



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 153-2023-FCA/UNACH

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que el Informe Final de Tesis Titulado. “**Influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020**”; desarrollado por el **Bach. Ivan Fernández Guevara** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por: Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 17%** sin incluir bibliografía y fuentes con menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 22 de noviembre de 2023.

Atentamente

Dra. Doris Elena Delgado Tapia  
Directora de la Unidad de Investigación  
de la Facultad de Ciencias Agrarias

# IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA IFG: "Influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | <a href="http://www.repositorio.unach.edu.pe">www.repositorio.unach.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 3%  |
| 2 | <a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | 2%  |
| 3 | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                             | 2%  |
| 4 | <a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a><br>Fuente de Internet               | 1%  |
| 5 | <a href="http://colposdigital.colpos.mx:8080">colposdigital.colpos.mx:8080</a><br>Fuente de Internet | 1%  |
| 6 | <a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | <1% |
| 7 | <a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a><br>Fuente de Internet             | <1% |
| 8 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga<br>Trabajo del estudiante             | <1% |
| 9 | <a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           |     |

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**Influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del  
caserío La Palma, Chota 2020**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

**AUTOR**

Ivan Fernández Guevara

**ASESOR**

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

  
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza  
CIP 163858  
Docente UNACH  
Código: 017-2022

**CHOTA – PERÚ**

**AGOSTO, 2023**

## **Dedicatoria**

A mis padres Gonzalo Fernández Fustamante y Vilma Guevara Carraza, quiénes con su esfuerzo, cariño y consejos permitieron mi formación personal y profesional.

A aquellos amigos, familiares y profesionales que con su apoyo contribuyeron con el logro de mis objetivos trazados.

*Ivan Fernández Guevara*

## **Agradecimiento**

A la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental y los académicos que me formaron en Ingeniería Forestal y Ambiental.

A mi asesora Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza, por sus aportes a mi investigación desarrollada y en mi formación profesional.

A todos mis familiares que me apoyaron y contribuyeron a mi formación profesional.

## Índice de contenidos

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 10 |
| <b>1.1 Planteamiento del problema</b> .....                                  | 10 |
| <b>1.2 Formulación del Problema</b> .....                                    | 12 |
| <b>1.2.1 Problema general</b> .....  | 12 |
| <b>1.2.2 Problemas específicos</b> .....                                     | 12 |
| <b>1.3 Justificación</b> .....   | 12 |
| <b>1.4 Objetivos</b> .....   | 13 |
| <b>1.4.1 Objetivo general</b> .....  | 13 |
| <b>1.4.2 Objetivos específicos</b> .....                                     | 13 |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....                                      | 14 |
| <b>2.1 Antecedentes</b> .....  | 14 |
| <b>2.2 Bases teórico – científicas</b> .....                                 | 16 |
| <b>2.2.1 El suelo</b> .....  | 16 |
| <b>2.2.2 Usos de suelo</b> .....   | 17 |
| <b>2.2.3 pH del suelo</b> .....  | 18 |
| <b>2.2.4 Materia orgánica</b> .....  | 20 |
| <b>2.2.5 Macronutrientes en el suelo</b> .....                               | 22 |
| <b>2.2.6 Influencia de los bosques en las propiedades del suelo</b> .....    | 25 |
| <b>2.2.7 Influencia de la agricultura en las propiedades del suelo</b> ..... | 26 |
| <b>2.2.8 Influencia de la ganadería en las propiedades del suelo</b> .....   | 26 |
| <b>2.3 Marco conceptual</b> .....  | 27 |
| <b>2.3.1 Suelo</b> .....   | 27 |
| <b>2.3.2 Macronutrientes</b> .....   | 27 |
| <b>2.3.3 Materia orgánica</b> .....  | 27 |
| <b>2.3.4 Bosque</b> .....  | 27 |
| <b>2.3.5 Usos del suelo</b> .....  | 27 |
| <b>2.3.6 Suelos agrícolas</b> .....  | 28 |
| <b>2.3.7 Suelos con pasturas</b> .....                                       | 28 |
| <b>2.3.8 Suelos forestales</b> .....   | 28 |
| <b>2.4 Hipótesis</b> .....   | 28 |
| <b>2.4.1 Hipótesis general</b> .....   | 28 |
| <b>2.5 Operacionalización de variables</b> .....                             | 28 |
| <b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b> .....                                | 30 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| <b>3.1</b>  | <b>Tipo y nivel de investigación</b> .....                        | 30 |
| <b>3.2</b>  | <b>Diseño de investigación</b> .....                              | 30 |
| <b>3.3</b>  | <b>Métodos de investigación</b> .....                             | 30 |
| <b>3.3.1</b>  | <b>Ubicación</b> .....  | 30 |
|   | <b>Vegetación</b> .....   | 31 |
| <b>3.3.2</b>  | <b>Procedimiento</b> .....  | 32 |
| <b>3.4</b>  | <b>Población, muestra y muestreo</b> .....                        | 34 |
| <b>3.4.1</b>  | <b>Población</b> .....  | 34 |
| <b>3.4.2</b>  | <b>Muestreo</b> .....   | 34 |
| <b>3.5</b>  | <b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....      | 35 |
| <b>3.6</b>  | <b>Técnicas de procesamiento y análisis de datos</b> .....        | 35 |
| <b>3.7</b>  | <b>Aspectos éticos</b> .....                                      | 35 |
| <b>4.1</b>  | <b>Descripción de resultados</b> .....                            | 36 |
| <b>4.1.1</b>  | <b>pH del suelo</b> .....   | 37 |
| <b>4.1.2</b>  | <b>Disponibilidad de materia orgánica y macronutrientes</b> ..... | 38 |
| <b>4.1.2.1</b>  | <b>Materia orgánica y nitrógeno</b> .....                         | 38 |
| <b>4.1.2.2</b>  | <b>Fósforo y potasio</b> .....                                    | 39 |
| <b>4.2</b>  | <b>Contrastación de la hipótesis</b> .....                        | 40 |
| <b>4.3</b>  | <b>Discusión de resultados</b> .....                              | 40 |
| <b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... |   | 46 |
| <b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS</b> .....                   |   | 48 |
| <b>CAPÍTULO VII. ANEXOS</b> .....                       |   | 56 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Tabla 1 | Rango de pH del suelo.....  | 19 |
| Tabla 2 | Niveles de materia orgánica en el suelo (M.O.).....                       | 21 |
| Tabla 3 | Niveles de nitrógeno disponible en el suelo.....                          | 23 |
| Tabla 4 | Niveles de contenido de fósforo en el suelo.....                          | 24 |
| Tabla 5 | Niveles de contenido de potasio en el suelo.....                          | 25 |
| Tabla 6 | Operacionalización de variables.....                                      | 29 |
| Tabla 7 | Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....                                 | 36 |
| Tabla 8 | Media $\pm$ desviación estándar de indicadores evaluados en el suelo..... | 36 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Técnica de cuarteo de la muestra. ....                                    | 33 |
| Figura 2 | pH del suelo de las áreas evaluadas. ....                                 | 37 |
| Figura 3 | Porcentaje de materia orgánica y nitrógeno del suelo.....                 | 38 |
| Figura 4 | Contenido de fósforo y potasio del suelo de las parcelas estudiadas. .... | 39 |
| Figura 5 | Vista general del área de estudio.....                                    | 67 |
| Figura 6 | Parcela con cultivo .....   | 68 |
| Figura 7 | Obtención de muestras por el método de cuarteo. ....                      | 69 |
| Figura 8 | Embalado de muestras para laboratorio. ....                               | 70 |

## Resumen

El cambio de uso del suelo es una problemática a la cual se enfrentan los bosques montanos, desconociéndose los efectos que este impacto genera en el suelo. Ante ello, se planteó como objetivo de investigación analizar la influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020. Se instalaron al azar nueve parcelas de 500 m<sup>2</sup>, distribuidas 3 en bosques, 3 en pastizales y 3 en cultivo de papa. De nueve subpuntos de muestreo de cada parcela se obtuvo 500 g de muestra en una profundidad 0 a 20 cm. En laboratorio se evaluó pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio disponible en el suelo. No se registró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) en los macronutrientes del suelo en las tres condiciones de estudio, evidenciándose alto porcentaje en materia orgánica (4,1 a 5,1 %) y nitrógeno del suelo (0,4 a 0,7 %) y medio a muy baja disponibilidad de fósforo (2,8 a 23,8 ppm) y potasio (150 a 205 ppm), estando ello afectado por el pH extremadamente ácido del suelo. El uso del suelo en el caserío La Palma, Chota no tienen una influencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la disponibilidad de macronutrientes, pH y materia orgánica del suelo, pues a una profundidad de 0 a 0,20 m en bosque natural, cultivo de papa y pasturas, se registro medias estadisticamente iguales.

**Palabras clave:** Fertilidad del suelo, bosque montano, nutrientes del suelo.

## Abstract

The change of land use is a problem that montane forests face, and the effects that this impact generates on the soil are unknown. Given this, the research objective was to analyze the influence of land use on the availability of macronutrients in the soils of the La Palma farmhouse, Chota 2020. Nine plots of 500 m<sup>2</sup> distributed 3 in forests, 3 in pastures and 3 in potato cultivation. From nine sampling subpoints, 500 g of sample was obtained at a depth of 0 to 20 cm. In the laboratory, pH, organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium available in the soil were evaluated. There were no significant statistical differences ( $p < 0,05$ ) in soil macronutrients in the three study conditions, showing a high percentage of organic matter (4,1 to 5,1%) and soil nitrogen (0,4 to 0,7%) and medium to very low availability of phosphorus (2,8 to 23,8 ppm) and potassium (150 to 205 ppm), this being affected by the extremely acid pH of the soil. The use of the land in the village of La Palma, Chota does not have a significant influence ( $p < 0,05$ ) on the availability of macronutrients, pH and soil organic matter, since at a depth of 0 to 0,20 m in natural forest, Statistically equal means were recorded.

**Keywords:** Soil fertility, montane forest, soil nutrients.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

Las formaciones boscosas han reducido su extensión a lo largo de los siglos, siendo reemplazados por cultivos agrícolas y pasturas; con ello, la calidad del suelo se ha visto alterada. En el norte del Perú, la extensión de bosques montanos se ha reducido, siendo la actividad agrícola el principal motivo de cambio de uso (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2018).

El tipo y forma de uso del suelo varía dependiendo de sus vivencias y necesidades de sus habitantes. El aprovechamiento del recurso, entendido como la forma de explotación económica del suelo, modelan el territorio y configuración la composición, distribución y conservación de las coberturas vegetales (Fernández y Prados, 2010).

La creciente demanda de alimentos en el mundo ha inducido a que la frontera agrícola se expanda considerablemente, transformando el uso del suelo a cultivos agrícolas y pastos, principales factores causantes de la deforestación, propiciando que los suelos se transformen y vayan perdiendo constante potencial productivo (Saldaña, 2019).

El cambio de cobertura ha significado la reducción del porcentaje de materia orgánica, y con ello los procesos de reciclaje de nutrientes, sobre todo en aquellas áreas donde se realiza agricultura intensiva y extracción de todo el material vegetal del campo de cultivo (Huamán, 2016). El uso intensivo o inadecuado del suelo tiene consecuencias negativas en la disponibilidad de macronutrientes y materia orgánica, y con ello alteraría las propiedades de los mismos. La materia orgánica es indispensable en la calidad de la tierra pues influye en la capacidad de cambio, oxidación-reducción, efecto buffer, quelación de metales y fijación de sustancias orgánicas naturales y xenobióticos (Sales, 2006).

