



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación - RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Regalado Delgado Lisset Magaly
Código de alumno: 081-0103-043 Teléfono: 9980 37539
Correo electrónico: Yalau_x@hotmail.com DNI o Extranjería: 46.221.842

2. Modalidad de trabajo de investigación:

() Trabajo de investigación () Trabajo académico
() Trabajo de suficiencia profesional (X) Tesis

3. Título profesional o grado académico:

() Bachiller (X) Título () Segunda especialidad
() Licenciado () Magister () Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

Efecto de la aplicación combinada de Materia orgánica y
Fertilizantes Minerales en la recuperación de Suelos degradados
e Incremento del Rendimiento de Maíz chodo en shupluy, Yungay

5. Facultad de: Ciencias Agrarias

6. Escuela, Carrera o Programa: Agroonomía

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Dr. Walter Juan Vasquez Cruz Teléfono: 943.860.047

Correo electrónico: VasquezCruz@hotmail.com DNI o Extranjería: 31.66.3683

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.:

FECHA:

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN COMBINADA DE MATERIA
ORGÁNICA Y FERTILIZANTES MINERALES EN LA
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS E INCREMENTO
DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ CHOCLO EN SHUPLUY, YUNGAY”**

Presentado por:

Bach. LISSET MAGALY REGALADO DELGADO

Patrocinador:

Dr. WALTER JUAN VÁSQUEZ CRUZ

HUARAZ-PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada :**"EFECTO DE LA APLICACIÓN COMBINADA DE MATERIA ORGÁNICA Y FERTILIZANTES MINERALES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS E INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ CHOCLO EN SHUPLUY, YUNGAY"**., presentada por la Bachiller en Ciencias Agronomía **LISSET MAGALY REGALADO DELGADO** y sustentada el día 09 de Abril del 2019, por Resolución Decanatural N°093-2019-UNASAM-FCA/D, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 09 de Abril del 2019

Dr. Juan Francisco Barreto Rodríguez
Presidente

Mag. Guillermo Castillo Romero
Secretario

Dr. Alejandro Zorobabel Toscano Leiva
Vocal

Dr. Walter Juan Vásquez Cruz
Patrocinador



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, se reunieron para estudiar y escuchar la sustentación de la Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias de Agronomía, Señorita Lisset Magaly Regalado Delgado denominada **"EFECTO DE LA APLICACIÓN COMBINADA DE MATERIA ORGÁNICA Y FERTILIZANTES MINERALES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS E INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ CHOCLO EN SHUPLUY, YUNGAY"**, escuchadas las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la Declaramos:

Con el calificativo de (*) APROBADO
APROBADO (14)

En consecuencia queda en condición de ser calificada APTA por el Consejo de Facultad y Consejo Universitario, y recibir el Título de INGENIERO AGRÓNOMO, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 09 de ABRIL... del 2019




Dr. Juan Francisco Barreto Rodríguez
Presidente



Mag. Guillermo Castillo Romero
Secretario



Dr. Alejandro Zorobabel Toscano Leiva
Vocal



Dr. Walter Juan Vásquez Cruz
Patrocinador

(*) De acuerdo con el reglamento de Tesis, estas deben ser calificadas con términos de:

Aprobado con excelencia: 19-20; Aprobado con distinción: 17-18; Aprobado: 14-16 y; Desaprobado: 00-13.

DEDICATORIA

A mis padres Mansueto Regalado y Felicitas Delgado, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de inicio de mi carrera ya que en el futuro me espera muchos éxitos. A ellos que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba. A mis hermanas y hermano me apoyaron constantemente para la culminación de mi carrera profesional y su apoyo moral e incondicional todos ellos se los dedico desde el fondo de mi alma y corazón.

A todos, ¡Gracias! Sin ustedes no hubiese podido hacer realidad este sueño.

Los amo.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios y a mi patrón San Cristobal por haber permitido concluir mis estudios dándome salud y por iluminar mi vida a mis padres y hermanas y hermano por brindarme su apoyo incondicional en este proceso que ya culmino.

