálem, S. 2001.** Sistemas Agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo. División de ciencias forestales. Pp. 25-36.
44. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 2009.** Situación de los Bosques del mundo. Roma, Italia P. 23.
45. **Ortiz, R. 2008.** Hidroponía en el Suelo. Edición AbyaYala. Quito, Ecuador. Pp. 34- 38, 56-61.
46. **Oyarzún, P. et, al. 2002.** Manejo Agronómico. En: El cultivo de la papa en Ecuador. Pumisacho, M. y Sherwood, S. (eds). Quito. INIAP, CIP. Pp. 51-82.
47. **Plaster, E. 2000.** La Ciencia del Suelo y su Manejo. Ed. Paraninfo. Madrid, España. P. 65.
48. **Pierre, M. 2010.** El capital financiero de hilferding: Lecciones y legados para el análisis contemporáneo. En revista memoria., CEMOS. P. 246.
49. **Pitty, A. 2002.** Guía Fotográfica para la identificación de Malezas. Parte 1. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Pp. 35-70.
50. **Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002.** El cultivo de la cebada en Ecuador. Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuario Centro Internacional de la Cebada. Primera Edición. Quito, Ecuador. P. 229.

51. **Putnam, R. 1993.** Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy. Pp. 112-119.
52. **Quevedo, F. 2000.** Contribución de la Arcilla y de la Materia Orgánica a la Capacidad de Intercambio Catiónico de Suelos de la Región de la Sierra del Perú. Análisis Científicos. UNA-LM. XXIV: Pp. 261-278.
53. **Ramírez, R. 2005.** Manejo Sistemas Agroforestales. P.11.
54. **Ratto, E. 2006.** Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. P. 207.
55. **Rodríguez, L. 1992.** Buenas prácticas de manejo de suelos. Informe anual de Conservación de suelos. Iniap. 1992. Quito, Ecuador. P. 36.
56. **Romero, M. 2001.** Estado actual de la información sobre recursos Forestales y cambio en el uso de la Tierra. FAO. Santiago de Chile. Pp. 203-212.
57. **Semarna, T. 2000.** Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Estudio de erosión y degradación del suelo en la cuenca "El Josefino", Municipio de Jesús María, Jalisco, México. Pp. 449-452.
58. **Sumner, M. 1998.** A New Approach for Predicting Nutrient Needs for Increased Crop Yields. Solutions. 1978. Pp. 68-78.
59. **Tayupanta, J. y Cordova, J. 1999.** Alternativas Agronómicas y Mecánicas para evitar la pérdida de suelo. Estación Experimental Santa Catalina, Iniap. Publicación Miscelánea No. 54. Quito, Ecuador. P. 40.
60. **Tiehm, A. and Schulze, S. 2003.** Intrinsic Aromatic Hydrocarbon Biodegradation For Groundwater Remediation. Oil & Gas Science and Technology. Pp. 58-62.

61. **Torres, C. 2002.** Manual Agropecuario. Biblioteca de Campo. Tipos de labranzas. Labranza convencional. P. 88.
62. **Urbano, P. y Urbano, J. 2000.** Erosión y Conservación del Suelo. Madrid, España. Pp. 213-245.
63. **Vaca, E. 2007.** “Proyecto caracterización fisiológica de le roya amarilla. (*Puccinias triiformis*) en la Cebada. P. 106.
64. **Valverde, F. et, al. 1998.** Fertilización del cultivo de la papa. Quito, Ecuador. P. 23.
65. **Vásquez, E. 2006.** La industria Forestal del Ecuador. Quito, Ecuador. Pp. 12-35.
66. **Vega, E y Cuesta, A. 2009.** Análisis Económico de la cadena Forestal Ecuatoriana. Informe de la consultoría. Programa ECOBONA. Quito, Ecuador. Pp. 213-218.
67. **Vélez, M. y Vélez, J. 2002.** Infiltración. Universidad Nacional de Colombia, Unidad de Hidráulica. Cap. 8. Cali, Colombia. P. 78.
68. **Victoria, C. y Zamalvide, J. 2008.** Contribución de la Materia Orgánica a la capacidad de intercambio catiónico en distintos Suelos. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. P. 20.
69. **Volke, S. et, al. 2005.** Suelos Contaminados por Metales y Metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. S y G Editores, S.A. de C.V. México, D.F. Pp. 68-81. Pp. 49-50.
70. **Zapata, H. 2004.** Química de la Acidez del Suelo. Primera Edición. Impresión Cargraphics Digital. Cali, Colombia. P. 208.
71. **<http://www.abcagro.com>.** Abonos verdes.

72. <http://www.agriculturadeconservacion.org/quienes-somos/beneficios>. Beneficios de la agricultura de conservación.
73. www.agrosistemas.es/Servicios/Perfilesdecultivos/Cebada/cebada.htm)
74. <http://www.botanical-online.com>. Funciones de las plantas “fotosíntesis”
75. <http://www.buenastareas.com>. Características Morfológicas y físico de cebada.
76. <http://www.cita.aragon.es>. Valoración Económica de Bienes Medio Ambientales. Manuel castro, José Albiac. Pág. 94.
77. <http://www.corpoica.com.org>. Documento el ciclo del nitrógeno
78. <http://www.consultoraseb.com.ar/images/Nitrogeno%20Amoniacal>
79. <http://www.ecoportal.com.a>
80. <http://www.elcomerciosa.es/canalagro/datos/herbaceos/cerales/cebada>
81. <http://www.enciclopedia.navarra.biz/navarra/cereal>
82. <http://www.estrucplan.com>
83. <http://www.financierarural.gob.mx/monografia%20cebada>
84. <http://www.importadoradelmonte.com/productos/herbicidas/estermont>
85. <http://www.iniap.gob.ec>
86. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htrn>
87. <http://www.lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html>
88. <http://www.lacienciaysusdemonios.com/2010/02/15/huerto-evolutivo-hacia-los-origenes-de-la-cerveza>
89. <http://www.manualdelombricultura.com>

90. <http://www.miliarium.com>
91. <http://www.monografias.com>
92. http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/growth_bar.htm
93. <http://www.proferfol.com>
94. <http://www.rincondelvago.com>. Estructura Económica y Social.
95. <http://www.robertexto.com>. Auditoría de Gestión del Instituto Técnico Superior Salesiano. L. Ortega. Cabrera. 2011.
96. <http://www.semilla.cyta.com.ar/germinacion/germinacion.htm>
97. <http://www.soco.jrc.europa.eu>. Sustainable Agriculture and Soil Conservation.
98. <http://www.sostenibilidad.hcenergia.com>
99. <http://www.statuspuebla.com>
100. <http://www.wikipedia.com>

ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación del Ensayo



Fuente: INIAP/SAMREN/CRSP. 2012

ANEXO 2. Bases de datos.

