



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:

**CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS IMPACTADOS, POR EL
USO DE FERTILIZANTES EN EL CASERÍO DE BELLAVISTA
BAJA, CENTRO POBLADO DE COMBAYO – CAJAMARCA, 2016**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentada por la Bachiller:

OLORTEGUI MUGUERZA, MIRIAN

Cajamarca – Perú

DEDICATORIA

A Dios *por* haberme brindado salud para lograr mis objetivos. A mis padres Cosme y Martha a mis hermanos Joel y Baneza, quienes siempre han estado conmigo brindándome su apoyo y su esfuerzo para ser cada día mejor gracias por su amor, alegría y ánimo contagioso, que no me dejaron desfallecer para así poder llevar acabo la culminación de este proyecto.

Mirian

AGRADECIMIENTO

A Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para supera obstáculos y dificultades en mi vida.

A la UAP por su atención y amabilidad en todo lo referente a mi vida como alumno A todos mis profesores por su experiencia transmitida y sus conocimientos compartidos.

A mis padres y hermanos por todo su apoyo incondicional en el trascurso de mi carrera

Al instituto de INIA. Y todas aquellas personas que me brindaron, su ayuda incondicional. Este es el esfuerzo de un gran equipo de trabajo, a cada uno de ellos gracias.

La autora

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Potada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	vi

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática	01
1.2. Delimitación de la investigación	03
1.2.1. Delimitación espacial	03
1.2.2. Delimitación social	03
1.2.3. Delimitación temporal	03
1.2.4. Delimitación conceptual	03
1.3. Problemas de Investigación	04
1.3.1. Problema Principal	04
1.3.2. Problemas Secundarios	04
1.4. Objetivos de la Investigación	04
1.4.1. Objetivo General	04
1.4.2. Objetivos Específicos	04
1.5. Hipótesis y variables de la investigación	05
1.5.1. Hipótesis General	05
1.5.2. Hipótesis Secundarias	05
1.5.3. Variables (Definición Conceptual y Operacional)	06
1.6. Metodología de la investigación	06
1.6.1. Tipo y Nivel de Investigación	06
a) Tipo de Investigación	06
b) Nivel de Investigación	06
1.6.2. Método y Diseño de la Investigación	07

a) Método de la Investigación	07
b) Diseño de la Investigación	07
1.6.3. Población y muestras de la investigación	07
a) Población	07
b) Muestra	07
1.6.4. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos	07
a) Técnicas	07
b) Instrumentos	08
1.6.5. Justificación, Importancia y limitaciones de la Investigación	
a) Justificación	08
b) Importancia	09
c) Limitaciones	10

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema	11
2.2. Bases Teóricas	13
2.3. Definición de Términos Básicos	51

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis de tablas y gráficos	56
3.2. Determinación de las características químicas del suelo, de Bellavista Baja	65
3.3. Producción y rendimiento de cultivos más significativos de Bellavista Baja	72
3.4. Resultados de análisis de muestras en laboratorio de INIA Cajamarca	74

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y RESULTADOS

a) Conclusiones	93
b) Recomendaciones	94
c) Referencias	95
Anexos	99

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operación de variables de la investigación	06
Tabla 2. Descripción de la clase de partículas del suelo	22
Tabla 3. Clases texturales del suelo	25
Tabla 4. Clasificación del ph del suelo y su densidad	27
Tabla 5. Interpretación de análisis de nitrógeno total (%)	29
Tabla 6. Interpretación de análisis de fósforo y potasio en (ppm)	30
Tabla 7. Fertilizantes químicos	35
Tabla 8. Indicadores físicos	38
Tabla 9. Indicadores químicos	39
Tabla 10. Indicadores biológicos	40
Tabla 11. Kg/ha cal viva para corregir el pH	41
Tabla 12. Kg/ha de caliza para corregir el pH	41
Tabla 13. Muestra de estudio.	58
Tabla 14. Ubicación puntos de muestreo de suelo	61
Tabla 15. Cultivos del periodo 2007 – 2016. C.P. Bellavista Baja	72
Tabla 16. Código de cada parcela de laboratorio	74
Tabla 17. Parcela Atunconga (O)	75
Tabla 18. Parcela Caruaquero (A)	76
Tabla 19. Parcela Casaloma (B)	78
Tabla 20. Parcela Los Puquiales (C)	79
Tabla 21. Parcela Peña Blanca (E)	80
Tabla 22. Rango de la calidad del suelo (USDA)	84
Tabla 23. Indicadores de calidad, caracterización del Agroecosistema	89
Tabla 24. Indicadores de calidad, propiedades químicas	90
Tabla 25. Caracterización de los suelos impactados por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca.	96
Tabla 26. Lecturas de clasificación textural	102
Tabla 27. Lecturas del hidrómetro de 06 parcelas	103
Tabla 28. Lecturas de pH por Zona de cultivo	104

Tabla 29. Consolidado de visitas personalizadas	106
Tabla 30. Consolidado capacitaciones	107
Tabla 31. Cultivos parcela los Puquiales	108
Tabla 32. Cultivos parcela Atunconga	109
Tabla 33. Cultivos parcela Caruaquero	110
Tabla 34. Cultivos parcela Casaloma	111
Tabla 35. Cultivos parcela Pachachaca	112
Tabla 36. Cultivos parcela Peña blanca	113
Tabla 37. Hectáreas de la parcela los puquiales	116
Tabla 38. Consolidado análisis de suelos	117
Tabla 39. Hectáreas de la parcela Pachachaca	117

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del caserío Bellavista Baja	14
Figura 2. Horizontes del suelo	20
Figura 3. Triangulo textural	24
Figura 4. Ph y disponibilidad de nutrientes	28
Figura 5. Principales componentes de la calidad de suelo	37
Figura 6. Puntos de Muestreo caserío Bellavista Baja	57
Figura 7. Calicata 1. Parcela Atunconga	59
Figura 8. Calicata 2. Parcela Caruaquero	60
Figura 9. Calicata 3. Parcela Casaloma	60
Figura 10. Parcela Atunconga (MO)	62
Figura 11. Parcela Caruaquero (MA)	62
Figura 12. Parcela Casaloma (MB)	63
Figura 13. Parcela Los Puquiales (MC)	63
Figura 14. Parcela Pachachaca (MD)	64
Figura 15. Parcela Peña Blanca (ME)	64
Figura 16. Calicata 3. Parcela Casaloma	66
Figura 17 Contenido de Fósforo caserío Bellavista Baja- 2016	67
Figura 18 Determinación de potasio	68
Figura 19. Contenido de potasio del caserío Bellavista Baja- 2016	69
Figura 20. Calicata 3. Parcela Casaloma	70
Figura 21. Contenido de materia orgánica caserío Bellavista Baja	71
Figura 22. Cultivos del periodo 2007-2016	73
Figura 23. Textura de la Parcela Atunconga	76
Figura 24. Textura de la Parcela Caruaquero	77
Figura 25. Textura de la Parcela Casaloma	78
Figura 26. Textura de la Parcela los Puquiales	80
Figura 27. Textura de la Parcela los Peña Blanca	81
Figura 28. Temperatura promedio caserío Bellavista Baja 2016	82
Figura 29. Resultados de promedio de pH, caserío Bellavista Baja.	83
Figura 30. Resultados de pH, caserío Bellavista Baja.	85

Figura 31. Contenido de Aluminio caserío	87
Figura 32. Indicadores de calidad del suelo- Agroecosistema	91
Figura 33. Indicadores de calidad del suelo- Agroecosistema	105
Figura 34. Calicata Peña Blanca	114
Figura 35. Capacitación con los pobladores del caserío Bellavista Baja	115
Figura 36. En el laboratorio INIA Cajamarca	118
Figura 37. Visita del tesista al caserío Bellavista baja	119

RESUMEN

El presente trabajo profesional de caracterización de los suelos impactados, por el uso de fertilizantes en el caserío de Bellavista Baja, centro poblado de Combayo – Cajamarca, 2016, realizada desde el 15 de julio al 15 de diciembre, en el laboratorio de INIA Cajamarca, en cumplimiento con el decreto supremo D.S. N° 002-2014-MINAN que establece disposiciones complementarias para la aplicación de los ECA para suelo. Al analizar las muestras se obtuvo los siguientes resultados; las propiedades químicas del suelo que permiten identificar la calidad de los suelos del caserío de Bellavista Baja son el contenido de fósforo, encontrado en la zona MD, el contenido de potasio, encontrado en la zona ME, el contenido de materia orgánica encontrado en la zona ME, el contenido de aluminio encontrado en la zona MC y el pH analizado en las zonas O, A, B y 5 muestras en las zonas C (01), E (04). Los niveles del contenido de fósforo que se encontró en mayor porcentaje fue en la parcela Pachachaca con 7.63 ppm zona MD, el niveles del contenido de potasio con mayor porcentaje fue en la parcela Peña Blanca con 225 ppm zona ME, en el punto de muestreo ME-10, los niveles el contenido de materia orgánica del caserío de Bellavista Baja, alcanzaron el mayor porcentaje en la parcela Peña Blanca con 5.7% zona ME y el pH se clasificó con suelos extremadamente ácidos localizados en las zonas O,A,B (Atunconga, Caruaquero y Casaloma) en un rango de 3.5 a 4.4. Y, 05 muestras con pH neutro con un rango de 6.6 a 7.3 en las zonas C(MC-30-1), E(ME-10-1 y ME-30-3). En cuanto a la calidad del suelo se obtuvo que de las parcelas en estudio, 02 parcelas (Pachachaca y Peña Blanca) tienen una calidad de suelo igual o superior a 8. Siendo la parcelas Caruaquero ubicada en la zona MA, la que obtuvo el puntaje más bajo con 2.

Palabras Claves: calidad, parcela, suelo, horizonte, caracterización, unidad, zona, muestra.

ABSTRACT

The present professional work of characterization of impacted soils, by the use of fertilizers in the farmhouse of Bellavista Baja, center town of Combayo - Cajamarca, 2016, held from July 15 to December 15 in the INIA Cajamarca laboratory in compliance with the decree Supreme DS No. 002-2014-MINAN which establishes complementary provisions for the application of FFS for soil. When analyzing the samples the following results were obtained; The chemical properties of the soil that allow to identify the quality of the soils of the Bellavista Baja hamlet are the phosphorus content found in the MD zone, the potassium content found in the in the ME zone, the organic matter content found in the ME zone, the aluminum content found in zone MC, and the pH analyzed in zones O, A, B and 5 samples in zones C (01), E (04). The levels of phosphorus content found in the Pachachaca plot with 7.63 ppm DM zone, the highest percentage of potassium content levels was in the Peña Blanca plot with 225 ppm ME zone, in the sampling point ME -10. The levels of the organic matter content of the Bellavista Baja farm reached a higher percentage in the Peña Blanca plot with 5.7% ME zone and the pH was classified as extremely acid soils located in the O, A, B (Atunconga, Caruaquero and Casaloma) in a range of 3.5 to 4.4. And 05 samples with neutral pH ranging from 6.6 to 7.3 in zones C (MC-30-1), E (ME-30-3) and ME-30-3). Regarding the quality of the soil, it was obtained that of the 05 plots under study, 02 plots (Pachachaca and Peña Blanca) have a soil quality equal to or higher than 8. Since the Caruaquero plots is located in the MA zone, the Lower score with 2.

Keywords: quality, plot, soil, horizon, characterization, unit, sample zone.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo profesional influenciado por la caracterización de los suelos impactados, por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca, 2016.

Para lo cual se presenta el siguiente objetivo general: Determinar las propiedades del suelo que permiten identificar el mal uso de los fertilizantes y la calidad de los suelos del caserío Bellavista Baja, centro poblado Combayo, Cajamarca.

Por lo cual se determina el siguiente problema principal: ¿Cuáles son las propiedades del suelo que permiten identificar el mal uso de los fertilizantes, y la calidad de los suelos en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo, Cajamarca?.

Se realiza la Presente tesis profesional que estudiará la caracterización de los suelos impactados, por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca. En la actualidad los suelos Vienen siendo erosionados progresivamente, esto se refleja en sus rendimientos bajos en producción de pastos, cultivo de papa y maíz básicamente, esto debido a que no vienen utilizando los niveles de fertilización adecuados por un desconocimiento en la calidad de los mismos y solo se acondicionan a referencias en el uso de la cantidad de abonos y/o fertilizantes, esta zona se caracteriza por su actividad principal que es la ganadería cuya línea de producción es la leche, producto que por una mala sus rendimientos de leche solo llega a un promedio de 5 litros de leche día. Cantidad que no hace rentable esta actividad, por lo que llegando a conocer la cobertura vegetal de las áreas dedicadas a la producción de forrajes se podrán proponer alternativas de mejoramiento de estas pasturas y de igual manera conociendo las características químicas de los suelos se podrán realizar planes de fertilización y tipo de variedades que puedan adaptarse a los suelos de la zona.

El presente trabajo consta de cinco capítulos: Primer Capítulo; contiene la descripción de la realidad problemática, delimitación de la investigación, delimitación especial, delimitación social, delimitación temporal, delimitación conceptual, problema principal, problemas secundarios, objetivo general, objetivos especiales, justificación, importancia, limitaciones. Segundo Capítulo; incluye antecedentes del problema, bases teóricas, definición de términos básicos. Tercer Capítulo; comprende hipótesis general, hipótesis secundarias, variables. Cuarto Capítulo; incluye tipo de investigación, nivel de investigación, método y diseño de la investigación, población y muestra de la investigación, técnicas e instrumentos de la recolección de datos. Quinto Capítulo, cuenta con recursos, presupuesto, cronograma de actividades y referencias bibliográficas, anexos, Matriz de consistencia e instrumentos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la segunda mitad del siglo XX, los agricultores se encontraron en un fenómeno de crecimiento poblacional. La demanda se produjo en un momento en que gran parte de la tierra adecuada para el cultivo ya estaba siendo utilizada para la producción agrícola. En muchos países, los agricultores cultivaban intensamente la tierra en 1950, en la mayoría de las zonas no era posible responder a la demanda recurriendo simplemente a la ampliación de la superficie cultivada. El rendimiento de cultivos se debe a que las propiedades Físicas, Químicas y Biológicas del suelo, son de buena calidad estudios recientes mencionan que el mejor país en agricultura es China, porque su suelo tienen los nutrientes esenciales para su desarrollo (nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, ph) que cumplen los parámetros permisibles para un buen rendimientos agronómico. (FAO, 2002)

En el Perú, la agricultura ha evolucionado, en los últimos 50 años, en los 80'as la agricultura desembocó en un proceso de concentración de fertilizantes químicos, que deformaron la fertilidad de los suelos, ph, sales, propiedades físicas, química y biológicas, etc. Las cuales variadas, pasando de lo árido a lo fértil y de lo fértil a lo inerte y artificial.

En Cajamarca en el Centro Poblado de Combayo, en el Caserío de Bellavista Baja. En la actualidad los suelos Vienen siendo erosionados progresivamente, esto se refleja en sus rendimientos bajos en producción de pastos, cultivo de papa y maíz básicamente, esto debido a que no vienen utilizando los niveles de fertilización adecuados por un desconocimiento en la calidad de los mismos y solo se acondicionan a referencias en el uso de la cantidad de abonos y/o fertilizantes, esta zona se caracteriza por su actividad principal que es la ganadería cuya línea de producción es la leche, producto que por una mala alimentación (pastos de baja producción y calidad nutritiva), sus rendimientos de leche solo llega a un promedio de 5 litros de leche día. Cantidad que no hace rentable esta actividad, por lo que llegando a conocer la cobertura vegetal de las áreas dedicadas a la producción de forrajes se podrán proponer alternativas de mejoramiento de estas pasturas y de igual manera conociendo las características químicas de los suelos se podrán realizar planes de fertilización y tipo de variedades que puedan adaptarse a los suelos de la zona.

Por lo que en la presente tesis profesional se estudia la caracterización de los suelos impactados por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca, para cumplir con la Ley General del Ambiente N° 28611. Estándares Calidad Ambiental (ECA). D.S. N° 002-2014-MINAN se establece los ECA para el suelo y Resolución Ministerial N° 137-2016-MINAN, se resuelve cumplir el art. 1 actualizar los métodos de ensayo para el análisis de los parámetros de los ECA. En la actualidad los productores desconocen las características de los suelos, por lo que al momento de instalar sus cultivos no aplican las cantidades necesarias de fertilizantes para lograr rendimientos adecuados, en otros casos aplican fertilizantes más de lo necesario conllevando a un incremento en los costos de producción de sus cultivos.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Esta investigación se realizó en el Caserío Bellavista baja que pertenece al Centro Poblado de Combayo, Distrito de la Encañada, Provincia de Cajamarca.

1.2.2. Delimitación social

Este proyecto de investigación comprende principalmente al Caserío Bellavista Baja y el Instituto de Innovación Agraria INIA Cajamarca.

1.2.3. Delimitación temporal

El presente proyecto de investigación se realizó del 15 de julio al 15 de diciembre del 2016.

1.2.4. Delimitación conceptual

Las propiedades del suelo y la capacidad de proveer nutrientes esenciales a los cultivos, en este sentido se evalúa la disponibilidad de nutrientes en el suelo a través de análisis de suelos para cumplir con la Ley General del Ambiente N° 28611. Estándares Calidad Ambiental (ECA). D.S. N° 002-2014-MINAN se establece los ECA para el suelo y Resolución Ministerial N° 137-2016-MINAN, se resuelve cumplir el art. 1 actualizar los métodos de ensayo para el análisis de los parámetros de los ECA.

1.3. Problemas de investigación

1.3.1. Problema principal

- ¿Cuáles son las propiedades del suelo que permiten identificar el mal uso de los fertilizantes, y la calidad de los suelos en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo, Cajamarca?.

1.3.2. Problemas secundarios

- ¿En qué medida nos favorece determinar las propiedades químicas del Caserío Bellavista Baja, centro poblado de Combayo, Cajamarca?
- ¿Conocer las propiedades físicas y determinar la calidad de los suelos del caserío de Bellavista Baja centro poblado de Combayo?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Determinar las propiedades del suelo que permiten identificar el mal uso de los fertilizantes y la calidad de los suelos del caserío Bellavista Baja, centro poblado Combayo, Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Conocer las propiedades físicas de los suelos del caserío Bellavista Baja, Centro Poblado Combayo-Cajamarca.

- Determinar las propiedades químicas de los suelos del caserío Bellavista Baja Centro Poblado Combayo y determinar la calidad de suelo.

1.5. Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

- Las propiedades químicas que presentan los suelos del Caserío Bellavista Baja, centro poblado Combayo, Cajamarca permite clasificar a los suelos como de alta calidad para la agronomía.

1.5.2. Hipótesis secundarias

- Los suelos del Caserío Bellavista Baja Centro Poblado Combayo posees las principales propiedades químicas y físicas en proporciones adecuadas.
- Las propiedades químicas de los suelos del Caserío Bellavista Baja Centro Poblado Combayo, permiten clasificarlos en una escala de calidad para desarrollar actividades agrícolas.

1.5.3 Variables (definición conceptual y operacional)

Tabla 1. Operación de variables de la investigación

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica
Caracterización del suelos	Es la proporción de los componentes determina una serie de propiedades del suelos, tenemos las propiedades físicas en la que tenemos la textura y las propiedades químicas.	Características físicas	Textura	Análisis de laboratorio
		Características químicas	K	
			P	
			M.O	
			AL	
			PH	

Fuente: elaboración propia, 2016.

Para los resultados estudiados en el presente trabajo de investigación se utilizan datos obtenidos en campo y en el laboratorio de suelos de la estación experimental Baños del Inca INIA-Cajamarca para poder procesar y analizar los resultados obtenidos.

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

La investigación que se realizó fue de tipo explicativa, descriptiva.

b) Nivel de investigación

El nivel de investigación utilizado fue el nivel descriptivo, porque se describen las propiedades físicas y químicas que

en conjunto permiten determinar el nivel de fertilidad y la calidad de suelo.

1.6.2. Método y diseño de la investigación

a) Método de la investigación

Se utilizó el Método deductivo-hipotético.

b) Diseño de la investigación

El diseño es no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente variables para ver su efecto sobre otras variables lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos en los respectivos laboratorios del INIA Cajamarca.

1.6.3. Población y muestras de la investigación

a) Población

Unidades agrarias de Caserío Bellavista Baja, Bellavista Alta, Triunfo, Porvenir y Pabellón del centro poblado de Combayo - Cajamarca.

b) Muestra

Se realizan 12 muestras de las 06 parcelas seleccionadas en el laboratorio de INIA-Cajamarca adquiridas del caserío Bellavista Baja durante el periodo de investigación del presente proyecto.

1.6.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

a) Técnicas

Las muestras de análisis obtenidas que fueron analizadas en el laboratorio de INIA Cajamarca. Los resultados fueron anotados en el libro de registros.

b) Instrumentos

Los instrumentos que se emplearon para la elaboración del presente trabajo fueron: Data del programa de laboratorio de INIA Cajamarca.

1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación.

a) Justificación

Es importante lograr mejores cosechas en el caserío Bellavista Baja centro poblado de Combayo - Cajamarca para conservar el suelo y mantener la productividad, pues cuando la capa superior se pierde hay menor retención de agua y las raíces ya no tienen soporte, se pierde la materia orgánica, el nitrógeno, el fósforo y otros elementos y nutrientes. El suelo se endurece y las raíces no pueden entrar más profundamente, lo que les impide tomar más recursos. El uso composta y fertilizantes ayudan a que el suelo se pueda regenerar paulatinamente aportándole la materia orgánica necesaria para su productividad. La rotación de cultivos, además de conservar el suelo tiene otras ventajas, permite un manejo integral de plagas, pues se rompen los ciclos de vida de los patógenos y plagas que afectan los cultivos. (Biofabrica, 2014)

Se realiza la presente tesis profesional que estudiará la caracterización del suelo impactados por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca, los suelos tienen un bajo rendimiento agronómico se aprecia a simple vista resacas, agrietado y deteriorados, se realizan prácticas inadecuadas por lo cual se realizarán análisis de los parámetros químicos (ph, materia orgánica, nitrógeno potasio, fósforo). Para conocer las condiciones en las que se encuentra el suelo en el caserío Bellavista Baja, centro poblado de Combayo, y así poder recomendar medidas de solución a los pobladores para que puedan mejorar el suelo en base al manejo eficiente de los recursos naturales agronómico. Para mejorar la producción de sus parcelas. Con la finalidad de lograr cosechas productiva y un mejor uso de la aplicación de los fertilizantes.

Los resultados del trabajo de investigación beneficiaran a los pobladores, autoridades y estudiantes interesados en el tema de propiedades químicas y calidad de los suelos. Ley General del Ambiente N° 28611. Estándares Calidad Ambiental (ECA). D.S. N° 002-2014-MINAN se establece los ECA para el suelo y Resolución Ministerial N° 137-2016-MINAN, se resuelve cumplir el art. 1 actualizar los métodos de ensayo para el análisis de los parámetros de los ECA.

b) Importancia

Es importante tener en cuenta que el suelo no es una materia muerta, sino que se trata de un cuerpo que se encuentra en un proceso de transformación. Las transformaciones que sufre el suelo son especialmente en su capa superior y se presentan de manera física, química y biológica. Estas transformaciones son las que se encargan

de darle un cambio constante al suelo y sus propiedades, también afecta las propiedades de materia sólida, aire y agua.

El suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes para la vida de ahí la necesidad de mantener su productividad para que a través del suelo se establezcan las prácticas adecuadas logrando un equilibrio entre la producción y alimentación y el incremento de índice demográfico.

Esta investigación se realiza con la finalidad de dar a conocer a los pobladores las propiedades químicas y físicas de los suelos y algunas soluciones para que mejoren la calidad de suelos es posible la producción de los recursos naturales por lo que comprende las características físicas y químicas para proporcionar una productividad sostenible.

c) Limitaciones

Durante la presente investigación se consideró las siguientes limitaciones.