Debo agradecer de manera especial a mi Patrocinador el Dr. Walter Juan Vásquez Cruz y al Co Asesor: Mag. Sc. Rhodes Leopoldo Mejía Valvas por su apoyo constante para hacer realidad el presente trabajo de investigación..

Mi más sincero agradecimiento a cada uno de los ingenieros por sus enseñanzas en este camino y especialmente Al Dr. Juan Francisco Barreto Rodríguez por su apoyo y su paciente contribución en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Y finalmente agradezco al Ing., Cesar Ordoñez López por su importante aporte y participación que contribuyeron al logro de la presente investigación

A mis compañeros de estudios, que son más que eso, son mis amigos hermanos con quienes hemos convivido desde los primeros años de nuestras vidas en nuestra institución compartiendo alegrías y penas; quien más que ustedes amigos sabemos que es lo más hermoso es pasar la etapa universitaria, agradecerles inmensamente por las palabras de aliento y apoyo incondicional que me brindaron durante todo este tiempo

¡A todos con mucho cariño les agradezco!

INDICE

CARÁTULA	i
HOJA DE REGISTRO DE FIRMAS DEL JURADO	ii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
1.3 Variables	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases teóricas	7
2.3 Definición de términos	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Caracterización de las variables físicas y químicas del abono orgánico	14
3.1.1 Porcentaje de humedad	14
3.1.2 pH y conductividad eléctrica	14
3.1.3 Materia orgánica	15
3.1.4 Determinación de macroelementos	15
3.1.5 Determinación de microelementos	15
3.2 Caracterización de las variables físicas y químicas del suelo	16
3.2.1 pH y Conductividad Eléctrica	16
3.2.2 Clase textural	16
3.2.3 Carbonato de calcio	16

3.2.4 Materia orgánica del suelo	16
3.2.5 Capacidad de Intercambio Catiónico	17
3.2.6 Determinación de macroelementos	17
3.2.7 Determinación de cationes cambiabes	17
3.3 Trabajo de campo	17
3.3.1 Ubicación geográfica del área	17
3.3.2 Características generales de la zona de estudio	18
3.4 Métodos	19
3.4.1 Tipo de investigación	19
3.4.2 Diseño de investigación	20
3.4.3 Plan de recolección de la información	21
3.4.4 Procesamiento estadístico	21
3.4.5 Población o universo	22
3.4.6 Unidad de análisis y muestra	22
3.4.7 Procedimiento	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Caracterización de las variables físicas y químicas del abono orgánico	32
4.2 Caracterización de las variables físicas y químicas del suelo	34
4.3 Rendimiento de maíz choclo	36
4.4 Análisis económico	38
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1 Conclusiones	41
5.2 Recomendaciones	42
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
7. ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Título	Pág.
1	Esquema del ANVA	20
2	Rendimiento de choclo (Kg/ha)	35
3	Análisis de variancia eliminando variación entre bloques	35
4	Ajuste de porcentaje de granos y porcentaje de humedad	35
5	Análisis de variancia eliminando variación entre bloques (cont)	36
6	Prueba de comparación de medias de Duncan	36
7	Cálculo de los rendimientos ajustados	37

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Pág.
1	Objetivización de variables	4
2	Ubicación geográfica	17
3	Área de cosecha en cada parcela	22
4	Croquis del experimento	24
5	Preparación del terreno	25
6	Vista del campo experimental	27
7	Primer control de cogollero	28
8	Segundo control de cogollero	28
9	Supervisión del Dr. Juan Barreto	29
10	Supervisión del Mag. Guillermo Castillo	30
11	Mazorcas recién cosechadas	30
12	Curva de respuesta de Nitrógeno	38
13	Curva de respuesta de Fósforo	39
14	Curva de respuesta de Potasio	39

INDICE DE TABLAS

Fotografía N°	Título	Pág.
1	Características físicas del abono orgánico	31
2	Características químicas del abono orgánico	32
3	Características físicas del suelo antes de la siembra	33
4	Características químicas del suelo antes de la siembra	33
5	Características físicas del suelo después de la cosecha	33
6	Características químicas del suelo después de la cosecha	33
7	Características físicas y químicas de los suelos	35

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo determinar los niveles óptimos fertilización para incrementar el rendimiento de choclo (*Zea miz*) cultivar Blanco Urubamba en el Callejón de Huaylas. Realizado en la localidad de Shupluy, distrito de Shupluy, provincia de Yungay - Ancash.