ANEXO 2.1. BASE DE DATOS DE LAS VARIABLES DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CEBADA CON PRÁCTICAS AGROFORESTALES. MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA, PROVINCIA BOLÍVAR-ECUADOR, 2012

VARIABLES AGRONÓMICAS								MUESTREO BIOLÓGICO					
DE	PR	AP	RB	DC	NEPN	PCKPN	RKH	C	LO	CP	E	M	LA
104	26,70	59,80	3787	186	2733333,33	3,53	1178,00	30000	0	0	0	0	0
93	22,70	43,80	4520	186	3480000,00	2,71	903,33	50000	0	0	0	0	0
101	24,90	66,70	7200	186	3973333,33	3,84	1278,67	20000	0	0	0	0	0
95	25,50	58,60	5507	186	2920000,00	3,88	1293,67	50000	0	0	0	0	0
107	20,40	70,40	5470	186	3050800,00	8,43	2955,42	40000	0	0	10000	0	10000
94	22,50	56,40	4699	186	2665066,67	4,45	1561,87	50000	0	0	0	0	0
105	23,30	78,20	7645	186	3348866,67	7,62	2672,43	20000	0	0	0	0	0
101	19,30	53,90	4840	186	3466666,67	4,68	1561,00	20000	0	0	0	0	0
90	21,00	55,00	4573	186	4133333,33	3,88	1294,00	40000	0	0	0	0	0
100	21,20	57,10	3920	186	2586666,67	5,88	1959,67	10000	0	0	0	0	0
90	25,60	51,80	3373	186	2840000,00	2,16	719,67	10000	0	0	10000	0	0
106	25,20	62,10	5164	186	3138466,67	4,50	1577,65	20000	0	0	0	10000	0
95	21,10	63,10	3989	186	2963133,33	6,51	2281,79	10000	0	0	0	0	0
100	26,50	67,20	10467	186	3524200,00	7,52	2637,36	20000	0	0	0	0	0
92	28,20	52,70	3980	186	1963733,33	4,31	1509,62	0	0	0	0	0	0
106	52,80	59,40	6733	190	5240000,00	4,12	1371,67	20000	0	0	0	0	0
96	51,10	47,70	1573	190	1706666,67	1,85	617,33	20000	0	0	0	0	0
103	44,00	60,10	5093	190	3826666,67	4,55	1518,00	20000	0	0	0	0	0
94	44,90	48,80	3307	190	3160000,00	1,92	639,00	20000	0	0	0	0	0
110	51,70	56,90	2911	190	2200433,33	5,80	2034,92	10000	0	0	0	0	0
97	56,30	58,70	2875	190	1876066,67	4,28	1501,55	10000	0	0	0	0	0

107	46,80	53,90	4304	190	2253033,33	4,17	1463,68	10000	0	0	0	0	0
106	51,80	64,20	10840	190	3626666,67	6,28	2092,33	30000	0	0	0	0	10000
96	50,10	42,70	3307	190	2933333,33	4,77	1590,33	30000	0	0	0	0	0
104	48,30	54,20	7373	190	3600000,00	6,41	2135,67	0	0	0	0	0	0
98	48,30	54,10	1760	190	1560000,00	3,68	1226,00	10000	0	0	0	0	0
109	47,00	66,20	4997	190	2647533,33	4,77	1672,68	20000	0	0	0	0	0
98	51,00	56,10	2262	190	1358833,33	2,86	1001,85	10000	0	0	0	0	0
105	52,30	75,60	4340	190	1937433,33	8,06	2826,37	10000	0	10000	10000	0	0
95	49,40	62,80	3323	190	2568633,33	5,80	2032,46	0	0	0	0	0	0
99	43,60	75,20	10227	189	3560000,00	7,77	2589,33	20000	0	0	0	0	0
90	43,80	65,90	5480	189	3160000,00	6,92	2306,33	50000	0	0	0	0	0
98	48,20	69,90	4200	189	4013333,33	6,18	2060,67	60000	0	0	0	10000	10000
89	50,10	54,80	4080	189	2960000,00	4,65	1550,67	40000	0	0	0	0	0
103	45,90	68,60	6724	189	2516033,33	8,74	3064,83	60000	0	0	10000	0	0
92	45,80	69,50	3726	189	1963733,33	7,28	2552,85	10000	0	0	10000	0	0
101	49,40	56,90	4822	189	2524800,00	8,55	2998,20	10000	0	0	0	0	10000
90	48,50	66,70	7259	189	2673833,33	5,79	2031,06	40000	0	0	0	0	0
99	40,90	69,50	5907	189	3760000,00	6,05	2017,33	50000	0	0	0	0	0
97	48,10	62,90	7600	189	3080000,00	8,25	2748,33	30000	0	0	0	0	0
101	49,60	66,50	12650	189	3883633,33	8,01	2809,54	50000	20000	0	0	0	0

DE: Dias espigamiento

NEPN: Número espigas parcela neta

DC: Días cosecha

PCKPN: Peso cebada kilogramos parcela neta

PR: Profundidad radicular

RB: Rendimiento biomasa

AP: Altura planta

RKH: Rendimiento kilogramos hectárea

C: Cutzo

LO: Lombriz tierra

CP: Cien pies

E: Escarabajo

M: Mariposa

LA: Langosta

ANEXO 2.2. BASE DE DATOS DE LAS VARIABLES FÍSICAS DE SUELO DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CEBADA CON PRÁCTICAS AGROFORESTALES. MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA, PROVINCIA BOLÍVAR-ECUADOR, 2012