Las actividades humanas que se desarrollan sobre el suelo no son estáticas, existiendo una dinámica a lo largo del tiempo, ello se refleja en cambios paisajísticos o uso del suelo. La forma de uso de la tierra tiene efectos en otros componentes del ecosistema, como en la flora, fauna, ciclo del agua, disponibilidad de nutrientes, entre otros (Oblitas, 2018).

Proteger y mantener la viabilidad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas es indispensable para la seguridad alimentaria; no obstante, el cambio de uso de suelo sin aplicación de técnicas adecuadas está trayendo consigo la pérdida de suelo y nutrientes, además de los efectos colaterales generados (Gutiérrez, Gutiérrez y Ortiz, 2015).

Los usos del suelo, a generado la transformación de ecosistemas forestales a áreas de producción de cultivos y ganadería causa efectos significativos en el ciclo del nitrógeno y fósforo; sin embargo, la alteración de estos ciclos a escala global, son un desafío emergente que ha recibido poca atención (Abbona, 2017).

Distintas actividades de la población, generalmente la deforestación, la agricultura, la crianza de ganado vacuno y la sobreexplotación de bosques, están modificando considerablemente la calidad de los suelos (Oblitas, 2018). Es por ello que los agricultores y ganaderos, al no tener la suficiente información, han utilizado inapropiadas técnicas de fertilización y manejo de cobertura vegetal, provocando directa e indirectamente la alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo (Huamán, 2016).

El bosque natural de La Palma, ubicado en el norte del Perú, ha reducido su extensión considerablemente, quedando relictos boscosos aislados. El cambio de uso del suelo se ha evidenciado principalmente en la transformación del bosque a cultivo de papa y pastos. Esta actividad puede afectar la disponibilidad de los macronutrientes en los suelos, efectos que aún se desconocen y se abordan en esta investigación.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es la disponibilidad de macronutrientes en suelos con cultivo papa, pastos y bosques en el caserío La Palma, Chota?
- ¿Cuál es el porcentaje de materia orgánica en suelos con cultivo de papa, pastos y bosques en el caserío La Palma, Chota?

## **1.3 Justificación**

Los nutrientes del suelo son necesarios para el crecimiento de las plantas, encontrándose la mayor parte almacenados en el humus de descomposición lenta. Haciéndose disponible mediante los procesos biológicos del suelo. Su disponibilidad depende del pH y de la influencia del hombre. Es por ello que se realizó esta investigación la cual se enfocó en estudiar cual es la capacidad que tiene de uso del suelo en modificar la disponibilidad de macronutrientes en los suelos del caserío La Palma, provincia de Chota, debido a los diferentes cambios ecológicos y paisajísticos que está teniendo este lugar.

Este trabajo permitió conocer la influencia que presenta el cambio del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes, además de proporcionar información básica sobre el porcentaje de nutrientes disponibles en los diferentes suelos del caserío La Palma provincia de Chota, los que servirán como base para la evaluación de la fertilidad edáfica.

Además, esta investigación nos ayudará a la toma de decisiones en cuanto a los usos que se le va a dar al suelo, aplicando las técnicas adecuadas de manejo para poder mantener la fertilidad de los suelos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Analizar la influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la disponibilidad de macronutrientes en suelos con cultivo de papa, pastos y bosques.
- Evaluar el porcentaje de materia orgánica en suelos con cultivo de papa, pastos y bosques.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Guecaimburu et al. (2019) analizaron la influencia del nivel de compactación del suelo en la dinámica del fósforo por tráfico agrícola en un argiudol típico en Argentina, demostrando que este tipo de labranza no influye de manera significativa en la disponibilidad de fósforo en el suelo.

Rivera et al. (2018) evaluaron la influencia del nivel de acidez del suelo en el desarrollo de las plantas encontrando que la disponibilidad de macro y micronutrientes afectan la disponibilidad de fósforo, nitrógeno, aluminio, manganeso, potasio o calcio; asimismo, registraron que las actividades agrícolas como la agregación de fertilizantes y herbicidas modifican el pH del suelo.

Gutiérrez, Gutiérrez y Ortiz (2017) encontraron que las técnicas de cultivo, manejo de residuos de cosecha y otras actividades como rotación de cultivos impacta significativamente en la dispersión y metamorfosis de la materia orgánica. Por otra parte, también sostienen que la utilización de restos de cosecha que quedaron del año anterior mantiene e incrementa el contenido de potasio en el suelo.

Vanzolini et al. (2018) En la evaluación del efecto de la descomposición de tallos y hojas de leguminosas en el pH y disponibilidad de fósforo en el suelo encontraron que temporalmente pH en los primeros centímetros del suelo se ve afectado, volviendo con el pasar del tiempo a los valores iniciales, ello es dependiente de la cantidad de materia orgánica y su grado de descomposición. Referente al fósforo extraíble, éste aumenta su disponibilidad al aplicar residuos, y se mantiene estable en el tiempo, aunque puede desequilibrarse el fósforo disponible al alterarse el pH.

Cruz (2019) evaluó las propiedades fisicoquímicas del suelo en áreas con cultivos agrícolas, encontrando que el contenido de fósforo asimilable varía entre 7,0 y 14,0 ppm, el potasio varía entre 100 y 240 ppm y la materia orgánica varía entre 2 y 4%.

Abbona (2017) en la evaluación del ciclo de nutrientes en la agricultura y la alimentación registró que el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) causan altas pérdidas de K, Ca y N. Asimismo, registró que la crianza de ganado bovino enfocado en la obtención de leche y carne provoca la pérdida de K, Ca y S, además de P en pastizales naturales. Registró también extracción elevada de N, P, K, Ca y S en cultivos agrícolas, sobre todo en soya (*Glycine max* (L.) Merr.), a excepción de P en trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L. var. distichum).

Mosquera (2017) En una parcela evaluada en el valle de Mantaro Junín encontró altas diferencias espaciales en las propiedades fisicoquímicas del suelo, registrando mayor concentración de materia orgánica en los puntos ma bajos de la parcela y menor pH, mayor potasio extraíble y cambiante, densidad aparente y manganeso a mayor altitud. Asimismo, registró fuertes relaciones entre la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico, calcio cambiante y concentraciones de zinc y hierro.

Huamán (2016) evaluó las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo en tres sistemas de usos de la tierra en el sector Shitari, Huamalíes en Huánuco. Encontró suelos con propiedades físicas adecuadas para los cultivos agrícolas, siendo la textura franca, estructura granular, densidad aparente media. Referente a las propiedades químicas se encontró pH extremadamente ácido, contenidos medios de materia orgánica, nitrógeno y fósforo y bajo potasio y capacidad de intercambio (7,48 a 10,52 meq/g suelo).

Alva y Manosalva (2019) En su estudio realizado en el Cañon Sangal de Cajamarca a las parcelas que fueron afectadas por un incendio forestal encontraron que estas registraron crecimiento en la concentración de materia orgánica, nitrógeno y potasio, lo cual lo atribuyen al añadirse materia y cenizas al suelo luego del incendio. Asimismo, registraron mayor concentración de nutrientes y materia orgánica en los primeros 10 centímetros del suelo.

## **2.2 Bases teórico – científicas**

### **2.2.1 El suelo**

Según el enfoque o uso, el “suelo” tiene varios significados, desde una perspectiva edáfica, es conocido como medio que permite el crecimiento de las plantas, constituido por capas u horizontes dispuestas de manera horizontal en la corteza terrestre, producto de la meteorización y edafización de minerales, materia orgánica, aire y agua, portando propiedades determinadas por los factores de formación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022).

El suelo es un agente activo en diversos procesos ecosistémicos, como en el ciclo de los nutrientes y el carbono, el ciclo del agua, entre otros; asimismo, son centros de alta diversidad y vida; son componentes que cumplen la función de filtros ante la contaminación, además permiten el crecimiento de los seres vivos (FAO, 2015).

Las propiedades fisicoquímicas del suelo dependen de factores como (clima, material parental, biota, relieve y tiempo) de los procesos de formación del suelo; por ejemplo, los árboles y otros tipos de vegetación contribuyen en la formación de nuevos suelos al descomponerse y deteriorarse sus hojas y vegetación (FAO, 2015).

La agricultura sostenible permite conservar los recursos naturales y la diversidad biológica del lugar que benefician a los seres humanos (FAO, 2015). Prácticas agrícolas inadecuadas puede afectar las propiedades fisicoquímicas del suelo y dinámica de los nutrientes, lo cual genera efectos negativos en la producción de los cultivos (Hosokay, 2012).

Se considera como suelo de calidad a aquel que además de tener salud, tiene características que le permite cumplir una determinada función como: producir de manera satisfactoria cultivos agrícolas, mantener la productividad animal o vegetal, albergar un ecosistema, entre otros usos. La calidad del suelo es susceptible de medirse, para lo cual es necesario caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo (Cruz, 2019).

### **2.2.2 Usos de suelo**

El suelo es fuente productora de alimentos y sirve de habitat para las comunidades, permite el desarrollo de la sociedad, siendo las costumbres y requerimientos de la población la que determina el tipo de uso del suelo o uso del territorio; el tipo de uso del suelo también está determinado por su potencial biofísico o capacidad de uso, factores socioeconómicos y límites que impone (Laqui, 2019). El uso del suelo depende de las costumbres de los habitantes del lugar ya que desarrollan actividades sobre el suelo con el fin de producir, cambiar o mantener las características naturales del lugar o infraestructura sobre el suelo (Oblitas, 2018).

El cambio de cobertura vegetal del suelo, de vegetación silvestre a cultivos agrícolas o ausencia de cobertura, trae consigo la reducción de la capacidad de recarga de mantos acuíferos, la erosión del suelo, el incremento de riesgo de inundación y el cambio de las condiciones climáticas locales (FAO, 2018).

Por otra parte, la intensificación de la labranza para cultivos y actividades ganaderas conllevan a que la agricultura sea un importante factor causante del cambio de uso de los suelos debido a actividades intensivas enfocadas en incrementar la productividad constante de estos ecosistemas, trayendo consigo la transformación del suelo difícilmente reversible y pérdida constante de su fertilidad y vegetación natural (Saldaña, 2019).

### **2.2.3 pH del suelo**

El pH o potencial de hidrógeno es una propiedad fisicoquímica del suelo, que influye en otras características del suelo (Cruz, 2019). Este determina el grado de acidez, neutralidad y alcalinidad del suelo y está condicionado por la concentración de iones  $H^+$  (hidrógeno) y  $OH^-$  (oxidrilo)” (Quispe, 2014).

Las condiciones climáticas influyen en el pH del suelo, siendo común registrar acidez del suelo en regiones con altas precipitaciones y alcalinidad en suelos de regiones áridas y semiáridas donde las precipitaciones son bajas (Cruz, 2017).

La escala de pH de cualquier sustancia varía desde 0 hasta 14, siendo 7 el valor correspondiente a soluciones neutras, los valores menores a 7 indican la acidez, que va aumentando en intensidad cuando menor sea el valor y los valores mayores a 7 indican la alcalinidad, que va aumentando en intensidad cuando mayor sea el valor (Huamán, 2016).

Las especies vegetales tienen diversos requerimientos de pH del suelo, siendo el pH óptimo para múltiples especies de plantas el rango de 6,5 y 7,5; existiendo deficiencia de nutrientes o toxicidad de algunos elementos en pH mayores o menores; por ejemplo, en suelos con pH menor a 5, se evidencia deficiencias de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  y toxicidad de algunos cationes como  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ , etc (Silva, 2019). La alcalinidad del suelo se presenta cuando el grado de saturación de bases

es alto (Cruz, 2017); por tanto, el pH es una propiedad que influye en la calidad del suelo (Vanzoline et al, 2018).