El diseño experimental empleado para el presente estudio es el Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones. Instalándose en un campo experimental de 460.8 m².

Dentro de las parcelas se ubicaron los tratamientos con la combinación de los niveles de fertilización; - T1 = (Testigo: Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 0-0-0). - T2 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 0-1-1). - T3 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 1-1-1). - T4 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 2-1-1). - T5 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 1-0-1). - T6 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 1-2-1). - T7 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 1-1-0). - T8 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/ha + 1-1-2).

Se evaluó: El peso de las mazorcas a la madurez fisiológica, el rendimiento de grano por parcela y el rendimiento de grano por hectárea (Ton).

Se observa que con el tratamiento T4 se obtuvo la mayor producción con 6,781 kg/ha. Se concluye que los niveles óptimos de fertilización para incrementar el rendimiento de choclo en grano es: 248 N – 169 P₂O₅ – 93 K₂O.

Palabras Claves: Materia orgánica, fertilizantes, minerales, suelos degradados.

ABSTRACT

The objective of the research work is to determine the optimal levels of fertilization to increase the yield of corn (*Zea mays*) cultivate Blanco Urubamba in the huaylas alley. Accomplished in the shupluy town, district of Shupluy, province of Yungay - Ancash.

The experimental design used for the present study is the Completely Randomized Block Design (DBCR) with eight treatments and three repetitions. Settling in an experimental field of 460.8 m².

Within the plots were the treatments with the combination of fertilization levels; - T1 = (Witness: Cattle manure 10,000 Kg / ha + 0-0-0). - T2 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 0-1-1). - T3 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 1-1-1). - T4 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 2-1-1). - T5 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 1-0-1). - T6 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 1-2-1). - T7 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 1-1-0). - T8 = (Cattle manure 10,000 Kg / ha + 1-1-2).

It was assessed: The weight of corn cobs at physiological maturity, the grain yield per plot and the yield of grain per hectare (Ton).

It is noted that with the T4 treatment the highest production was obtained with 6.781 kg / ha. It is concluded that the optimum levels of fertilization to increase the yield of corn cob is: 248 N – 169 P₂O₅ – 93 K₂O.

Keywords: Organic matter, mineral fertilizers, degraded soils.

I. INTRODUCCION

Los graves problemas de la agricultura moderna y su impacto sobre el ambiente y la sociedad, están siendo reconocidos desde hace varios años. Frente a esta situación surge la necesidad de avanzar hacia una propuesta alternativa de producción con un enfoque agroecológico. Sin embargo transformar sistemas convencionales a otros de base ecológica, no es una tarea sencilla y rápida, sino que requiere cambios graduales en las formas de manejo y gestión de los agroecosistemas. Se necesita tener en cuenta aspectos productivos, culturales, sociales, económicos y políticos, que demandan una mirada integral y sistémica. Por lo tanto, un proceso de transición implica una multitud de efectos y de causas previstas e imprevistas y se construye a lo largo del tiempo (Sarandon y Flores, 2014).

El agroecosistema, es un ecosistema que cuenta por lo menos con una población de utilidad agrícola. Constituye unidades de producción, donde las salidas son productos agrícolas que generan ingresos y alimentos. Estos productos agrícolas entran al mercado y son la base de la alimentación para la región a la cual pertenece la finca, para el país y otros (exportación) (Hart, 1980).

Se supone un cambio en los valores y las formas de actuar de los agricultores y de los consumidores, en sus relaciones sociales, productivas y con los recursos naturales, es decir, que la restauración no sólo ocurre en la finca, sino también a nivel de comunidad. A su vez, es importante destacar que también es un proceso político, que involucra cambios en las relaciones de poder y que atraviesa a todos los actores sociales activos en la restauración agroecológica (Gliessman *et al*, 2007).