COMPACTACIÓN								% HUMEDAD		DA
COMPACTACIÓN INICIAL				COMPACTACIÓN FINAL				G	V	
0 a 10 cm	10 a 20 cm	20 a 30 cm	30 a 40 cm	0 a 10 cm	10 a 20 cm	20 a 30 cm	30 a 40 cm			
27,5	77,5	115	147,5	40	47,5	230	255	47,4	43,1	0,91
27,5	77,5	115	147,5	20	87,5	127,5	252	47,4	43,1	0,91
12,5	35	107,5	147,5	37,5	40	127,5	210	49,5	40,0	0,81
12,5	35	107,5	147,5	35	135	150	272,5	49,5	40,0	0,81
20	60	130	165	11	21	115	265	52,8	43,6	0,82
20	60	130	165	20	102,5	185	260	52,8	43,6	0,82
7,5	60	90	115	67,5	172,5	195	240	49,5	42,1	0,85
7,5	60	90	115	57,5	82,5	245	260	49,5	42,1	0,85
12,5	45	110	130	25	135	179	270	50,3	43,6	0,87
12,5	45	110	130	40	127,5	185	210	50,3	43,6	0,87
17,5	95	135	170	23,5	124	173	187,5	44,2	39,6	0,90
17,5	95	135	170	57,5	140	217,5	252,5	44,2	39,6	0,90
12,5	45	107,5	135	10	37,5	57,5	108	48,5	41,4	0,85
12,5	45	107,5	135	7,5	92,5	142,5	205	48,5	41,4	0,85
15	52,5	102,5	122,5	45	92,5	180	217,5	43,7	43,4	0,99
15	52,5	102,5	122,5	17,5	72,5	230	275	43,7	43,4	0,99
25	32,5	115	135	15	15	212,5	250	44,9	38,1	0,85
25	32,5	115	135	27,5	125	137,5	247,5	44,9	38,1	0,85
12,5	30	120	150	32,5	160	205	290	44,3	40,6	0,92

12,5	30	120	150	15	132,5	260	290	44,3	40,6	0,92
15	35	95	150	38,5	102,5	210	250	47,7	43,6	0,91
15	35	95	150	28	85	167,5	230	47,7	43,6	0,91
15	77,5	127,5	137,5	82,5	155	265	280	46,2	40,6	0,88
15	77,5	127,5	137,5	57,5	160	280	295	46,2	40,6	0,88
67,5	112,5	117,5	122,5	30	100	160	260	40,5	43,0	1,06
67,5	112,5	117,5	122,5	7,5	200	285	270	40,5	43,0	1,06
47,5	65	140	170	40	127,5	225	255	44,5	37,5	0,84
47,5	65	140	170	6,5	100	145	267,5	44,5	37,5	0,84
17,5	80	127,5	150	55	97,5	185	202,5	44,2	40,8	0,92
17,5	80	127,5	150	20	120	195	255	44,2	40,8	0,92
17,5	57,5	122,5	162,5	50	120	260	290	43,0	39,4	0,92
15	55	130	160	10	52,5	82,5	165	55,3	43,4	0,78
15	55	130	160	50	132,5	195	255	55,3	43,4	0,78
20	70	130	180	47,5	115	135	155	51,3	39,0	0,76
20	70	130	180	10	95	190	235	51,3	39,0	0,76
15	90	135	180	15	85	155	290	50,6	41,2	0,81
22,5	55	125	177,5	45	110	190	275	55,3	43,7	0,79
15	52,5	80	165	17,5	120	205	295	52,9	44,3	0,84
12,5	65	132,5	172,5	20	47,5	220	295	52,3	38,7	0,74
12,5	65	132,5	172,5	15	75	170	260	52,3	38,7	0,74
25	50	110	160	17,5	87,5	177,5	245	58,4	44,0	0,75
G: Graviétrica	V: Volumétrica	DA: Densidad aparente						62,6	50,2	0,80

ANEXO 2.3. BASE DE DATOS DE LAS VARIABLES FÍSICAS QUÍMICAS DEL GRANO DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CEBADA CON PRÁCTICAS AGROFORESTALES. MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA, PROVINCIA BOLÍVAR-ECUADOR, 2012

GRANO													
PF	PS	MS	NT	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0,11	0,10	89,6	1,55	0,23	0,44	0,07	0,15	0,11	1,9	7,3	89,1	11,0	66,9
0,11	0,10	89,1	1,35	0,32	0,46	0,08	0,17	0,11	1,6	7,2	79,7	11,7	56,6
0,20	0,17	89,2	1,54	0,25	0,41	0,06	0,16	0,10	1,8	7,3	76,8	13,0	59,9
0,11	0,10	86,7	1,30	0,24	0,47	0,08	0,17	0,10	1,3	7,9	106,5	16,2	68,8
0,25	0,22	89,1	1,71	0,18	0,50	0,07	0,17	0,10	0,9	6,6	97,7	14,7	88,7
0,16	0,14	86,5	1,59	0,24	0,40	0,06	0,16	0,11	0,8	6,9	77,6	11,1	67,5
0,34	0,30	87,9	1,64	0,18	0,55	0,07	0,17	0,12	0,6	7,9	106,1	17,5	93,9
0,16	0,14	89,9	1,50	0,33	0,45	0,08	0,18	0,10	1,2	8,3	71,3	13,2	61,7
0,13	0,12	88,4	1,54	0,17	0,43	0,07	0,14	0,11	1,5	6,7	88	9,2	49,9
0,11	0,10	89,0	1,40	0,28	0,55	0,07	0,18	0,11	1,6	8,9	76,8	11,7	66,6
0,16	0,13	82,3	1,45	0,25	0,42	0,07	0,15	0,13	0,1	7,3	94,6	10,5	56,0
0,08	0,07	86,7	1,44	0,18	0,42	0,07	0,15	0,11	0,6	7,2	85,6	8,8	52,9
0,21	0,19	89,1	1,62	0,17	0,35	0,06	0,13	0,11	0,1	6,6	101,5	12,4	57,0
0,27	0,23	88,3	1,33	0,22	0,43	0,08	0,17	0,09	0,1	8,1	82,8	16,1	68,4
0,38	0,33	88,0	1,80	0,19	0,42	0,08	0,17	0,12	0,1	7,2	131,1	18,3	92,2
0,15	0,13	87,2	1,40	0,23	0,44	0,06	0,15	0,11	0,2	6,7	74,5	11,7	58,7
0,22	0,19	89,2	1,61	0,18	0,47	0,06	0,15	0,11	0,1	7,4	106,1	12,6	61,7
0,03	0,03	87,8	1,64	0,23	0,44	0,06	0,14	0,11	0,1	7,6	70,2	11,0	45,6
0,14	0,12	89,1	1,69	0,19	0,33	0,06	0,14	0,11	1,2	6,6	69,1	10,8	51,3
0,10	0,09	89,0	1,36	0,23	0,48	0,09	0,17	0,11	0,5	8,6	99,5	14,3	55,6