El pH del suelo es fundamental para la adaptabilidad y desarrollo de especies vegetales en un determinado territorio, así como en la biota y disponibilidad de nutrientes (Quispe, 2014); el pH del suelo se puede clasificar según la escala que se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1  
*Rango de pH del suelo*

| <b>Clase</b>             | <b>Rango</b> |
|--------------------------|--------------|
| Ultra ácido              | Menor de 3,5 |
| Extremadamente ácido     | 3,6 – 4,4    |
| Muy fuertemente ácido    | 4,5 – 5,0    |
| Fuertemente ácido        | 5,1 – 5,5    |
| Moderadamente ácido      | 5,6 – 6,0    |
| Ligeramente ácido        | 6,1 – 6,5    |
| Neutro                   | 6,6 – 7,3    |
| Ligeramente alcalino     | 7,4 – 7,8    |
| Moderadamente alcalino   | 7,9 – 8,4    |
| Fuertemente alcalino     | 8,5 – 9,0    |
| Muy fuertemente alcalino | Más de 9,0   |

*Fuente:* D.S. N° 005-2022-MIDAGRI (2022)

Existen diversos factores que pueden modificar el pH. Como la incorporación de materia orgánica al suelo que aporta aniones orgánicos, aniones que constituyen

fuerza de alcalinidad potencial reflejada en el incremento de pH generada por la actividad de los microorganismos en la descomposición (Vanzoline et al, 2018). Asimismo, manifiesta que el pH condiciona la velocidad de transformación y descomposición de restos orgánicos para convertirse en materia orgánica.

Según Rivera et al. (2018) entre los factores que afectan el pH del suelo se encuentra:

- Agricultura: el tipo de manejo de la cobertura vegetal, intensidad de cosecha, entre otros aspectos, generalmente contribuyen a la reducción de materia orgánica y protección, lo cual facilita la erosión, pérdida de nutrientes, cambios en el pH, etc.
- Uso de fertilizantes: la aplicación de exceso de fertilizante es uno de los factores más influyentes en el cambio de pH de suelos agrícolas, pues contribuye a la acidificación de los mismos por liberación de  $H^+$ . Asimismo, la aplicación de fertilizantes genera productos residuales que pueden contribuir a la alcalinización del suelo.
- Lluvias ácidas: a escala mayor, las lluvias ácidas generadas por el arrastre de gases tóxicos como consecuencia de la alta contaminación del aire afecta el ciclo del agua, alterándose la composición química de la misma, generando lluvias ácidas que impactan en el pH del suelo y agua.

#### **2.2.4 Materia orgánica**

La materia orgánica se conforma por restos de vegetales y animales en diversos estados de humificación (Meléndez, 2018). Se puede encontrar en forma de humus, el cual es un material relativamente estable, y en forma de coloide oscuro (Vega, 2014). Producto de la transformación completa de la materia orgánica se encuentra también en el suelo compuestos húmicos que son de color oscuro y alto peso

molecular (Quispe, 2014), los cuales por su carga eléctrica y su elevada superficie específica incrementan la capacidad de intercambio del complejo coloidal (Meléndez, 2018).

La cantidad y tipo de cobertura vegetal determina la cantidad de materia orgánica presente en el suelo; no obstante, otras propiedades fisicoquímicas determinan su grado de descomposición y disponibilidad, de propiedades como textura, pH, humedad, entre otros (Quispe, 2014).

Entre otros factores, el porcentaje de materia orgánica (Tabla 2) determina la calidad de los suelos, pues es responsable de cerca del 95 % del nitrógeno en el suelo; asimismo, contribuye de manera positiva en la estabilidad estructural, erodabilidad, densidad aparente, aireación del suelo y capacidad de retener el agua (Cruz, 2019). Hosokay (2012) indica que cuando el contenido materia orgánica es alto, se reduce el tamaño de los agregados y con ello disminuye la permeabilidad.

Tabla 2  
*Niveles de materia orgánica en el suelo (M.O.)*

| <b>Nivel</b> | <b>Contenido de MO (%)</b> |
|--------------|----------------------------|
| Bajo         | < 2                        |
| Medio        | 2 – 4                      |
| Alto         | > 4                        |

*Fuente:* D.S. N° 005-2022-MIDAGRI (2022)

Dado que la materia orgánica influye en la disponibilidad de carbono y nitrógeno, diversos autores recomiendan evaluarlo como indicador de la fertilidad del suelo (Hosokay, 2012). Asimismo, es fuente de alimento y energía para los microorganismos y la fauna edáfica, pues en el proceso de mineralización libera



macro y micronutrientes para las plantas y al biodegradarse libera vitaminas y aminoácidos (Meléndez, 2018).

### **2.2.5 Macronutrientes en el suelo**

Los macronutrientes en el suelo son indispensables para las plantas, ya que ayuda en su desarrollo y crecimiento, su disponibilidad depende del material que está formado en el suelo, la agregación de fertilizantes, la lixiviación de nutrientes por el perfil del suelo, la erosión y el consumo de nutrientes de las plantas (Quispe, 2014).

La disponibilidad de macronutrientes en el suelo es variable, y está en función a sus propiedades fisicoquímicas como el pH, contenido en materia orgánica, textura (Ulloa, Abreu y Paz, 2001).

La deficiencia de macronutrientes en suelos agrícolas puede corregirse con programas de fertilización en el cual es indispensable conocer los requerimientos de las especies cultivadas y el contenido nutrientes disponibles en el suelo (Quispe, 2014).

#### ***Nitrógeno***

Se consideran como fuentes principales de reserva y aporte de nitrógeno para las plantas: (a) la atmósfera como fuente principal, donde se encuentra en forma de gas y se vuelve disponible para las plantas en los procesos de fijación biológica desarrollada por microorganismos; (b) Otra fuente es la materia orgánica que se deposita en el suelo al morir los microorganismos y vegetación, lo cual, luego de la mineralización este nutriente se encuentra disponible (Silva, 2019).

El nitrógeno es un macronutriente, esencial en el desarrollo de la vida, pues es un componente esencial para la formación de proteínas. Es considerado el principal nutriente limitante en la producción agrícola, pues su baja disponibilidad disminuye

la producción; no obstante, altos porcentajes en el suelo también se convierte en un elemento tóxico para el desarrollo de las plantas (Benimeli et al, 2019). Asimismo, los autores manifiestan que los factores que alteran el porcentaje de nitrógeno en el suelo son:

- Clima y vegetación. Se ha reportado mayor porcentaje de nitrógeno en suelos desarrollados en ecosistemas con alta temperatura y humedad. Asimismo, el tipo y abundancia de vegetación influye de manera directa en el nitrógeno.
- Topografía. Suelos desarrollados en alta pendiente, el contenido de nitrógeno es menor a aquellos desarrollados en áreas planas.
- Material madre. Relacionado a la textura del suelo, suelos con mayor porcentaje de arcilla tienen mayor capacidad retención de materia orgánica y por tanto nitrógeno disponible para las plantas.
- Manejo. El aprovechamiento intensivo de productos agrícolas o prácticas inadecuadas disminuyen la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

Se considera como suelos con alta disponibilidad de nitrógeno a aquello con porcentajes mayores a 0,2 (Tabla 3).

Tabla 3

*Niveles de nitrógeno disponible en el suelo.*

| Nivel | Nitrógeno (%) |
|-------|---------------|
| Bajo  | < 0,1         |
| Medio | 0,1 – 0,2     |
| Alto  | > 0,2         |

*Fuente:* D.S. N° 005-2022-MIDAGRI (2022).

### ***Fósforo***

El fósforo es el segundo de los macronutrientes después del nitrógeno, que en mayor medida limita o aumenta la producción agrícola. Es un elemento esencial, pues interviene a nivel celular en los procesos bioquímicos de las plantas (Huamán, 2016). Asimismo, manifiesta que el aporte de fósforo en la agricultura se da principalmente por aplicación de fertilizantes fosfatados, en tanto que las salidas se generan en el aprovechamiento de granos cosechados, erosión, escurrimiento y lixiviación.

La disponibilidad del fósforo está condicionada fundamentalmente por el pH del suelo; la existencia de Fe, Al y Mn solubles en suelos ácidos y Ca y Mg solubles en suelos alcalinos limitan su disponibilidad (Mosquera, 2017). Asimismo, el porcentaje de materia orgánica y la actividad microbiana determinan su disponibilidad.

Tabla 4

*Niveles de contenido de fósforo en el suelo.*

| Nivel | Fósforo (ppm) |
|-------|---------------|
| Bajo  | < 7           |
| Medio | 7 – 14        |
| Alto  | >14           |

*Fuente:* D.S. N° 005-2022-MIDAGRI (2022).

### ***Potasio***

Las fuentes de aportación de potasio al suelo son: la descomposición de minerales, el contenido de minerales arcillosos, la mineralización de los residuos orgánicos del suelo y la incorporación por el uso de abonos o fertilizantes (Mosquera, 2017).

Se considera como un macronutriente indispensable para el desarrollo de la vegetación, pues interviene en procesos esenciales de la planta; por ejemplo, el dióxido de potasio ayuda en la activación de un gran número de enzimas esenciales para la fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos; asimismo, contribuye al balance de agua y en el desarrollo de los meristemas en la vegetación (Huamán, 2016). Cruz (2019) manifiesta que el potasio permite la formación de moléculas de carbono, permite afianzar la consistencia y resistencia en los tejidos vegetales, ayuda a prevenirse enfermedades, contribuye a la coloración, peso y le da sabor a los productos.

Los niveles de potasio se clasifican de la siguiente forma (Tabla 5):

Tabla 5

*Niveles de contenido de potasio en el suelo.*

| Nivel | Potasio (Kg/ha) |
|-------|-----------------|
| Bajo  | <100            |
| Medio | 100 – 240       |
| Alto  | >240            |

*Fuente:* D.S. N° 005-2022-MIDAGRI (2022).

### **2.2.6 Influencia de los bosques en las propiedades del suelo**

Los ecosistemas forestales cumplen diversas funciones, pues la vegetación participa de manera activa en el ciclo de los nutrientes y dinámica del suelo. La alteración de la composición, dinámica y biomasa altera el flujo de macronutrientes en los bosques, efectos que pueden ser irreversibles, generándose alteraciones importantes para la productividad de los ecosistemas y afectando diversas funciones del mismo (Bosco, Blanco y Castillo, 2004). Es indispensable conocer el flujo de los nutrientes en el sistema forestal, con el fin de prever los cambios en el

ecosistema, evaluar las prácticas forestales a aplicar, y establecer programas de manejo.

### **2.2.7 Influencia de la agricultura en las propiedades del suelo**

En las últimas 5 décadas, los avances en las tecnologías agrícolas y el incremento de la demanda de productos causados por el crecimiento poblacional han propiciado modificaciones sobre el suelo. En muchos países, se ha acelerado el cambio de uso del suelo hacia espacios que permiten incrementar el volumen de cosechas, llegando a una sobreexplotación del recurso, ocasionando la reducción en el contenido de materia orgánica y macronutrientes en los suelos (FAO, 2015).

Asimismo, manifiesta que al explotar los suelos, descuidando las prácticas de restablecimiento de materia orgánica y nutrientes se está poniendo en peligro la productividad del suelo. Ante ello, es indispensable promover prácticas agrícolas adecuadas.