El propósito del presente estudio es comprender la complejidad del proceso de restauración y establecer criterios que permitan realizar el encuentro del mismo. Esto requiere poder aplicar los conocimientos teóricos en función de los múltiples escenarios posibles. Por lo tanto, se debe comenzar con un análisis y diagnóstico de la situación

inicial o de las condiciones de partida, para luego ejecutar el proceso de restauración agroecológica, de suelos degradados, a través de la fertilización orgánica y química.

Se puso énfasis en la restauración a nivel de campo del agricultor. Para ello, se analizaron los aspectos vinculados al agroecosistema (prácticas de manejo) del cultivo de maíz choclo, en particular en la localidad de Shupluy, en la provincia de Yungay donde se cultiva el 50 % del choclo (3,274.14 ha) en el valle del Callejón de Huaylas (INEI, 2012).

Este diagnóstico de la realidad, que surge de analizar la restauración a nivel de agroecosistema, se realiza sólo con fines didácticos y se debe a que es en esta escala de análisis donde hay mayor información para promover un proceso de restauración agroecológica. Sin embargo, entendemos que la complejidad de la misma requiere de una mirada territorial más amplia, donde los aspectos aquí incluidos adquieren otra dimensión y deben ser tenidos en cuenta. A partir de la descripción de un caso representativo del valle del Callejón de Huaylas se podrá visibilizar la propuesta que se propone para avanzar en la restauración agroecológica de suelos degradados.

Definición del problema

El uso de los recursos naturales por el sector agrícola en los últimos 40 años trajo como consecuencia la degradación orgánica de los suelos del valle del Callejón de Huaylas, la cual disminuyó la productividad de los cultivos afectando principalmente a la cadena productiva del cultivo de maíz choclo, cuyos rendimientos promedios logran alcanzar los 2,500 Kg/ha (pudiendo llegar a un rendimiento mayor de 5,000 Kg/ha), causando problemas de endeudamiento a los pequeños productores (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2014).

La productividad de los suelos de la Cuenca Media del Río Santa, está siendo afectada por el uso intensivo de laboreo convencional del suelo en el cultivo de maíz choclo. Esto ha influido para que las condiciones físicas, químicas y biológicas de este recurso estén degradadas. En consecuencia, existe actualmente la necesidad de utilizar grandes cantidades de insumos (fertilizantes, plaguicidas, maquinarias), para tratar de incrementar la producción, pero su valor no logra cubrir los costos de la misma.

Entre los principales factores que afectan la producción se encuentra los bajos niveles de materia orgánica, estos oscilaban entre un 1,5 a 4,0 % en el año 1973 (ONERN, 1973).

La **situación o realidad problemática** a resolver es la degradación orgánica de los suelos y el rendimiento del cultivo que afecta a los productores de 6,548.28 ha de maíz choclo del valle del Callejón de Huaylas ubicados en la Cuenca media del Río Santa, a través de la combinación de la fertilización orgánica y química.

1.1. Objetivos

Objetivo general

Mejorar los suelos degradados cultivados con maíz choclo, en el valle del Callejón de Huaylas, e incrementar su rendimiento con la aplicación combinada de fertilización orgánica y química.