0,21	0,19	88,3	1,63	0,15	0,42	0,07	0,14	0,11	1,7	7,5	93,1	12,9	53,1
0,12	0,11	88,8	1,57	0,2	0,55	0,08	0,16	0,10	0,4	8,2	81,8	15,3	47,1
0,15	0,13	88,2	1,68	0,18	0,47	0,08	0,15	0,12	0,4	9,3	115,4	14,9	62,2
0,07	0,06	86,7	1,40	0,22	0,34	0,05	0,13	0,11	0,3	8,1	69,7	10,1	44,7
0,05	0,05	87,5	1,50	0,22	0,43	0,17	0,17	0,12	1,9	10,3	81	13,9	52,4
0,17	0,14	86,9	1,20	0,3	0,54	0,08	0,18	0,13	1,2	8,0	110	13,7	54,1
0,04	0,03	89,0	1,57	0,24	0,51	0,21	0,19	0,11	0,8	8,6	59,8	18,8	49,0
0,14	0,13	88,9	1,62	0,16	0,50	0,09	0,16	0,11	0,1	7,7	137,2	18,5	56,8
0,13	0,11	87,9	1,61	0,28	0,41	0,05	0,16	0,12	0,7	7,4	85,6	12,5	47,8
0,13	0,12	88,3	1,69	0,17	0,49	0,09	0,16	0,11	1,1	7,6	132,8	18,4	65,7
0,14	0,13	88,0	1,59	0,19	0,42	0,07	0,14	0,11	0,1	7,1	82	12,0	53,6
0,22	0,19	85,3	1,55	0,25	0,36	0,05	0,15	0,11	0,6	9,7	58,4	12,6	64,2
0,16	0,14	88,9	1,35	0,28	0,42	0,08	0,17	0,10	1,6	7,8	69,8	13,7	61,1
0,10	0,09	88,8	1,41	0,25	0,35	0,08	0,14	0,11	0,1	8,8	74,9	11,9	58,8
0,29	0,26	88,3	1,64	0,17	0,45	0,09	0,16	0,11	0,1	7,8	94,6	16,6	82,3
0,23	0,20	87,9	1,66	0,18	0,36	0,07	0,13	0,12	0,1	9,4	84,9	9,3	64,2
0,20	0,18	89,0	1,59	0,25	0,42	0,08	0,15	0,12	0,1	7,9	71,2	9,9	64,9
0,17	0,15	88,8	1,38	0,23	0,41	0,1	0,16	0,10	0,1	8,0	93,6	15,0	68,3
0,18	0,16	88,2	1,78	0,21	0,36	0,08	0,14	0,12	0,1	7,8	77,9	11,3	66,4
0,45	0,37	83,5	1,75	0,29	0,40	0,08	0,17	0,14	0,1	8,3	70,4	11,2	74,9
0,20	0,18	88,2	1,79	0,28	0,43	0,08	0,16	0,12	0,1	8,3	73,6	11,0	68,1
0,22	0,20	88,2	1,43	0,31	0,39	0,08	0,16	0,11	0,1	8,3	54,2	11,0	55,3
PF: Peso fresco	MS: Materia seca	P: Fósforo	Ca: Calcio	S: Azufre			Cu: Cobre			Mn: Manganeso			

PS: Peso seco

NT: Nitrógeno total

K: Potasio

Mg: Magnesio

B: Boro

Fe: Hierro

Zn: Zinc

ANEXO 2.4. BASE DE DATOS DE LAS VARIABLES FÍSICAS QUÍMICAS DEL RASTROJO DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CEBADA CON PRÁCTICAS AGROFORESTALES. MICROCUENCA DEL RÍO ILLANGAMA, PROVINCIA BOLÍVAR-ECUADOR, 2012.

RASTROJO												
PF	PS	NT	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0,28	0,14	0,45	0,02	0,57	0,28	0,09	0,04	0,1	4,0	44,5	7,2	21,3
0,22	0,19	0,52	0,04	0,50	0,32	0,11	0,05	0,1	3,7	142,7	8,2	23,0
0,20	0,18	0,35	0,01	0,56	0,31	0,09	0,04	0,1	3,3	82,5	5,2	16,1
0,21	0,18	0,48	0,03	0,49	0,3	0,11	0,06	0,1	4,4	458,2	16,4	30,1
0,22	0,19	0,47	0,01	0,85	0,24	0,09	0,04	0,1	3,4	86,0	7,5	35,9
0,20	0,17	0,40	0,01	0,66	0,27	0,1	0,05	0,1	3,7	97,5	5,7	26,1
0,26	0,23	0,50	0,01	0,89	25,6	0,08	0,04	0,9	3,6	63,4	9,1	41,0
0,23	0,20	0,37	0,03	0,68	30,9	0,1	0,06	0,7	3,9	80,1	6,9	29,5
0,20	0,17	0,54	0,02	0,51	32,8	0,1	0,05	0,5	3,6	73,0	6,5	20,6
0,25	0,22	0,64	0,06	0,47	30,6	0,13	0,07	1,3	4,8	93,5	6,7	22,9
0,20	0,14	0,76	0,05	0,81	52,6	0,16	0,10	0,2	5,1	110,6	8,5	29,8
0,23	0,20	0,37	0,01	0,80	27,1	0,08	0,05	0,1	3,5	95,3	12,5	24,6
0,21	0,19	0,52	0,02	0,57	28,2	0,09	0,05	0,1	4,0	113,2	8,8	24,6
0,23	0,20	0,52	0,01	0,81	33,9	0,09	0,06	0,1	3,7	102,1	14,0	39,0
0,22	0,19	0,54	0,04	0,72	31	0,11	0,06	0,1	4,2	75,7	12,0	32,5
0,26	0,24	0,49	0,01	0,75	29,1	0,08	0,05	0,1	3,7	120,6	9,8	22,7
0,12	0,10	0,52	0,04	0,60	31,1	0,1	0,07	0,1	4,2	116,5	10,3	19,0
0,21	0,19	0,44	0,02	0,59	27,1	0,08	0,05	0,1	3,3	81,5	8,5	18,8
0,25	0,22	0,52	0,05	0,69	28,8	0,1	0,07	0,1	4,1	108,3	8,8	18,6
0,22	0,19	0,51	0,01	0,57	27,7	0,07	0,04	0,1	3,8	98,8	9,8	17,0