- No hay buenos laboratorios de suelos en la ciudad de Cajamarca.
- Las muestras de análisis de los insumos llevadas al laboratorio son de costos elevados.
- Obtener los permisos y el acceso para la toma de muestras, no quieren dar pase a la zona de estudio.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

En México en la Universidad Autónoma de Chapingo en la Facultad de recursos naturales renovables. La tesis. *“Caracterización y Comparación de Dos Perfiles Bajo Diferente uso del Suelo y Diagnóstico Nutricional en el Área Agrícola”*. En el sitio agrícola por las características de alto contenido de materia orgánica, con distribución casi homogénea hasta la profundidad estudiada y la presencia de restos de raíces gruesas, se infiere que la vegetación debió ser de bosque de pino abierto con una densidad alta de gramíneas. La Loma, son suficientes para alcanzar rendimientos de 5 Ton de grano por hectárea, aunque la eficiencia de absorción del nitrógeno mineralizado es inferior a 100%, por lo que es probable que se requiera de una suplementación moderada con fertilizante nitrogenado. En lo que respecta al fósforo, éste resultó ser el más deficitario; se presenta un déficit de 7 kg/ha de fósforo para alcanzar una producción de granos de 5 ton por hectárea, rendimiento estimado como posible en la región. El fósforo es generalmente bajo en los suelos volcánicos y la eficiencia de uso del fertilizante aplicado, también es baja Hay que agregar aproximadamente unos 70 kg/ha de

fósforo (150 kg/ha de P₂O₅) para lograr una producción de 5 ton/ha de grano. (Mendoza, 2007)

En Lima en la Universidad Católica del Perú en la Facultad de Letras y Ciencias Humanas Tesis. *“Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina San Pedro de Laraos, provincia de Huarochirí, Lima”* se concluye. En su gran mayoría, los suelos presentaron textura franca, la cual los hace fácilmente laborables por el equilibrio en sus proporciones de arena, limo y arcilla. Se encontraron suelos de textura franco arcillosa y franco arenoso, pero que no dejan de ser adecuados para la agricultura. Los valores de densidad aparente estuvieron por encima del rango de referencia ideal según la clase textural, lo que indicaría una compactación de suelo. Las propiedades químicas, el pH de la mayoría de las muestras estuvo dentro del rango de mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos, en especial en la zona de los andenes en descanso, con suelos ligeramente ácidos y neutros; asimismo, el contenido de M.O. presentó los porcentajes adecuados, entre 3 y 5% en las tres zonas. Los parámetros se encuentran en un intervalo significativamente entre las tres zonas; no obstante, los parámetros que presentaron variación son la C.E. y los contenidos de NPK. Si bien, la C.E. indica suelos “no salinos”, no se debe ignorar que la zona A tuvo valores por encima de los andenes abandonados y la ladera sin andenes, lo cual podría deberse a la calidad del agua de riego y al mismo contenido de NPK.

(Yakabi, 2014)

San miguel en la universidad católica del Perú para optar el grado de Magíster en Química *“análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas destinados al cultivo de arroz en la Cuenca Baja del río Jequetepeque”*. Las muestras del margen izquierdo del río tienen un alto porcentaje de arena, mientras que las del margen derecha tienen un alto porcentaje de limo, en ambos muestreos. La densidad y la porosidad de los suelos tienen valores óptimos para el desarrollo de

las raíces. La cantidad de materia orgánica tuvo un porcentaje alto, el pH varía de 7,5 a 8,34; los suelos son medianamente básicos y básicos. Los valores del CIC muestran una relación directa con la textura de los suelos, los de menor contenido de arcilla (menor de 19,0%) tienen valores entre 4,63 y 5,67 cmol de carga (+)/kg, y los de composición franco limosa muestran valores entre 10,09 - 14,25 cmol de carga (+)/kg. Los valores para N total para el periodo de inundación fueron ligeramente mayores que para las muestras tomadas en suelos sin preparar. En cuanto a los valores obtenidos para la relación C/N, las muestras tomadas en terrenos inundados presentan valores por debajo de la relación 20:1 lo que indica una disposición de N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻. Por otro lado, la mayor parte de las muestras tomadas en el periodo previo a la preparación del suelo muestran valores de relación C/N superiores a 30:1. Esto indica que el nitrógeno ha sido inmovilizado durante el proceso de descomposición inicial. Los suelos muestran salinización en diferentes grados, más al calcular el porcentaje de sodio de intercambio (PSI), ninguna de las muestras clasificó como suelo sódico. (Corcuera, 2016)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Ubicación de la zona de estudios

- a. Ubicación:** El Caserío Bellavista Baja, pertenece al Centro Poblado de Combayo, Distrito La Encañada, Provincia de Cajamarca, a una distancia de la Provincia de Cajamarca, a Otuzco con 10Km de carretera asfaltada y luego se continúa 18km por carretera afirmada llegando a la localidad de Combayo. Luego 12km llegando al Caserío Bellavista Baja.



Figura: 1 ubicación geografía del caserío Bellavista Baja
Fuente: Grufides Minera Yanacocha

b. Población. El Caserío Bellavista Baja, Centro Poblado Combayo, cuenta con una población de población de 1000 habitantes constituido por 200 familias. (INEI, 2010)

c. Flora. Existe especies diferentes que tienen propiedades medicinales y son utilizadas por los campesinos. Hay especies que se encuentran en proceso de extinción como el Quiswar, Palo Blanco, Chugur entre otras. Las especies más comunes que se tienen son el Eucalipto, el Ciprés y el Pino. Aún contamos con especies que forman parte de la biodiversidad y de la vitrina medicinal básica familiar. (INRENA, 2007)

d. Fauna. El hombre ha ido perdiendo el diálogo con la naturaleza y el resultado es que los animales nativos o silvestres han ido extinguiéndose. Una de las causas de exterminio de las especies de animales es porque al eliminar la vegetación no encuentran hábitat donde sobrevivir. Los

peces de ríos y lagunas también son bastante perseguidos por los pobladores, pero, los campesinos dicen que sería por efectos de contaminación de las minas, por lo que es necesario hacer una seria investigación al respecto para saber hasta dónde es real. (INRENA, 2007)

e. Geografía. Los rasgos morfológicos ha sido el resultado de las características geológicas de las unidades litológicas y rasgos estructurales, en donde la actividad volcánica del terciario y los fenómenos glaciares y fluviales han influenciado notablemente en el modelo actual; en general la zona se encuentra dominada por un paisaje alto andino, con un relieve montañoso. (INRENA, 2007)

La evolución geomorfológica del área de estudio, está relacionada preponderantemente con una superficie de ladera bastante amplia y lomadas, con valles de escorrentía temporal y permanente, sobre las cuales se notan geo formas menores, donde sobresalen: Lomadas, Llanuras bajas, Pampas, Valles. (INRENA, 2007)

f. Topografía. El caserío Bellavista Baja cuenta con una Topografía accidentada de los terrenos agrícolas. (INRENA, 2007)

g. Agricultura. En el ámbito del caserío Bellavista Baja los agricultores que se dedican a actividades agropecuarias, principalmente a la crianza del ganado vacuno, aprovechando los pastos naturales producidos con aguas de lluvia, y algunos con sistemas de canales de riego. (INRENA, 2007)

Los cultivos principales, siguiendo el orden a la extensión del terreno destinado a su cultivo, son la Papa, el Maíz, la Cebada y el Trigo. La segunda y tercera mayores

proporciones de superficie de tierras son destinadas a pastos cultivados y pastos naturales. Los pastos cultivados y naturales constituyen el principal alimento del ganado vacuno y ovino por lo que este uso del suelo está directamente relacionado con la actividad pecuaria. Se debe destacar que tanto los cultivos de campaña como los pastos cultivados tienen un manejo que es dependiente del riego a través de canales. (INRENA, 2007)

2.2.2. La edafología ciencia del suelo

Existen dos términos para denominar a la disciplina que estudia el suelo. El más conocido a nivel internacional es el de Pedología, que estudia las características físicas, químicas y biológicas para establecer la génesis y clasificación del suelo, pero sin pensar en posibilidades de uso. En cambio, la Edafología extiende su alcance hasta el estudio de la influencia del suelo sobre los seres vivos, desde un punto de vista práctico para la obtención de mejores rendimientos en el uso agrícola (Jaramillo, 2002)

2.2.3. EL suelo

El suelo es un cuerpo natural compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurre en la superficie de la tierra, ocupa un espacio y se caracteriza por tener horizontes o capas que se diferencian del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, y transformaciones de energía y materia. (Jaramillo, 2002)

La formación del suelo es un proceso complejo que involucra cambios físicos químicos y biológicos de la roca originaria. Los cambios físicos implican la reducción del tamaño de las

partículas sin ninguna alteración en su comportamiento y son causados por ciclo de hielo-deshielo lluvias y otros efectos ambientales. Los cambios químicos son originados por la separación de partículas minerales de las rocas, su alteración o destrucción y resistencia a compuestos sólidos estables, se debe principalmente a la acción del agua el oxígeno y el dióxido de carbono y compuestos orgánicos. (Sommer & Cram, 2005)

a. Visión sistémica del suelo

Diferentes tendencias han dominado el estudio de los suelos, una de ellas es la visión de suelo como un sistema dinámico. Representantes de la escuela rusa fueron quienes dieron nacimiento al estudio científico del suelo concebía al suelo como un cuerpo en evolución y no uno estático. Casi un siglo después, la idea sería mejor desarrollada por Dokuchaev (1846 – 1903) quien definió al suelo como un producto complejo, resultado de las interacciones entre cinco factores: el material madre (m), el clima (cl), los macro y microorganismos (o), y la topografía (r), todos actuando durante un periodo de tiempo, o la edad del paisaje Esta visión sería continuada por sus discípulos a través de la producción de nuevas investigaciones, las cuales serían divulgadas por científicos estadounidenses siguiendo la misma línea de pensamiento. (Sommer & Cram, 2005)

En la década de los 40 del siglo XX, Hans Jenny fundamentó el concepto de suelo como un sistema dinámico donde se llevaban a cabo múltiples interacciones, y eran los factores de formación los que en acción conjunta determinaban los procesos internos en el suelo representó al sistema suelo, como producto de los cinco factores pensados por (Dokuchaev) en forma de una ecuación, a la que agregó la variable “n”, que él considera como otros factores

particulares de cada espacio geográfico; por ejemplo, la acción antrópica. Cabe resaltar que, en la actualidad, los análisis químicos de suelos y plantas para determinar y monitorear la fertilidad, así como para determinar los requerimientos de los cultivos, está en una tendencia decreciente en cuanto a su aplicación. Ello se debe a la insuficiente calibración de los métodos analíticos y a la limitada representatividad del análisis de una muestra, pues la generalización para un área extensa, ignora la variabilidad espacial y temporal de ciertas características. En su lugar, se están generando modelos matemáticos que permiten la predicción del estado espacial y temporal de los nutrientes (Crespo, 2004). No obstante, más que un reemplazo, los análisis químicos y la generación de modelos matemáticos deben ser instrumentos complementarios, de tal manera que se conviertan en un soporte para la toma de decisiones y planificación del uso productivo del suelo. (Jaramillo, 2002)

2.2.4. Formación del suelo

La formación del suelo es un proceso complejo que involucra cambios físicos químicos y biológicos de la roca originaria. Los cambios físicos implican la reducción del tamaño de las partículas sin ninguna alteración en su comportamiento y son causados por ciclo de hielo-deshielo lluvias y otros efectos ambientales. Los cambios químicos son originados por la separación de partículas minerales de las rocas, su alteración o destrucción y resistencia a compuestos sólidos estables, se debe principalmente a la acción del agua el oxígeno y el dióxido de carbono y compuestos orgánicos. Las propiedades biológicas del suelo suelen ser más difíciles de medir que las propiedades físicas o químicas. (Bautista & Prieto 2004)

Los materiales (orgánicos y minerales) que constituyen la fase sólida del suelo están sujetos a transformaciones continuas como resultado de su exposición a las condiciones de humedad y temperatura. Si ambas variables son altas, se favorece la descomposición y los productos (Sommer & Cram, 2005)

La formación de un suelo depende de factores tan diversos como son:

- **La roca madre:** Es la roca que genera el suelo. Cuanto más dura sea esta roca, más tardará en meteorizarse y transformarse en suelo.
- **El clima:** En climas húmedos las rocas se meteorizan antes debido a la acción del agua. Esto permitirá que se forme mejor que en un clima seco.
- **El relieve:** Cuando el relieve es suave los productos de la meteorización quedan donde se encontraba la roca madre, generando un suelo. (Sommer & Cram, 2005)

Horizontes de los suelos

Los suelos son heterogéneos, aparecen horizontes que se diferencian por el color, la textura, la estructura. La ordenación vertical de los horizontes de un suelo se denomina perfil del suelo. Es la sección vertical de un suelo, comenzando desde la superficie hasta llegar a la roca madre, más profunda. En un suelo maduro, es decir, bien formado, se pueden observar cuatro horizontes: (Sommer & Cram, 2005)

- a. Horizonte A.** Es la parte del suelo que se cultiva. Se caracteriza por tener un color oscuro, debido a la gran cantidad de materia orgánica que contiene. Se puede

hablar de un horizonte A0 si aparece una capa fina, formada por materia orgánica sin alterar o parcialmente alterada.

b. Horizonte B. Es de color más claro, debido a que en este tramo del suelo precipitan las sales arrastradas del horizonte superior.

c. Horizonte C. Formado por fragmentos de la roca madre, más o menos grandes, rodeados de partículas finas que pueden provenir de los horizontes superiores.

d. Horizonte D. Formado por la roca madre sin alterar.

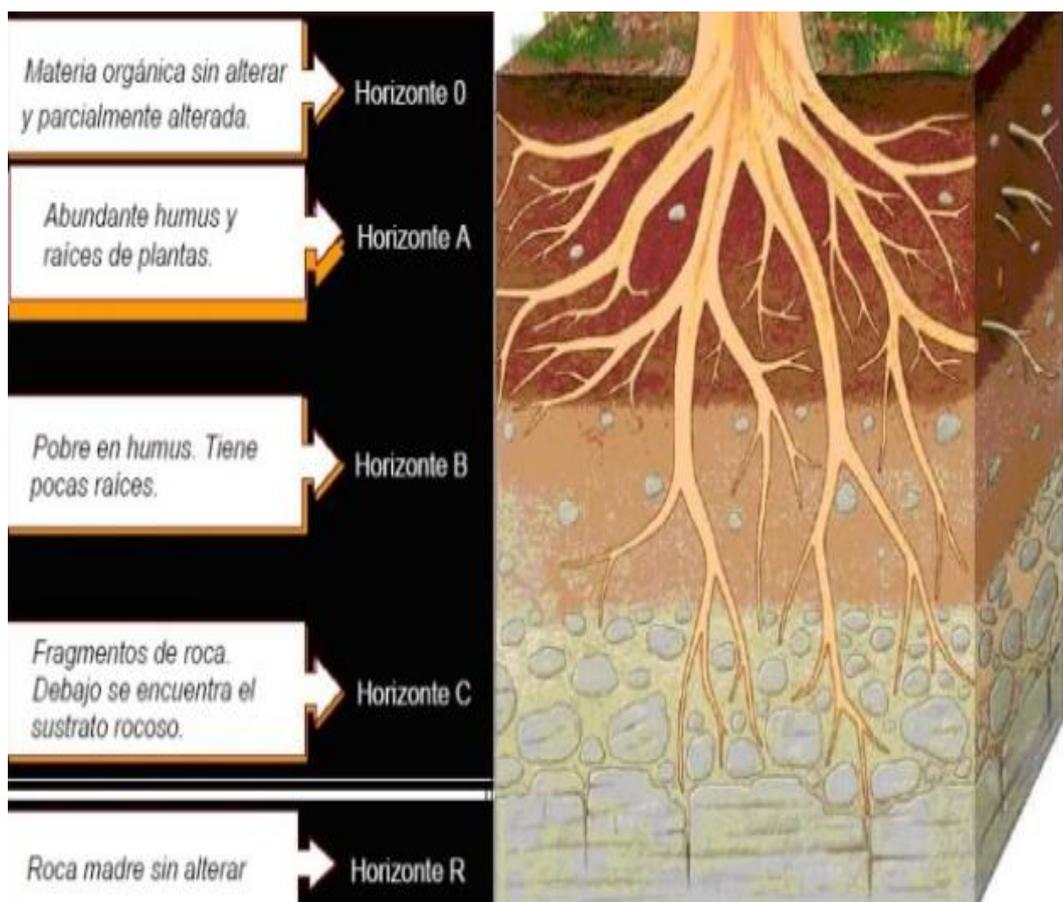


Figura 2. Horizontes del suelo
Fuente: (Jaramillo, 2002)

2.2.5. Propiedades del suelo

Una propiedad física química o biológica del suelo es aquella que caracteriza al suelo. La composición química y la estructura física del suelo están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cobertura vegetal, por el tiempo en que ha actuado, (desintegración por agentes atmosféricos), por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas.

(Sepúlveda & Velasco, 2005)

Las propiedades físicas de un suelo tienen mucho que ver con la capacidad que el hombre les da para muchos usos. Las características físicas de un suelo en condiciones húmedas y secas para las edificaciones, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la retención de nutrimentos de las plantas, etc. Están íntimamente conectados con la condición física del suelo (Porta et al 2003).

a. Propiedades físicas

Un determinado color oscuro. En cuanto a la estructura del suelo da lugar a una buena estructura, estable. Las sustancias húmicas tienen un poder aglomerante, en el suelo originando una estructura grumosa estable, de elevada porosidad, lo que implica que la permeabilidad del suelo sea mayor. Estas se reflejan en el comportamiento mecánico del suelo y son expresión del balance existente entre los componentes del suelo: las partículas, el contenido de agua y de aire. Entre las más determinantes están:

- **Textura:** Se refiere a la proporción relativa en que se encuentran las clases de partículas con diámetro menor

a 2 mm 5 en un volumen de suelo dado. Se reconocen tres clases principales de partículas.

Tabla 2. Descripción de la clase de partículas del suelo (USDA simple)

Partícula	Diámetro	Descripción
Arena	2,00 – 0,05 mm	Sus partículas individuales son observables a simple vista. Por su gran tamaño y forma irregular, el contacto entre partículas de arena es limitado, lo que dificulta la formación de agregados estables en el suelo.
Limo	0,05 – 0,002 mm	Su tamaño hace que sean observables al microscopio. Por la combinación de su área superficial y el tamaño de sus poros, esta partícula tiene la más alta capacidad retentiva de agua disponible.
Arcilla	<0,0002 mm	Son observables solo a través de microscopios electrónicos. Cuando se humedecen, forman agregados que al secarse son bastante duros. El grado de cohesión y adhesión varía según la clase de arcilla; cuanto más fina, más duro el terrón que se forma.

Fuente: (Porta, 2003).

Según sus Porcentajes relativos de arena, limo y arcilla, los suelos se han agrupado en 12 clases texturales, cada clase presenta un suelo con comportamiento físico, químico y mecánico distinto. Así, la proporción de las partículas tiene efecto en diferentes aspectos del suelo como su capacidad de aireación, permeabilidad, retención de humedad, retención y liberación de iones, disponibilidad de nutrientes y sensibilidad a la erosión. (Jaramillo, 2002)

Un suelo se considera arenoso o de textura gruesa a partir de 44 % de arena, y su característica es presentar una elevada infiltración de agua; por ende, una escasa capacidad de retención hídrica. Un suelo es arcilloso o de textura fina con tan solo 20 % de arcilla, y se caracteriza por retener gran cantidad de agua, pero que al secarse forma una capa dura e impermeable, que impide una adecuada infiltración. Entre ambos extremos está el suelo franco o de textura media, considerada la textura ideal, sobre todo para tierras de cultivo; esta textura se refiere a un suelo donde las tres fracciones están en equilibrio, con un 40–45 % de arena, un 30–35 % de limo y un 25 % de arcilla (Jaramillo, 2002)

Los porcentajes de las tres partículas se determinan en laboratorio a través del análisis granulométrico, el cual consiste en un proceso de segregación de las tres fracciones principales. Los valores obtenidos se ubican en el eje de la fracción correspondiente en el triángulo textural, y se proyectan según las líneas guías al interior. La clase en la que queda comprendido el punto de intercepción de las tres líneas es la clase textural del suelo analizado (Jaramillo, 2002)

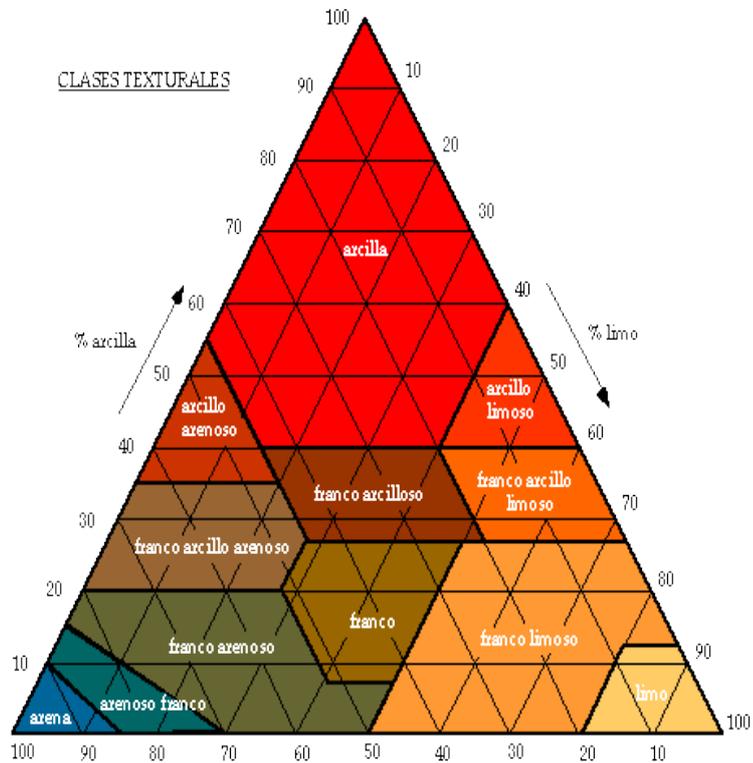


Figura 3: Triángulo textural

Fuente: (Jaramillo, 2002)

- **Densidad aparente (D.A.):** La densidad de un cuerpo se define como la masa por unidad de volumen. El suelo, por ser un material poroso, presenta dos densidades: densidad real y densidad aparente.

La densidad real (D.R.) es la densidad media solo de las partículas del suelo (fase sólida). Su valor es estable y varía entre 2,6 a 2,7 g/cm³ para todos los suelos, ya que en la mayoría su composición mineral es constante (MINAGRI, 2011)

La densidad aparente (D.A.) considera tanto la masa de la fase sólida como su forma de organización; esto es el volumen ocupado por los poros. Por ello, su valor es variable y va a depender de la soltura del suelo, así como de la textura, el contenido de materia orgánica y la

estructura del suelo. Las fórmulas que expresan ambas densidades son las siguientes (MINAG, 2011)

$$D.R = \frac{M_s}{V_s} \qquad D.A = \frac{M_s}{V_t}$$

Ms = masa de solidos

Vs = volumen de solido

Vt = volumen total

Un suelo de condiciones porosas presenta valores de D.A. por debajo de 1,3 g/cm³. Según la clase textural del suelo, se ha estimado un rango de D.A. ideal.

Tabla 3. Clases texturales del suelo (USDA) y su densidad A.I (g/cm³)

CLASE TEXTURAL	D.A. (g/cm)
Arenosa	1,60 – 1,70
Areno francosa	1,55 – 1,70
Franco arenoso	1,50 – 1,60
Franco	1,45 – 1,55
Franco limoso	1,45 – 1,55
Limoso	1,40 – 1,50
Franco arcillo arenosa	1,45 – 1,55
Franco arcillosa	1,40 – 1,50
Franco arcillo limosa	1,45 – 1,55
Arcillo arenosa	1,35 – 1,45
Arcilla limosa	1,40 – 1,50
Arcilla	1,25 – 1,45

Fuente: (USDA, 2011)

El valor de D.A., se puede estimar el grado de compactación de un suelo, cuya relación es directamente proporcional. Un suelo recién preparado para el periodo de siembra tendrá valores más bajos de D.A.; mientras que el mismo suelo, pero en tiempo de cosechas, presentará valores más altos. Presentar valores muy altos es indicador de un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, con muy poca aireación y con escasa capacidad de infiltración del agua por el fuerte grado de compactación que tiene (FAO, 2009)

b. Propiedades químicas

El suelo contiene gran variabilidad de elementos inmersos en él. Los elementos químicos pueden hallarse en la fase sólida (en las redes cristalinas de los minerales y en la materia orgánica), en fase líquida (en solución y en la interface entre las partículas sólidas y el agua del suelo) y en fase gaseosa. La forma en que se encuentra un elemento condiciona su reactividad, movilidad y biodisponibilidad. Se refiere a la disponibilidad de un elemento o compuesto para un organismo específico y que le cause algún efecto (Jaramillo, 2002)

Estas propiedades participan en el aporte de los nutrientes en el suelo.

- **Potencial de hidrógeno (pH):** Se refiere al grado de acidez, neutralidad o alcalinidad del suelo, dado por la proporción de iones de hidrógeno (H^+) y de oxidrilos (OH^-). Químicamente, se define como el logaritmo del inverso de la actividad de iones de hidrógeno (H^+), bajo la forma de hidronio (H_3O^+), presentes en la solución suelo; se expresa mediante la siguiente fórmula (Jaramillo, 2002)

$$pH = \log \frac{1}{H_3O^+} = -\log H_3O^+$$

El pH revela la concentración de iones H⁺ y OH⁻. Cuando hay mayor presencia de H⁺, la reacción del suelo es ácida, con pH menor a 7; mientras que con mayor presencia de OH⁻, la reacción es alcalina, con pH mayor a 7; si la concentración de ambos iones está en proporciones iguales, la reacción es neutra, y el pH es igual a 7. La escala del pH va de 0 a 14 a 25 °C; no obstante, el rango de pH en los suelos en condiciones naturales no alcanza los valores extremos, sino que varía entre 3.5 a 9.0 (Minag, 2011)

El sistema USDA ha propuesto la siguiente clasificación para los valores de pH determinados en una solución extracto de suelo, cuya relación suelo, agua está en proporción, Capacidad de Intercambio catiónico.