Objetivos específicos

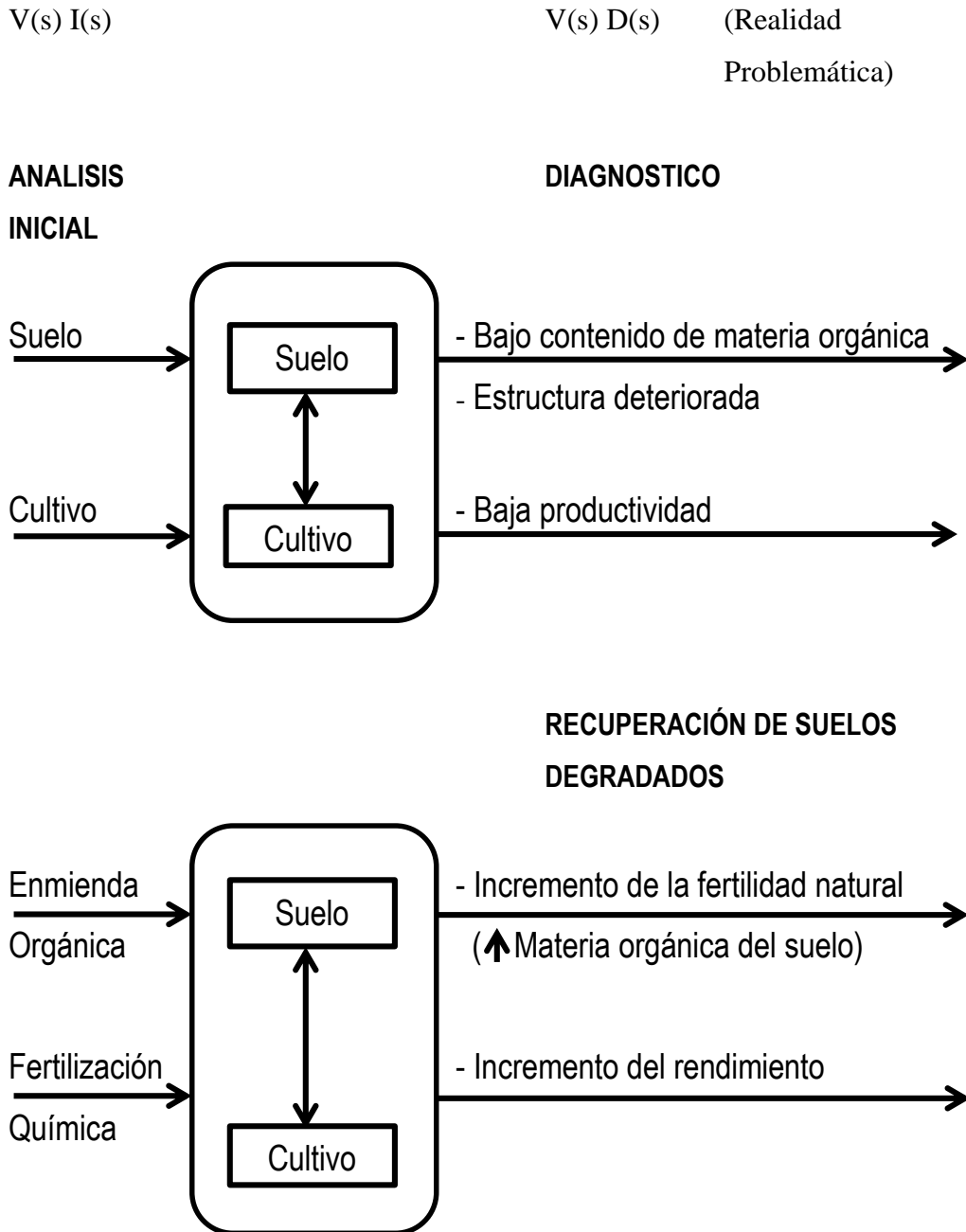
1. Caracterizar los suelos del campo del agricultor en la localidad de Shupluy, para determinar su fertilidad actual, antes del experimento y después del mismo.
2. Caracterizar el estiércol de vacuno (que es el que relativamente más abunda en la zona) indicando el contenido de humedad, pH, conductividad eléctrica (CE), macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na), micronutrientes (Cu, Zn, Fe, Mn y B).
3. Determinar las dosis, óptima económica, de nitrógeno, fósforo, potasio y abono orgánico seleccionado, en suelos degradados del valle del Callejón de Huaylas en el cultivo de maíz choclo, mediante experimento de campo y evaluación de las características de fertilidad de los suelos, condición nutricional y rendimiento del cultivo maíz.

1.2. Hipótesis

“La aplicación combinada de materia orgánica y fertilizantes químicos, contribuye a la restauración de los suelos degradados y al incremento del rendimiento de maíz choclo en el Callejón de Huaylas”.