0,20	0,19	0,41	0,02	0,74	30,8	0,1	0,05	0,1	4,0	115,7	14,0	16,6
0,22	0,20	0,49	0,01	0,68	34,1	0,09	0,06	0,1	3,9	100,8	11,7	19,6
0,13	0,10	0,34	0,02	0,63	30,6	0,1	0,05	0,1	3,6	55,8	7,1	20,4
0,22	0,18	0,38	0,02	0,60	28,4	0,09	0,05	0,1	3,0	102,7	4,4	11,9
0,20	0,17	0,32	0,02	0,72	26,2	0,08	0,05	0,1	2,9	87,9	3,8	9,7
0,13	0,11	0,42	0,02	0,82	29,4	0,09	0,06	0,1	3,3	78,1	10,3	19,6
0,22	0,19	0,54	0,02	0,55	28,8	0,08	0,05	0,1	4,1	102,5	10,9	18,5
0,26	0,12	0,44	0,03	0,57	35,2	0,13	0,07	0,1	3,9	88,3	15,5	19,6
0,21	0,19	0,54	0,01	0,68	31,6	0,1	0,06	0,1	3,9	164,7	14,2	23,5
0,22	0,19	0,49	0,03	0,49	37,3	0,11	0,07	0,1	3,9	139,3	10,3	25,1
0,21	0,19	0,30	0,01	0,46	32,3	0,09	0,05	0,1	4,2	65,2	7,4	18,2
0,24	0,21	0,30	0,03	0,37	26,5	0,1	0,05	0,1	3,9	43,0	5,1	22,2
0,21	0,18	0,54	0,02	0,68	37,9	0,12	0,07	0,1	4,3	135,2	9,8	28,8
0,30	0,27	0,55	0,02	0,47	37,4	0,11	0,06	0,1	4,8	77,6	11,4	26,0
0,24	0,22	0,42	0,01	0,86	25,6	0,09	0,05	0,1	3,7	44,6	6,7	22,2
0,28	0,25	0,49	0,03	0,69	0,3	0,1	0,06	0,7	4,8	83,6	6,2	24,2
0,25	0,22	0,37	0,01	0,60	0,34	0,09	0,05	0,5	4,0	74,1	8,7	36,1
0,21	0,18	0,39	0,02	0,41	0,32	0,1	0,06	0,4	3,9	72,6	8,5	25,0
0,21	0,19	0,31	0,01	0,56	0,35	0,11	0,06	0,1	4,2	58,4	9,1	22,7
0,23	0,20	0,54	0,05	0,67	0,32	0,1	0,08	0,1	4,5	96,4	5,9	30,4
0,21	0,20	0,31	0,02	0,51	0,29	0,1	0,06	0,1	3,8	41,3	4,1	19,1
0,26	0,22	0,42	0,04	0,68	0,48	0,13	0,09	0,1	4,9	100,4	11,4	30,1

PF: Peso fresco

NT: Nitrógeno total

K: Potasio

Mg: Magnesio

B: Boro

Fe: Hierro

Zn: Zinc

PS: Peso seco

P: Fósforo

Ca: Calcio

S: Azufre

Cu: Cobre

Mn: Manganeso

ANEXO 3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE FÍSICA, QUÍMICA DEL SUELO Y TEJIDO VEGETAL ANTES, DURANTE Y AL FINAL DEL ENSAYO

Tratamiento	% HUMEDAD		DA	GRANO													
	G	V		Peso fresco (Kg)/m ²	Peso seco (Kg)/m ²	% Materia seca(Ms)	NT	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
							%						ppm				
T1	47,4	43,1	0,91	0,11	0,10	89,6	1,55	0,23	0,44	0,07	0,15	0,11	1,9	7,3	89,1	11,0	66,9
T2	47,4	43,1	0,91	0,11	0,10	89,1	1,35	0,32	0,46	0,08	0,17	0,11	1,6	7,2	79,7	11,7	56,6
T3	49,5	40,0	0,81	0,20	0,17	89,2	1,54	0,25	0,41	0,06	0,16	0,10	1,8	7,3	76,8	13,0	59,9
T4	49,5	40,0	0,81	0,11	0,10	86,7	1,30	0,24	0,47	0,08	0,17	0,10	1,3	7,9	106,5	16,2	68,8
T5	52,8	43,6	0,82	0,25	0,22	89,1	1,71	0,18	0,50	0,07	0,17	0,10	0,9	6,6	97,7	14,7	88,7
T6	52,8	43,6	0,82	0,16	0,14	86,5	1,59	0,24	0,40	0,06	0,16	0,11	0,8	6,9	77,6	11,1	67,5
T7	49,5	42,1	0,85	0,34	0,30	87,9	1,64	0,18	0,55	0,07	0,17	0,12	0,6	7,9	106,1	17,5	93,9
T8	49,5	42,1	0,85	0,16	0,14	89,9	1,50	0,33	0,45	0,08	0,18	0,10	1,2	8,3	71,3	13,2	61,7
T9	50,3	43,6	0,87	0,13	0,12	88,4	1,54	0,17	0,43	0,07	0,14	0,11	1,5	6,7	88	9,2	49,9
T10	50,3	43,6	0,87	0,11	0,10	89,0	1,40	0,28	0,55	0,07	0,18	0,11	1,6	8,9	76,8	11,7	66,6
T11	44,2	39,6	0,90	0,16	0,13	82,3	1,45	0,25	0,42	0,07	0,15	0,13	0,1	7,3	94,6	10,5	56,0
T12	44,2	39,6	0,90	0,08	0,07	86,7	1,44	0,18	0,42	0,07	0,15	0,11	0,6	7,2	85,6	8,8	52,9
T13	48,5	41,4	0,85	0,21	0,19	89,1	1,62	0,17	0,35	0,06	0,13	0,11	0,1	6,6	101,5	12,4	57,0
T14	48,5	41,4	0,85	0,27	0,23	88,3	1,33	0,22	0,43	0,08	0,17	0,09	0,1	8,1	82,8	16,1	68,4
T15	43,7	43,4	0,99	0,38	0,33	88,0	1,80	0,19	0,42	0,08	0,17	0,12	0,1	7,2	131,1	18,3	92,2
T16	43,7	43,4	0,99	0,15	0,13	87,2	1,40	0,23	0,44	0,06	0,15	0,11	0,2	6,7	74,5	11,7	58,7
T1	44,9	38,1	0,85	0,22	0,19	89,2	1,61	0,18	0,47	0,06	0,15	0,11	0,1	7,4	106,1	12,6	61,7