Tabla 4. Calificación del pH del suelo (USDA)

Valor	Clasificación
<3.5	Ultra ácido
3.5 – 4.4	Extremadamente ácido
4.5. – 5.0	Muy fuertemente ácido
5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino
>9.0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: (Jaramillo, 2002)

El pH del suelo es una característica primordial en las propiedades químicas, al gobernar muchos de los procesos químicos. Específicamente, el pH controla la disponibilidad de los nutrientes; e, indirectamente, el pH tiene influencia sobre los procesos biológicos y la actividad microbiana, La mayoría de los cultivos se desarrollan adecuadamente en un suelo con pH entre 5,5 y 7,0, al estar disponibles muchos de los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Minag, 2011)

En función de la tendencia ácida o alcalina se tiene una idea de los iones presentes en el suelo. En suelos ácidos, se encuentran Al^{+3} , Fe^{+3} y Mn^{+4} , mientras que en suelos alcalinos Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} y K^{+} ; la acidez o alcalinidad está relacionada con las condiciones de pluviometría.

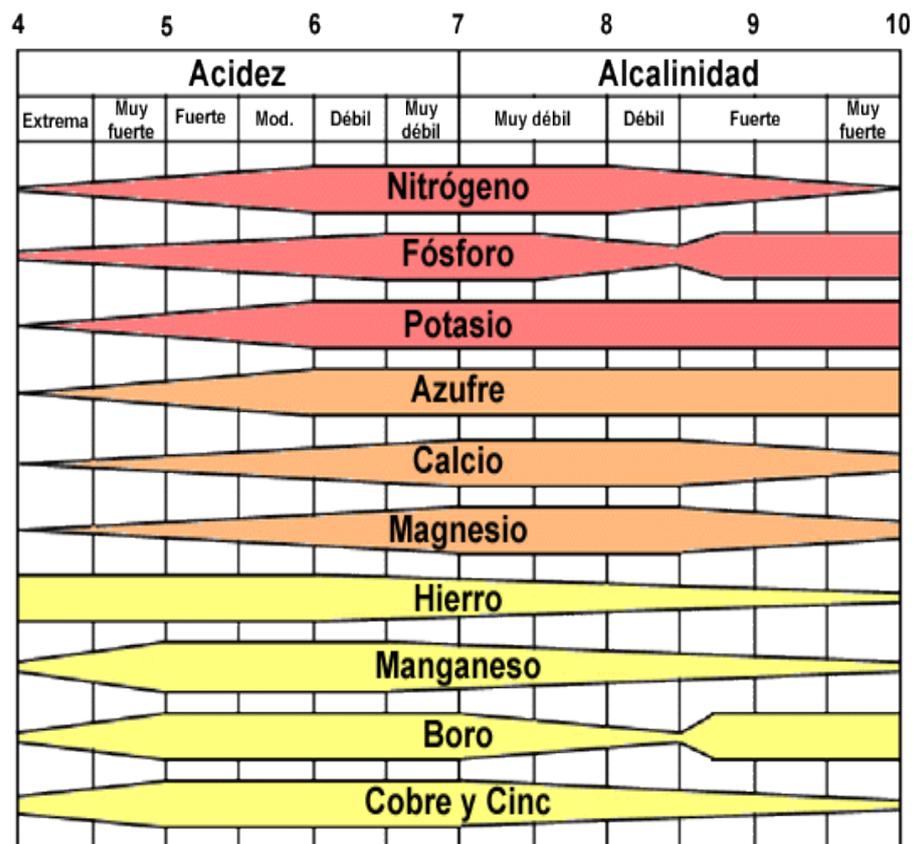


Figura 4: Ph y disponibilidad de nutrientes
Fuente: (MINAG, 2011)

c. Macronutrientes: Las plantas necesitan de un conjunto de nutrientes para su desarrollo. Existen elementos que son requeridos en grandes cantidades, sobre los 500ppm, llamados macronutrientes; mientras que otros son requeridos en menor cantidad, usualmente menos de 50 ppm, llamados micronutrientes. Son tres macronutrientes principales que determinan la fertilidad del suelo (Cosude, 2006)

- **Nitrógeno (N):** Promueve el desarrollo de las hojas y el crecimiento de brotes. Se presenta en el protoplasma celular y constituye las proteínas, clorofila, nucleótidos, alcaloides, enzimas, hormonas y vitaminas. Asimismo, el nitrógeno es alimento de los microorganismos del suelo, lo que favorece a la descomposición de la materia orgánica por un proceso de des nitrificación. El N puede ser asimilado por las plantas solo en su forma aniónica de nitrato (NO₃-) y catiónica de amonio (NH₄⁺). (FAO, 2014).

Tabla 5. Interpretación de análisis de nitrógeno total (%)

CLASIFICACIÓN	N%
Extremadamente pobre	<0,032
Pobre	0,032-0,063
Medianamente pobre	0,064-0,095
Medio	0,096- 0,0126
Medianamente rico	0,0127-0,158
Rico	0,159-0,221
Extremadamente rico	>0,221

Fuente: (Rojas, 2006)

- **Fósforo (P):** Contribuye a la formación de las raíces, frutos y semillas, y la floración. Es constituyente de la célula viva, nucleótidos, lecitinas y enzimas. Este elemento participa en las transferencias de energía. El P existe en la solución del suelo como ion ortofosfato: $H_2PO_4^-$ en condiciones ácidas, y HPO_4^{2-} en condiciones alcalinas. Las formas disponibles para las plantas representan solo una pequeña fracción del P total contenido en la solución del suelo (Rojas, 2006)
- **Potasio (K):** Favorece la resistencia de la planta frente a las enfermedades y eventos climáticos extremos, como son la sequía y las heladas. Participa en la fotosíntesis, en la síntesis de las proteínas y en la activación de las enzimas; incluso, mejora la calidad del fruto. El contenido total de K en el suelo a exceder los 20 000 ppm, pero gran parte se encuentra como componente estructural de los suelos minerales, no siendo asimilables por las plantas. El K disponible es el que se encuentra disuelto en la solución del suelo, y en los sitios de intercambio en la superficie de las partículas de arcilla (Rehm, 2010).

Tabla 6. Interpretación de análisis de fósforo y potasio en (ppm)

CALIFICACIÓN	P (ppm)	K (ppm)
Bajo	<7	<100
Medio	7- 14	100 – 200
Alto	>14	>200

Fuente: UNALM – LASPAF

Los tres elementos mencionados constituyen la composición del abono natural; de haber déficit en alguno de ellos o en porcentajes bajos, el suelo ya no puede ser considerado como fértil desde el punto de vista químico.

d. Materia orgánica (M.O.)

Son todos los residuos de origen animal y vegetal descompuestos por los microorganismos del suelo. Su contenido es variable y está condicionado principalmente por el clima, la fisiografía del medio local y el sistema de manejo. Las propias plantas son una fuente principal de materia orgánica, y su calidad y cantidad están en función del tipo de vegetación. La presencia de ella se mide en porcentaje, y constituye un almacén de energía y de alimento disponible para las plantas y otros organismos, así como una fuente de formación de los coloides orgánicos (humus) que se acumulan en el suelo (Jaramillo, 2002).

La materia orgánica o componente orgánico del suelo agrupa varios compuestos que varían en proporción y estado. La materia orgánica está compuesta por residuos animales o vegetales. Se trata de sustancias que suelen encontrarse en el suelo y que contribuyen a su fertilidad. De hecho, para que un suelo sea apto para la producción agropecuaria, debe contar con un buen nivel de materia orgánica: de lo contrario, las plantas no crecerán. (Rodríguez, 2013)

Cada una de las propiedades mencionadas tiene un aporte importante para la fertilidad. Sus actuaciones no son independientes; por el contrario, actúan en armónica interrelación, de forma que suministran las condiciones

óptimas para el asentamiento y crecimiento de las plantas (MINAG, 2011)

2.2.6. Los fertilizantes químicos

Los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas. (Sarmiento, 2013)

El grado de un fertilizante se mide de acuerdo a su porcentaje de N, P y K. Este se prepara en diferentes grados. Por ejemplo: un fertilizante de grado 10 – 30 – 30, significa que tiene 10%N, 30% de fósforo como P₂ O₅ y 10% de potasio como K₂ O; el porcentaje sobrante consiste de materiales de relleno (arcilla, arena, etc), humedad y una porción de ácidos libres y sales provenientes de los procesos químicos envueltos. Generalmente, los fertilizantes compuestos se preparan añadiendo pequeñas cantidades de los elementos trazas que se mencionaron anteriormente. (Sarmiento, 2013)

Los fertilizantes simples, como los polifosfatos, los superfosfatos, la urea, la cianamida cálcica, el amoníaco y el cloruro de potasio también se fabrican y se usan frecuentemente para fertilizar los suelos. Las plantas para su metabolismo necesitan del Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio, y en menor extensión de Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Además, necesita pequeñas cantidades de los siguientes nutrientes, denominados elementos traza: Hierro (Fe), cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Manganeso (Mn) Cloro (Cl) y Molibdeno (Mo). (Sarmiento, 2013)

a. La aplicación en exceso o continua. De los fertilizantes acidifica los suelos, favorece la erosión y afecta los organismos (flora y fauna) y altera las propiedades químico-físicas de los componentes del suelo. Los compuestos químicos aplicados en los fertilizantes se disuelven en la solución del suelo, son retenidos por las arcillas y la materia orgánica (adsorción), o se filtran a través del suelo para llegar a los cuerpos de agua. (Sarmiento, 2013)

Por ejemplo, el fósforo (fosfatos) es adsorbido por los componentes del suelo (material orgánica y arcillas) y en condiciones de bajo pH, limita la cantidad de fosfatos disponible para las plantas. Algunas bases de ácidos como los nitratos y los sulfatos provenientes de la preparación de los fertilizantes se convierten en ácido sulfúrico y nítrico que aumentan la acidez y reaccionan con los minerales del suelo. Las sales y ácidos que por lixiviación llegan a los cuerpos de agua, afectan sus propiedades químico-físicas. Por ejemplo, los lagos que recogen efluentes provenientes de las áreas agrícolas arrastran grandes cantidades de fosfatos y nitratos que estimulan la proliferación de plantas acuáticas. (Sarmiento, 2013)

En las últimas décadas se ha tratado de substituir los fertilizantes químicos en los suelos, utilizando como sustituto el estiércol animal, la composta y las bacterias nitrificantes. El estiércol vacuno o de otros animales provee al suelo materia orgánica y en menor extensión algunos nutrientes. La composta es un material que se puede preparar en nuestras casas. Este consiste de residuos agrícolas, basura, estiércol que se dejan fermentar por determinado tiempo. No obstante aunque estos materiales (abonos) mejoran los suelos, no aportan los suficientes nutrientes para mantener una agricultura intensiva. (Sarmiento, 2013)

Las bacterias nitrificantes producen Nitrógeno (N) disponible para las plantas. El método consiste en inocular unas bacterias especializadas en los suelos que han sido tratados adecuadamente. Este procedimiento se está usando en granjas de los Estados Unidos y de otros países del mundo. A pesar de que sabemos de antemano que los fertilizantes contaminan los suelos y los cuerpos de agua, es necesario usarlos en la agricultura moderna.

(Sarmiento, 2013)

La lista de los fertilizantes que se producen industrialmente es numerosa, en este artículo sólo se reseñarán algunos de ellos:

- Poli fosfatos: sustancias sintéticas producidas por la polimerización de fosfatos.
- Superfosfato triple: sustancias producida al reaccionar la fosforita con el ácido fosfórico.
- Superfosfato simple: se produce al reaccionar las fosforitas con el ácido sulfúrico.
- Fosforita: Material extraído de la mina y sometido a un proceso de purificación física.
- Urea: Material sintético producido a partir de compuestos nitrogenados
Cianamida: material sintético producido a partir de compuestos nitrogenados.

- Amoniaco: material sintético producido a partir del nitrógeno del aire.
- Cloruro de potasio: Material producido al reaccionar minerales de potasio con ácido clorhídrico.

Tabla 7. Fertilizantes químicos

Nombre	Materia Prima	Nutriente	Efecto
Poli fosfatos	Fosforita	fosfatos	metabolismo
Superfosfato Triple	fosforita + ácido fosfórico	fosfatos	metabolismo
Superfosfato simple	Fosforita + ácido sulfúrico	fosfatos	metabolismo
Fosforita	hidroxiapatitas fluoroapatitas(minerales)	fosfatos	metabolismo
Urea	Amoniaco + CO ₂	nitrógeno	crecimiento del follaje
Cianamida Cálcica		nitrógeno	crecimiento del follaje
Amoniaco	aire e hidrógeno	nitrógeno	crecimiento del follaje
Cloruro de Potasio	minerales + ácido clorhídrico	potasio	metabolismo
Nitrato de Amonio	ácido nítrico + sales de amonio	nitrógeno	crecimiento del follaje crecimiento del follaje

Fuente: (Sarmiento, 2013)

2.2.7. Calidad de los suelos

La calidad de suelo trasciende a la definición de fertilidad; la cual se limita a la oferta y disponibilidad de nutrientes para las plantas (tales como nitrógeno, fósforo y potasio). Pero no abarca todas las propiedades del suelo que influyen sobre la producción vegetal (Quintero, 2010).

Es la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar en un ecosistema natural o antrópico (generado por el hombre), para sostener o mejorar la productividad de las plantas y animales, controlar la polución del agua y del aire, favorecer la salud y la habitación del hombre. Enfoca en forma integral los efectos que pueden tener sobre el suelo los diferentes usos y las actividades tecnológicas (erosión, salinización, acidificación, pérdida de materia orgánica, contaminación química). Lo novedoso de este concepto es que calidad aquí no es sinónimo de producir, es decir el suelo de mejor calidad es el que produce cultivos de alta calidad, sino se considera al suelo como parte del sistema ecológico, en el cual interactúa y afecta a otras partes. (Quintero, 2010)

Calidad entonces es la capacidad de producir sin resultar degradado o sin perjudicar al ambiente. La salud de un suelo se determina por la evaluación a través del tiempo de su calidad y salud se mantiene mediante el cuidado del suelo, término propuesto por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo. Es un conocimiento para que productores, técnicos, políticos y el ciudadano puedan trabajar para salvaguardar y preservar las tierras, para las futuras generaciones, usándolas en forma sostenible. (Quintero, 2010).

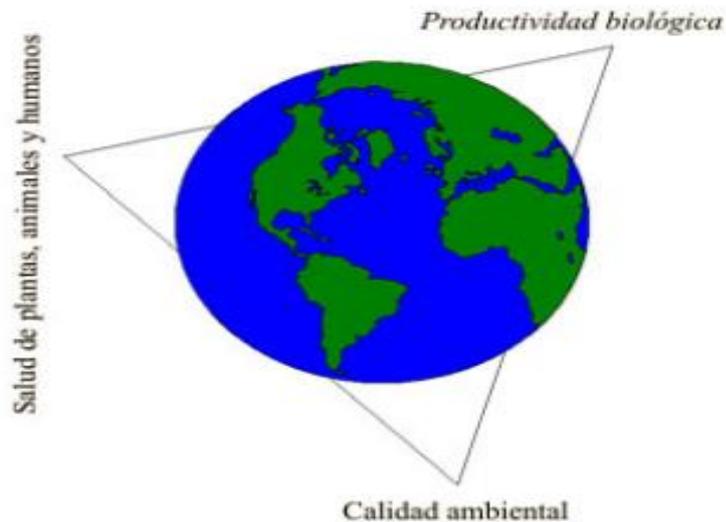


Figura 5: Principales componentes de la calidad de suelo
Fuente: (Quintero, 2010)

a. Indicadores de la calidad

Para evaluar las condiciones del suelo existen una serie de indicadores de calidad estandarizados que sirven como referencia los indicadores permiten evaluar el estado de los suelos a través de observaciones o mediciones que nos indican si un suelo es sano, productivo o si por el contrario, se encuentra degradado (Quintero, 2010)

Los indicadores de calidad del suelo pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas, adicionalmente se pueden usar indicadores visuales del sistema productivo que ejercen influencia en la calidad del suelo procesos que ocurren en él, los indicadores deben permitir: analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible; analizar los posibles impactos antes de una intervención; monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y ayudar a determinar si el uso del recurso sostenible tenemos los siguientes indicadores. (Quintero, 2010)

- **Indicadores físicos.** Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plantas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. (Quintero, 2010)

Tabla 8: indicadores físicos

INDICADOR	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes, comparaciones para evaluación
Textura	Retención y transporte de agua y minerales; erosión del suelo	% (arena, limo y arcilla); pérdida de sitio o posición del paisaje
Profundidad (suelo superficial y raíces)	Estimación del potencial productivo y de erosión	cm; m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación, productividad y erosión	min/2,5cm agua; g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Contenido en humedad, transporte, erosión, humedad aprovechable, textura, materia orgánica	% (cm ³ /cm ³); cm humedad aprovechable/30cm; intensidad de precipitación (mm/h)
Estabilidad de agregados	Erosión potencial de un suelo, infiltración de agua	% (agregados estables)

Fuente: (Quintero, 2010)

- **Los indicadores químicos.** se refieren a condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas y microorganismos. (Quintero, 2010)

Tabla 9. Indicadores químicos

Indicadores	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes
Contenido en materia orgánica	Fertilidad de suelo, estabilidad y grado de erosión, potencial productivo	kg (C ó N)/ha
Ph	Actividad química y biológica	Comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
Conductividad eléctrica	Actividad microbiológica y crecimiento de plantas	ds/m; comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
N, P, K extraíbles	Disponibilidad de nutrientes para las plantas, indicadores de productividad y calidad ambiental	kg/ha; niveles suficientes para el desarrollo de los cultivos
Capacidad de intercambio catiónico	Fertilidad del suelo, potencial productivo	mol/kg
Metales pesados disponibles	Niveles tóxicos para el crecimiento de las plantas y la calidad del cultivo	Concentraciones máximas en agua de riego

Fuente: (Quintero, 2010)

- **Los indicadores biológicos.** integran gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo como la abundancia y subproductos de micro y macro organismos, incluidos bacterias, hongos, nematodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Incluyen funciones como la tasa de respiración, ergosterol y otros subproductos de los hongos, tasas de descomposición de los residuos vegetales, N y C de la biomasa microbiana. (Quintero, 2010)

Tabla 10. Indicadores biológicos

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo	Valores o unidades relevantes
Contenido de biomasa microbiana	Potencial catalizador microbiano, reposición de C y N	kg (C ó N)/ha relativo al C, N total o al CO ₂ producido
Nitrógeno mineralizable	Productividad del suelo y aporte potencial de N	kg N·ha ⁻¹ ·día ⁻¹ relativo al C, N total
Aireación, contenido en agua, temperatura	Medición de la actividad microbiológica	kg C·ha ⁻¹ ·día ⁻¹ relativo a la actividad de la biomasa microbiana; pérdida de C contra entradas al reservorio total de C
Contenido de lombrices	Actividad microbiana	Número de lombrices
Rendimiento del cultivo	Producción potencial del cultivo, disponibilidad de nutrientes	kg producto/ha

Fuente: (Quintero, 2010)

2.2.8. Consecuencias y Medidas de solución

a. El ph del suelo ácido.

Un suelo ácido será aquel cuyo pH presente valores inferiores a 7. Cuando la naturaleza de nuestro terreno es ácida se pueden presentar las siguientes deficiencias minerales: Fósforo, Calcio, Magnesio, Molibdeno y Boro (Terrón, 2016)

Corregir la acidez del suelo

Podemos utilizar 2 elementos para realizar una corrección de pH. Por un lado, estaría la cal viva y por otro, la caliza. Según el producto se utilizan distintas cantidades por lo que vamos a ponerlo de forma separada. (Terrón, 2016)

Tabla 11. Kg/ha cal viva para corregir el pH

Suelos	4,5 a 5,5	5,5 a 6,5
suelo arcilloso	2.000	2.400
suelo limoso	1.600	2.100
suelo franco	1.100	1.700
suelo arenoso	850	1.250

Fuente: (Terrón, 2016)

Tabla 12. Kg/ha de caliza para corregir el pH

suelos	4,5 a 5,5	5,5 a 6,5
suelo arcilloso	3.500	4.250
suelo limoso	2.750	3.750
suelo franco	2.000	3.000
suelo arenoso	1.500	2.250

Fuente: (Terrón, 2016)

Estos valores son el resultado de elevar el pH los valores aportados, para una profundidad de suelo de 15 cm y en una hectárea de cultivo. Se recomienda no subir por encima de 6,5.

Para realizar estas aplicaciones tendremos que aprovechar que el suelo no tenga cultivos. En general, hay dos épocas bien definidas: otoño y primavera. En el caso de que se decida añadir cal a la tierra en primavera se deberá dejar un margen de 1 mes como mínimo entre la cal y la siembra de los cultivos. (Terrón, 2016)

Como corregir un suelo básico

El pH elevado, recordemos que mayor de 7 en el valor de pH se consideraría suelo básico. Esta estructura de pH elevado (por encima de 8,5) otorga al suelo una baja capacidad de infiltración, una estructura pobre y una lenta permeabilidad, que se resumirá en suelos encharcados. En este tipo de terrenos se suelen presentar Hierro, Zinc, Cobre y Manganeseo (Terrón, 2016)

Veamos los elementos acidificantes así como las cantidades a añadir en nuestro terreno:

- **Azufre.** Cuando añadimos azufre al suelo, éste se oxida de forma lenta a ácido sulfúrico. Se suele utilizar mucho debido a su reducido precio. Cantidades de 0,5-1 kg de azufre por metro cuadrado consigue reducir el pH, que se irá midiendo con medidores de pH hasta obtener el valor deseado. Su efecto es lento, así que cada medio año iremos comprobando la acidez del suelo para comprobar si tenemos que añadir azufre de nuevo. (Terrón, 2016)

- **Sulfato de hierro.** Este compuesto consigue acidificar el suelo de forma más rápida que el azufre. Se aplica mediante agua de riego y en cantidades de 2-4 gramos de sulfato de hierro por litro de agua. La dosis concreta para bajar el pH 1 grado es de 4 gramos por L de agua, aunque lo recomendable es aplicarlo en cantidades regulables, para bajar poco a poco el pH del suelo. (Terrón, 2016)

b. Fósforo.

La detección de la deficiencia a veces puede ser difícil, debido a que algunos híbridos de maíz tienden a mostrar tonos morados en las primeras etapas de crecimiento aunque la nutrición de fósforo sea adecuada y otros híbridos no muestran los síntomas de color aunque el la cantidad inadecuada de fósforo limite severamente los rendimientos, la deficiencia de fósforo es común: En suelos fríos muy húmedos o muy secos, Cuando se aplica fósforo donde las raíces no pueden absorberlo, donde el crecimiento de las raíces está restringido debido a suelos compactados, cuando las raíces hayan sido dañadas por insectos, herbicidas, fertilizantes, o prácticas de cultivo.

(Brack & Mendiola, 2011)

Solución. Para solucionar la deficiencia de fósforo, es necesario aplicar un fertilizante rico en fósforo. Para obtener los mejores resultados, entiérralo ligeramente para que quede más cerca de las raíces, en suelos calizos, se aplica una fertilización fosfórica más elevada de lo normal para evitar las retrogradaciones a fósforo insoluble. El exceso de este elemento no parece causar daños.

(Brack & Mendiola, 2011)

c. Potasio.

Los primeros síntomas de la carencia de potasio se observan en las hojas más viejas puesto que el potasio es un elemento muy móvil en la planta y se desplaza de los tejidos viejos a los más nuevos. Los síntomas progresan hacia la parte superior a medida que la severidad de la deficiencia aumenta. Más comúnmente, se observa amarillamiento (clorosis) a lo largo del margen de la hoja, aunque la vena central se mantenga verde. En casos graves de deficiencia de potasio, el margen abrasado de la hoja puede llegar a desprenderse. (Brack & Mendiola, 2011)

Las plantas absorben el potasio en la forma de ion de potasio (K^+). Los cultivos con deficiencia de potasio crecen lentamente y sus raíces están poco desarrolladas. Los tallos son débiles, se reduce la floración, fructificación y desarrollo de toda la planta. El potasio aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades, a la sequía y al frío; si falta, la planta será más vulnerable a estos agentes.