### **2.2.8 Influencia de la ganadería en las propiedades del suelo**

El tipo de ganadería cumple un rol esencial en el mantenimiento de la calidad del suelo, aplicar prácticas adecuadas puede mantener y reponer los nutrientes, o por el contrario, si la explotación es intensiva, disminuye la productividad de ecosistemas agrícolas. La ganadería extensiva permite que los nutrientes retornen al suelo en las heces y orina de los animales, trayendo aportes importantes en la fertilidad del suelo, ya que las excretas son fuentes de nutrientes para las plantas (Sadeggian, Rivera y Gómez, 2016). Así mismo, los autores manifiestan que la orina contiene cantidades importantes de N, K, y S y las heces P, Ca, Mg y Na, así como N y S, siendo estos dos últimos disponibles solo lentamente.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Suelo**

Material no consolidado compuesto por organismos de pequeño tamaño, vegetales y animales, materia orgánica, agua, minerales y aire, que comprende desde la superficie de la tierra hasta diferentes profundidades (MINAM, 2016). Desde una perspectiva agrícola, el suelo permite la producción vegetal, desempeña la función de soporte para el desarrollo de las plantas, además de constituir reserva de nutrientes (Huamán, 2016).

### **2.3.2 Macronutrientes**

Son llamados macronutrientes a los tres componentes (N, P y K) esenciales para el desarrollo de los seres vivos (FAO, 2015).

### **2.3.3 Materia orgánica**

La materia orgánica, o también llamada humus, es de color pardo o negruzco, que se encuentra disponible en el suelo producto de la descomposición de residuos de vegetales y animales (Julca et al, 2006). Cumple un papel esencial en las propiedades fisicoquímicas del suelo, siendo el aporte de nitrógeno una de sus principales funciones.

### **2.3.4 Bosque**

Es una extensión de tierra con predominancia de especies arbórea, que cumplen diversas funciones como provisión de hábitats para animales, intervención en los flujos hidrológicos, conservación del suelo, regulación del clima, intervención en el ciclo de nutrientes, entre otros. (FAO, 2010).

### **2.3.5 Usos del suelo**

Es el conjunto de actividades o funciones que realiza el hombre con fines sociales o económicos sobre la cobertura del suelo, con la finalidad de poder beneficiarse con

los bienes y servicios que producen los campos cultivables, pastizales o asentamientos humanos (Saldaña, 2019).

### **2.3.6 Suelos agrícolas**

Tierras donde predominan las especies agrícolas que proveen alimentos para la población, son destinadas a este uso debido a que cumplen con características climáticas, edáficas y de relieve para sostener cultivos (MIDAGRI, 2018).

### **2.3.7 Suelos con pasturas**

Comprende todos los suelos cubiertos con alta densidad de especies herbáceas que sirven de alimento para los animales (Saldaña, 2019).

### **2.3.8 Suelos forestales**

Suelo que da soporte a ecosistemas forestales naturales o introducidos y que proveen múltiples bienes y servicios (FAO, 2015).

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general**

H<sub>0</sub>: El uso del suelo no ejerce influencia significativa en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020.

H<sub>a</sub>: El uso del suelo ejerce influencia significativa en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020.

## **2.5 Operacionalización de variables**

Se presentan las variables de investigación:

- Variable independiente: Uso del suelo.
- Variable dependiente: Disponibilidad de macronutrientes de los suelos.
- Variables intervinientes: Materia orgánica y pH.

Tabla 6  
Operacionalización de variables.

| Variable                            | Definición   | Dimensiones   | Indicadores   |
|-------------------------------------|--|---|---|
| Variable independiente:             | Tipo de vegetación que se encuentra sobre el suelo.  | Suelo agrícola<br>Suelo con pasturas<br>Suelo de bosque | Cultivo de papa<br>Pastos cultivados<br>Bosque montano nativo |
| <b>Uso del suelo.</b>               |  |   |   |
| Variable dependiente:               | Cantidad de, fósforo, nitrógeno y potasio.           | Propiedades químicas del suelo                          | ppm de fósforo<br>ppm de potasio<br>Porcentaje de nitrógeno   |
| <b>presencia de macronutrientes</b> |  |   |   |
| variable interviniente 1:           | Cantidad de $H^+$ + $Al^{3+}$ en el suelo.           | pH  | pH  |
| <b>pH</b>                           |  |   |   |
| variable interviniente 2:           | Cantidad de residuos orgánicos presentes en el suelo | Materia orgánica  | Porcentaje de materia orgánica                                |
| <b>materia orgánica</b>             |  |   |   |



## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

La investigación es de tipo cuantitativa; ya que sigue un proceso organizado y secuencial, que permite comprobar las hipótesis a través de la descripción de sus variables y análisis de su incidencia e interrelación (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018).

Según el nivel de investigación propuesto por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la presente tesis se ajusta a un nivel descriptivo ya que tiene la finalidad explicar las propiedades y características de las variables de estudio en un contexto determinado.

### **3.2 Diseño de investigación**

Según la clasificación de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la investigación presenta un diseño no experimental, transversal, pues se recolectaron datos sin manipular las variables, en un solo momento (época húmeda).

### **3.3 Métodos de investigación**

#### **3.3.1 Ubicación**

Se desarrolló en el caserío La Palma, distrito de Conchán, provincia de Chota, región Cajamarca, en el norte del Perú.

El caserío La Palma se encuentra ubicado a 8 km al noreste de la ciudad de Chota, a una altitud que oscila entre 2400 hasta 2800 m.s.n.m. Se localiza en las coordenadas UTM 761000 E, 9284000 N; 766000 E, 9284000 N; 766000 E, 9281000 N; y 761000 E, 9281000 N (Anexo 1).

#### **Accesibilidad**

La accesibilidad al área evaluada es por carretera afirmada. El tiempo de recorrido en auto desde la ciudad de Chota es de aproximadamente 1 hora.

## **Clima**

Se presenta dos estaciones climáticas marcadas; una época seca o de estiaje entre los meses de junio a setiembre, y una época húmeda o lluviosa que inicia en octubre y culmina en mayo en algunos años. La precipitación promedio anual es 958,1mm y la temperatura media 15,6°C, con una máxima de 26°C y mínima de 12°C, siendo los meses más fríos junio y julio, y el mes más cálido noviembre (Gobierno Regional de Cajamarca, 2014).

## **Fisiografía**

Los rasgos generales fisiográficos del área estudiada son: predominancias de pendientes largas, mayores a 50 m, con un microrelieve ondulado (según los criterios estipulados en el Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor [RCTCUM], D.S. N° 005-2022-MIDAGRI), y en algunas áreas microquebrado, con presencia de pequeñas cárcavas.

## **Suelo**

Los suelos son de tipo vertisoles (poseen alto contenido de minerales de arcilla), la roca madre está conformada predominantemente por roca calcárea. En el sotobosque se evidencia amplia cantidad de hojarasca y materia orgánica en los primeros centímetros del suelo (Gobierno Regional de Cajamarca, 2014).

## **Vegetación**

El área de estudio alberga vegetación típica de la sierra peruana. En las áreas muestreadas de bosques naturales se encontró “babilla” (*Delostoma integrifolium* D. Don), “chilca” (*Baccharis latifolia* Ruiz & Pav), “roble” (*Ocotea jumbillensis* O.C. Schmidt), “sallo” (*Weinmannia elliptica* kunth), “lalush” (*Clusia pseudomangle* Planch. & Triana), entre otras especies. En las áreas de cultivos se encontró “papa” (*Solanum tuberosum* L.); y en las áreas con pastura “trébol blanco” (*Trifolium repens* L.),

“achicoria” (*Crepis vesicaria* L.), “heno” (*Lolium multiflorum* Lam.), “grama” (*Pennisetum clandestinum* Hochst.), “nudillo” (*Paspalum scabrum* Scribn.), entre otras gramíneas.

### 3.3.2. Procedimiento

Los datos se recolectaron en nueve parcelas de 500 m<sup>2</sup>, distribuidas en áreas con cultivo de papa, pasturas y bosque naturales. Estas parcelas se seleccionaron al azar en áreas homogéneas teniendo en cuenta el tipo de suelo, su vegetación, su pendiente y la exposición a la radiación.

La codificación de las áreas de muestreo se realizó de la siguiente forma:

B1: Primera parcela de 500m<sup>2</sup> de suelos de bosque natural.

B2: Segunda parcela de 500m<sup>2</sup> de suelos de bosque natural.

B3: Tercera parcela de 500m<sup>2</sup> de suelos de bosque natural.

C1: Primera parcela de 500m<sup>2</sup> con suelo de cultivo de papa.

C2: Segunda parcela de 500m<sup>2</sup> con suelo de cultivo de papa.

C3: Tercera parcela de 500m<sup>2</sup> con suelo de cultivo de papa.

P1: Primera parcela de 500m<sup>2</sup> de suelos de pasturas.

P2: Segunda parcela de 500m<sup>2</sup> de suelos con pasturas.

P3: Tercera parcela de 500m<sup>2</sup> de suelos con pasturas.

Las parcelas de bosque natural presenta un suelo virgen que no ha sido cultivado por el hombre, generalmente en estas áreas han conservado su diversidad natural con predominancia de árboles nativos típicos del lugar.

El manejo de las parcelas con pastos es tradicional, siendo cultivadas principalmente “heno” (*Lolium multiflorum* Lam.), y “grama” (*Pennisetum clandestinum* Hochst.). Asimismo, para mejorar su producción se aplica un promedio

de gallinaza (20 sacos/ha) y guano de vacuno estabulado (30 sacos/ha); cabe también mencionar se realiza pastoreo extensivo y rotativo de ganado vacuno.

En las parcelas agrícolas se cultiva “papa” (*Solanum tuberosum* L.) al secano, siendo la fertilización promedio en orgánica (gallina 80 sacos/ha) y química (Molimax NPK 20 20 20 500kg/ha y abonos foliares a concentraciones de 35% y 50% de fósforo y potasio 10Lt/ha). Asimismo, se practica rotación de cultivos entre pastos y el cultivo de “papa”.

El muestreo de suelos se realizó de 0 a 20 cm de profundidad. Cada muestra de suelo estuvo conformada por cinco submuestras recolectadas dentro de cada parcela de 500 m<sup>2</sup>.

Las submuestras se mezclaron y se sometieron a una partición para reducir las y obtener una muestra representativa de 500 g. Para esto, se utilizó la técnica del cuarteo en la cual las submuestras se mezclaron y dividieron hasta obtener la cantidad de material requerido como se muestra en la Figura 1.

Figura 1  
*Técnica de cuarteo de la muestra.*



*Fuente:* MINAM (2014).

En las 9 muestras de suelo obtenidas se evaluó el porcentaje de materia orgánica, pH, fósforo disponible, potasio disponible y porcentaje de nitrógeno total.

Los métodos de laboratorio utilizados se detallan a continuación:

— pH (1:1): método potenciométrico de la suspensión suelo: agua relación 1:1.

- Fósforo disponible (P): método del Olsen modificado, extracción con  $\text{NaHCO}_3$ , 0.5M; pH = 8.5.
- Potasio disponible (K): extracción con acetato de amonio ( $\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$ )N; pH 7.0.
- Nitrógeno total (% N): método del micro-Kjeldahl.
- Materia orgánica (% MO): método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. % M.O. = % Cx1.124.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación Experimental Agraria Baños del Inca.

### **3.4 Población, muestra y muestreo**

#### **3.4.1 Población**

Suelos con cultivo de papa, pastos y bosques del caserío La Palma–Chota–Cajamarca. Las áreas con pastos y bosques sostienen la vegetación por un periodo de tiempo mayor a 5 años, en tanto que en el área con cultivo de papa ha sido cultivada por un periodo de 1,5 años. La población de estudio abarca una extensión total de 22,5 ha se excluyeron todas aquellas áreas que no cumplen con estos criterios.

#### **Muestra**

La muestra se compone por 500 gr de suelo por cada una de las nueve parcelas de 500 m<sup>2</sup> distribuidas al azar de la siguiente manera: tres parcelas de cultivo de papa, tres parcelas de pasturas y tres parcelas de bosque (Figura 5).