1.3. Variables

Figura N° 01.- Objetivización de Variables



II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

El modelo convencional de desarrollo de los sistemas de producción de alimentos – agroecosistemas- fue orientado a la búsqueda de paquetes de tecnologías generales y universales, destinados a maximizar la producción por unidad de superficie. Estas recetas universales generaron problemas como la expulsión de muchos agricultores que no se adecuaban a estas exigencias, además de los problemas ambientales. Por esto, el enfoque prevaleciente en la agricultura moderna es inadecuado para promover el proceso de transformación o restauración agroecológica. Frente a esta situación o realidad problemática, se requiere otra forma de generación de conocimientos, asociado a un nuevo enfoque de los sistemas de producción.

La materia orgánica del suelo tiene un papel fundamental en el desarrollo y funcionamiento del ecosistema, pues el contenido y dinámica de la misma determina la productividad potencial, tanto de los sistemas naturales como de los cultivados. El porcentaje de suelos agrícolas con contenidos bajos de materia orgánica se incrementa a nivel mundial, como producto de los procesos de degradación imperantes. Esto determina la necesidad de aumentar su contenido a través del desarrollo de prácticas de manejo que favorezcan su mantenimiento (Sarandon y Flores, 2014).

La práctica agrícola del reciclaje de abonos orgánicos ha tenido vigencia desde que existen suelos agrícolas en el mundo, en donde el suelo participa en los ciclos biogeoquímicos de los principales elementos: carbono, nitrógeno, fósforo y azufre. La degradación de la materia orgánica es el fenómeno fundamental que asegura el reciclaje de los elementos constitutivos de la materia viva y el suelo cultivado es el principal protagonista en ese proceso (Sequi, 1999).

La fuente más utilizada para adicionar materia orgánica a los suelos son los abonos orgánicos provenientes del mismo campo, como residuos de cosecha y estiércoles.

La incorporación de materiales orgánicos de origen animal o vegetal a los suelos, ha demostrado que mejora sus condiciones físicas y por otra, el incremento de la disponibilidad de nutrientes para la biomasa del suelo y para las plantas, como consecuencia de los procesos de descomposición y mineralización que en ellos ocurren. En este sentido, los abonos orgánicos pueden ser aplicados al suelo en el mismo estado en que se producen, mientras que otros, bien por su naturaleza deben ser procesados antes de ser aplicados al suelo. Esto significa que deben ser sometidos a un proceso de compostaje, es decir, descomponer bioxidativamente sus constituyentes orgánicos de cualquier naturaleza bajo condiciones controladas para producir un producto estabilizado y sintetizado, denominado compost. Este compost presenta características y propiedades similares al humus de la materia orgánica del suelo, de tal manera de evitar fitotoxicidad y destrucción de patógenos tanto en suelos como en las plantas, entre otros (Sequi, 1999).

Las bondades de la materia orgánica del suelo son numerosas, sin embargo la aplicación de residuos plantea una serie de interrogantes, como la cantidad de material a utilizar para elevar y mantener los niveles de materia orgánica en el tiempo, y si los residuos pueden sustituir completamente al fertilizante inorgánico, cuando se requiere producir mayor cantidad de alimentos que satisfagan a la población mundial actual. Diversos estudios han demostrado que para recuperar suelos degradados y a la vez obtener mayores rendimientos, los abonos orgánicos pueden ser aplicados combinados con fertilizantes inorgánicos (N, P, K); lo cual constituye una alternativa de manejo de estos suelos. Cuando se piensa en fertilización orgánica se debe considerar un factor importante como las dosis adecuadas de estos productos orgánicos, y el manejo en el momento de su aplicación (Vargas, 2011).

La restauración ecológica es un proceso inclusivo y global, abarca las interrelaciones entre naturaleza y cultura, involucra todos los sectores de la sociedad y permite la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas locales privadas de sus derechos. Requiere la integración de conocimiento y práctica, la ciencia y otras formas de conocimiento son esenciales para diseñar, implementar y supervisar programas y proyectos de restauración. Al mismo tiempo, lecciones aprendidas de experiencias prácticas son esenciales para determinar y priorizar las necesidades científicas del campo. La restauración ecológica es política relevante y esencia, es una herramienta fundamental para lograr la conservación de la biodiversidad, mitigación de adaptación al cambio

climático, mejora de servicios de los ecosistemas, fomentar el desarrollo socioeconómico sostenible y mejorar la salud humana y el bienestar (SER, 2002).