(Brack & Mendiola, 2011)

La carencia de potasio es frecuente en suelos arenosos debido a que el potasio se lava con la lluvia y el riego continuado y no está disponible a las raíces en suelos con mucha cal también puede escasearse. El exceso de potasio sólo produce toxicidad en la planta en cantidades muy grandes de abono. Sin embargo, la abundancia de este elemento puede provocar la carencia de magnesio por antagonismo. (Brack & Mendiola, 2011)

Solución a la carencia de potasio. Para solucionar la deficiencia de potasio, usa fertilizantes con alta proporción de potasio, ya sean complejos de N-P-K o el sulfato potásico

simple. En árboles frutales se puede pulverizar varias veces sobre el follaje con sulfato potásico en solución al 2%.

(Brack & Mendiola, 2011)

d. Aluminio.

Cuando los suelos son muy ácidos el aluminio retenido en las arcillas se disuelve en el suelo aumentando su toxicidad, ya que las partículas cargadas positivamente llamadas aniones dificultan el crecimiento de las plantas. De hecho la toxicidad causada por el aluminio en suelos ácidos limita la producción del cultivo. (Brack & Mendiola, 2011)

- Reduce la disponibilidad de fósforo (P) en el suelo, a través de la formación de compuestos Al-P.
- Reduce la disponibilidad de azufre (S) a través de la formación de compuestos Al-S.
- Reduce la disponibilidad de otros nutrientes en forma catiónica debido a una interacción competitiva.

El aluminio soluble en el suelo es un problema serio a pH bajo 5. Entre 5 y 5.5 el aluminio puede ser un problema, pero no es severo. En general Al^{+3} es un problema severo a pH bajo 5.5 en suelos con baja saturación de bases y bajo o deficiente calcio y magnesio. En pH mayores a 5.5 el aluminio soluble no es un problema para el crecimiento (Brack & Mendiola, 2011).

La aplicación de cal (CaO, óxido de calcio) es la solución más común recomendada para el aluminio soluble del suelo superficial. A través de esta labor lo que se hace, es subir el pH del suelo de modo de que no se presente aluminio

soluble en éste. En sistemas establecidos la aplicación de cal es usualmente hecha en la superficie y sólo tiene efecto en los primeros centímetros del perfil de suelo. Si se requiere de una corrección de los niveles de aluminio soluble en profundidad, una opción es la aplicación de sulfato de calcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) el cual se denomina con el nombre común de yeso. El calcio aplicado de esta forma es un catión competitivo para el catión Al^{+3} , el cual puede permitir que el Al^{+3} lixivie en profundidad dentro del perfil de suelo cuando el agua se infiltra a través de la zona de raíces (Brack & Mendiola, 2011)

e. Materia orgánica.

Es esencial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea, es materia orgánica no totalmente descompuesta Tiene las siguientes características: (Brack & Mendiola, 2011)

- Es insoluble en agua y evita el lavado de los suelos y la pérdida de nutrientes.
- Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua.

- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos.
- Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100 % si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica. (Brack & Mendiola, 2011)

Los abonos verdes. Son cultivos con el propósito de enterrarlos para proveer de materia orgánica. La gradual descomposición de la materia orgánica provee de nutrientes; mejora la textura del suelo; evita la pérdida por lavado, y retiene el agua.

Los residuos de cosechas. Comprenden los rastrojos de los cultivos. En el Perú existe la pésima costumbre de quemar los rastrojos y de esta manera se priva a los suelos de la materia orgánica necesaria.

El uso de estiércol o guano de animales. Es una práctica muy arraigada. Su aplicación muestra efectos positivos en los cultivos, especialmente los intensivos.

2.2.9. Causas del cambio de los suelos y cobertura vegetal

a. La expansión agropecuaria

El bosque además de aportar forraje y madera, tiene efectos positivos sobre el medio ambiente. Sin embargo, gran parte de la tierra habilitada para ganadería y agricultura se hace en base al desmonte masivo e irracional. La mayoría de los

estudios realizados, indican como causa principal de la conversión de bosque a tierras agrícolas y pastos (FAO, 2000).

La ganadería extensiva ha demostrado tener una alta relación con la deforestación a través del tiempo. Así mismo, las cuencas que presentan mayor actividad humana, principalmente las dedicadas a la ganadería y a la agricultura, evidencian un mayor deterioro de su territorio. (FAO, 2000).

En la actualidad el Perú tiene un total de 7.6 millones de hectáreas (6% de la superficie total) con capacidad para cultivos agrícolas; mientras que alrededor de 17.9 millones de hectáreas (14% de la superficie total) corresponden a tierras con aptitud para pastos (INEI, 2003).

b. La deforestación

La deforestación se atribuye a causas directas y subyacentes. Las causas subyacentes o los procesos sociales pueden tener impacto indirecto tanto a nivel nacional como global. Por su parte las causas directas, son las actividades humanas que afectan directamente al ambiente y constituyen la fuente principal del cambio en el uso de suelo (IIRSA-SUR, 2006)

Las causas principales de deforestación incluyen el desarrollo del sistema de transporte carretero, los incentivos del gobierno para la agricultura, el financiamiento de proyectos a gran escala tales como presas hidráulicas, y explotación de la tierra (IIRSA-SUR, 2006)

c. La Minería

La minería es una actividad a corto plazo pero con efectos a largo plazo. Cuando se realiza actividades mineras en zonas de bosque constituye una depredación. La minería, junto con la explotación de petróleo, amenaza el 30% de las últimas extensiones de bosques primarios del mundo (Lillo, 2006)

Productos químicos peligrosos utilizados en las distintas fases de procesamiento de los metales, como cianuro, ácidos concentrados y compuestos alcalinos terminan en el sistema de drenaje. La alteración y contaminación del ciclo hidrológico tiene efectos muy graves que afectan a los ecosistemas cercanos, de manera especialmente agravada a los suelos, bosques, y a las personas (Lillo, 2006)

d. Migración

En el Perú, así como ha existido la ocupación planificada de las tierras para desarrollar actividades agrícolas, pecuarias y forestales en tierras boscosas, también, ha existido y sigue existiendo la actividad agrícola migratoria ilegal y desordenada, sin ningún tipo de planificación. En ambos casos, la deforestación resulta inminente (IIRSA-SUR, 2006).

El incremento de la población andina, cada vez con menos posibilidades de tener tierras para vivir, como única opción, le queda migrar a la selva y posesionarse del bosque, inicialmente en forma ilegal, luego en forma legal. (IIRSA-SUR, 2006).

e. Apertura de Vías de comunicación

La apertura de la selva con nuevas carreteras es un importante factor en el proceso de deforestación. Luego de la apertura de un camino comienza el proceso de extracción de madera y de ocupación de tierras por parte de pequeños productores que practican agricultura de tala y quema. Los buscadores de oro son también un factor de presión en la apertura de caminos. Posteriormente llegan los grandes productores y se intensifica el aprovechamiento de la tierra (Lillo, 2006)

La construcción de carreteras en la selva amazónica permite el desarrollo de los pueblos, por los múltiples beneficios que implica. Por otro lado, propicia el crecimiento vertiginoso del cambio de uso de la tierra, es decir, la conversión y transformación de los bosques tropicales originales en áreas con actividad agropecuaria, principalmente (Lillo, 2006)

f. Pastoreo

La resistencia mecánica de los Andosoles e Histosoles es muy baja, al ser pisados éstos suelos se compactan y pierden así su extraordinaria capacidad de retención de agua esto como producto de la disminución de la porosidad (Lillo, 2006)

El efecto del pastoreo sobre el suelo, por un lado, es indirecto: por el daño causado a la vegetación que tiende a desaparecer la capa vegetal, tan importante para la protección del suelo; pero también hay un efecto directo: el pisoteo que compacta el suelo. La compactación está causada por el peso de los animales, pues el suelo del

páramo, por su alto contenido de materia orgánica, es suelto y suave, dejándose compactar fácilmente. El sobrepastoreo deja al suelo sin protección contra el sol. Secándose la parte superficial del suelo en forma irreversible, volviéndose extremadamente vulnerable a la erosión hídrica y eólica (Lillo, 2006)

2.3. Definición de términos básicos

Acidez: Es el contenido de iones hidrógeno de una solución, que se expresa por un valor en la escala del PH. Una solución es ácida si la concentración de hidrogeniones (H^+) es mayor que la de iones hidroxilo (OH^-)

Biogás: Mezcla de metano y dióxido de carbono junto con trazas de otros gases, que se produce durante la digestión anaerobia la materia orgánica.

Biomasa: Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, que se puede emplear como fuente directa o indirecta de energía.

Calidad de suelos: Es la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, y arqueológicas. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial natural y antropogénicas.

Degradación: Transformación del perfil del suelo, y el tipo de suelo, como consecuencia de un cambio en las condiciones de formación. Se limita, fundamentalmente, al Horizonte A. la degradación es el rebajamiento del relieve del suelo realizado por los agentes de la geodinámica externa.

Disolución: Los suelos, comienzan a disolverse en unidades menores cuando se ponen en contacto con el agua.

Edafología: Ciencia que estudia el suelo en su composición, estructura, clasificación, formación y potencialidades agrícolas.

Eco tipo: Variedad de cultivo adaptada a un rango particular de condiciones climáticas y de suelo.

Eluviación: La remoción de materiales en un horizonte donde se encuentran «iluviados» o depositados en un horizonte más bajo.

Erosión: La remoción y movimiento de materiales terrosos a causa del agua, viento, hielo o gravedad, así como a causa de actividades humanas tales como la agricultura o la construcción.

Evaporación: El agua sobre la superficie del Suelo o en los suelos absorbe el calor que proviene del sol hasta el punto en que se evapora y se convierte en parte de la atmósfera.

Fertilidad: Capacidad que posee el suelo de proporcionar a los vegetales los nutrientes necesarios para su desarrollo en forma equilibrada.

Fertilidad de Suelo: Estudia los factores y procesos en el suelo que influyen la producción de biomasa.

Fertilizante: Cualquier material mineral que se agrega al suelo para suministrar uno o más nutrientes para las plantas.

Herbicida: Sustancia química que destruye e inhibe el crecimiento y desarrollo de las hierbas.

Horizonte: Cada uno de las capas del suelo, dispuestas más o menos horizontalmente a la superficie del terreno, originadas por los procesos de formación del suelo.

Humus: Componente de la primera porción del suelo, compuesto por material orgánico e inorgánico, siendo la parte más rica en nutrientes para la vegetación.

Lixiviado: Proceso de eliminación de los compuestos solubles de una roca, sedimento, suelo, etc. por las aguas de infiltración. Nombre que se da a los constituyentes sólidos tras haber sufrido dichos procesos.

Materia orgánica: Material animal o vegetal en cualquier estado de descomposición, que se encuentra sobre el suelo o dentro de él.

Materia inorgánica: Sustancia sin procesos metabólicos vitales, como son los minerales que no pueden crecer sino por yuxtaposición.

Meteorización: Proceso geológico por el cual las rocas se van destruyendo por obra de los agentes atmosféricos.

Mineralización: Transformación de la materia orgánica en inorgánica por acción bacteriana.

Monocultivo: Se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie, con los mismos patrones, resultando en una similitud genética, utilizando los mismos métodos de cultivo para toda la plantación

Nutriente: Compuesto químico imprescindible para el crecimiento vegetal. Los principales son los de carbono, nitrógeno y fósforo

Propiedad: Son las distintas características tanto físicas como químicas que presentan tanto los elementos químicos, como los compuestos que forman, y que ayudan en su clasificación.

Propiedades Químicas: Estudia la composición, las propiedades y las reacciones químicas de los suelos, estado dirigidos a tratar de explicar y/o resolver problemas relacionados con la dinámica de los nutrientes vegetales y con la fertilidad del suelo.

PH: Es la escala para medir la acidez ó alcalinidad de una solución, pH=7 significa que es neutro. Los valores inferiores, suponen que es ácida y los superiores, alcalina ó básica.

Pedogénesis: La formación de perfiles de suelos dependiendo de cinco factores de formación (clima, material original, topografía, organismos, y tiempo) para crear la Pedosfera.

Pedosfera: La fina capa externa del Suelo que está comprendida por los suelos.

Perfil del Suelo: Conjunto de horizontes del suelo que es posible identificar en una sección vertical al terreno.

Regeneración de nutrientes: Procesos conjuntos de mineralización de materia orgánica y excreción de materia inorgánica dentro de un mismo ecosistema.

Retención de nutrientes: Almacenamiento de nutrientes en los sedimentos de un ecosistema determinado, de modo que se impida su exportación a otros ecosistemas cercanos. En ocasiones, se denomina también "retención" a su eliminación del ecosistema por paso hacia la atmósfera.

Suelo: Es la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento el agua y procesos de desintegración orgánica.

Subsuelo: El término común para denominar a las capas que yacen debajo de la capa vegetal de los suelos.

Syrosiom: Formación de suelo joven que no posee aún horizonte A claramente reconocible.

Textura: Proporción de partículas de diferentes diámetros (arena, limo, arcilla) en el suelo.

Tierra: Un área específica de la superficie de la Tierra. En el contexto de la evaluación de tierras, la tierra incluye propiedades.

Vegetación: Conjunto de plantas o de comunidades que pueblan un área determinada.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis de tablas y gráficos

Esta investigación se realizó en el caserío Bellavista Baja que pertenece al centro poblado de Combayo, distrito de la Encañada, provincia de Cajamarca. Con la objetivo de investigar las características químicas y físicas de los suelos de Bellavista Baja verificar que los suelos están aptos para cultivarse, proponer diferentes tipos de fertilización para mejorar la calidad de los suelos y obtener óptimos resultados para sus cosechas. Para el presente estudio se analizó muestras en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA Cajamarca, cuya caracterización, incluye: potasio, fósforo, aluminio, materia orgánica, textura y pH. Desde el 15 de julio al 15 de diciembre de 2016. Se analizó las muestras de 06 por parcelas del caserío Bellavista Baja, de las 47 parcelas que conforman el caserío, clasificándolo por zonas de las cuales se analizó de cada parcela 02 muestras de suelo cada 10 a 30 m, en un total de 12 muestras por mes de cada parcela, como se aprecia en la siguiente figura (Ver Figura 12).

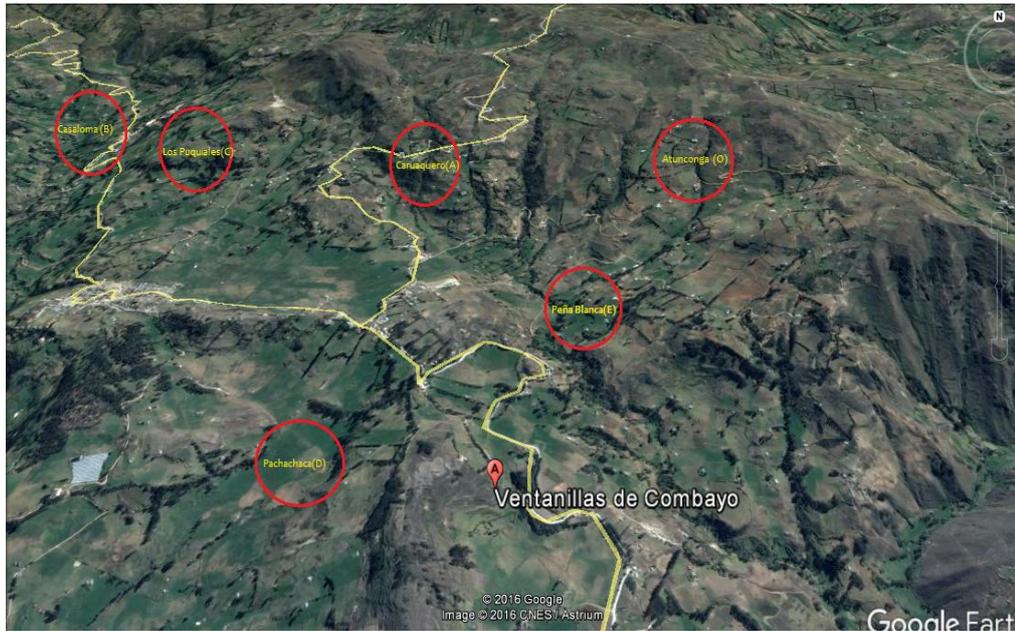


Figura: 6. Puntos de muestreo Caserío Bellavista Baja
Fuente: Google Earth, 2016.

Una vez obtenidos los datos de textura y de las propiedades químicas del suelo; se procedió a elegir un grupo de indicadores de calidad del suelo (Pérez, 2010) con los que se analizó y comparó los resultados obtenidos utilizando estándares de las propiedades del suelo como referencia a la calidad del suelo. Cada indicador se registró con un número de valores que representan posibles escenarios en el Agroecosistema. A cada valor se le asignó un rango de 1-10; siendo 1 el valor menos deseable y 10 el valor que representa la mayor calidad de los suelos. De esta forma los indicadores interpretan directamente la tendencia a la calidad (a mayor valor de rango representa mayor calidad del suelo) (Pérez, 2010).

Sin embargo Rossiter et al, 1995 en (Pérez, 2010) comenta del “Requerimiento óptimo para cada cultivo o Agroecosistema específico”. Explica que la Diversidad genética para la Valoración lineal de los rangos considera que; la mayor diversidad genética representa mayor calidad de suelos.

Las muestras de estudio se analizaron durante el periodo de estudios desde el 15 de julio al 15 de diciembre de 2016, que hacen un total de 60 muestras, como se aprecia en la Tabla 12:

Tabla 13. Muestra de estudio.

Parcelas	Zona	Números de muestras
Atunconga (O)	MO	MO-10
		MO-30
Caruaquero(A)	MA	MA-10
		MA-30
Casaloma (B)	MB	MB-10
		MB-30
Los Puquiales(C)	MC	MC-10
		MC-30
Pachachaca (D)	MD	MD-10
		MD-30
Peña Blanca(E)	ME	ME-10
		ME-30

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para la obtención de muestras se seleccionó un lugar con características específicas de uso de suelo donde se excavó seis calicatas por parcela de 1 x 1 x 1 m para analizar las características químicas (pH, P, K, M.O, y Al) de los suelos por parcela del caserío de Bellavista Baja, cumpliendo el decreto supremo D.S. N° 002-2014-MINAN que establece disposiciones complementarias para la aplicación de los ECA para suelo y que por Resolución Ministerial N° 137-2016-MINAN, se resuelve cumplir el Art. 1 actualizar los métodos de ensayo para el análisis de los parámetros de los ECA .



Figura: 7. Calicata 1. Parcela Atunconga
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Las calicatas fueron excavadas de acuerdo a cada parcela, para posteriormente sacar muestras de suelo en dos puntos por parcela a una distancia de 10 a 30 metros, las muestras fueron identificadas y conducidas al Laboratorio de Análisis de Suelos INIA Cajamarca, previamente selladas e identificadas para su posterior análisis textural.

En el laboratorio de Análisis de Suelos INIA Cajamarca, se procedió a codificar a cada muestra obtenida, cuidando que las muestras no se contaminen después de su identificación, por calicata escavada como se aprecia en las figuras a continuación:



Figura: 8. Calicata 2. Parcela Caruaquero
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Las muestras fueron secadas al ambiente en el Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA Cajamarca, posteriormente trituradas, pasadas por un tamiz de 2 mm y parte se las conservó en el refrigerador a una temperatura establecida.



Figura: 9. Calicata 3. Parcela Casaloma
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Después de identificar y seleccionar las muestras se demarcaron por puntos de muestreo MO, MA, MB, MC, MD y ME ubicándose sus respectivas coordenadas (Ver Tabla 13):

Tabla 14. Ubicación puntos de muestreo de suelo

Caserío	Parcelas	Zona	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
			E	N	
BELLAVISTA BAJA	Atunconga (O)	MO	754857	922989	3549
			768723	9224798	3427
	Caruaquero(A)	MA	766391	9239678	3529
			768868	9229989	3452
	Casaloma (B)	MB	768577	9229785	3450
			768525	9229884	3315
	Los Puquiales(C)	MC	767891	9239781	3452
			768789	9229578	3457
	Pachachaca(D)	MD	768594	91969681	3346
			768924	9224787	3120
	Peña Blanca(E)	ME	768659	9299785	3118
			768399	9232588	3235

Fuente: Elaboración, propia 2016.

Descripción de los suelos de cada parcela por clase textural

La textura es la propiedad del suelo que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetros menores a 2 mm, que se agrupan en tres clases definidas por su tamaño como la Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar) (Scott, 2000).

En el presente trabajo de investigación se anotó las características físicas de cada suelo de cada parcela del caserío Bellavista Baja, las cuales se describen a continuación:

Parcela Atunconga (MO): Parcela denominada como Atunconga presenta suelos con baja fertilidad, requiere mayor laboreo.



Figura: 10. Parcela Atunconga (MO)
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Caruaquero (MA): Parcela que presenta suelos pedregosos, rocas pobre. Se aprecia poca vegetación o pastizales.



Figura: 11. Parcela Caruaquero (MA)
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Casaloma (MB): Presentan pendientes fuertes, son erosionados, accidentados y áridos.



Figura: 12. Parcela Casaloma (MB)
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Los Puquiales (MC): No presenta problemas por encharcamientos aunque su uso inadecuado puede perder fertilidad.



Figura: 13. Parcela Los Puquiales (MC)
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Pachachaca (MD): Parcela con suelos erosionados, accidentados y áridos.



Figura: 14. Parcela Pachachaca (MD)
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peña Blanca (ME): Parcela con suelos que presentan charcos en la mayoría de los suelos del caserío. Inapropiada practica de manejo forestal.



Figura: 15. Parcela Peña Blanca (ME)
Fuente: Elaboración propia, 2016.

La textura define la aireación, movimiento de agua, retención y disponibilidad de nutrientes con lo cual se determina la productividad, uso y manejo que se puede dar al suelo (Jaramillo, 2002).

3.2. Determinación de las características químicas del suelo, del caserío Bellavista Baja.

Para determinar las características químicas del suelo, del caserío Bellavista Baja, se contó con el apoyo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca, que facilitó capacitación con un técnico y un laboratorista para analizar las muestras seleccionadas por parcela, en el Laboratorio de Análisis de Suelos INIA Cajamarca. Se analizaron 12 muestras en total, por mes: 2 muestra por punto.

Para encontrar los macronutrientes del presente trabajo profesional se prosiguió de la siguiente manera:

a. Determinación del contenido de fósforo

Para determinar el fósforo disponible se utilizó el método Bray y Kurtz P-1, este método está correlacionado con el rendimiento de los cultivos en la mayoría de los suelos ácidos y neutros.

Materiales y equipo

Se preparó los siguientes reactivos: Extractante Bray y Kurtz P-1 (HCl 0,025 M en NH_4F 0,03 M): Disolver 11,11 g de fluoruro de amonio en alrededor de 9 L de agua destilada. Añadir 250 ml de HCl 1 M previamente estandarizado, llevar a 10 L con agua destilada y mezclar bien. El pH de la solución resultante debe ser de $\text{pH } 2,6 \pm 0,05$. Los ajustes en el pH se hacen utilizando HCl o hidróxido de amonio (NH_4OH). Conservar en bombonas de polietileno hasta su uso.

Procedimiento: 1. Se pesó 2g de suelo y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 50 ml. Se añadió 20 ml de solución Extractante a cada matraz y agitar a 200 o más r.p.m. durante cinco minutos a una temperatura ambiente de 27° C. Se filtró los extractos a través de un papel de filtro Whatman N° 42. Se analizó el P por colorimetría y los patrones preparados con la solución extractante de Bray P-1.



Figura: 16. Calicata 3. Parcela Casaloma
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Después de realizado el análisis del contenido de fósforo en el laboratorio de INÍA Cajamarca, asesorada en todo momento por un técnico del área de suelos del centro experimental, de las 6 parcelas en estudio, se obtuvo los siguientes resultados, del caserío de Bellavista Baja como se muestra en la figura siguiente del contenido de fósforo del caserío Bellavista Baja, realizado durante el periodo de estudios.