T2	44,9	38,1	0,85	0,03	0,03	87,8	1,64	0,23	0,44	0,06	0,14	0,11	0,1	7,6	70,2	11,0	45,6
T3	44,3	40,6	0,92	0,14	0,12	89,1	1,69	0,19	0,33	0,06	0,14	0,11	1,2	6,6	69,1	10,8	51,3
T4	44,3	40,6	0,92	0,10	0,09	89,0	1,36	0,23	0,48	0,09	0,17	0,11	0,5	8,6	99,5	14,3	55,6
T5	47,7	43,6	0,91	0,21	0,19	88,3	1,63	0,15	0,42	0,07	0,14	0,11	1,7	7,5	93,1	12,9	53,1
T6	47,7	43,6	0,91	0,12	0,11	88,8	1,57	0,2	0,55	0,08	0,16	0,10	0,4	8,2	81,8	15,3	47,1
T7	46,2	40,6	0,88	0,15	0,13	88,2	1,68	0,18	0,47	0,08	0,15	0,12	0,4	9,3	115,4	14,9	62,2
T8	46,2	40,6	0,88	0,07	0,06	86,7	1,40	0,22	0,34	0,05	0,13	0,11	0,3	8,1	69,7	10,1	44,7
T9	40,5	43,0	1,06	0,16	0,14	85,5	1,32	0,22	0,48	0,09	0,17	0,10	0,4	7,5	88,4	11,1	46,7
T10	40,5	43,0	1,06	0,05	0,05	87,5	1,50	0,22	0,43	0,17	0,17	0,12	1,9	10,3	81	13,9	52,4
T11	44,5	37,5	0,84	0,17	0,14	86,9	1,20	0,3	0,54	0,08	0,18	0,13	1,2	8,0	110	13,7	54,1
T12	44,5	37,5	0,84	0,04	0,03	89,0	1,57	0,24	0,51	0,21	0,19	0,11	0,8	8,6	59,8	18,8	49,0
T13	44,2	40,8	0,92	0,14	0,13	88,9	1,62	0,16	0,50	0,09	0,16	0,11	0,1	7,7	137,2	18,5	56,8
T14	44,2	40,8	0,92	0,13	0,11	87,9	1,61	0,28	0,41	0,05	0,16	0,12	0,7	7,4	85,6	12,5	47,8
T15	43,0	39,4	0,92	0,13	0,12	88,3	1,69	0,17	0,49	0,09	0,16	0,11	1,1	7,6	132,8	18,4	65,7
T16	43,0	39,4	0,92	0,14	0,13	88,0	1,59	0,19	0,42	0,07	0,14	0,11	0,1	7,1	82	12,0	53,6
T1	55,3	43,4	0,78	0,22	0,19	85,3	1,55	0,25	0,36	0,05	0,15	0,11	0,6	9,7	58,4	12,6	64,2
T2	55,3	43,4	0,78	0,16	0,14	88,9	1,35	0,28	0,42	0,08	0,17	0,10	1,6	7,8	69,8	13,7	61,1
T3	51,3	39,0	0,76	0,20	0,18	88,6	1,79	0,24	0,39	0,08	0,15	0,13	1,7	7,9	89,4	12,2	75,2
T4	51,3	39,0	0,76	0,10	0,09	88,8	1,41	0,25	0,35	0,08	0,14	0,11	0,1	8,8	74,9	11,9	58,8
T5	50,6	41,2	0,81	0,29	0,26	88,3	1,64	0,17	0,45	0,09	0,16	0,11	0,1	7,8	94,6	16,6	82,3
T6	50,6	41,2	0,81	0,13	0,12	89,3	1,35	0,22	0,33	0,07	0,15	0,11	0,1	7,9	65,3	12,5	79,0
T7	55,3	43,7	0,79	0,23	0,20	87,9	1,66	0,18	0,36	0,07	0,13	0,12	0,1	9,4	84,9	9,3	64,2
T8	55,3	43,7	0,79	0,20	0,18	89,0	1,59	0,25	0,42	0,08	0,15	0,12	0,1	7,9	71,2	9,9	64,9

T9	52,9	44,3	0,84	0,20	0,18	89,7	1,57	0,23	0,37	0,07	0,15	0,11	0,1	7,4	80,5	13,6	75,0
T10	52,9	44,3	0,84	0,17	0,15	88,8	1,38	0,23	0,41	0,1	0,16	0,10	0,1	8,0	93,6	15,0	68,3
T11	52,3	38,7	0,74	0,18	0,16	88,2	1,78	0,21	0,36	0,08	0,14	0,12	0,1	7,8	77,9	11,3	66,4
T12	52,3	38,7	0,74	0,18	0,16	88,6	1,52	0,24	0,41	0,1	0,16	0,11	0,1	8,7	113	18,4	66,9
T13	58,4	44,0	0,75	0,45	0,37	83,5	1,75	0,29	0,40	0,08	0,17	0,14	0,1	8,3	70,4	11,2	74,9
T14	58,4	44,0	0,75	0,20	0,18	88,2	1,79	0,28	0,43	0,08	0,16	0,12	0,1	8,3	73,6	11,0	68,1
T15	62,6	50,2	0,80	0,22	0,20	88,2	1,43	0,31	0,39	0,08	0,16	0,11	0,1	8,3	54,2	11,0	55,3
T16	62,6	50,2	0,80	0,37	0,31	85,4	1,68	0,30	0,36	0,08	0,15	0,13	0,1	9,5	76,8	11,7	72,5