2.2 Bases teóricas

Los ecosistemas degradados se enmarcan en los denominados Sistemas Generales sujetos a los principios básicos de la complejidad, interacción, incertidumbre y multicausalidad. Este marco epistemológico encuentra su operatividad en el hecho de que los ecosistemas son sistemas dinámicos, que evolucionan y co-evolucionan con la actividad humana, si bien se alude siempre a la *estabilidad* del mismo. El análisis de esta propiedad en un ecosistema puede referirse a su probabilidad de *persistencia* o de algún componente del mismo (capacidad de supervivencia). Se trata de un término descriptivo que no proporciona una evaluación de la capacidad del ecosistema para hacer frente a las perturbaciones. Sin embargo, la *resiliencia*, sí. Esta última cuestión proporciona un importante nexo de unión entre la teoría y la práctica en ecología, así como una oportunidad para la investigación desde un enfoque más deductivo. La propuesta es profundizar en esta cuestión para poder conocer mejor los factores a los que se debe prestar atención en los programas de restauración ecológica. Es aquí donde se hace necesario el conocer los mecanismos de resiliencia de sistemas que puedan servirnos de referente. Estos son los agroecosistemas de cultivos degradados (Hernández et al, 2002).

Los sistemas de producción intensiva y extensiva (Agricultura y Ganadería), resultan en perturbaciones que no sólo tienen efectos puntuales en la composición, estructura y diversidad de la biota y del suelo, sino que alteran la dinámica hídrica, los flujos de nutrientes y la capacidad regenerativa natural de los ecosistemas, lo cual puede llevar a comunidades propias de sucesiones detenidas (sucesiones secundarias) o incluso desviadas (ecosistemas degradados), también producen compactación del suelo, lixiviación de nutrientes y pérdida de materia orgánica (Vargas, 2011),

Para los que trabajan en restauración ecológica, tanto en investigación como en desarrollo, la importancia de recuperar los ecosistemas degradados es evidente, aunque sea parcialmente (como los suelos). Lo anterior debido a los beneficios sociales derivados de la mejoría de las condiciones ambientales locales, la recuperación de servicios ecosistémicos a escalas regionales, e incluso de la capacidad productiva de los sitios (suelos)

recuperados. El desarrollo de la práctica de la restauración agroecológica y el conocimiento científico que se ha generado en torno a ella atestiguan su creciente importancia, así como también lo hace su incorporación a prácticas de manejo de agroecosistemas bien establecidos. Sin embargo, no deja de ser sorprendente que en algunas regiones la práctica de la restauración ecológica es aun marginal o incipiente, incluso en situaciones en donde su implementación mostraría beneficios sociales y económicos en el corto plazo. Para explicar esto último, se ha argumentado que son las limitaciones económicas la principal causa de que la restauración ecológica no se practique. Por cuestiones de costo-efectividad, se propone que es mejor asignar recursos limitados a otros esfuerzos que tienen más impacto en mantener la biodiversidad, como la conservación de áreas naturales protegidas, o la creación de nuevas reservas. Aunque es indiscutible que la conservación de sitios aun no degradados debe ser prioritaria, no se puede ignorar que mejorar las condiciones de los agroecosistemas degradados, de los cuales depende la mayor parte de la población humana, y de las que aún se obtienen buena parte de los servicios ecosistémicos es necesario. Siguiendo la línea de argumentación económica, gracias al trabajo de diversos autores, pero principalmente de Aronson y sus colaboradores, es que la restauración ecológica se ha justificado en términos de recuperar el capital natural. Esta línea de argumentación se basa en el hecho de que la naturaleza es la que sostiene a las economías y, por lo tanto su destrucción causa pérdidas en la base misma de las sociedades. Aunque la justificación en términos económicos de la restauración ecológica es necesaria, no es suficiente. Por ejemplo, se argumenta en base a la teoría social cognitiva de Bandura, que se necesita además de un fuerte interés colectivo de la población para intervenir activamente en el proceso de restauración ecológica. Esto es necesario porque los proyectos de restauración necesitan de la intervención directa de la población para poder realizarse y, una vez concluidos, de un compromiso social para su mantenimiento, conservación o uso sostenible a largo plazo. Lograr que se involucre la población en el proceso de restauración es un reto porque los dueños de la tierra degradada o los productores que dependen de su manejo deben cambiar sus prácticas y su relación con los recursos naturales y porque puede haber otros grupos sociales interesados en intervenir directamente en el proceso. En este sentido, la restauración ecológica requiere en muchos casos de la resolución de conflictos derivados de visiones opuestas de la naturaleza y de lograr una visión común de la restauración ecológica, es decir una construcción social de la misma (Linding, 2011).