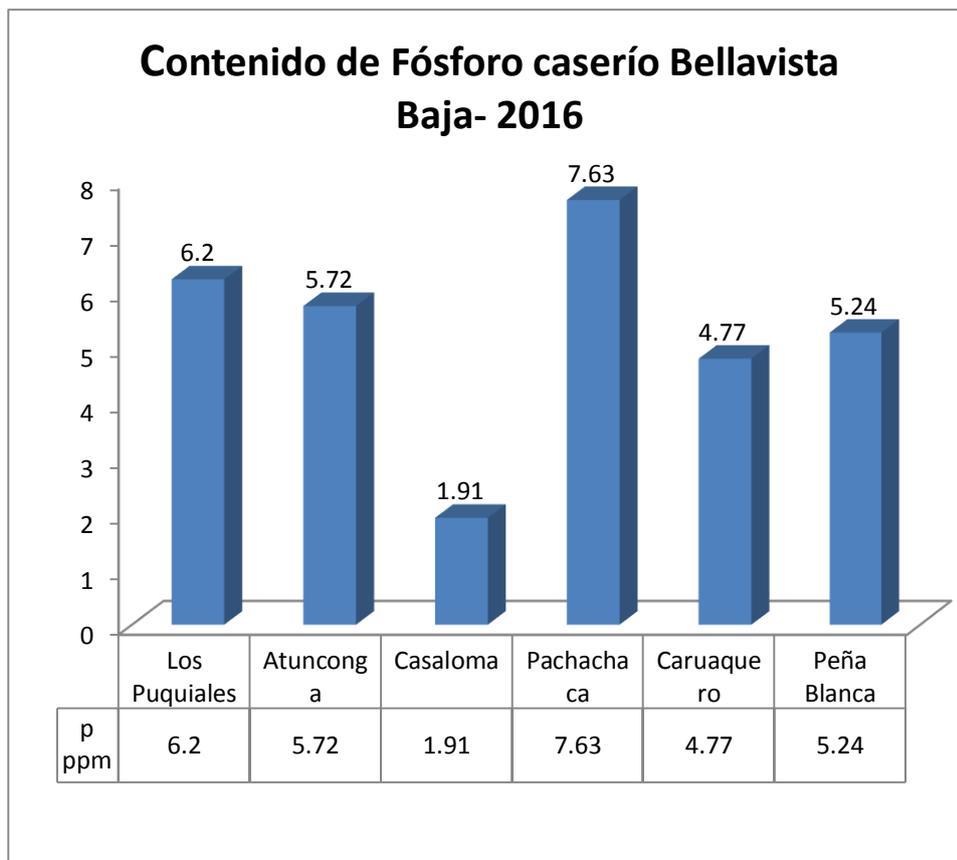


Figura: 17. Contenido de Fósforo caserío Bellavista Baja- 2016
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 17, se observa que de las 6 parcelas en estudio, la parcela Pachachaca obtiene los contenidos más altos con 7.63 de ppm de fósforo, localizado en la Zona MD, en el punto de muestreo MD-30, seguido de la parcela Los Puquiales con 6.2 ppm de contenido de fósforo, así mismo las parcelas Atunconga y Peña Blanca; tienen similitud en el contenido de fósforo y la parcela Casaloma es la zona de muestreo con menor contenido de fósforo de 1.91 ppm. Por lo que, se concluye que todas las parcelas tienen un Nivel Bajo con respecto al contenido de fósforo, encontrado en el Laboratorio de INIA Cajamarca. Su presencia en el suelo es indispensable para el crecimiento y producción vegetal.

El fósforo es un elemento móvil en las plantas y en las parcelas del caserío Bellavista Baja, se observó en las parcela

en estudio que las hojas estaban con síntomas de envejecimiento y color amarillento de las hojas, las plantas no crecen, y afecta la concentración del P, en el forraje y por ende la calidad nutritiva, por lo que se confirma la baja presencia de este vital elemento síntoma de que les falta

b. Determinación del contenido potasio disponible

Para su determinación se aplicó el método de *acetato de amonio* 1 N, pH 7, se utilizó una solución de. Cloruro de amonio (1 Ml o la solución de Bray 11 (Hcl 0.1 M Y NH₄F 0.03 M), la cual se usa para determinar fósforo en el suelo (Método 7A). Ambas extraen una cantidad similar de " potasio Intercambiable, pero es más económico usar la solución de Bray 11 si está analizando: la muestra para fósforo al mismo Tiempo, El potasio Intercambiable se mide en el extracto por ' emisión. (Gilbert de Brito, et al., 1990)



Figura: 18. Determinación de potasio
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Después de realizado el análisis del contenido de potasio, en el laboratorio de INÍA Cajamarca, asesorada en todo momento por un técnico del área de suelos del centro experimental, se obtuvo los siguientes resultados, del Caserío de Bellavista Baja:

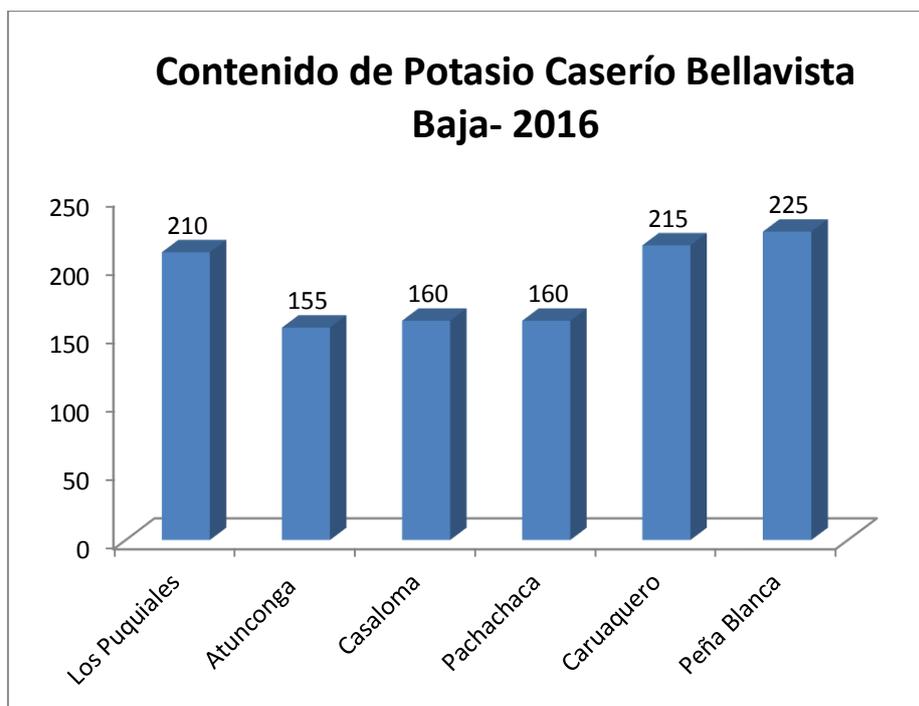


Figura: 19. Contenido de potasio del Caserío Bellavista Baja- 2016
Fuente: Elaboración Propia, 2016.

En la Figura 19, se observa que de las 6 parcelas en estudio, la parcela Peña Blanca obtiene el mayor contenido de potasio con 225 ppm, localizado en la Zona ME en el punto de muestreo ME-10, seguido de las parcelas Caruaquero y Los Puquiales con un promedio de 212.5 ppm de contenido de potasio, así mismo las parcelas Atunconga, Casaloma y Pachachaca tienen un promedio equitativo de 158 ppm. Por lo que, se concluye que todas las parcelas tienen un **Nivel Alto y medio** con respecto al contenido de potasio, encontrado en el Laboratorio de INIA Cajamarca. El potasio es absorbido por las plantas en grandes cantidades. Es un

elemento de mucha movilidad dentro de las plantas, a nivel de las células y tejidos.

Desde el punto de vista de su asimilabilidad para las plantas, el K en los suelos se ha clasificado en cuatro categorías. En orden creciente de asimilabilidad, las formas y contenidos respectivos de K son las siguientes: mineral, de 5.000 a 25.000 ppm; no intercambiable, de 50 a 750 ppm; intercambiable, de 40 a 60 ppm; y en solución, de 1 a 10 ppm (0,00256 a 0,0256 meq/100 g). (Hernández et al., 1988).

c. Determinación del contenido de materia orgánica

El contenido de materia orgánica se determinó a partir de la Norma ASTM International D2974–87 “*Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils*”. En la balanza analítica con precisión de cuatro decimales, se pesó 1 g aprox. de muestra seca a 105 °C, cantidad que se puso en cápsulas de porcelana rotulados con el número que corresponde a cada muestra.



Figura: 20. Calicata 3. Parcela Casaloma
Fuente: Elaboración Propia, 2016.

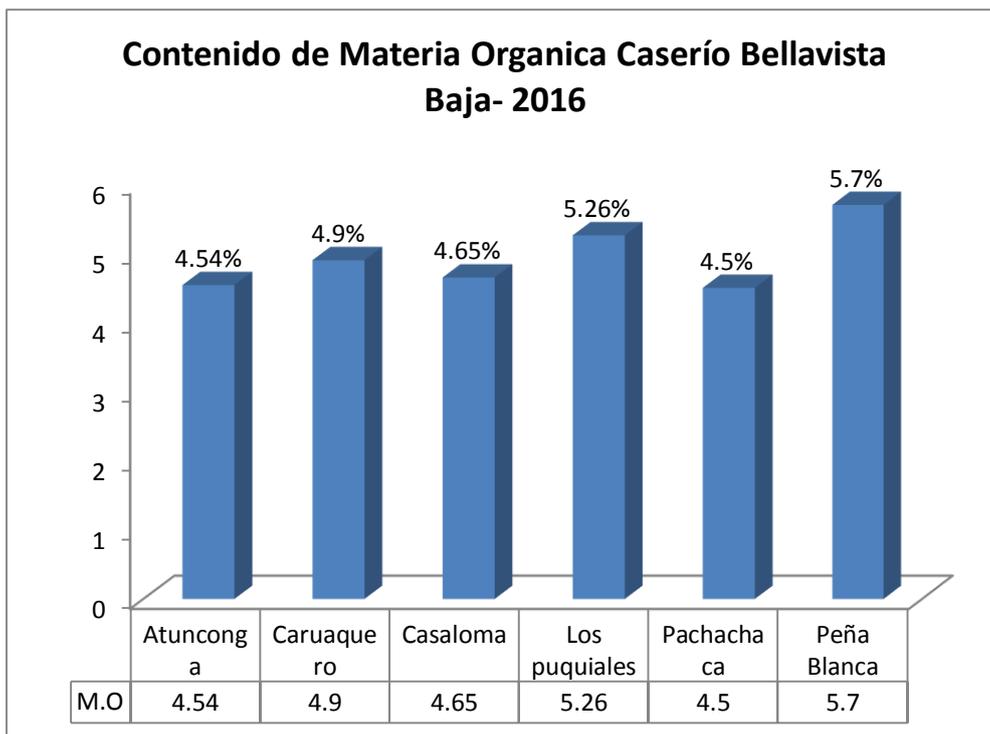


Figura: 21. Contenido de materia orgánica caserío Bellavista Baja
Fuente: Elaboración Propia, 2016

En la Figura 21, se observa que de las 6 parcelas en estudio, la parcela Peña Blanca obtiene el mayor contenido de materia orgánica con 5.7%, localizado en la Zona ME en el punto de muestreo ME-10, seguido de la parcela Los Puquiales con 5.26% de contenido de materia orgánica, localizado en la Zona MC en el punto de muestreo MC-30, así mismo las demás parcelas Atunconga, Caruaquero, Casaloma y Pachachaca tienen un promedio equitativo de 4.65%. Por lo que, se concluye que todas las parcelas tienen un bajo contenido de materia orgánica, por ende pocos cationes en el suelo, por lo que las parcelas como Atunconga, Caruaquero, Casaloma y Pachachaca, presentan suelos erosionados, no retiene cationes en el suelo es decir no tienen buen drenaje, no favorecen la microestructura del suelo.

Para mejorar la calidad del suelo del presente trabajo e investigación se analizó la producción y rendimiento de los cultivos más significativos de las parcelas en estudio de caserío Bellavista Baja.

3.3. Producción y rendimiento de cultivos más significativos de Bellavista Baja

La información de cosecha, producción y rendimiento caserío de Bellavista Baja, desde el año 2007 hasta el 15 de julio del año 2016, se ha procesado analizando la información distrital obtenida por la Dirección Regional Agraria Cajamarca - Dirección de Estadística e Informática (Ministerio de Agricultura, 2016).

A continuación se indica la cosecha, producción y rendimiento del caserío de Bellavista Baja:

Principales cultivos del caserío de Bellavista Baja

Tabla 15. Cultivos del periodo 2007 – 2016. Caserío Bellavista Baja

CASERÍO BELLAVISTA BAJA										
CULTIVOS/P ARCELA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arveja grano	22	18	29	71	55	21	20	69	45	22
Alfalfa	681	670	657	678	682	698	740	946	1131	889
cebada grano	120	147	68	93	63	126	96	103	108	102
Maíz amiláceo	155	157	38	128	118	156	134	135	139	106
Maíz choclo	2125	2050	1240	500	729	817	613	627	436	443
Papa	18351	12702	10154	10131	9663	10121	7616	8710	6213	6121
Rye grass	21342	18427	10765	11963	11324	10233	10181	9967	9682	8471
Trigo	225	170	89	97	88	144	137	155	140	121

Fuente: Dirección Regional Agraria Cajamarca, 2016.

^a Cosecha, ^b Producción, ^c Rendimiento

La Tabla 14, muestran la evolución del periodo del 2007 al 2016, caserío de Bellavista Baja, indican la producción y rendimiento de cultivos, que se tomaron en cuenta para realizar los cuadros estadísticos por distrito. El total de cada periodo de cosecha, producción y rendimiento por año, para todo el distrito, cabe señalar que existen algunas parcelas de sembrío que no son declaradas a la Dirección Regional Agraria Cajamarca, lo que reduce la medición del valle.

Los cultivos tomados a consideración fueron los más destacados de las parcelas del centro poblado de Bellavista Baja, apreciándose que en la parte de céntrica de bellavista baja, la producción está más enfocada del pasto, de las 47 parcelas en estudio, solo se tomaron la producción de 06 parcelas como se explica anteriormente en la muestra de estudio.

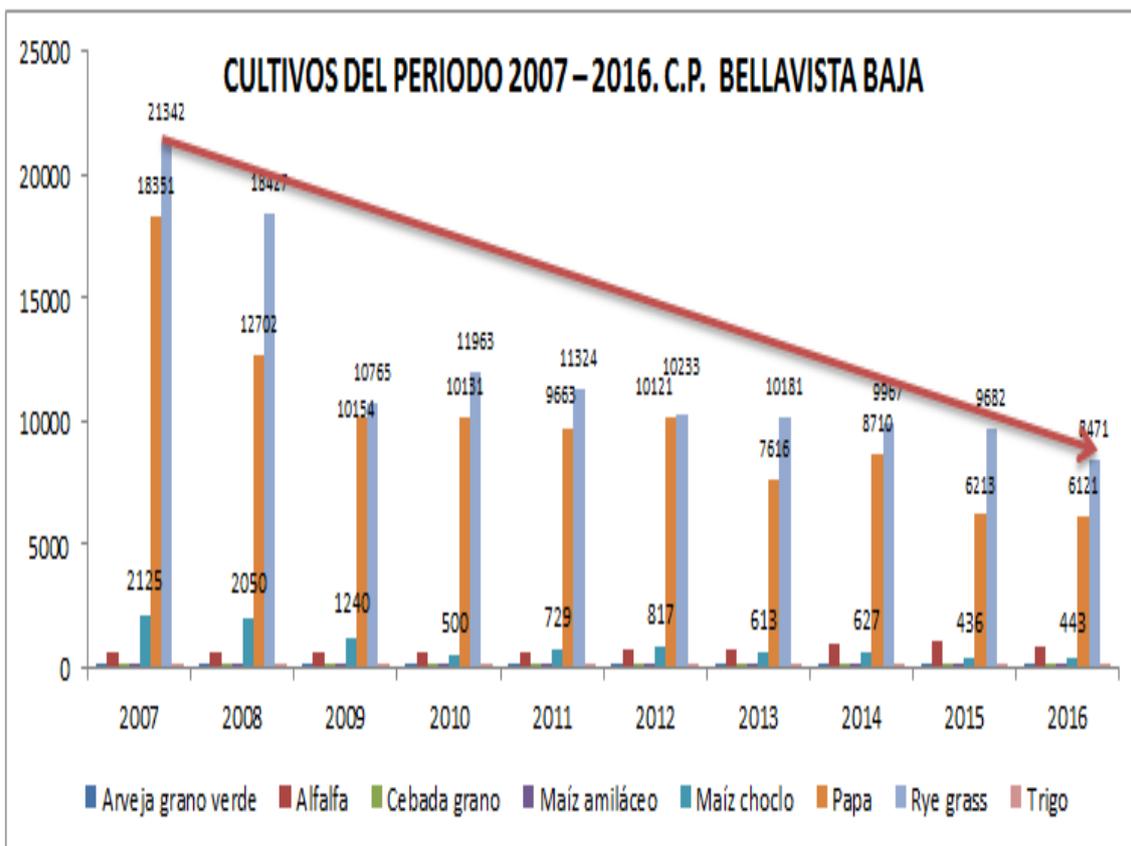


Figura: 22. Cultivos del periodo 2007-2016
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la figura 22, se seleccionó a 8 cultivos de los 22 cultivos característicos del caserío Bellavista Baja. El cultivo más significativo fue el Rye grass (*Lolium multiflorum*), con producción de 21 342 toneladas en el año 2007, después se aprecia una degradación del cultivo, que se hace más notoria partir del año 2011 con 11 324 toneladas hasta que en el año 2016 llegó a 8 471 toneladas , sin embargo el segundo cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) alcanzó con producción de 18 351 toneladas en el año 2007, después se aprecia una degradación del cultivo, que se hace más notoria partir del año 2011 con 9 663 toneladas hasta que en el año 2016, llegó a 6121 toneladas, igual que el anterior cultivo, excepción del maíz choclo (*Zea Mais*) se estima en menor cantidad junto con la alfalfa (*Medicago sativa L*).

3.4. Resultados de análisis de muestras en laboratorio de INIA Cajamarca

Se obtuvo los resultados de laboratorio colocándole a cada muestra por parcela su respectivo código de identificación de laboratorio de INIA Cajamarca como se muestra a continuación en la tabla (Ver tabla 15):

Tabla: 16. Código de cada parcela de laboratorio

Nombre Parcela	Código Laboratorio Inía Cajamarca- Baños del Inca
Los Puquiales	SU1116-EEBI-07
Atunconga 2	SU1080-EEBI-07
Casaloma	SU1072-EEBI-07
Pachachaca	SU1091-EEBI-07
Caruaquero	SU1117-EEBI-07
Peña Blanca	SU1092-EEBI-07

Fuente: Elaboración propia, 2016.

3.4.1. En cuanto a la Textura

Se procedió a encontrar la textura por cada muestra por parcela en el caserío Bellavista Baja, teniendo en cuenta el código de laboratorio de cada muestra:

Las muestras de suelo del caserío Bellavista Baja, presentaron las siguientes proporciones de partículas en cuanto a limo, arena y arcilla de acuerdo a cada parcela analizada, después de encontrar los análisis en laboratorio de INIA Cajamarca, se obtuvo los siguientes resultados (Ver Tabla 15):

Parcela Atunconga Bellavista Baja – 2016

Tabla: 17. Parcela Atunconga (O)

Parcela Atunconga (O) Bellavista Baja – 2016						
ZONA	Muestra	Proporción de las partículas			Clasificación textural	Altitud (msnm)
		Arena %	Limo %	Arcilla %		
Zona O	MO-10	46.48	31.53	35.99	Franca Arenosa	3542
	MO-30	46.75	32.75	22.06	Franca Arenosa	

Fuente: Elaboración propia, 2016

En la Tabla 16, de muestra de la parcela Atunconga (O) se aprecia la proporción de arena, limo y arcilla, así como la clasificación textural, referente a la altitud de 3542 msnm, para las muestras tomadas a 10 y 30 metros de cada parcela con la denominación de muestra: TO-10 y TO-30; como se aprecia a continuación:

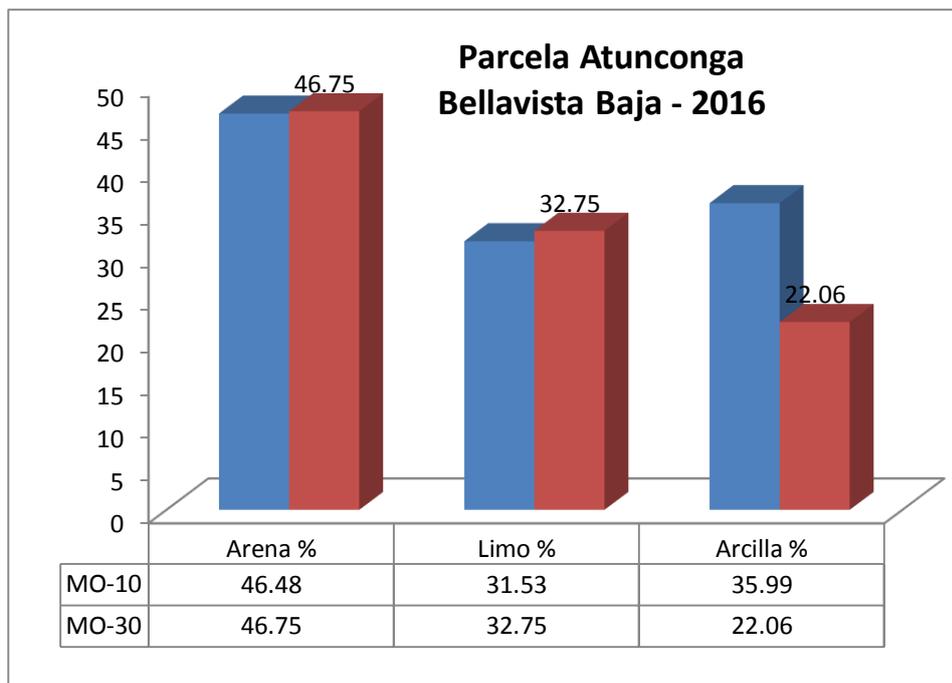


Figura: 23. Textura de la parcela Atunconga
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 23, de Textura de la parcela Atunconga (O) se aprecia que el mayor porcentaje lo obtiene la proporción de partículas de arena, que alcanza un promedio de 46.61%, seguido de limo con un promedio de 32.14% y arcilla con un promedio de 29.82%, que según el triángulo textural, obtiene una clasificación de Franco Arenosa.

Parcela Caruaquero Bellavista Baja – 2016

Tabla: 18. Parcela Caruaquero (A)

Parcela Caruaquero Bellavista Baja – 2017						
ZONA	Código	Proporción de las partículas			Clasificación textural	Altitud (msnm)
	Muestra	Arena %	Limo %	Arcilla %		
Zona A	MA-10	31.83	31.89	36.28	Franca Arcillosa	3529
	MA-30	38.84	41.86	24.36	Franca Arcillosa	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 17, de muestra de la parcela Caruaquero se aprecia la proporción de arena, limo y arcilla, así como la clasificación textural, referente a la altitud de 3529 msnm, para las muestras tomadas a 10 y 30 metros de cada parcela con la denominación de muestra: MA-10 y MA-30; como se aprecia a continuación:

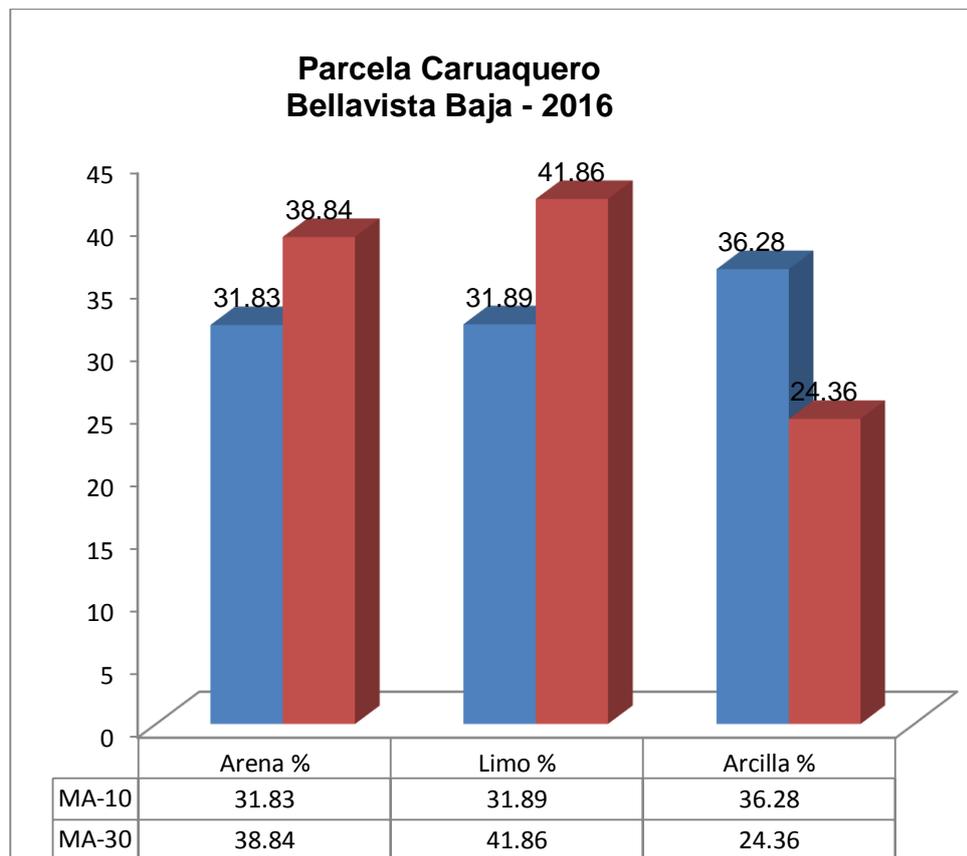


Figura: 24. Textura de la parcela Caruaquero
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 24, de Textura de la parcela Caruaquero, se aprecia el mayor porcentaje lo obtiene la proporción de partículas de limo, que alcanza un promedio máximo de 41.86%, seguido de arena con 33.19% y arcilla con 30.32%, que según el triángulo textural, obtiene una clasificación de Franco Arcillosa.