#### **3.4.2 Muestreo**

Se realizó un muestreo al azar simple, considerando tipo de cobertura vegetal. Se inició con la zonificación del área de estudio, estableciendo nueve parcelas de muestreo al azar, tres de las cuales se establecieron en bosques, tres en pastizales cultivados y tres en cultivo de papa. Cada parcela tuvo un área de 500 m<sup>2</sup> y en cada una de ellas se

instaló 5 puntos de muestreo donde se recolectó el suelo, luego de la mezcla y cuarteo (Figura 6), se obtuvo 500 g de suelo en un rango de profundidad de 0 a 20 cm (Figura 7).

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó como técnicas la observación y pruebas de laboratorio. Y como instrumentos de recolección de datos se utilizaron el cuaderno de campo y el reporte de laboratorio (Anexo N°4).

### **3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los resultados obtenidos en el laboratorio se procesaron en el programa estadístico IBM Statistics SPSS versión 25. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (nivel de significación 0,05) con la finalidad de evidenciar la forma de distribución de datos; posterior a ello, para los datos con distribución normal se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y para el indicador con distribución no normal, Chi Cuadrado, ambos con un nivel de significación de 0,05.

### **3.7 Aspectos éticos**

El estudio se ha desarrollado en el marco de la ética y transparencia profesional, siguiendo el método científico, presentando datos fidedignos, citando de manera adecuada las fuentes de información utilizadas.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Descripción de resultados

Con el fin de conocer la forma de distribución de los datos se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (nivel de significación 0,05). Se evidencia en la Tabla 7 que los datos de pH, M.O., N y K están distribuidos de forma normal y los datos de P presentan una distribución no normal; ello implica que para el primer grupo se aplique estadística paramétrica y para el segundo grupo estadística no paramétrica.

Tabla 7  
*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.*

| Indicador | Unidad de medida | Estadístico | gl | Sig. |
|-----------|------------------|-------------|----|------|
| pH        | Adimensional     | ,944        | 9  | ,626 |
| MO        | %                | ,859        | 9  | ,093 |
| N         | %                | ,919        | 9  | ,387 |
| P         | Ppm              | ,781        | 9  | ,012 |
| K         | Ppm              | ,985        | 9  | ,985 |

Los resultados del procesamiento de datos de la caracterización de las propiedades físicoquímicas se presentan en la Tabla 8. Se evidencia en ella la influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes.

Tabla 8  
*Media  $\pm$  desviación estándar de indicadores evaluados en el suelo.*

| Indicador | Unidad de medida | Bosque           | Pasturas          | Cultivo de papa   | significancia<br>0,05 |
|-----------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| pH        | adimensional     | 3,9 $\pm$ 0,05   | 3,6 $\pm$ 0,2     | 4,0 $\pm$ 0,4     | 0,15 NS               |
| M.O.      | %                | 4,6 $\pm$ 0,4    | 4,6 $\pm$ 0,7     | 4,7 $\pm$ 0,1     | 0,98 NS               |
| N         | %                | 0,61 $\pm$ 0,06  | 0,48 $\pm$ 0,12   | 0,63 $\pm$ 0,08   | 0,20 NS               |
| P         | ppm              | 5,4 $\pm$ 2,1    | 4,2 $\pm$ 2,0     | 14,94 $\pm$ 8,0   | 0,378 NS              |
| K         | ppm              | 178,43 $\pm$ 2,8 | 160,10 $\pm$ 10,0 | 186,43 $\pm$ 20,3 | 0,10 NS               |

Donde:

NS: no existe significación estadística según la prueba ANOVA para pH, M.O., N y K (nivel de significancia 5%), y Chi cuadrado para P (nivel de significancia 5%).

Para la comparación de los resultados acerca de los niveles de concentración de pH, materia orgánica, hidrógeno, fósforo y potasio nos guiamos del RCTCUM.

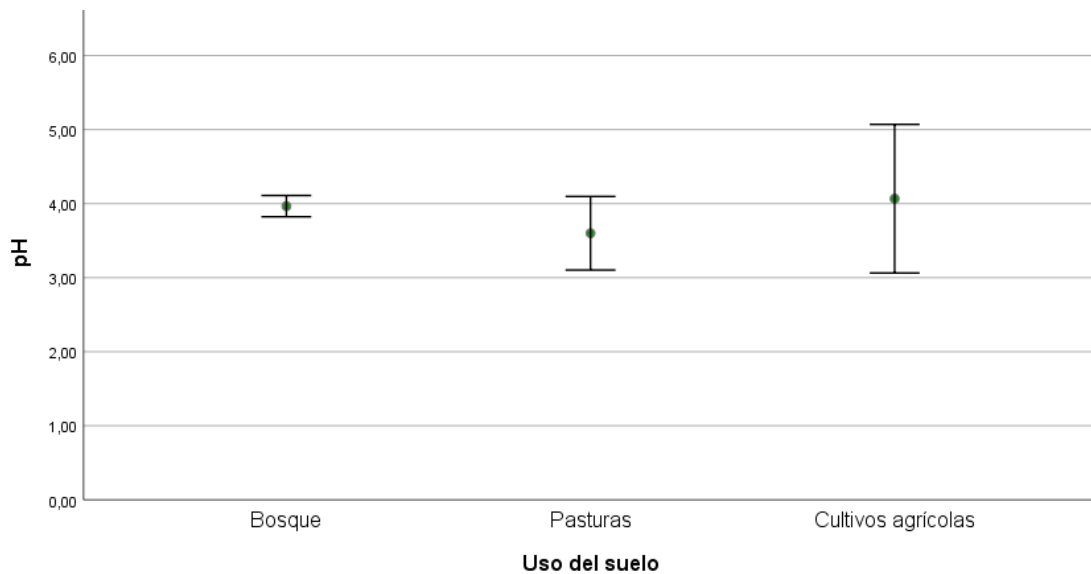
#### 4.1.1 pH del suelo

En todas las áreas estudiadas el pH es extremadamente ácido (Figura 2, Tabla 8), pues el valor oscila entre 3,2 a 5.

Figura 2

*pH del suelo de las áreas evaluadas.*

Bosque de 3,9 a 4,1; pasturas de 3,2 a 4,1 y cultivos agrícolas de 3,2 a 5.



Tomando como referencia el suelo del bosque natural, el pH promedio en los primeros 20 centímetros de las parcelas con pasturas ha disminuido ligeramente en 0,3667 unidades; en cambio, en las parcelas con cultivo de papa se incrementó en 0,1 unidades. No obstante, el ANOVA indica que el uso del suelo no ha tenido influencia significativa en el pH. Esta ligera variación también puede atribuirse a la precisión del equipo.



## 4.1.2 Disponibilidad de materia orgánica y macronutrientes

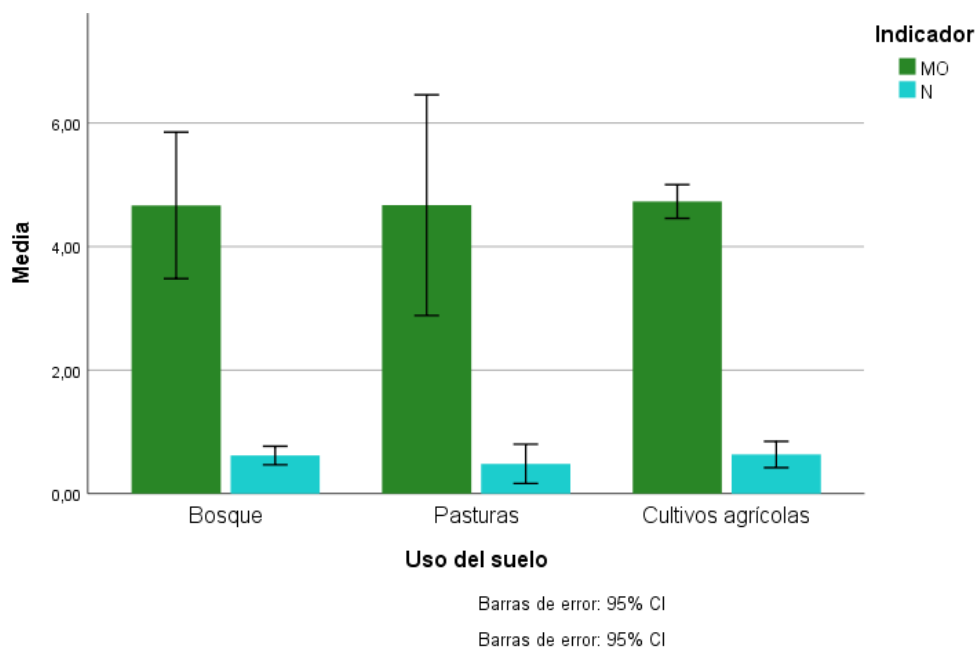
### 4.1.2.1 Materia orgánica y nitrógeno

El porcentaje de materia orgánica del suelo, en todas las parcelas evaluadas, está en un nivel alto porque es mayor al 4%. (Figura 3).

El análisis estadístico indica que el cambio de uso del suelo no ha tenido influencia significativa en la disponibilidad de materia orgánica. En las parcelas de bosque natural y pasturas tienen similar porcentaje de materia orgánica; en cambio, en las parcelas de cultivo de papa ha aumentado ligeramente en 0,06 % con respecto a las demás parcelas.

El porcentaje de nitrógeno en todas las parcelas evaluadas es alto, mayor a 0,2 % (Figura 3).

Figura 3  
*Porcentaje de materia orgánica y nitrógeno del suelo.*



- % de nitrógeno: Bosque de 0,5 a 0,67; pasturas de 0,4 a 0,62 y en cultivos de 0,56 a 0,72.
- Materia orgánica: Bosque de 4,2 a 5; pasturas de 3,8 a 5,7 y cultivos de 4,6 a 4,87.

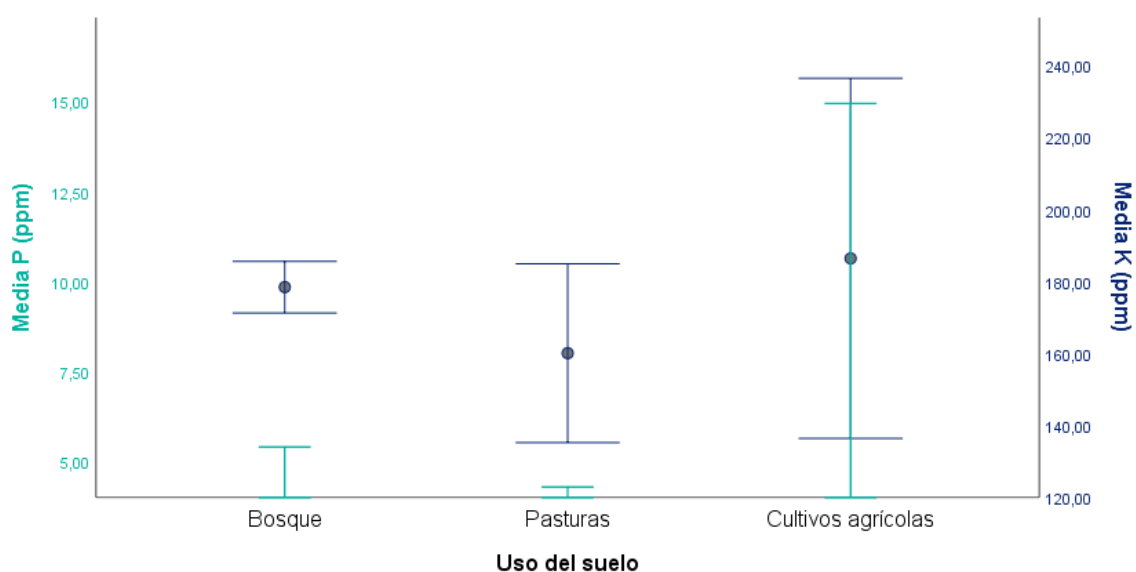
Tomando como referencia las parcelas de bosque natural, el porcentaje de nitrógeno en las parcelas con pasturas ha disminuido ligeramente en 0,14 y en las parcelas con cultivo de papa ha aumentado en 0,1. Sin embargo, los análisis estadísticos indican que el uso del suelo no ha tenido influencia significativa en la disponibilidad de nitrógeno.