Tratamiento	RASTROJO												
	Peso fresco (Kg)/m ²	Peso seco(Kg)/m ²	NT	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			%						ppm				
T1	0,28	0,14	0,45	0,02	0,57	0,28	0,09	0,04	0,1	4,0	44,5	7,2	21,3
T2	0,22	0,19	0,52	0,04	0,50	0,32	0,11	0,05	0,1	3,7	142,7	8,2	23,0
T3	0,20	0,18	0,35	0,01	0,56	0,31	0,09	0,04	0,1	3,3	82,5	5,2	16,1
T4	0,21	0,18	0,48	0,03	0,49	0,3	0,11	0,06	0,1	4,4	458,2	16,4	30,1
T5	0,22	0,19	0,47	0,01	0,85	0,24	0,09	0,04	0,1	3,4	86,0	7,5	35,9
T6	0,20	0,17	0,40	0,01	0,66	0,27	0,1	0,05	0,1	3,7	97,5	5,7	26,1
T7	0,26	0,23	0,50	0,01	0,89	25,6	0,08	0,04	0,9	3,6	63,4	9,1	41,0
T8	0,23	0,20	0,37	0,03	0,68	30,9	0,1	0,06	0,7	3,9	80,1	6,9	29,5
T9	0,20	0,17	0,54	0,02	0,51	32,8	0,1	0,05	0,5	3,6	73,0	6,5	20,6
T10	0,25	0,22	0,64	0,06	0,47	30,6	0,13	0,07	1,3	4,8	93,5	6,7	22,9
T11	0,20	0,14	0,76	0,05	0,81	52,6	0,16	0,10	0,2	5,1	110,6	8,5	29,8
T12	0,22	0,18	0,49	0,04	0,71	28,2	0,11	0,06	0,1	4,3	122,9	6,7	26,1
T13	0,23	0,20	0,37	0,01	0,80	27,1	0,08	0,05	0,1	3,5	95,3	12,5	24,6
T14	0,21	0,19	0,52	0,02	0,57	28,2	0,09	0,05	0,1	4,0	113,2	8,8	24,6
T15	0,23	0,20	0,52	0,01	0,81	33,9	0,09	0,06	0,1	3,7	102,1	14,0	39,0
T16	0,22	0,19	0,54	0,04	0,72	31	0,11	0,06	0,1	4,2	75,7	12,0	32,5
T1	0,26	0,24	0,49	0,01	0,75	29,1	0,08	0,05	0,1	3,7	120,6	9,8	22,7
T2	0,12	0,10	0,52	0,04	0,60	31,1	0,1	0,07	0,1	4,2	116,5	10,3	19,0

T3	0,21	0,19	0,44	0,02	0,59	27,1	0,08	0,05	0,1	3,3	81,5	8,5	18,8
T4	0,25	0,22	0,52	0,05	0,69	28,8	0,1	0,07	0,1	4,1	108,3	8,8	18,6
T5	0,22	0,19	0,51	0,01	0,57	27,7	0,07	0,04	0,1	3,8	98,8	9,8	17,0
T6	0,20	0,19	0,41	0,02	0,74	30,8	0,1	0,05	0,1	4,0	115,7	14,0	16,6
T7	0,22	0,20	0,49	0,01	0,68	34,1	0,09	0,06	0,1	3,9	100,8	11,7	19,6
T8	0,13	0,10	0,34	0,02	0,63	30,6	0,1	0,05	0,1	3,6	55,8	7,1	20,4
T9	0,22	0,18	0,38	0,02	0,60	28,4	0,09	0,05	0,1	3,0	102,7	4,4	11,9
T10	0,21	0,17	0,60	0,05	0,69	38,7	0,13	0,07	0,1	4,3	199,4	14,6	22,1
T11	0,20	0,17	0,32	0,02	0,72	26,2	0,08	0,05	0,1	2,9	87,9	3,8	9,7
T12	0,13	0,11	0,42	0,02	0,82	29,4	0,09	0,06	0,1	3,3	78,1	10,3	19,6
T13	0,22	0,19	0,54	0,02	0,55	28,8	0,08	0,05	0,1	4,1	102,5	10,9	18,5
T14	0,26	0,12	0,44	0,03	0,57	35,2	0,13	0,07	0,1	3,9	88,3	15,5	19,6
T15	0,21	0,19	0,54	0,01	0,68	31,6	0,1	0,06	0,1	3,9	164,7	14,2	23,5
T16	0,22	0,19	0,49	0,03	0,49	37,3	0,11	0,07	0,1	3,9	139,3	10,3	25,1
T1	0,21	0,19	0,30	0,01	0,46	32,3	0,09	0,05	0,1	4,2	65,2	7,4	18,2
T2	0,24	0,21	0,30	0,03	0,37	26,5	0,1	0,05	0,1	3,9	43,0	5,1	22,2
T3	0,21	0,18	0,54	0,02	0,68	37,9	0,12	0,07	0,1	4,3	135,2	9,8	28,8
T4	0,21	0,18	0,38	0,03	0,65	30,7	0,11	0,06	0,1	4,1	74,6	10,3	23,0
T5	0,30	0,27	0,55	0,02	0,47	37,4	0,11	0,06	0,1	4,8	77,6	11,4	26,0
T6	0,24	0,22	0,37	0,01	0,57	24,6	0,08	0,05	0,1	4,1	50,2	8,4	29,1
T7	0,24	0,22	0,42	0,01	0,86	25,6	0,09	0,05	0,1	3,7	44,6	6,7	22,2
T8	0,28	0,25	0,49	0,03	0,69	0,3	0,1	0,06	0,7	4,8	83,6	6,2	24,2
T9	0,25	0,22	0,37	0,01	0,60	0,34	0,09	0,05	0,5	4,0	74,1	8,7	36,1