Parcela Casaloma Bellavista Baja – 2016

Tabla: 19. Parcela Casaloma (B)

Parcela Casaloma (B) Bellavista Baja – 2017						
ZONA	Código Muestra	Proporción de las partículas			Clasificación textural	Altitud (msnm)
		Arena %	Limo %	Arcilla %		
Zona B	MB-10	45.72	34.92	19.36	Franca	3450
	MB-30	37.76	39.51	22.34	Franca	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 18, de muestra de la parcela Casaloma (B) se aprecia la proporción de arena, limo y arcilla, así como la clasificación textural, referente a la altitud de 3450 msnm, para las muestras tomadas a 10 y 30 metros de cada parcela con la denominación de muestra: TB-10 y TB-30; que significa que característicos del C.P. Bellavista Baja como se aprecia a continuación:

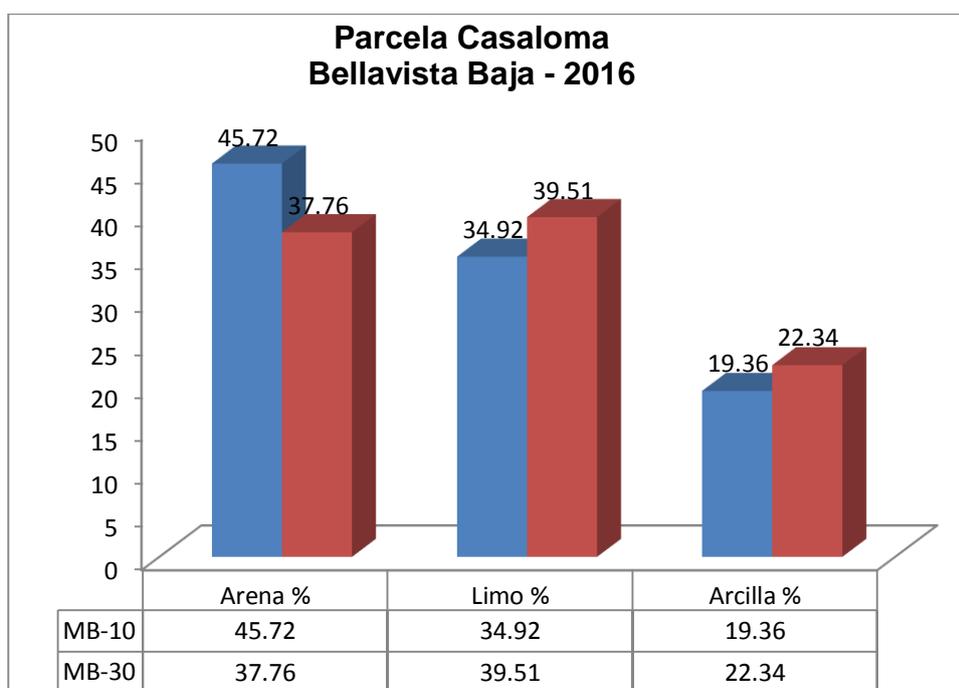


Figura: 25. Textura de la parcela Casaloma

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 25 de Textura de la parcela Casaloma, se aprecia el mayor porcentaje lo obtiene la proporción arena, con un promedio de 41.74%, seguido de limo con un promedio de 37.21% y arcilla con 41.28%, que según el triángulo textural, obtiene una clasificación de Franca.

Parcela Los Puquiales Bellavista Baja – 2016

Tabla: 20. Parcela los Puquiales (C)

Parcela Los Puquiales (C) Bellavista Baja – 2016						
ZONA	Código Muestra	Proporción de las partículas			Clasificación textural	Altitud (msnm)
		Arena %	Limo %	Arcilla %		
Zona C	MC-10	34.84	43.86	21.3	Franca Arenosa	3452
	MC-30	32.73	30.19	34.5	Franca Arcillosa	3457

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 19, de muestra de la parcela Los Puquiales de Bellavista Baja, se aprecia la proporción de arena, limo y arcilla, así como la clasificación textural, referente a la altitud de 3542 msnm, para las muestras tomadas a 10 y 30 metros de cada parcela:

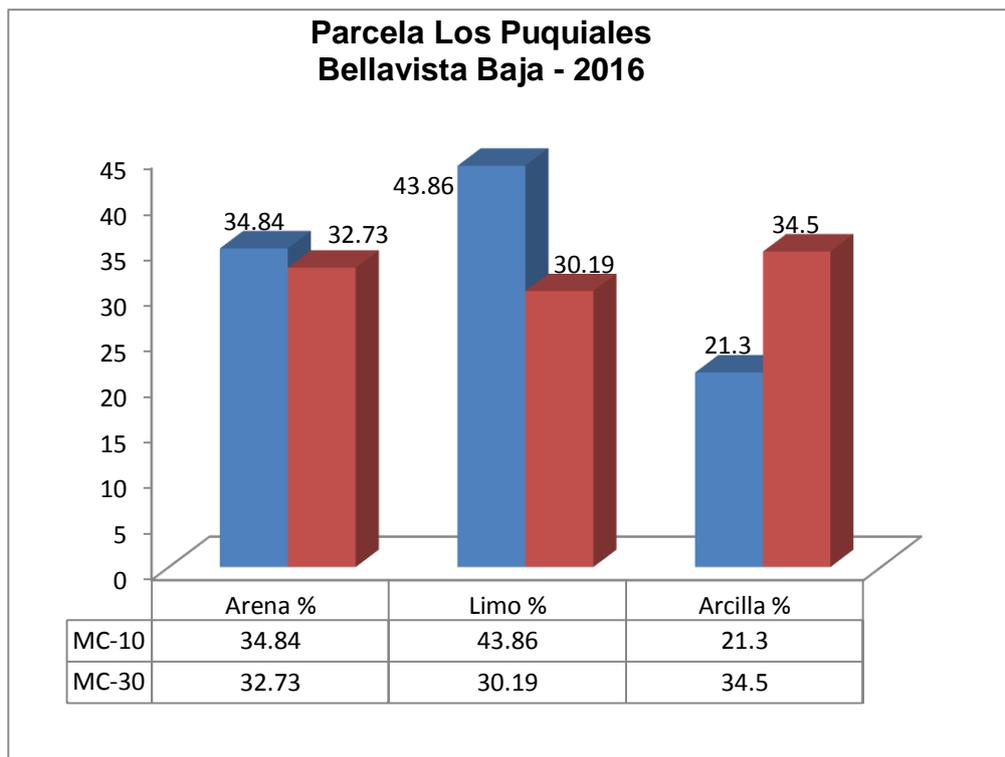


Figura: 26. Textura de la parcela los Puquiales
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 26, de Textura de la parcela Los Puquiales, se aprecia el mayor porcentaje lo obtiene la proporción de partículas de arena, que alcanza un promedio de 46.61%, seguido de limo con promedio de 32.14% y arcilla con un promedio de 29.82%, que según el triángulo textural, obtiene una clasificación de Franco Arenosa.

Parcela Peña Blanca Bellavista Baja – 2016

Tabla: 21. Parcela Peña Blanca (E)

Parcela Peña Blanca(E) Bellavista Baja – 2016						
ZONA	Código	Proporción de las partículas			Clasificación textural	Altitud (msnm)
	Muestra	Arena %	Limo %	Arcilla %		
Zona E	MC-10	34.14	45.87	21.36	Franca Arenosa	3118
	MC-30	44.79	36.98	23.74	Franca Arcillosa	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 20, de muestra de la parcela Peña Blanca se aprecia la proporción de arena, limo y arcilla, así como la clasificación textural, a 3118 msnm, de cada parcela (MO-10 y MO-30), C.P. Bellavista Baja como se aprecia a continuación:

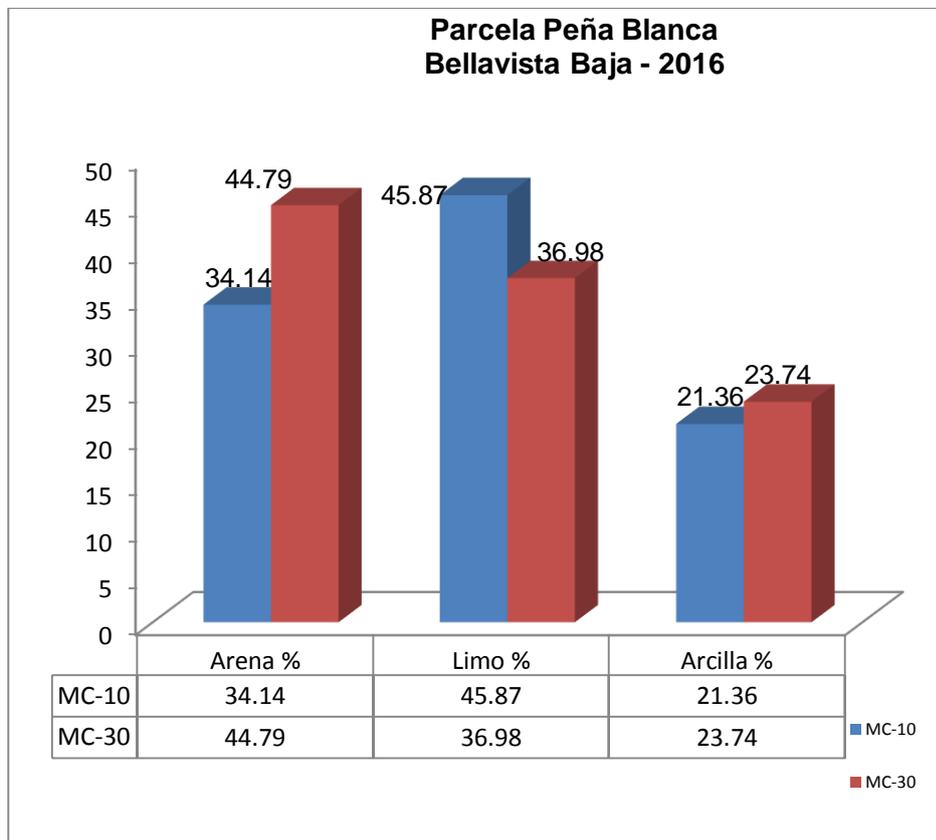


Figura: 27. Textura de la parcela los Peña Blanca
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 27, de Textura de la parcela Peña Blanca, se aprecia el mayor porcentaje lo obtiene la proporción de partículas de limo, que alcanza un promedio de 45.82% en la muestra MC-10, seguido de arena con un promedio de 39.46% y arcilla con un promedio de 22.13%, que según el triángulo textural, obtiene una clasificación de Franco Arcillosa.

3.4.2. Temperatura promedio caserío Bellavista Baja 2016

La importancia del conocimiento de la temperatura del suelo es vital puesto que el calor que el aire puede adquirir procede del suelo, aunque éste calor provenga del sol.

Por lo que, la temperatura promedio del caserío Bellavista Baja, muestra los siguientes datos:

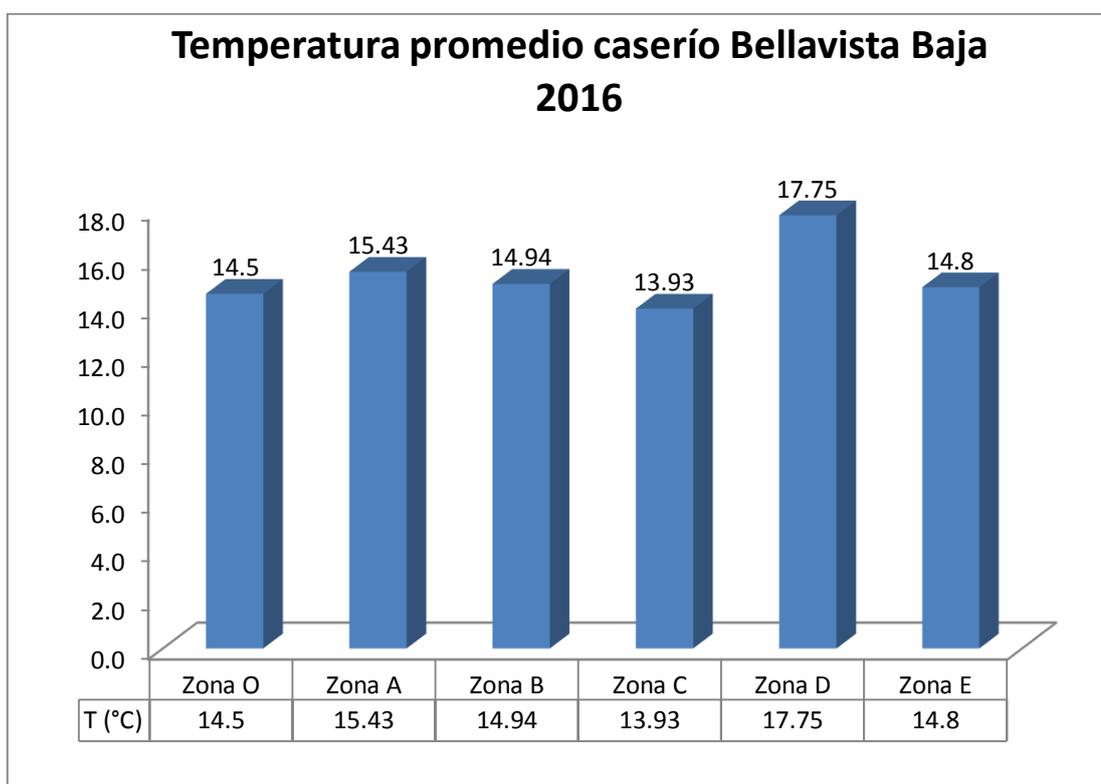


Figura 28. Temperatura promedio caserío Bellavista Baja 2016
Fuente: Resultado de análisis de laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

En la Figura 28, de Temperatura promedio caserío Bellavista Baja 2016, se aprecia la Zona de menor temperatura promedio es la Zona C con 13.93 °C, y la Zona de mayor temperatura promedio es la Zona D con 17.75 °C.

3.4.3. PH (Potencial de hidrógeno)

Como es de conocimiento en los suelos, el pH es usado como un indicador de la acidez o alcalinidad de éstos y es medido en unidades. El pH afecta la disponibilidad de los nutrimentos, controla las actividades químicas y biológicas que ocurren en el suelo y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas.

El valor del pH del suelo del caserío Bellavista baja, resultó del promedio de las lecturas realizadas a cada muestra de parcela que están diferenciadas por zona, se consideró tomar lecturas a 0', 30' y 60', así como también se encontró la desviación estándar de las mismas, tomándose en cuenta la temperatura por zona de muestreo, como se aprecia continuación (Ver Anexo 4):

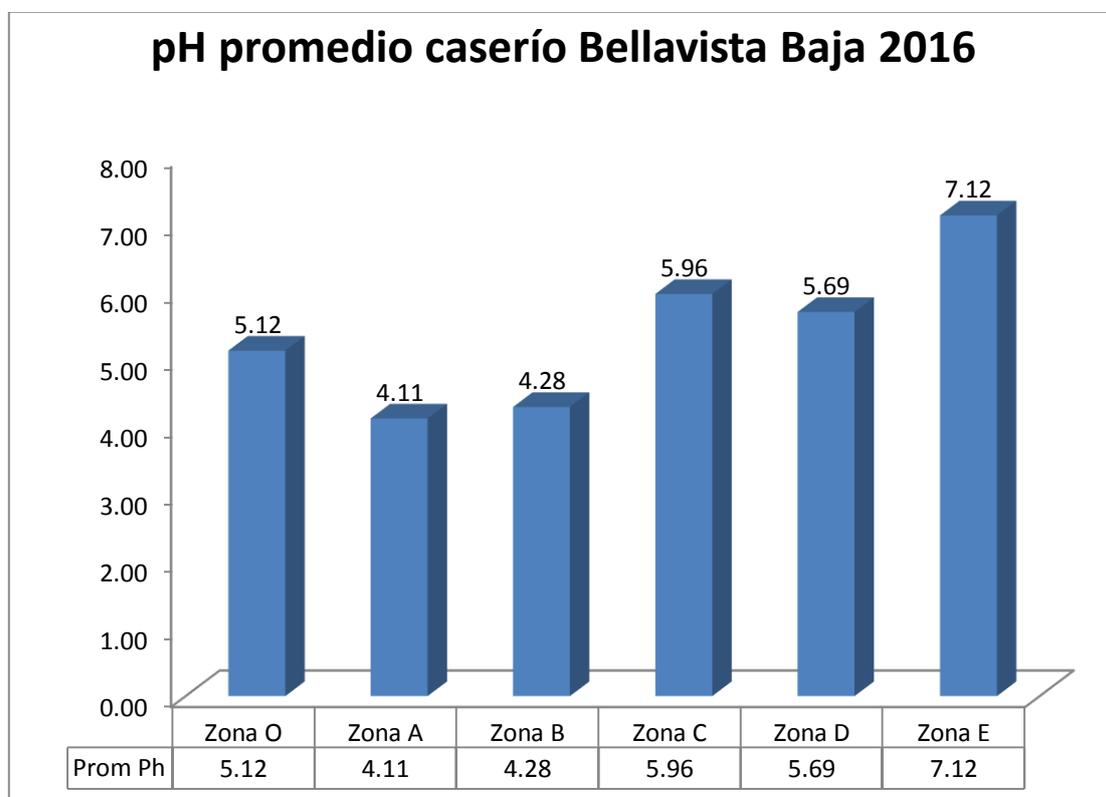


Figura 29. Resultados de promedio de pH, caserío Bellavista Baja.

Fuente: Resultado de análisis de laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

En la Figura 29, de Promedios obtenidos de pH, del caserío Bellavista Baja, después de realizar las mediciones respectivas, durante el periodo de estudios, se clasificó los valores de pH según el sistema del USDA, en la valoración no lineal de los rangos, tenemos el pH; donde a mayor valor del pH no representa mayor calidad, debido a que el valor ideal para la producción es un valor intermedio apreciado como Neutro cercano a 7 y es a este valor que se otorga el rango 10 (véase Tabla 21):

Tabla 22. Rango de la calidad del suelo (USDA)

Valor pH	Clasificación	Rango de calidad
3.5 – 4.4	Extremadamente ácido	1-2
4.5. – 5.0	Muy fuertemente ácido	3-4
5.1 – 5.5	Fuertemente ácido	4-6
5.6 – 6.0	Moderadamente ácido	7-8
6.1 – 6.5	Ligeramente ácido	8-9
6.6 – 7.3	Neutro	10
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino	8-9
7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino	7-8
8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino	4-6
>9.0	Muy fuertemente alcalino	3-4

Fuente: (Jaramillo, 2002).

Se presenta a continuación el resultado de pH del caserío Bellavista Baja 2016.

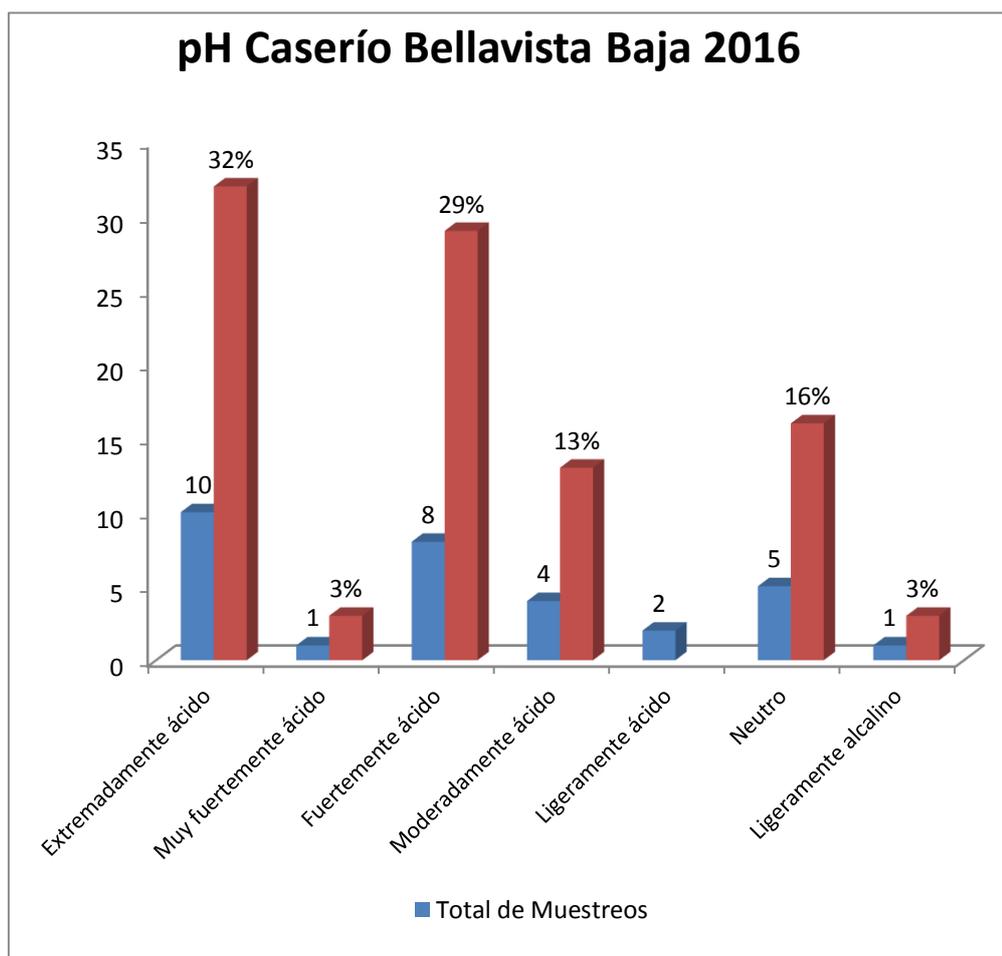


Figura 30. Resultados de pH, caserío Bellavista Baja.
Fuente: Procesamiento de datos laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

Los suelos de las zonas en estudio como se muestra a continuación presentan las siguientes características:

En la Figura 30, de promedio total de pH, después de realizar las pruebas de laboratorio, y haber tomado las muestras de cada zona (32 muestras de 0', 10' y 30'), se aprecia que existe una diferencia en la muestra de suelos de diferentes parcelas estudiadas del caserío de Bellavista Baja; los cuales presentan: 10 muestras presentan suelos extremadamente ácidos con un pH bajo de 3.5 a 4.4., estas muestras están ubicadas en las zonas O, A, B, respectivamente, seguido de 9 muestras presentan suelos Fuertemente ácidos con un pH bajo de 5.1 a 5.5., estas muestras están ubicadas en la zona

C. Así mismo, se analizó que 5 muestras presentan un pH neutro de 6.6 a 7.3.

Estos resultados coinciden con el pH de los suelos de ladera lo que explica la altitud del caserío de Bellavista Baja, y los altos índices de lluvias en la zona.

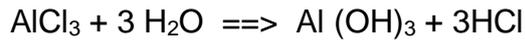
Después del análisis se aprecia que el 32% de las parcelas en estudio son de tipo de suelo extremadamente ácido de todas las muestras de estudio (MO-10, MB-10 y MB-30), el 29% presentan un pH Fuertemente ácido, y el 16% muestra que los suelos son neutros en la Zona C , se encontró en una parcela una muestra con pH neutro, (MC-30, muestra tomado a 0') y la Zona E, con las muestras ME-10 (un pH Neutro) y ME-30 (en 0', 10' y 30') , de las cuales se aprecia que en la muestras ME-30 se encontró 03 análisis de tierras con un pH Neutro.

3.4.4. Contenido de Aluminio (Al)

El contenido de Aluminio (Al) en las plantas, es de importancia cuando el pH es menor a 5.0 es una fuente de acidez, que bloquea las posiciones de intercambio catiónico, cuando llega a menor que 5,0 es tóxico para las plantas, reduce la disponibilidad del fósforo.

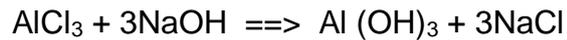
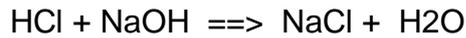
Obtención del aluminio

Los iones de H^+ y Al^{+++} se extraen del suelo con una solución neutra de NaCl. Con dicha solución se realiza un intercambio catiónico de la fase sólida del suelo con la solución obteniéndose HCl libre y la sal hidrolizable $AlCl_3$ Por efecto del agua el $AlCl_3$ se hidroliza y por consiguiente se aumenta la cantidad de HCl



Principio del Método

La acidez del extracto se determina por titulación con NaOH utilizando como indicador la Fenolftaleína.