#### 4.1.2.2 Fósforo y potasio

El contenido de fósforo del suelo, en las parcelas de bosque natural y pasturas está en un nivel bajo por ser menor a 7 y en las parcelas con cultivo de papa el contenido de fósforo en el suelo es alto por ser mayor a 14 (Figura 4).

Tomando como referencia las parcelas de bosque natural, el fósforo en las parcelas con pasturas ha disminuido ligeramente en 1,11ppm, y en las parcelas de cultivo de papa, el contenido de fósforo ha aumentado en 9,55ppm. Sin embargo, el análisis estadístico indica que el uso del suelo no ha tenido influencia significativa en la disponibilidad de fósforo.

Figura 4  
*Contenido de fósforo y potasio del suelo de las parcelas estudiadas.*



- Potasio: Bosque de 175 a 180; pasturas de 150 a 170 y en cultivos de 165 a 205.
- Fósforo: Bosque de 3,4 a 7,6; pasturas de 2,8 a 6,6 y en cultivos de 8 a 23.

El contenido de potasio del suelo, en todas las parcelas estudiadas está en un nivel medio, porque se encuentra entre 100 – 240 (Figura 4).

Tomando como referencia las parcelas de bosque natural, el contenido de potasio en las parcelas con pasturas ha disminuido considerablemente en 18,33. Y en las parcelas con cultivo de papa ha aumentado en ocho; sin embargo, el análisis estadístico indica que el uso del suelo no influye significativamente en la disponibilidad de potasio.

#### **4.2 Contrastación de la hipótesis**

En la Tabla 8 se presenta los resultados del análisis de varianza y prueba de medias que permite la contrastación de la hipótesis.

Se evidencia que el uso del suelo no ejerce influencia significativa en la disponibilidad de macronutrientes en los primeros 20 cm, lo que indica que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

#### **4.3 Discusión de resultados**

El bosque montano La Palma es de gran importancia ambiental en el noreste del Perú, pues en diversas investigaciones se ha reportado abundante biodiversidad (Saldaña, 2019). Actualmente, la vegetación ha quedado relegada a fragmentos o relictos debido a la ampliación de la frontera agrícola con la finalidad de instalar cultivo de papa y/o pastos. El cultivo más habitual es papa, y referente a la ganadería, la práctica más habitual es el pastoreo.

Algunas propiedades físicas del suelo, principalmente la textura, no se ve afectada por el tipo de vegetación, pues para su alteración se requiere elevados grados de temperatura (Cruz et al., 2020); no obstante, la fertilidad del suelo si se ve alterada (Huamán, 2016). En áreas boscosas, la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea aportan materia orgánica que restituye los nutrientes extraídos del suelo en la nutrición vegetal.

En áreas con cultivo de papa, estos nutrientes son aportados por las enmiendas químicas u orgánicas; así como, la estructura vegetal del cultivo que se reincorpora al suelo luego de la cosecha. En áreas con pastos, se suma a ello la incorporación de excremento del ganado, principalmente vacuno, en el área de estudio. Pérez (2021), referente a la ganadería extensiva indica que genera sobreexplotación de forraje, lo cual influye en la degradación de la vegetación, erosión del suelo y deteriora de su fertilidad y estructura. Es por ello que en la investigación no se ha evidenciado alteración en la concentración de N, P y K en los primeros centímetros del suelo.

La calidad del suelo en áreas con diversos tipos de vegetación es variable, habiéndose reportado en otras investigaciones como (Weil y Brady, 2015) que al trascurrir el tiempo de desbosque, la fertilidad del suelo disminuye (Cantú y Yañez, 2018), en ello radica la importancia de evitar la transformación de bosques en áreas de cultivo; en este sentido, es indispensable que otras investigaciones continúen la evaluación de la fertilidad del suelo en el tiempo.

La calidad del suelo no solo se refiere a la concentración de N, P, K del mismo, si no es un concepto amplio que abarca, entre otros aspectos, la concentración de cationes cambiabiles, materia orgánica, biota del suelo, erosión, propiedades que pueden haberse alterado con el cambio de uso del suelo y que es indispensable evaluarlo en futuras investigaciones.

## **pH**

El pH es estadísticamente similar en los suelos con cobertura boscosa, agrícola y pastos ( $\alpha$  0,05), oscilando entre valores promedios de 3,9, 3,6 y 4, respectivamente. Este comportamiento similar puede deberse a porcentaje de materia orgánica y macronutriente no diferenciado según uso del suelo.

El pH del suelo es extremadamente ácido, comportamiento que puede atribuirse a diversos factores como: (a) Bajo grado de saturación de bases intercambiables del complejo coloidal como Ca, K y Mg, como lo afirma Fernández et al. (2016) (b) Alto contenido de MO (c) Alta precipitación anual (958,1 mm) en el área de estudio.

Los suelos con pH extremadamente ácido limitan la disponibilidad de nutrientes por parte de la vegetación (Weil y Brady, 2015), disminuyendo la capacidad de intercambio catiónico, y con ello la productividad en los cultivos, lo cual se corrobora con la baja disponibilidad de P y K en los suelos evaluados. Ello implica que, entre otros aspectos, para maximizar la productividad de algunos cultivos, deba realizarse corrección de pH del suelo.

Las altas precipitaciones del área de estudio contribuyeron a acidificar el suelo al intercambiar los  $H^+$  del agua de lluvia por los  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  en el complejo coloidal (Universidad de Granada, s.f.).

El porcentaje de materia orgánica disponible en el suelo contribuye a su acidificación, existiendo una relación inversa entre ambos factores. A medida que la materia orgánica se descompone mediante el proceso de humificación, se libera dióxido de carbono, que se convierte fácilmente en bicarbonato y, como resultado de esta reacción, se libera gas hidrógeno, que posteriormente acidifica el suelo. (INTAGRI, 2015).

Asimismo, otra posible causa del pH extremadamente ácido puede ser el uso indiscriminado de fertilizantes amoniacales en el área con pasturas y cultivo de papa, como lo afirma Cruz et al. (2020), pues estos liberan hidrógeno, catión acidificante del suelo.

### **Materia orgánica y nitrógeno**

El uso del suelo no ha tenido influencia significativa en el porcentaje de materia orgánica. La cantidad de materia orgánica en el suelo del bosque procede del aporte de biomasa de la vegetación silvestre; en áreas con pasturas procede de la descomposición del pasto e incorporación de excretas de vacunos producto de la ganadería extensiva, y en las áreas con cultivo de papa procede de la descomposición de plantas después de la cosecha y adición de residuos orgánicos como producto de la aplicación de diversos tipos de estiércol.

Por otro lado, también se puede indicar que la materia orgánica y el nitrógeno del suelo en las áreas con cultivo no han tenido muchas variaciones respecto al bosque, pues para la siembra de la papa se utiliza la gallinaza (excretas de gallinas), que es un buen fertilizante si se utiliza de forma correcta. Asimismo, es un material que aporta alta cantidad de nitrógeno; además de incrementar la materia orgánica, fertilidad del suelo (INTAGRI, 2015). Además, las áreas son recientemente cultivadas y para observarse diferencias significativas, tendría que pasar varios años o tener actividad agrícola con mayor intensidad.

El aumento de materia orgánica en las áreas agrícolas se debe a su incorporación proveniente de la descomposición de restos vegetales (Cruz, 2019). Vásquez et al. (2020) indica que la materia orgánica en los terrenos agrícolas también aumenta a causa de la utilización de estiércol. Gutiérrez, Gutiérrez y Ortiz (2015) manifiestan que la reincorporación de residuos vegetales al suelo y el intercambio de cultivos influyen

significativamente en la distribución y transformación de la materia orgánica a través de la adición dentro del perfil del suelo. (Trinidad y Velasco, 2018) indican que la adición de abonos orgánicos y restos vegetales mantienen el contenido de materia orgánica del suelo.

Similar comportamiento se evidencia en el porcentaje de nitrógeno, no registrándose diferencias significativas. Abbona (2017) sostiene que, en los suelos con pasturas, la pérdida de nitrógeno se repone a través de la fijación biológica que realiza algunas leguminosas. Respecto al nitrógeno disponible, en áreas sometidas a labranza se incrementa la disponibilidad debido al movimiento y aireación de residuos (Gutiérrez et al., 2015).

El porcentaje de nitrógeno está relacionado de manera directa al porcentaje de materia orgánica; por tanto, llega al suelo producto de los aportes de materia orgánica de diversas fuentes y a través de la fijación bacteriana (Huamán, 2016).

### **Fósforo y potasio**

La concentración de P y K en el suelo del bosque natural, pasturas y cultivo de papa es estadísticamente similar. Yáñez et al. (2018) registraron resultados diferentes, encontrando mayor concentración de P y K en suelos con pastizales (5 a 30 cm de profundidad), en comparación a suelos con matorrales en Nuevo León, México, lo cual lo atribuyen al uso de insumos agrícolas.

La disponibilidad del fósforo se incrementa producto de la descomposición de restos vegetales (Bongiovani et al., 2018) o aplicación de fertilizantes fosfatados al suelo; las pérdidas se producen por lixiviación de nutrientes en el perfil del suelo o aprovechamiento intensivo de los productos agrícolas (Huamán, 2016). Este comportamiento es evidente en los cultivos de papa y pastos del área de estudio, evidenciando una dinámica en la disponibilidad de este macronutriente.

La disponibilidad de fósforo asimilable para las plantas está en función de las propiedades del suelo, siendo altamente dependiente del pH. En el área de estudio se evidencia que la disponibilidad es baja debido principalmente a que el pH del suelo es extremadamente ácido.

Gutiérrez, Gutiérrez y Ortiz (2015) afirman que labrar la tierra contribuye al mantenimiento e incrementa la disponibilidad de potasio, esta situación puede haberse presentado en el área de evaluación.

Diversos autores como (Burga, 2023) y (Rafael, 2023) mencionan que la pérdida de masa boscosa puede afectar la disponibilidad de macronutrientes, reduciendo de manera significativa su cantidad en el tiempo, sobre todo si el suelo se destina a la producción agrícola debido a los altos requerimientos nutricionales de los cultivos, nutrientes que casi siempre no son reintegrados al suelo debido a la extracción de gran parte de la planta.

También cabe indicar que no solo la cantidad de macronutrientes puede ser afectado en el cambio de uso de suelo, sino también otras propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como los servicios ecosistémicos del mismo, por lo que no es recomendable transformar bosques en pastos o áreas de cultivos agrícolas.



## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

El uso del suelo en el caserío La Palma, Chota no tienen una influencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la disponibilidad de macronutrientes, pH y materia orgánica del suelo, pues a una profundidad de 0 a 0,20 m en bosque natural, cultivo de papa y pasturas la variación es mínima; no obstante, se conoce que el cambio de uso de suelo puede afectar la calidad del mismo, por lo que es necesario evaluar otros parámetros fisicoquímicos a largo plazo.

La concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo es estadísticamente similar en los cultivos de papa, pastos y bosques en el caserío La Palma, Chota, siendo la concentración de nitrógeno total alta, de fósforo bajo en las áreas de bosque y pasturas y alto en las áreas con cultivo de papa, y de potasio media; sin embargo, la disponibilidad de los nutrientes puede ser afectado según el tipo de manejo del suelo a largo plazo.