T10	0,21	0,18	0,39	0,02	0,41	0,32	0,1	0,06	0,4	3,9	72,6	8,5	25,0
T11	0,20	0,18	0,45	0,01	0,56	0,29	0,09	0,05	0,3	4,0	60,4	8,4	30,5
T12	0,21	0,19	0,31	0,01	0,56	0,35	0,11	0,06	0,1	4,2	58,4	9,1	22,7
T13	0,20	0,17	0,44	0,01	0,43	0,44	0,14	0,07	0,1	4,5	65,0	7,2	27,4
T14	0,23	0,20	0,54	0,05	0,67	0,32	0,1	0,08	0,1	4,5	96,4	5,9	30,4
T15	0,21	0,20	0,31	0,02	0,51	0,29	0,1	0,06	0,1	3,8	41,3	4,1	19,1
T16	0,26	0,22	0,42	0,04	0,68	0,48	0,13	0,09	0,1	4,9	100,4	11,4	30,1

ANEXO 4. Fotos del seguimiento y evaluación del ensayo

Foto N° 1. Selección del lugar



Foto N° 2. Muestreo del Suelo



Foto N° 3. Siembra Labranza Reducida



Foto N° 4. Siembra Labranza Convencional



Foto N° 5. Plantación Especies Forestales
Lupinus (Teline monspessulana)



Foto N° 6. Realización de Zanjas de desviación del agua



Foto N° 7. Aplicación de fertilizante Urea al voleo



Foto N° 8. Ensayo R1 Marcopamba



Foto N° 9. Registro de pluviosidad en mm



Foto N° 10. Evaluación profundidad radicular en cm



Foto N° 11. Muestreo de suelo para Densidad Aparente



Foto N° 12. Evaluación altura de plantas en cm



Foto N° 13. Cosecha de Cebada en madurez comercial



Foto N° 14. Registro de peso en Kg/parcela



Foto N° 15. Conteo de Invertebrados al Final del ensayo



Foto N° 16. Aventado de Cebada



Fotos N° 17. Visita del Tribunal de Tesis a la Microcuenca del río Illangama.



ANEXO 5. Glosario de Términos Técnicos

Barreras vivas.- Hileras de plantas de denso crecimiento que se siembran siguiendo las curvas a nivel.

Cobertura vegetal.- Expresa que son plantas que cubren la superficie del suelo y llenan la capa superficial con raíces densas y profundas, que mantienen el suelo en su lugar y disminuyen la erosión.

Compactación.- La compactación del suelo se produce por el paso de personas, animales y vehículos en forma repetida por el mismo lugar.

Cultivos de fajas.- Son fajas alternas y de anchura variable con cultivos de escarda y cultivos densos.

Cultivos en contorno.- Es una práctica sencilla para detener la erosión, pues cada surco forma un canal que disminuye la velocidad del escurrimiento superficial aumenta la infiltración y evita la formación de canalillos y cárcavas.

Curvas de nivel.- Es una práctica muy difundida que se utiliza las siembras de cultivos, en el establecimiento de barreras vivas y en cultivos en fajas, entre otros.

Capital financiero.- El capital financiero consiste en el dinero que se utiliza para la inversión antes que para el consumo.

Capital cultural.- Se puede interpretar como el filtro, a través del cual, la gente vive sus vidas, los rituales diarios o estacionales que se observan y la manera de cómo se mira el mundo alrededor.

Capital físico.- Consisten en los cambios en el entorno físico que contribuyen a que las poblaciones cubran sus necesidades básicas y sean más productivas y generalmente son parte de los bienes públicos.

Capital humano.- Representa las aptitudes, conocimientos, capacidades laborales y buena salud, que en conjunto permiten a las poblaciones entablar

distintas estrategias y alcanzar sus objetivos en materia de medios de vida.

Capital natural.- Comprende una amplia variedad de recursos desde bienes públicos intangibles, como el aire -su calidad- y la biodiversidad, hasta activos divisibles utilizados directamente en la producción -árboles, tierras, etc.

Capital político.- Es la capacidad de un grupo de influenciar la distribución de recursos dentro de una unidad social, incluyendo los sistemas de ayuda, la agenda para que estos recursos estén disponibles y quién es elegible para recibirlos.

Capital social.- El capital social se refiere a las interacciones, conexiones y relaciones que unen a los individuos y las comunidades.

Definición de Agroforestería.- Es el cultivo deliberado de árboles en la misma unidad de tierra que los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal.

Degradación física.- Por su importancia en el país, se incluyen la erosión hídrica y eólica, y el deterioro de la estructura, con fenómenos tales como sellado, encostrado la formación de pisos de arado.

Degradación química.- Se incluye la pérdida de nutrientes o de fertilidad, acidificación y alcalinización, salinización y contaminación por uso indiscriminado de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes.

Degradación biológica.- Se considera la pérdida de materia orgánica y la alteración de la flora y fauna del suelo (micro-flora y lombrices, etc.)

Escorrentía.- Movimiento superficial de aguas continentales no encauzadas a favor de la pendiente. La forma de movimiento del agua puede ser laminar, turbulenta o de arroyada.

Fertilización.- Tipo de sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

Labranza convencional.- Involucra la inversión del suelo, normalmente con el arado de vertedera o el arado de discos como labranza primaria, seguida por labranzas secundarias con la rastra de discos.

Labranza cero.- La labranza cero es una parte importante de la agricultura de conservación de suelos, ya que deja en la superficie los restos de cosecha del cultivo anterior y no se realiza movimientos importantes para el próximo cultivo salvo el hoyado para la siembra de nuevas semillas.

Labranza mínima.- Practica de manejo de suelo que consiste en arar lo menos posible.

Labranza reducida.- Para obtener buenos resultados con la roturación del suelo y minimizar los problemas de erosión, se recomienda la labranza mínima o labranza de conservación.

Sistema de manejo.- Sistema integrado por los aspectos de suelo, cultivo, malas hierbas, plagas y enfermedades, capaz de transformar la energía solar, agua, nutrientes, labores y otros insumos en alimentos, piensos, combustibles o fibras. El sistema de manejo equivale a un subsistema del sistema de explotación.

Sistema de producción.- Conjunto particular de actividades (sistema de manejo) desarrolladas para producir una serie definida de productos o beneficios.

Suelo.- Es un recurso natural renovable de importancia básica para la vida sobre la tierra. Es la fuente de vida de las plantas, animales y la especie humana.

Zanja de desviación.- Esta práctica está destinada a cortar el flujo del agua proveniente de las partes superiores del terreno, trasladándoles a caminos del agua o bordes del campo previamente establecidos en donde no existan riesgos de erosión.