Procedimiento

Se miden 10 ml de pasta saturada de suelo (Volumen de Muestra), se agregan 100 ml de NaCl 1N (Solución extractante), se agita durante una hora, se filtra. Del filtrado se toman una alícuota de 25 ml, se adicionan dos gotas de Fenolftaleína. Se titula con NaOH 0.1 N, obteniendo los resultados siguientes:

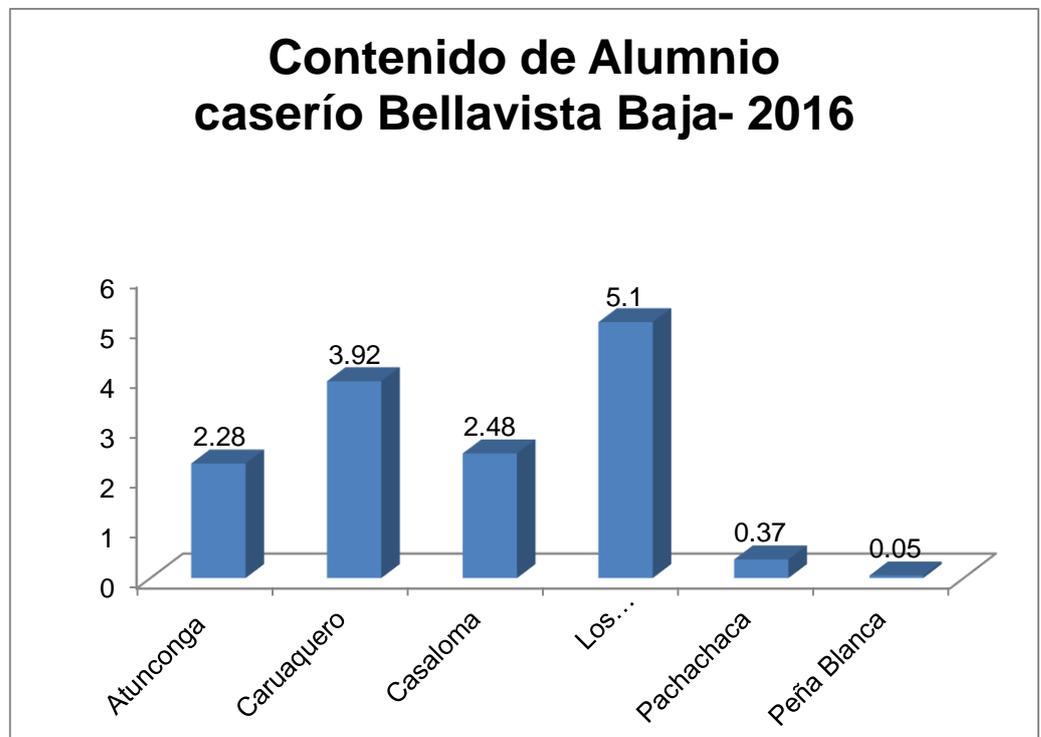


Figura 31. Contenido de aluminio Caserío Bellavista Baja..

Fuente: Procesamiento de datos laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

Los suelos de las zonas en estudio como se muestra a continuación presentan las siguientes características con respecto al elemento aluminio:

En la Figura 31, de promedio total de contenido de aluminio caserío de Bellavista Baja, los relevantes resultados de los diferentes puntos de muestreo encontrados en la parcela Los Puquiales de la Zona C, en el punto (MC-30) con 5.1 Meq/100, seguido la parcela Caruaquero, en la Zona A, en el punto MA-10 con 3.92 Meq/100, del caserío de Bellavista Baja. Lo que demuestra que los suelos localizados del caserío Bellavista Baja, presenta suelos muy ácidos. El aluminio retenido se diluye en el suelo y aumenta su toxicidad, por los aniones obstaculizan el desarrollo de las plantas.

Por lo que se infiere que la concentración de Al, se encuentran en los suelos de Bellavista Baja, aumenta en suelos con pH ácido; como en las Zonas: A, B, y O respectivamente lo que afecta el desarrollo de las especies vegetales, como papa, maíz, alfalfa, olluco, oca, afecta la producción sobre todo de la Zona Los Puquiales con 5.1 Meq/100 gr de suelo siendo tóxico para las plantas de esa zona, permitiendo que sus raíces de las plantas estén expuestas al aluminio, originando degradación agrícola, debido a la acidificación, en la zona C. (Acevedo, 2007).

3.4.5. Calidad de los suelos del caserío Bellavista Baja 2016

Los indicadores de la calidad de los suelos son la erosión y los niveles de fertilidad. Una vez obtenidos los resultados de laboratorio se le asignó un rango a todas las variables (Ver Tabla 21). Para poder comparar los análisis de laboratorio de INIA Cajamarca, se comparó con los indicadores de calidad del suelo Agroecosistema basado en la siguiente Tabla:

Tabla 23. Indicadores de calidad, caracterización del Agroecosistema.

Agroecosistema del caserío Bellavista Baja			
Indicador	Metodología	Interpretación	Puntaje
Apariencia del Cultivo	Se observó el total de plantas en las 6 parcelas de muestreo, se contabilizó el % de plantas que presentan alguna clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional	A menor porcentaje del cultivo con síntomas, mejor calidad de suelo.	39%
Control incidencia de plagas y enfermedades	Se evaluó valorando el porcentaje de plantas con incidencia de plagas y/o enfermedades en la totalidad de las 6 parcelas de muestreo.	A menor porcentaje de incidencia de plagas, mejor calidad de suelos	15%
Rendimiento de cultivos	Fue evaluado calculando el rendimiento de cultivos desde el 2007 al 2016. (Ver Figura...)	Mayor rendimiento de cultivos, es positiva para la calidad del suelo.	15%
Diversidad Vegetal Cultivada	Esta variable se basa en el conteo de especies o variedades cultivadas por unidad de muestreo.	Mayor diversidad genética es positiva para los suelos.	16%
Sistema de Manejo	Se entiende sistema de manejo como las prácticas y especialmente los insumos usados en los cultivos (para fertilización, control de plagas y enfermedades). Fue evaluado calculando el porcentaje de insumos orgánicos o sin son elaborados en la finca.	Para este indicador Prácticas orgánicas son mejores para la calidad de suelos.	27%
Cobertura del suelo	Se midió tomando fotos con áreas de 1x1m demarcadas, dentro de cada parcela de muestreo, por otro lado tomando en cuenta el ciclo del cultivo se sumó el tiempo que demora después de labrado y sembrado el suelo en estar cubierto por las veces que se realizan estas actividades al año en el lote.	Mayor cobertura implica mejor calidad de suelos.	15%

Fuente: (Pérez, 2010).

Para calcular la calidad de los suelos por parcela; se sumó todos los puntajes de las variables y se dividió por el número de variables evaluadas.

$$QS^{\circ} = 127\%/15 = 8.466$$

Tabla 24. Indicadores de calidad, propiedades químicas

Indicador	Metodología	Interpretación
Grado de acidez o Ph	La acidez del suelo es la manifestación de un exceso de iones H ⁺	Valores intermedios entre 6.1 y 7.3 son ideales.
Fósforo (P)	Se trata del fósforo disponible para las plantas, su presencia en el suelo es indispensable para el crecimiento y producción vegetal.	Valores altos de F disponible son ideales (>40mg Kg ⁻¹).
T°	La T° influye en los procesos bióticos y químicos. Es importante para la germinación y cada planta tiene sus requerimientos determinados.	Es vital puesto que el calor que el aire puede adquirir procede del suelo, aunque éste calor provenga del sol.
Potasio (K)	Es absorbido por las plantas en grandes cantidades. Es un elemento de mucha movilidad dentro de las plantas, a nivel de las células y tejidos.	Valores altos de K son positivos para los suelos (>0.4 cmol Kg ⁻¹).
Aluminio de Cambio (Al)	La concentración de aluminio intercambiable representa la cantidad de aluminio que puede entrar en contacto con las raíces de las plantas	Valores bajos de AL son deseables para los suelos (iguales a 0 cmol Kg ⁻¹).
Materia orgánica	La base para el desarrollo de agricultura orgánica.	La materia orgánica del suelo contiene cerca del contiene elementos esenciales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes.
Textura	Influenciado por Arcillo, limo y arena	Analizado en %

Figura 23. Indicadores de calidad del suelo- Agroecosistema.

Fuente: (Pérez, 2010).

Evaluación de la calidad de los suelos más destacados del caserío Bellavista Baja:

En este punto de investigación de los resultados se realiza la evaluación de la calidad del suelo el caserío Bellavista Baja: como tal por cada parcela estudiada, teniendo el siguiente resultado:



Figura 32. Indicadores de calidad del suelo- Agroecosistema.
Fuente: (Pérez, 2010)

En la figura 32, de calidad de los suelos de Bellavista Baja, se promedió todos los indicadores de calidad de suelo por parcela (15 indicadores en total); se obtuvo que de las 05 parcelas en estudio, 02 parcelas (Pachachaca y Peña Blanca) tienen una calidad de suelo igual o superior a 8. Siendo la parcela Caruaquero ubicada en la Zona MA, la que

obtuvo el puntaje más bajo con 2, confirmando que se ubica dentro del rango de pH extremadamente ácido y el Control el puntaje más alto con 8.62.

El Control es el lote que presenta relativamente la mejor calidad. Sin embargo se debe tomar en cuenta que el Control no posee ningún tipo de producción, mientras las parcelas de pastizales están siendo manejados constantemente, lo que debe generar algún impacto.

CONCLUSIONES

Los niveles del contenido de fósforo que se encontró en los suelos del caserío de Bellavista Baja del centro poblado de Combayo, fue en mayor porcentaje en la parcela Pachachaca con 7.63 ppm, ubicado en la Zona MD, en el punto de muestreo (MD-30), y el nivel del contenido de potasio con mayor porcentaje fue en la parcela Peña Blanca con 225 ppm, en la Zona ME, en el punto de muestreo ME-10.

Los niveles del contenido de materia orgánica del caserío Bellavista Baja se alcanzaron en mayor porcentaje en la parcela Peña Blanca con 5.7%, localizado en la Zona ME, en el punto de muestreo (ME-10), y el pH se clasificaron como suelos extremadamente ácidos localizados en las zonas O, A, B (Atunconga, Caruaquero y Casaloma) en un rango de 3.5 a 4.4 y así como también se encontró 05 muestras con pH neutro con un rango de 6.6 a 7.3 en las zonas C(MC-30-1), E(ME-10-1 y ME-30-3).

En cuanto a la calidad del suelo, se obtuvo que de las 05 parcelas en estudio, 02 parcelas (Pachachaca y Peña Blanca) tengan una calidad de suelo igual o superior a 8. Siendo la parcela Caruaquero ubicada en la Zona MA, la que obtuvo el puntaje más bajo con 2, confirmando que se ubica dentro del rango de pH extremadamente ácido y el Control el puntaje más alto con 8.62 de calidad de suelo.

RECOMENDACIONES

Toda producción agrícola es resultado de la interacción de una serie de factores. Uno de ellos es el factor suelo, el objeto sobre el que se centra esta investigación, en la calidad de suelos a través del análisis de sus parámetros físicos y químicos.

Se deben descansar para restituir progresivamente la fertilidad de estos suelos agrícolas. Los factores más determinantes son el origen de los suelos, la altitud a la que se (los suelos para tener mejor calidad deben de detener descanso agrícola por mas 5 a 7 años e incrementar el nivel de fertilidad.)

Es importante recordar que el encalado de los suelos se debe realizar luego de tener un diagnóstico claro y preciso del problema de acidificación, el nivel de sensibilidad al aluminio que presenta el cultivo a desarrollar y las necesidades nutricionales del cultivo.

El uso de materia orgánica es importante tener claro que un estiércol de cerdo tendrá una acción mucho más rápida que un estiércol de vaca. Es decir, el primero tiene un mayor efecto fertilizante que el segundo. En otras palabras, los guanos de acción rápida tendrán un menor efecto mejorador de las condiciones físicas y biológicas del suelo. Pero en general todo tipo de materia orgánica tiene efectos positivos sobre el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bautista, Zúñiga & Palacio, Prieto (2004). "Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales". Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
fecha de consulta 02/10/16.

Biofábrica, siglo XXI S.A. de C.V. (2014). "Biofertilizantes y agro-sustentabilidad".
Fecha de consulta 02/01/2017. En línea.
Disponible:<http://www.biofabrica.com.mx/blog/?p=1201>.

Brack, Antonio & Mendiola, Cecilia (2011). Ecología del Perú. En línea
disponible: <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>. Fecha de consulta
01/02/17.

Corcuera, Cecilia (2016). Análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas destinados al cultivo de arroz en la cuenca baja del río Jequetepeque. San miguel. Universidad Católica del Perú. Consultado 40/01/2017. 136 p.

Cosude. (2006). Manejo de la fertilidad del suelo". Desarrollando habilidades de los productores de la Sierra para articularse con los mercados. Programa PYMAGROS. Lima. En la web: http://www.cooperacion-suiza.admin.ch/peru/ressources/resource_es_97814.pdf. Fecha de Consulta: 24/11/16.

Corrales, E. (2002). Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos. Cuadernos Tierra y Justicia No. 5 Reino de Noruega - SUIPICOL Suiza; Séjours Catholique Francia ASDI Suecia, IDEA - IER - ILSA - Secretariado Nacional Pastoral. Bogotá.

FAO, (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. "los fertilizantes y su uso". Cuarta edición. Fecha de consulta Cuarta edición fecha de consulta 03/01/2017. En línea. Disponible <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

FAO, (2014). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. "AGRICULTURA". Fecha de consulta 14/12/16. En línea Disponible en <http://www.fao.org/docrep/014/am859s/am859s01.pdf>.

FAO, (2009) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. AGRICULTURA. Guía para la descripción de suelos. 4ta edición. Roma En la web: <http://www.fao.org/docrep/014/am859s/am859s01.pdf>. Fecha de consulta 11/11/16. 111 p.

FAO, (2000). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cambios en la cobertura forestal. Programa de Evaluación de Recursos Forestales (FRA). Documento de Trabajo 36. Roma.55 p

INRENA, (2007). El Instituto Nacional de Recursos Naturales "estudio de priorización y selección de alternativas de embalses en la cuenca del río azufre, Combayo, Cajamarca" fecha de consulta 15/02/17 p 105.

INEI, (2003). Instituto nacional de estadística e informática. Base de datos estadísticos virtual del Instituto Nacional de Estadística e Informática. Fecha de Consulta el 13/01/17.

INEI, (2010). Instituto nacional de estadística e informatica. Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda. Sistema de Consulta de datos de Centros Poblados y Población Dispersa. Fecha de consulta 30/11/16.

IIRSA-SUR (2006). Análisis de la deforestación - EISA Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú - Brasil. Effects of Long-Term Heavy Metal Contamination on SoilMicrobial Characteristics, Journal of Science and Bioengineering. Fecha de consulta 12/02/17. p 157-161.

Jaramillo, D. (2002). Introducción a la Ciencia del Suelo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Fecha de consulta 06/01/17 p 613.

Lillo, (2006). Impactos de la minería en el medio natural. Grupo de Geología. Universidad Rey Juan Carlos. Fecha de consulta 11/11/16. p 35

Mendoza, Liliana. (2007). Caracterización y comparación de dos perfiles bajo diferente uso del suelo y diagnóstico nutrimental en el área agrícola. México. Universidad Autónoma Chapingo. Fecha de consulta 28/12/16

MINAG, (2011). “Cadena Agroproductiva de Papa y Manejo y Fertilidad de Suelos” Dirección General de Competitividad Agraria. Lima. Disponible en <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/papa/manejoyfertilidaddesuelos.pdf>. Fecha de consulta 17/01/17

Porta, Castellano & Prieto, M (2004). “Edafología para la agricultura y el medio ambiente”. Mundiprensa. Fecha de consulta 12/12/16.

Pérez, A. (2010). “Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Salud de Cultivos”. Guía metodológica. Corporación Ambiental Empresarial. Bogotá, Colombia.

Quintero, G (2010). “La actividad de conservación y mejoramiento de suelos”. Instituto de Suelos. Fecha de consulta 11/01/17. En línea disponible https://www.ecured.cu/Calidad_del_suelo 7 p.

Rodríguez, Martínez (2013) “Lombricultura” Manual práctico, Impreso. Unidad de Producciones Gráficas MINREX fecha de consulta 13/01/17. En línea disponible https://www.ecured.cu/Materia_org%C3%A1nica.

Rehm, G & Schmitt, M. (2010). “Potassium for crop production”. Universidad de Minnesota. Fecha de Consulta: 15/12/16. En línea disponible <http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/potassium/potassium-for-crop-production/index.html>.

Rojas, C. (2006). "Interpretación de la disponibilidad de Fósforo en los Suelos de Chile". Instituto de Investigaciones Agropecuarias, fecha de consulta 12/12/16 p 43.

Sarmiento, Luis. (2014) "fertilizantes químicos" Interamerican University of Puerto Rico Arecibo, Puerto Rico. Fecha de consulta 21/02/17

Sommer, C y Cram H (2005). "Suelos". Environment Review Fecha de consulta 20/01/2017. 318 p.

SSDS, (1993). "Examination and Descriptions of Soils". Soil survey manual. Handbook No. 18. Washington D.C: USDA. Fecha de consulta 22/01/17.

Sepúlveda, Volke & Velasco, de la Rosa (2005). Suelos Contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación, Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Impreso en México. Consultado 19/11/16.

Terrón, luis (2013) aromática. Guía para corregir el pH del suelo en el huerto, ácido o básico. Disponible en línea <http://www.agromatic.es/como-cambiar-el-ph-del-suelo/> .fecha de consulta 05/11/16.

Yakabi, Susana (2014). "Estudio de las propiedades edáficas que determinan la fertilidad del suelo en el sistema de andenería de la comunidad campesina san pedro de laraos, provincia de huarochirí, lima. Universidad católica del Perú. Fecha de consulta 25/01/17.

Zuluaga, H. (2010). Análisis Comparativo de Sistemas Productivos de Cultivo De Papa con Manejo Integrado y Manejo Convencional a Partir de Indicadores de Sostenibilidad en el Municipio de Carmen De Carupa (Cundinamarca). Trabajo de Grado. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. PUJ

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Tabla 25. Caracterización de los suelos impactados por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca, 2016.

Problema	Hipótesis	Objetivo	Variable		Definición conceptual	Indicadores	Metodología	Fuente	Técnica	Instrumento
-¿Cuáles son las propiedades del suelo que permiten identificar el mal uso de los fertilizantes, y la calidad de los suelos en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo, Cajamarca?.	General Las propiedades químicas que presentan los suelos del Caserío Bellavista Baja, centro poblado Combayo, Cajamarca permite clasificar a los suelos como de alta calidad para la agronomía.	Objetivo general: - Determinar las propiedades del suelo que permiten identificar el mal uso de los fertilizantes y la calidad de los suelos del caserío Bellavista Baja, centro poblado Combayo, Cajamarca.	Caracterización De los suelos	características Física	Disciplina científica que integra los principios de la, física del suelo para desarrollar las prácticas de manejo de los nutrientes.	Textura	Tipo de Investigación Investigación descriptiva, explicativa Nivel de Investigación nivel descriptivo Método de investigación Hipotético deductivo Diseño de Investigación no experimental,	Lectura directa	Análisis de laboratorio	Data del programa de Laboratorio de INIA Cajamarca.
	Específicas - Los suelos del caserío bellavista baja posees las principales propiedades químicas en proporciones adecuadas. Las propiedades químicas de los suelos del Caserío Bellavista Baja Centro Poblado Combayo, permiten clasificarlos en una escala de calidad para desarrollar actividades agrícolas.	Objetivo específicos -Conocer las propiedades físicas de los suelos del caserío Bellavista Baja, Centro Poblado Combayo- Cajamarca. - Determinar las propiedades químicas de los suelos del caserío Bellavista Baja y determinar la calidad de suelo.		características Química	Disciplina científica que integra los principios de la, química del suelo para desarrollar las prácticas de manejo de los nutrientes.	Ph P K M.O Al	Población Unidades agrarias de caserío Bellavista Baja, Bellavista Alta, Triunfo, Porvenir y Pabellón del centro poblado de Combayo - Cajamarca. Muestras Se realizan 12 muestras de las 06 parcelas seleccionadas en el laboratorio de INIA- Cajamarca adquiridas del caserío bellavista baja durante el periodo de investigación del presente proyecto..	Lectura directa	Análisis de laboratorio	Data del programa de Laboratorio de INIA Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 2. Ficha de Observación

TESIS: Caracterización de los suelos impactados por el uso de fertilizantes en el Caserío de Bellavista Baja, Centro Poblado de Combayo – Cajamarca, 2016.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA:

FICHA TÉCNICA: Para sondeo de técnicas de operación

Aplicación	:	Individual
Duración	:	15 a 20 minutos.
Finalidad	:	Recoger información sobre técnicas de operación.
Materiales	:	Hoja de preguntas, lapicero.
N° de preguntas	:	4 preguntas.

Aspectos que evalúa :

¿Qué impacto tiene la variabilidad en técnicas de operación en el trabajo diario?

¿Cuál es el número de participantes que utiliza las muestras de suelo?

Observó Ud. Los Síntomas de deficiencia de alguna muestra obtenida en laboratorio?

La diferencia de textura de los suelos en diferentes calicatas de ubicación.

Opciones de respuesta : 5 Numerales

5..... Muy bueno...Destacado

4..... Bueno.....Suficiente

3.....Regular y/o Bueno.....Básico

2.....Regular...insatisfactorio

1.....Deficiente

Corrección de resultados

: Forma manual.