La materia orgánica en suelos con cultivo de papa, pastos y bosques en el caserío La Palma, Chota es estadísticamente similar; siendo la concentración alta (superior al 4%) en todos los usos del suelo; no obstante, se conoce que en bosques, la cantidad de materia orgánica es superior debido a que se encuentra en el suelo, hojarasca y biomasa viva.

## **5.2. Recomendaciones**

A los investigadores se recomienda ampliar la evaluación y analizar la biomasa vegetal en la hojarasca y vegetación con el fin de conocer el potencial real de cada ecosistema. Asimismo, se recomienda evaluar cuál es la variación de macronutrientes y materia orgánica del suelo con el paso del tiempo.

A las autoridades locales y a la universidad se les recomienda fomentar la conservación del recurso suelo y ecosistemas. A través de charlas o capacitaciones a los agricultores en manejo adecuado de suelos.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS

- Abbona, E. (2017). *Flujos de nutrientes en la agricultura y la alimentación para un ecosistema alimentario sostenible en la provincia de Buenos Aires* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata Argentina]. Repositorio institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61599>
- Alva, D., y Manosalva, H. (2019). *Efecto del fuego en las propiedades químicas del suelo en el Cañón de Sangal, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1394/browse?type=author&value=Alva+Mendoza%2C+Denisse+Milagros>
- Benimeli, M., Plasencia, A., Corbella, R., Andina, D., Sanzano, A., Sosa, F. y Fernández, J. (2019). *El nitrógeno del suelo*. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Bongiobani, J., Iglesias, J., Agamenoni, R. y Galantini, J. (2018). *Balance y dinámica de las formas de fósforo edáfico y su disponibilidad para el trigo*. <https://www.researchgate.net/publication/328723445> Balance y dinamica de las formas de fosforo edafico y su disponibilidad para el trigo
- Bosco, J., Blanco, J., y Castillo, F. (2004). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 2: 479-506. Recuperado de [https://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/cap17\\_-\\_gestion\\_forestal\\_y\\_ciclos\\_de\\_nutrientes\\_en\\_el\\_marco\\_del\\_cambio\\_global.pdf](https://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/cap17_-_gestion_forestal_y_ciclos_de_nutrientes_en_el_marco_del_cambio_global.pdf)

- Burga, N. (2023). *Influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma, Chota, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. [https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/388/Burga\\_D%C3%ADaz\\_N.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/388/Burga_D%C3%ADaz_N.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Cantú, I. y Yáñez, M. (2018). *Efecto del cambio de uso del suelo en el contenido de carbono orgánico y nitrógeno del suelo*. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/138/1420>
- Cruz, K. (2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria la Molina aplicando herramientas sig* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3939>.
- Cruz, J. (2017). *Obtención de la Variación Hidrológica en Cuencas por el Cambio de Uso del Suelo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/453>
- Cruz, W., Rodríguez, L., Salas, M., Hernández, V., Campos, R., Chávez, M. y Gordillo, A. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, 38(3): pp. 475-480. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506>
- D.S. N° 005-2022-MIDAGRI, Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor [RCTCUM]. (2022, 24 de abril). Presidente de la República del Perú. Diario Oficial el Peruano.

- Fernández, M., y Prados, M. (2010). Cambios en las coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Guadalfeo (1975-1999). *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (10), 158-184. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8325600>
- Fernández Ojeda, P. R., D. C. Acevedo, A. Villanueva M. y M. Uribe G. (2016). Estado de los elementos químicos esenciales en suelos de los sistemas natural, agroforestal y monocultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 7(35): 65-77. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322016000300065](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000300065)
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2014). Estudio especializado: Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra. [https://zeoot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE\\_CUT\\_tercera\\_version\\_dic\\_iembre\\_2014.pdf](https://zeoot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE_CUT_tercera_version_dic_iembre_2014.pdf)
- Gueçaimburu, J., Vázquez, J., Tancredi, F., Reposo, G., Rojo, V., Martínez, M. y Introcaso, R. (2019). Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico. *Chil. j. agric. anim. Sci*, 35(1), 81-89. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-38902019000100081](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100081)
- Gutiérrez, E., Gutiérrez, M. y Ortiz, C. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 201 - 215. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a17.pdf>
- Hernández-Sampieri, R, Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. C Graw Hill Education

Hosokay, M. (2012). Calidad de suelo en diferentes sistemas de uso en Supte San Jorge - Tingo María [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Digital. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/453>

Huaman, O. (2016). *Indicadores de la calidad de suelos en tres sistemas de uso de la tierra, sector Shitari, Huamalies* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Digital. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1305>

Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura [INTAGRI]. (2015).

Julca, A; Meneses, L; Blas, R y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>

Laqui, y. (2019). Contaminación por tipo de usos de suelos y deterioro en la calidad de agua en la cuenca del Lago Titicaca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3968>

Melendez, R. (2018). Identificación y caracterización de horizontes Diagnóstico en suelos de sedimentos arenosos de Zungarococha-Iquitos-Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3676/melendez-celis-ranulfo-segundo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2018). *La zonificación ecológica y económica potencial de los suelos*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/43-sector->

[agrario/suelo#:~:text=Son%20tierras%20aptas%20para%20agricultura,o%20m%C3%A1s%20cosechas%20al%20a%C3%B1o](#)

Ministerio del ambiente [MINAM]. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia-para-el-muestreo-de-suelos-final.pdf>

Ministerio del ambiente [MINAM]. (2016). *Glosario de términos*. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

Mosquera, F. (2017). Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en un suelo agrícola en el valle del Mantaro [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2923/P33-M6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. <http://www.fao.org/3/am665s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *Suelos sanos para una vida sana*. <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/I8864ES/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). *Portal de suelos de la FAO*. <https://www.fao.org/soils->

[portal/about/definiciones/es/#:~:text=El%20suelo%20es%20el%20producto,\(rocas%20y%20minerales%20originarios\).](portal/about/definiciones/es/#:~:text=El%20suelo%20es%20el%20producto,(rocas%20y%20minerales%20originarios).)

Oblitas, J. (2018). *Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales en el distrito de El Parco, provincia de Bagua, departamento de Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2798/T016\\_70890488\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2798/T016_70890488_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pérez, R. (2021). *El lado oscuro de la ganadería*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v39n154/v39n154a11.pdf>.

Quispe, E. (2014). Caracterización física, química y biológico de suelos del distrito de Callanmarca - Angaraes – Huancavelica [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional Digital <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/160/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Rafael, F. (2023). *Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Clusia pseudomangle* Planch & Triana (lalush), en el bosque montano Los Lanches, Chota* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. [https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/414/Rafael\\_Garcia\\_F.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/414/Rafael_Garcia_F.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Rivera, E., Sánchez, M. y Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, 4(2), 101 – 105. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1829>



Sadeggian, S., Rivera, J., y Gomez, M. (2016). Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. [fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Siavosh6.htm](http://fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Siavosh6.htm)

Sales, D. (2006). *Caracterización de la materia orgánica de suelos representativos de ecosistemas amazónicos del Perú, departamento de Ucayali, e influencia de su uso y manejo en el secuestro del carbono* [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla]. Depósito de Investigación de la Universidad de Sevilla. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/66313/4/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20materia%20org%C3%A1nica%20de%20suelos.pdf>

Saldaña, V. (2019). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de Chancay años 2001 y 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2990/ANÁLISIS%20DE%20LOS%20CAMBIOS%20DE%20COBERTURA%20Y%20USO%20DEL%20SUELO%](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2990/ANÁLISIS%20DE%20LOS%20CAMBIOS%20DE%20COBERTURA%20Y%20USO%20DEL%20SUELO%20)

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], (2018). *Experiencias de restauración en el Perú. Lecciones aprendidas*. Lima, Perú.

Silva, D. (2019). Factores limitantes de fertilidad de los suelos por unidades fisográficas en la micro cuenca Picuroyacu – distrito de Castillo Grande [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Digital. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1448>

Trinidad, A. y Velasco, J. (2018). *Importancia de la materia orgánica en el suelo*.

<https://revista->

[agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802/666](https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802/666)

Ulloa, M., Abreu, A., y Paz, A. (2001). Disponibilidad de macro y micronutrientes en un suelo de cultivo de Mabegondo (A Coruña). (26), P.243-254.

[https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd26\\_art11.pdf](https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd26_art11.pdf)

Universidad de Granada. (s.f.). Acidez del suelo.

<http://edafologia.ugr.es/introeda/tema05/ph.htm>

Vanzolini, J., Galantini, J., Suñer, L. y Martínez, J. (2018). *Cambios en el pH del suelo y en la disponibilidad de fósforo durante la descomposición de residuos de leguminosas*. CIC Digital (CICBA). <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/8742>

Vásquez, J., Alvarez-Vera, M., Iglesias-Abad, S. y Castillo, J. (2020). La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 105-112.

<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.12>

Vega, M. (2014). Efecto de la materia orgánica y encalado del suelo en cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad una 96 cultivado en invernadero [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad

Nacional

Agraria

La

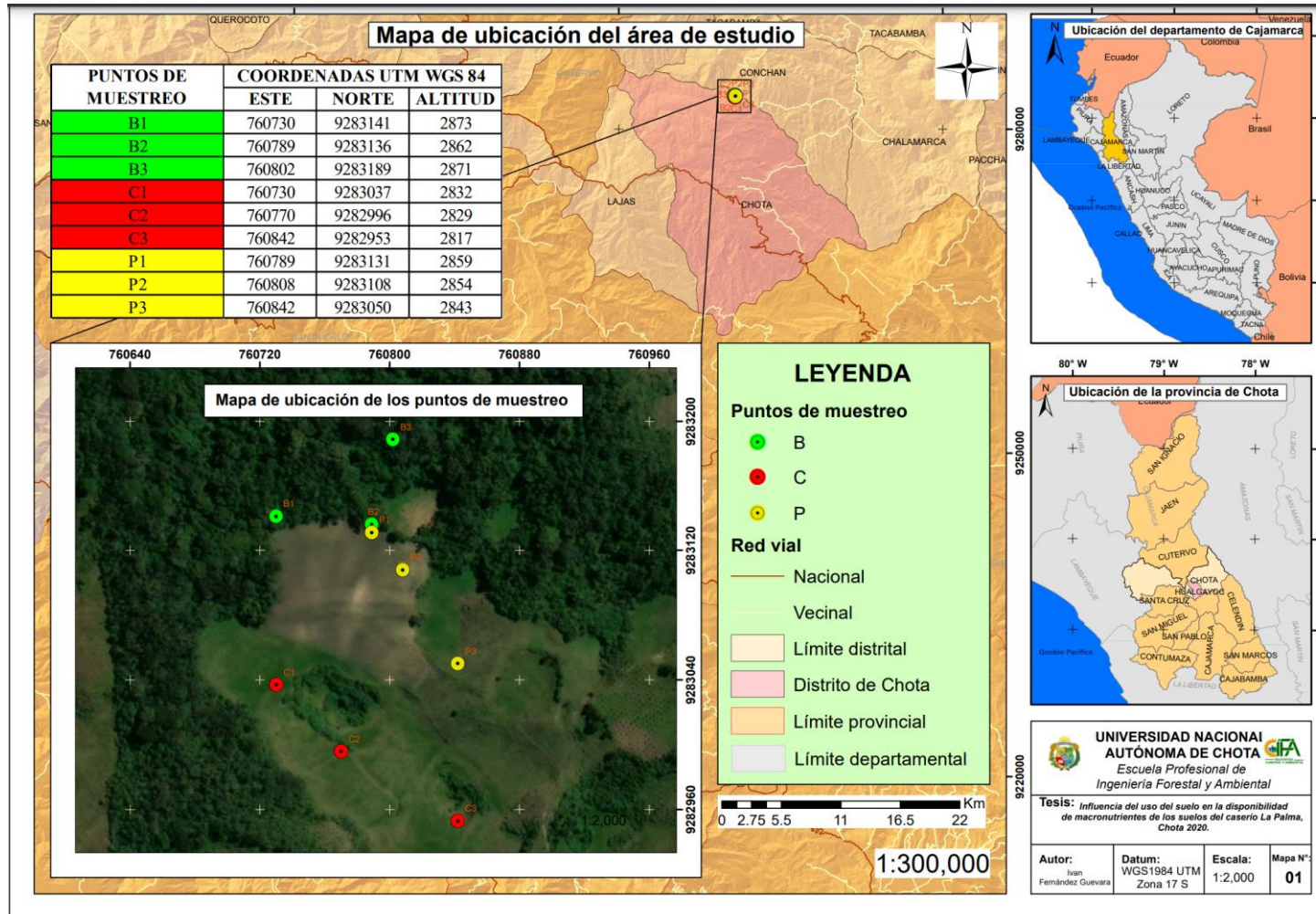
Molina.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1502/t006823.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Weil, R. y Brady, N. (2015). *The nature and properties of soil*. Pearson.

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

**Anexo 1** Mapa de ubicación del área de estudio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

**Tesis:** Influencia del uso del suelo en la disponibilidad de macronutrientes de los suelos del caserío La Palma, Chota 2020.

|   |   |                           |                       |
|---|---|---------------------------|-----------------------|
| <b>Autor:</b><br>Iván Fernández Guevara | <b>Datum:</b><br>WGS 1984 UTM Zona 17 S | <b>Escala:</b><br>1:2.000 | <b>Mapa N°:</b><br>01 |
|---|---|---------------------------|-----------------------|

**Anexo 2 Prueba ANOVA para pH, MO, N, y K.**

|    |                  | ANOVA             |    |                  |       |      |
|----|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
|    |                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F     | Sig. |
| pH | Entre grupos     | ,362              | 2  | ,181             | 2,629 | ,151 |
|    | Dentro de grupos | ,413              | 6  | ,069             |       |      |
|    | Total            | ,776              | 8  |                  |       |      |
| MO | Entre grupos     | ,008              | 2  | ,004             | ,015  | ,985 |
|    | Dentro de grupos | 1,513             | 6  | ,252             |       |      |
|    | Total            | 1,521             | 8  |                  |       |      |
| N  | Entre grupos     | ,042              | 2  | ,021             | 2,287 | ,183 |
|    | Dentro de grupos | ,055              | 6  | ,009             |       |      |
|    | Total            | ,096              | 8  |                  |       |      |
| K  | Entre grupos     | 1093,556          | 2  | 546,778          | 3,193 | ,114 |
|    | Dentro de grupos | 1027,333          | 6  | 171,222          |       |      |
|    | Total            | 2120,889          | 8  |                  |       |      |

Ph: Potencial de hidrógeno; MO: Materia organica; N: Nitrógeno; K: Potasio; ANOVA: Analisis de varianza; gl: Grados de libertad ; F: Cosiente de varianzas; Sig: significancia.

**Anexo 3 Prueba Chi Cuadrado para P.**

| Pruebas de chi-cuadrado      |                     |    |                                      |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
|                              | Valor               | df | Significación asintótica (bilateral) |
| Chi-cuadrado de Pearson      | 15,000 <sup>a</sup> | 14 | ,378                                 |
| Razón de verosimilitud       | 17,002              | 14 | ,256                                 |
| Asociación lineal por lineal | 3,087               | 1  | ,079                                 |
| N de casos válidos           | 9                   |    |                                      |

a. 24 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,33.

## Anexo 4 Reporte de laboratorio



"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : **IVAN FERNANDEZ GUEVARA**

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

#### NOMBRE Y UBICACION PARCELA

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| B 1               | SU0233-EEBI-20     | 9283141  | 760730  | 2873         | Fertilidad       |

#### RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase    | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       | Textural | %         |  |  |
| 3,9 | 3,95     | 4,79 | 5,24 | 175,1 | --    | --   | --      | --       | 0,672     |  |  |

#### INTERPRETACION:

pH (Reacción) : **EXTREMADAMENTE ACIDO**  
 Materia orgánica (M.O.) : **ALTO**  
 Fósforo (P) : **BAJO**  
 Potasio (K) : **MUY BAJO**  
 Clase textural : **--**

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :



Jr. WIRACocha S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA  
 T: 076348386  
 Email: binca@inia.gob.pe  
 www.minagri.gob.pe







PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

“Año de la Universalización de la Salud”

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : IVAN FERNANDEZ GUEVARA

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

#### NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| B 2               | SU0234-EEBI-20     | 9283136  | 760789  | 2862         | Fertilidad       |

#### RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 4,0 | 2,3      | 4,14 | 7,63 | 180,1 | --    | --   | --      | --             | 0,553     |  |  |

#### INTERPRETACION:

pH (Reacción) : EXTREMADAMENTE ACIDO  
 Materia orgánica (M.O.) : ALTO  
 Fósforo (P) : MEDIO  
 Potasio (K) : BAJO  
 Clase textural : --

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :



Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA  
 T: 076348386  
 Email: binca@inia.gob.pe  
 www.minagri.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO

"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : IVAN FERNANDEZ GUEVARA

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

#### NOMBRE Y UBICACION PARCELA

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| B 3               | SU0235-EEBI-20     | 9283189  | 760802  | 2871         | Fertilidad       |

#### RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase    | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       | Textural |           |  |  |
| 4,0 | 2,85     | 5,07 | 3,34 | 180,1 | --    | --   | --      | --       | 0,63      |  |  |

#### INTERPRETACION:

pH (Reacción) : EXTREMADAMENTE ACIDO  
 Materia orgánica (M.O.) : ALTO  
 Fósforo (P) : MUY BAJO  
 Potasio (K) : BAJO  
 Clase textural : --

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 Estación Experimental Baños del Inca  
 JULIO A. VELÁSQUEZ CAMACHO  
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

www.minagri.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO



"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : IVAN FERNANDEZ GUEVARA

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

#### NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| C 1               | SU0236-EEBI-20     | 9283037  | 760730  | 2832         | Fertilidad       |

#### RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 4,0 | 2,6      | 4,62 | 8,11 | 189,1 | --    | --   | --      | --             | 0,616     |  |  |

#### INTERPRETACION:

|                         |   |                      |
|-------------------------|---|----------------------|
| pH (Reacción)           | : | EXTREMADAMENTE ACIDO |
| Materia orgánica (M.O.) | : | ALTO                 |
| Fósforo (P)             | : | MEDIO                |
| Potasio (K)             | : | BAJO                 |
| Clase textural          | : | --                   |

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
Estación Experimental Baños del Inca  
  
Ing. Tullio A. Velásquez Camacho  
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

www.minagri.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO



"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

Nombre : **IVAN FERNANDEZ GUEVARA**

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

**NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA**

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| C 2               | SU0237-EEBI-20     | 9282996  | 760770  | 2829         | Fertilidad       |

**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

| pH  | Al       | M.O. | P     | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|-------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm   | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 4,5 | 0,4      | 4,73 | 23,85 | 205,1 | --    | --   | --      | --             | 0,728     |  |  |

**INTERPRETACION:**

pH (Reacción) : **FUERTEMENTE ACIDO**  
 Materia orgánica (M.O.) : ALTO  
 Fósforo (P) : ALTO  
 Potasio (K) : BAJO  
 Clase textural : --

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :**

ESTACION EXPERIMENTAL BAÑOS DEL INCA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 Estación Experimental Baños del Inca  
  
**Tullio A. Velásquez Camacho**  
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

www.minagri.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO



"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : **IVAN FERNANDEZ GUEVARA**

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

#### NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| C 3               | SU0238-EEBI-20     | 9282953  | 760842  | 2817         | Fertilidad       |

#### RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

| pH  | Al       | M.O. | P     | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|-------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm   | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 3,7 | 2,9      | 4,84 | 12,88 | 165,1 | --    | --   | --      | --             | 0,56      |  |  |

#### INTERPRETACION:

pH (Reacción) : **EXTREMADAMENTE ACIDO**  
 Materia orgánica (M.O.) : ALTO  
 Fósforo (P) : MEDIO  
 Potasio (K) : MUY BAJO  
 Clase textural : --

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :



Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

www.minagri.gob.pe





"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

Nombre : **IVAN FERNANDEZ GUEVARA**

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

**NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA**

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| P 2               | SU0240-EEBI-20     | 9283108  | 760808  | 2854         | Fertilidad       |

**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 3,6 | 3,3      | 3,84 | 3,34 | 160,1 | --    | --   | --      | --             | 0,42      |  |  |

**INTERPRETACION:**

pH (Reacción) : **EXTREMADAMENTE ACIDO**

Materia orgánica (M.O.) : MEDIO

Fósforo (P) : MUY BAJO

Potasio (K) : MUY BAJO

Clase textural : --

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :**

ESTACION EXPERIMENTAL BAÑOS DEL INCA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 ESTACION EXPERIMENTAL BAÑOS DEL INCA  
 BAÑOS DEL INCA  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 Julio A. Velásquez Camacho

Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

www.minagri.gob.pe





"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

Nombre : **IVAN FERNANDEZ GUEVARA**

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

**NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA**

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| P 1               | SU0239-EEBI-20     | 9283131  | 760739  | 2859         | Fertilidad       |

**RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS**

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 3,4 | 4,3      | 5,1  | 6,68 | 150,1 | --    | --   | --      | --             | 0,63      |  |  |

**INTERPRETACION:**

pH (Reacción) : **EXTREMADAMENTE ACIDO**  
 Materia orgánica (M.O.) : **ALTO**  
 Fósforo (P) : **BAJO**  
 Potasio (K) : **MUY BAJO**  
 Clase textural : **--**

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :**

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 Estación Experimental Baños del Inca  
 Julio A. Velásquez Camacho  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO DE SUELOS

Jr. WIRACOCCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

www.minagri.gob.pe







PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Año de la Universalización de la Salud"

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : IVAN FERNANDEZ GUEVARA

Procedencia: Chota - Conchán - La Palma

Fecha: 21/05/2020

#### NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA

| Nombre de Parcela | Código Laboratorio | Longitud | Latitud | Altitud msnm | Tipo de Análisis |
|-------------------|--------------------|----------|---------|--------------|------------------|
| C 3               | SU0241-EEBI-20     | 9283050  | 760842  | 2843         | Fertilidad       |

#### RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

| pH  | Al       | M.O. | P    | K     | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | Nitrogeno |  |  |
|-----|----------|------|------|-------|-------|------|---------|----------------|-----------|--|--|
|     | meq/100g | %    | ppm  | ppm   | %     | %    | %       |                | %         |  |  |
| 3,8 | 2,15     | 5,07 | 2,86 | 170,1 | --    | --   | --      | --             | 0,399     |  |  |

#### INTERPRETACION:

pH (Reacción) : EXTREMADAMENTE ACIDO  
 Materia orgánica (M.O.) : ALTO  
 Fósforo (P) : MUY BAJO  
 Potasio (K) : MUY BAJO  
 Clase textural : --

#### RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar:

| Nutriente | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CAL    |  |  |  |
|-----------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|--|--|--|
|           | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Ton/ha |  |  |  |
|           |       |                               |                  |        |       |                               |                  |        |  |  |  |

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :



Jr. WIRACOCHA S/N BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA

T: 076348386

Email: binca@inia.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO

**Anexo 5** *Panel fotográfico*

Figura 5

*Vista general del área de estudio.*



Figura 6

*Parcela con cultivo*





Figura 7

*Obtención de muestras por el método de cuarteo.*





Figura 8

*Embalado de muestras para laboratorio.*