Anexo 3. Lecturas de Clasificación Textural

Tabla 26. Lecturas de clasificación textural

ph de 06 Parcelas Caserío Bellavista Baja 2016										
ZONA	Código Muestra	t Lectura	T (°C)	Ph	□ Ph	Prom Ph	S	Prom S	Clasificación	
Zona O	MO-10	0	13,1	4,252					Extremadamente ácido	
		30'	16,4	5,74	5,28		0,893		Fuertemente ácido	
		60'	17,3	5,85			5,117		1,157	Moderadamente ácido
	MO-30	0	11,4	3,59						Extremadamente ácido
		30'	18,8	6,4	5,12			1,421		Ligeramente ácido
		60'	13,4	5,36						Fuertemente ácido
Zona A	MA-10	0	13,7	3,18					Extremadamente ácido	
		30'	13,8	5,05	4,41		1,066		Fuertemente ácido	
		60'	14,6	5			4,112		1,306	Fuertemente ácido
	MA-30	0	15,6	2,41						Extremadamente ácido
		30'	17	3,56	3,81		1,546			Extremadamente ácido
		60'	17,9	5,47						Fuertemente ácido
Zona B	MB-10	0	12,1	4,18					Extremadamente ácido	
		30'	16,9	5,05	5,08		0,910		Fuertemente ácido	
		60'	14,2	6			4,282		0,976	
	MB-30	0	13,8	2,41						Extremadamente ácido
		30'	17,7	3,56	3,49		1,042			Extremadamente ácido
		60'	17,3	4,49						Extremadamente ácido
Zona C	MC-10	0	13,6	5,252					Fuertemente ácido	
		30'	18,1	6,29	5,80		0,521			Ligeramente ácido
		60'	14,7	5,85			5,957		0,592	Moderadamente ácido
	MC-30	0	12,7	6,59						Neutro
		30'	14,7	6,4	6,12		0,662			Ligeramente ácido
		60'	17,3	5,36						Fuertemente ácido
Zona D	MD-10	0	18,3	4,252					Extremadamente ácido	
		30'	18,1	5,74	5,28		0,893			Moderadamente ácido
		60'	19,1	5,85			5,699		1,157	Moderadamente ácido
	MD-30	0	17,9	4,59						Muy fuertemente ácido
		30'	17,6	7,4	6,12		1,421			Ligeramente alcalino
		60'	17,3	6,36						Ligeramente ácido
Zona E	ME-10	0	13,4	6,252					Ligeramente ácido	
		30'	18,1	6,84	6,98		0,808			Neutro
		60'	19,1	7,85			7,122		0,681	Ligeramente alcalino
	ME-30	0	12,3	6,99						Neutro
		30'	18,7	7,9	7,26		0,553			Neutro
		60'	17,3	6,9						Neutro

Fuente: Resultado de análisis de laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

Anexo 4. Lecturas del hidrómetro de 06 parcelas

Tabla 27. Lecturas del Hidrómetro de 06 Parcelas

Lecturas del Hidrómetro de 06 Parcelas								
	Código	Tiempos de lectura (ASTM International D422-63)						
		40	2	5	15	30	60	120
Caserío de Bellavista Baja	MO-10	29,9	24,1	20,1	15,2	13,3	11,8	10,3
		30,6	25,2	21,1	16,4	15,4	13,4	9,5
	MO-30	26,4	22,4	19,2	17,2	16,2	14,3	11,6
		26,7	22,1	19,9	16,2	15,1	12,4	10,4
	MA-10	26,7	22,9	19,5	16,3	14,3	11,8	9,5
		27,6	23,6	20,6	16,8	14,6	11,8	9,8
	MA-30	30,7	26,9	19,5	16,3	14,3	11,8	9,5
		31,6	27,6	23,9	19,9	17,0	14,1	12,2
	MB-10	30,6	24,3	20,6	15,7	13,7	11,6	9,8
		30,6	25,2	21,1	16,4	15,4	13,4	9,5
	MB-30	25,9	21,7	18,2	14,7	13,1	11,4	9,8
		26,6	21,9	18,2	14,7	14,2	11,6	10,4
	MC-10	29,9	24,1	20,1	15,2	13,3	11,8	10,3
		30,6	25,2	21,1	16,4	15,4	13,4	9,5
	MC-30	25,1	21,1	18,0	14,2	13,0	11,1	9,2
		26,6	21,9	18,2	14,5	13,7,2	11,6	10,9
	MD-10	29,9	24,1	20,1	15,2	13,3	11,8	10,3
		30,6	25,2	21,1	16,4	15,4	13,4	9,5
	MD-30	25,1	21,1	18,0	14,2	13,0	11,1	9,2
		26,6	21,9	18,2	14,5	13,7,2	11,6	10,9
	ME-10	29,9	24,1	20,1	15,2	13,3	11,8	10,3
		30,6	25,2	21,1	16,4	15,4	13,4	9,5
	ME-30	25,1	21,1	18,0	14,2	13,0	11,1	9,2
		26,6	21,9	18,2	14,5	13,7,2	11,6	10,9

Fuente: Resultado de análisis de laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

Anexo 5. Lecturas de pH por zona de cultivo

Tabla 28. Lecturas de pH por Zona de cultivo

ph de 06 Parcelas Caserío Bellavista Baja 2016								
ZONA	Código Muestra	t Lectura	T (°C)	Ph	□ Ph	Prom Ph	S	Prom S
Zona O	MO-10	0	13,1	4.252				
		30'	16,4	5.74	5.28		0.893	
		60'	17,3	5.85		5.117		1.157
	MO-30	0	11.4	3.59				
		30'	18.8	6.4	5.12		1.421	
		60'	13.4	5.36				
Zona A	MA-10	0	13.7	3.18				
		30'	13.8	5.05	4.41		1.066	
		60'	14.6	5		4.112		1.306
	MA-30	0	15.6	2.41				
		30'	17	3.56	3.81		1.546	
		60'	17.9	5.47				
Zona B	MB-10	0	12.1	4.18				
		30'	16.9	5.05	5.08		0.910	
		60'	14.2	6		4.282		0.976
	MB-30	0	13.8	2.41				
		30'	17.7	3.56	3.49		1.042	
		60'	17,3	4.49				
Zona C	MC-10	0	13.6	5.252				
		30'	18,1	6.29	5.80		0.521	
		60'	14.7	5.85		5.957		0.592
	MC-30	0	12.7	6.59				
		30'	14.7	6.4	6.12		0.662	
		60'	17,3	5.36				
Zona D	MD-10	0	18,3	4.252				
		30'	18,1	5.74	5.28		0.893	
		60'	19,1	5.85		5.699		1.157
	MD-30	0	17.9	4.59				
		30'	17.6	7.4	6.12		1.421	
		60'	17,3	6.36				
Zona E	ME-10	0	13.4	6.252				
		30'	18,1	6.84	6.98		0.808	
		60'	19,1	7.85		7.122		0.681
	ME-30	0	12.3	6.99				
		30'	18.7	7.9	7.26		0.553	
		60'	17,3	6.9				

Fuente: Resultado de análisis de laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

Anexo 6. Guía para la observación del Agroecosistema

GUÍA PARA LA OBSERVACIÓN DEL AGROECOSISTEMA - CASERIO BELLAVISTA BAJA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL UAP CAJAMARCA GUÍA PARA LA OBSERVACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION																																																																
Centro Poblado: _____	Casero: _____	Fecha: _____																																																														
Bachiller: Olórtegui Mugerza Mirian																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>1 Unidades fisionómicas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Número</td></tr> <tr><td>Denominación</td></tr> <tr><td>Lote</td></tr> <tr><td>Tipo (Cultiv, Silv, Semis.)</td></tr> <tr><td>Tenencia</td></tr> <tr><td>Dimensiones</td></tr> <tr><td>Características biofísicas</td></tr> <tr><td>- Humedad (no riego)</td></tr> <tr><td>- Pendiente</td></tr> <tr><td>- Suelo (composición física, indicadores)</td></tr> <tr><td>Descripción agronómica/tecnológica</td></tr> <tr><td>- Arreglo - disposición</td></tr> <tr><td>- Distancia de siembra. Abrir por sp. Cultivada</td></tr> <tr><td>- Cido del cultivo. Abrir por sp. Cultivada</td></tr> <tr><td>- Cido del lote (trayectoria)</td></tr> <tr><td>Características agroecológicas</td></tr> <tr><td>Coberturas silvestres (Adicionales para cultivos)</td></tr> <tr><td>Árboles nativos</td></tr> <tr><td>Árboles introducidos (agregar tabla anexa)</td></tr> <tr><td>Arbustos (agregar tabla anexa)</td></tr> <tr><td>Arvenses / herbáceas</td></tr> <tr><td>Aprovechamiento de coberturas silvestres</td></tr> <tr><td>Uso de herbáceas</td></tr> <tr><td>Conexiones</td></tr> <tr><td>Conexiones al interior de la unidad fisionómica</td></tr> <tr><td>Conexiones con otras unidades fisionómicas</td></tr> <tr><td>Conexiones con componente pecuario</td></tr> <tr><td>Conexiones con otros espacios</td></tr> <tr><td>Fugas</td></tr> <tr><td>Sencios ambientales a la finca</td></tr> <tr><td>Externalidades positivas y negativas</td></tr> </tbody> </table>	1 Unidades fisionómicas	Número	Denominación	Lote	Tipo (Cultiv, Silv, Semis.)	Tenencia	Dimensiones	Características biofísicas	- Humedad (no riego)	- Pendiente	- Suelo (composición física, indicadores)	Descripción agronómica/tecnológica	- Arreglo - disposición	- Distancia de siembra. Abrir por sp. Cultivada	- Cido del cultivo. Abrir por sp. Cultivada	- Cido del lote (trayectoria)	Características agroecológicas	Coberturas silvestres (Adicionales para cultivos)	Árboles nativos	Árboles introducidos (agregar tabla anexa)	Arbustos (agregar tabla anexa)	Arvenses / herbáceas	Aprovechamiento de coberturas silvestres	Uso de herbáceas	Conexiones	Conexiones al interior de la unidad fisionómica	Conexiones con otras unidades fisionómicas	Conexiones con componente pecuario	Conexiones con otros espacios	Fugas	Sencios ambientales a la finca	Externalidades positivas y negativas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Manejo de lote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Preparación del suelo</td></tr> <tr><td>Fecha de la última preparación</td></tr> <tr><td>Fertilización</td></tr> <tr><td>Fecha de la última Fertilización</td></tr> <tr><td>Cobertura vegetal sobre el suelo%</td></tr> <tr><td>Tiempo que el lote queda desnudo</td></tr> <tr><td>Control de plagas y enfermedades</td></tr> <tr><td>Control anenses</td></tr> <tr><td>Insicidencia de plagas</td></tr> <tr><td>Control de plagas</td></tr> <tr><td>Control de enfermedades</td></tr> <tr><td>Apariencia del cultivo</td></tr> <tr><td>Riego</td></tr> <tr><td>Tipo de Riego</td></tr> <tr><td>Fecha del último riego</td></tr> <tr><td>Épocas de riego</td></tr> <tr><td>Fuente de donde proviene el riego</td></tr> <tr><td>Distancia a la toma de agua</td></tr> <tr><td>Ventajas del riego</td></tr> <tr><td>Problemas con el riego</td></tr> </tbody> </table>	Manejo de lote	Preparación del suelo	Fecha de la última preparación	Fertilización	Fecha de la última Fertilización	Cobertura vegetal sobre el suelo%	Tiempo que el lote queda desnudo	Control de plagas y enfermedades	Control anenses	Insicidencia de plagas	Control de plagas	Control de enfermedades	Apariencia del cultivo	Riego	Tipo de Riego	Fecha del último riego	Épocas de riego	Fuente de donde proviene el riego	Distancia a la toma de agua	Ventajas del riego	Problemas con el riego	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3. Infraestructura productiva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tenencia</td></tr> <tr><td>Denominación</td></tr> <tr><td>Composición</td></tr> <tr><td>Descripción (proceso)</td></tr> <tr><td>Dimensiones</td></tr> <tr><td>Funciones productivas</td></tr> <tr><td>Funciones ecosistémicas</td></tr> <tr><td>Fugas</td></tr> </tbody> </table>	3. Infraestructura productiva	Tenencia	Denominación	Composición	Descripción (proceso)	Dimensiones	Funciones productivas	Funciones ecosistémicas	Fugas
1 Unidades fisionómicas																																																																
Número																																																																
Denominación																																																																
Lote																																																																
Tipo (Cultiv, Silv, Semis.)																																																																
Tenencia																																																																
Dimensiones																																																																
Características biofísicas																																																																
- Humedad (no riego)																																																																
- Pendiente																																																																
- Suelo (composición física, indicadores)																																																																
Descripción agronómica/tecnológica																																																																
- Arreglo - disposición																																																																
- Distancia de siembra. Abrir por sp. Cultivada																																																																
- Cido del cultivo. Abrir por sp. Cultivada																																																																
- Cido del lote (trayectoria)																																																																
Características agroecológicas																																																																
Coberturas silvestres (Adicionales para cultivos)																																																																
Árboles nativos																																																																
Árboles introducidos (agregar tabla anexa)																																																																
Arbustos (agregar tabla anexa)																																																																
Arvenses / herbáceas																																																																
Aprovechamiento de coberturas silvestres																																																																
Uso de herbáceas																																																																
Conexiones																																																																
Conexiones al interior de la unidad fisionómica																																																																
Conexiones con otras unidades fisionómicas																																																																
Conexiones con componente pecuario																																																																
Conexiones con otros espacios																																																																
Fugas																																																																
Sencios ambientales a la finca																																																																
Externalidades positivas y negativas																																																																
Manejo de lote																																																																
Preparación del suelo																																																																
Fecha de la última preparación																																																																
Fertilización																																																																
Fecha de la última Fertilización																																																																
Cobertura vegetal sobre el suelo%																																																																
Tiempo que el lote queda desnudo																																																																
Control de plagas y enfermedades																																																																
Control anenses																																																																
Insicidencia de plagas																																																																
Control de plagas																																																																
Control de enfermedades																																																																
Apariencia del cultivo																																																																
Riego																																																																
Tipo de Riego																																																																
Fecha del último riego																																																																
Épocas de riego																																																																
Fuente de donde proviene el riego																																																																
Distancia a la toma de agua																																																																
Ventajas del riego																																																																
Problemas con el riego																																																																
3. Infraestructura productiva																																																																
Tenencia																																																																
Denominación																																																																
Composición																																																																
Descripción (proceso)																																																																
Dimensiones																																																																
Funciones productivas																																																																
Funciones ecosistémicas																																																																
Fugas																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2. Espacio peridomiciliario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Dimensiones</td></tr> <tr><td>Cultivos</td></tr> <tr><td>Especies silvestres</td></tr> <tr><td>Infraestructura</td></tr> <tr><td>Animales</td></tr> <tr><td>Otros usos</td></tr> </tbody> </table>	2. Espacio peridomiciliario	Dimensiones	Cultivos	Especies silvestres	Infraestructura	Animales	Otros usos	<table border="1"> <thead> <tr> <th>4. Componentes cultivados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Denominación</td></tr> <tr><td>Dimensiones</td></tr> <tr><td>Semilla - variedad</td></tr> <tr><td>Preparación del suelo</td></tr> <tr><td>Siembra</td></tr> <tr><td>Control de plagas</td></tr> <tr><td>Control de enfermedades</td></tr> <tr><td>Rendimiento por área</td></tr> <tr><td>Residuos - disposición</td></tr> <tr><td>Descripción de los excedentes</td></tr> </tbody> </table>	4. Componentes cultivados	Denominación	Dimensiones	Semilla - variedad	Preparación del suelo	Siembra	Control de plagas	Control de enfermedades	Rendimiento por área	Residuos - disposición	Descripción de los excedentes																																												
2. Espacio peridomiciliario																																																																
Dimensiones																																																																
Cultivos																																																																
Especies silvestres																																																																
Infraestructura																																																																
Animales																																																																
Otros usos																																																																
4. Componentes cultivados																																																																
Denominación																																																																
Dimensiones																																																																
Semilla - variedad																																																																
Preparación del suelo																																																																
Siembra																																																																
Control de plagas																																																																
Control de enfermedades																																																																
Rendimiento por área																																																																
Residuos - disposición																																																																
Descripción de los excedentes																																																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>5. Componentes pecuarios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Denominación</td></tr> <tr><td>Tenencia</td></tr> <tr><td>Dimensiones</td></tr> <tr><td>Tecnología</td></tr> <tr><td>Razas</td></tr> <tr><td>Alimentación</td></tr> <tr><td>Confinamiento - pastoreo</td></tr> <tr><td>Control enfermedades</td></tr> <tr><td>Características ecosistémicas</td></tr> <tr><td>Conexiones con cultivos</td></tr> <tr><td>Conexiones con otros comp.</td></tr> <tr><td>Pecuarios</td></tr> </tbody> </table>	5. Componentes pecuarios	Denominación	Tenencia	Dimensiones	Tecnología	Razas	Alimentación	Confinamiento - pastoreo	Control enfermedades	Características ecosistémicas	Conexiones con cultivos	Conexiones con otros comp.	Pecuarios																																																	
5. Componentes pecuarios																																																																
Denominación																																																																
Tenencia																																																																
Dimensiones																																																																
Tecnología																																																																
Razas																																																																
Alimentación																																																																
Confinamiento - pastoreo																																																																
Control enfermedades																																																																
Características ecosistémicas																																																																
Conexiones con cultivos																																																																
Conexiones con otros comp.																																																																
Pecuarios																																																																

Figura 33. Indicadores de calidad del suelo- Agroecosistema.
Fuente: (Pérez, 2010)

Anexo 7. Consolidado de visitas personalizadas

Tabla 29. Consolidado de visitas personalizadas

Nº DE VISITAS	2016				% AVANCE
	Nº BENEf.	VISITAS	PROGRAMADO 2016	Julio diciembre.	
parcelas					
Atunconga	15	5	300	15	5
Caruaquero	10	5	200	16	8
Casaloma	12	5	480	25	5
Los Puquiales	8	5	180	40	22
Pachachaca	8	5	372	35	9
Peña Blanca	18	5		23	
TOTAL	380	1636	1532	398	26

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 8. Consolidado capacitaciones

Tabla 30. Consolidado capacitaciones

CASERIO	PASTOS		VACUNOS	CUYES	OVINOS	Total
	RYE GRASS	ALFALFA				
Atunconga	1		1	1		3
Caruaquero	1		1	1		3
Casaloma	1					1
Los Puquiales	2		1			3
Pachachaca	1		1			2
Peña Blanca		2			2	4
TOTAL	6	2	4	2	2	16

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 9. Cultivos parcela los Puquiales

Tabla 31. Cultivos parcela los Puquiales

Los Puquiales (C)	AREA PROGRAMADA Ha.			JULIO-DICIEMBRE 2016		TOTAL	% AVANCE	HA./ INSTALAR
	Programada	mej	TOTAL	SIEM.	MEJ.			
Rye grass	14	4	18	8	4	12	67	6
Papa	4	4	8	2	2	4	50	4
Maíz choclo	13	2	15	4	2	6	40	9
Maíz amiláceo	9	1	9.5	1	2	3	32	6.5
Arveja	6	2	8	1	2	3	38	5
Cebada	9	3	12	2	2	4	33	8
Alfalfa	5	2	7	0	2	2	29	5
TOTAL (HA.)	60	18	78	18	16	34	288	44

Fuente: Elaboración propia, 2016

Anexo 10. Cultivos parcela Atunconga

Tabla 32. Cultivos parcela Atunconga

Atunconga	AREA PROGRAMADA Ha.			JULIO-DICIEMBRE 2016		TOTAL	% AVANCE	HA./ INSTALAR
	Programada	mej	TOTAL	SIEM.	MEJ.			
Rye grass	10	4	14	8	4	12	86	2
Papa	2	4	6	2	2	4	67	2
Maíz choclo	5	2	7	4	2	6	86	1
Maíz amiláceo	9	1	9.5	1	2	3	32	6.5
Arveja	4	2	6	1	2	3	50	3
Cebada	2	3	5	2	2	4	80	1
Alfalfa	1	2	3	0	2	2	67	1
TOTAL (HA.)	33	18	51	18	16	34	466	17

Fuente: Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 11. Cultivos parcela Caruaquero

Tabla 32. Cultivos parcela Caruaquero

Caruaquero	AREA PROGRAMADA Ha.			JULIO-DICIEMBRE 2016		TOTAL	% AVANCE	HA./ INSTALAR
	Programada	Mej	TOTAL	SIEM.	MEJ.			
Rye grass	14	4	18	8	4	12	67	6
Papa	4	4	8	2	2	4	50	4
Maíz choclo	6	2	8	4	2	6	75	2
Maíz amiláceo	4	1	4.5	1	2	3	67	1.5
Arveja	3	2	5	1	2	3	60	2
Cebada	2	3	5	2	2	4	80	1
Alfalfa	2	2	4	0	2	2	50	2
TOTAL (HA.)	35	18	53	18	16	34	448	19

Fuente: Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 12. Cultivos parcela Casaloma

Tabla 33. Cultivos parcela Casaloma

Casaloma	AREA PROGRAMADA Ha.			JULIO-DICIEMBRE 2016		TOTAL	% AVANCE	HA./ INSTALAR
	Programada	Mej	TOTAL	SIEM.	MEJ.			
Rye grass	10	4	14	8	4	12	86	2
Papa	4	4	8	2	2	4	50	4
Maíz choclo	4	2	6	4	2	6	100	0
Maíz amiláceo	7	1	7.5	1	2	3	40	4.5
Arveja	3	2	5	1	2	3	60	2
Cebada	3	3	6	2	2	4	67	2
Alfalfa	5	2	7	0	2	2	29	5
TOTAL (HA.)	36	18	54	18	16	34	431	20

Fuente: Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 13. Cultivos parcela Pachachaca

Tabla 35. Cultivos parcela Pachachaca

Pachachaca	AREA PROGRAMADA Ha.			JULIO-DICIEMBRE 2016		TOTAL	% AVANCE	HA./ INSTALAR
	Programada	Mej	TOTAL	SIEM.	MEJ.			
Rye grass	12	4	16	8	4	12	75	4
Papa	4	4	8	2	2	4	50	4
Maíz choclo	10	2	12	4	2	6	50	6
Maíz amiláceo	4	1	4.5	1	2	3	67	1.5
Arveja	2	2	4	1	2	3	75	1
Cebada	2	3	5	2	2	4	80	1
Alfalfa	1	2	3	0	2	2	67	1
TOTAL (HA.)	35	18	53	18	16	34	463	19

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 14. Cultivos parcela peña blanca

Tabla 36. Cultivos parcela peña blanca

Peña Blanca	AREA PROGRAMADA Ha.			JULIO-DICIEMBRE 2016		TOTAL	% AVANCE	HA./ INSTALAR
	Programada	mej	TOTAL	SIEM.	MEJ.			
Rye grass	13	4	17	8	4	12	71	5
Papa	4	4	8	2	2	4	50	4
Maíz choclo	9	2	11	4	2	6	55	5
Maíz amiláceo	9	1	9.5	1	2	3	32	6.5
Arveja	6	2	8	1	2	3	38	5
Cebada	5	3	8	2	2	4	50	4
Alfalfa	3	2	5	0	2	2	40	3
TOTAL (HA.)	49	18	67	18	16	34	334	33

Fuente: Resultado de análisis de laboratorio INIA Cajamarca, 2016.

Anexo.15 calicata Peña Blanca



Figura 34: Calicata Peña Blanca
Fuente: Elaboración propia, 2016.

ANEXO. 16 Capacitación con los pobladores del caserío Bellavista Baja



Figura 35: Capacitación con los pobladores del caserío Bellavista Baja
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 17. Hectáreas de la parcela los puquiales

Tabla 37. Hectáreas de la parcela los puquiales

NOMBRE Y APELLIDOS	HAS			NOMBRE DE LA PARCELA
	PROGRAMADAS			
	SIEM	MEJOR	TOTAL	
ABSALON CHUGNAS CONDOR	0.45	0.16	0.6	PPUQUIALES
ADOLFO SANCHES TERRONES	0.45		0.45	
AGUSTIN SARMIENTO CARHUATAY	0.48		0.48	
ALEJANDRO CARHUATAY CHILON	0.31		0.31	
ANDRES LLANOS SANGAY	0.15	0.45	0.6	
ANDRES MENDOZA CHUQUIRUNA	1		1	
ANDRES TACILLA HERAS	0.52		0.52	PPUQUIALES
ANTONIO CHAVEZ MENDOZA	0.21	0.16	0.37	
ANTONIO CHUNQUE LLOVERA	0.33		0.33	
AURELIO LLANOS HUAMAN	0.47	0.2	0.67	
CANDELARIO LLANOS CORONADO	0.2		0.2	
CECILIO CARHUATAY DILAS		0.35	0.35	
CONCEPCION SANCHEZ CONDOR	1		1	
ELIAS CONDOR LLANOS	0.29		0.29	
EMILIO SANGAY LOPEZ	0	0.55	0.6	
ENCARNACION TACILLA HUAMAN	0.75		0.75	
ERMINIO SANGAY LLANOS	0.17		0.17	
FIDEL LLANOS CONDOR	0.23	0.68	0.91	
GRABIEL LLANOS ÑONTOL	0.64		0.64	
GERMAN SANGAY LLANOS	1		1	
GERTRUDIS VALDIVIA LLANOS	0.79		0.79	
GUILLERMO SARMINTO CARHUATAY	0.57		0.57	
GUMERCINDO SARMIENTO CARHUATAY	0.57		0.57	
HUMBERTO SANGAY TASILLA	1		1	
ISRRAEL FUENTES LLANOS	0.44		0.44	
JAIME LLANOS CHUNQUE	1		1	
JAIME LLANOS SANCHEZ	0.62		0.62	
JESUS SANCHEZ SANGAY	0.62		0.62	
JOSE CARMEN VARGAS LLANOS	0.74		0.74	
JOSE HUAMAN PORTAL	0.21		0.21	
JOSE INES LLANOS GALLARDO		0.53	0.53	
JOSE ISIDON MENDOZA TACILLA		0.24	0.24	
JUAN LLANOS MARIN	0.45	0.32	0.77	
JUAN SARMIENTO CHAVEZ	0.5		0.5	
JULIO CARHUATAY TANTA	0.82		0.82	
JULIO VALDIVIA LLANOS	0.63		0.63	
JUSTO GUTIERREZ LLANOS	0.28		0.28	
LORENZO LLANOS ÑONTOL	0.4		0.4	
LUIS EMILIANO CARHUATAY CHILON	0.62		0.62	
MAUEL ARTEAGA VALDIVIA	0.56		0.56	
MARCIAL VARGAS TEATINO	0.7		0.7	
MAXIMILIANO TACILLA VALDIVIA	0.62		0.62	
MAXIMO VALDIVIA CONDOR	1		1	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Anexo 18. Consolidado análisis de suelos

Tabla 38. Consolidado análisis de suelos

parcelas	TOTAL
Atunconga	20
Caruaquero	15
Casaloma	50
Los Puquiales	12
Pachachaca	37
Peña Blanca	60
TOTAL	194

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla 39. Hectáreas de la parcela Pachachaca

parcelas	% AVANCE	HA./ INSTALAR
Rye grass	71	5
Papa	31	9
Maíz choclo	6	1
Maíz amiláceo	20	-1.5
Arveja	10	0
Cebada	80	1
Alfalfa	25	6

Fuente: Elaboración propia, 2016

Anexo 19. En el laboratorio INIA Cajamarca



Figura 36. En el laboratorio INIA Cajamarca.
Fuente: Elaboración propia, 2016

Anexo 20. Visita al caserío Bellavista Baja



Figura 37. Visita del tesista al caserío Bellavista baja.

Fuente: Elaboración propia, 2016