Muchas instituciones se han forjado un nicho al adoptar el lema de «producir conservando y conservar produciendo»; lo importante es que se aclare que no se trata de un intento más de cómo encajar la cuestión ambiental dentro de regímenes agrícolas ya establecidos, sino de buscar una sinergia real entre ecología, economía y ciencias silvoagropecuarias. Concretar esta visión significará reorientar la investigación y la enseñanza agrícola para enfrentar los desafíos de la gran masa de campesinos pobres y sus ecosistemas frágiles, pero asegurando también la sustentabilidad de las áreas intensivas de producción. Para esto será necesario introducir una racionalidad ecológica en la agricultura para minimizar el uso de insumos agroquímicos, complementar los programas de conservación de agua, suelos y biodiversidad, planificar la producción en función de las potencialidades de los suelos y promover el manejo sustentable. Dada la heterogeneidad de los ecosistemas naturales y de los sistemas agrícolas así como la naturaleza diferenciada de la pobreza rural en América Latina, es claro de que no puede existir un tipo único de intervención tecnológica para el desarrollo; las soluciones deben diseñarse de acuerdo con las necesidades y aspiraciones de las comunidades, así como las condiciones biofísicas y socioeconómicas imperantes. El problema con los enfoques agrícolas convencionales es que no han tomado en cuenta las enormes variaciones en la ecología, las presiones de la población, las relaciones económicas y las organizaciones sociales que existen en la región, y por consiguiente el desarrollo agrícola no ha estado a la par con las necesidades y potencialidades de los campesinos locales. Con el crecimiento de la población y el incremento de la demanda económica y social que se proyecta, se perfilan dos desafíos cruciales que deberán ser enfrentados por el mundo académico y el mundo del desarrollo: 1) Incrementar la producción agrícola a nivel regional en casi un 30-40%, sin agravar aún más la degradación ambiental, y 2) Proveer un acceso más igualitario a la población, no sólo a alimentos, sino a los recursos necesarios para producirlos. Estos desafíos se dan dentro de un escenario de alta disparidad en la distribución de la tierra, de marcados niveles de pobreza rural y de una decreciente y degradada base de recursos naturales. Existe además la experiencia de que la importación de tecnologías de alto insumo para incrementar la producción agrícola no fue una condición suficiente para solucionar los problemas de hambre y pobreza. La totalidad de las revoluciones tecnológicas favorecieron preferentemente al sector agrícola comercial de gran escala y no a la gran masa de campesinos de la región que alcanza casi 9 millones de unidades productivas en las cuales se produce una alta proporción de los cultivos básicos para la nutrición regional. Al respecto, la problemática contemporánea de la producción ha evolucionado de una

dimensión meramente técnica a una de dimensiones más sociales, económicas, políticas, culturales y ambientales. En otras palabras, la preocupación central hoy es la de la sustentabilidad de la agricultura. El concepto de sustentabilidad es útil porque recoge un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema tanto económico, social y ecológico. La comprensión de estos tópicos más amplios acerca de la agricultura requiere entender la relación entre la agricultura y el ambiente global, ya que el desarrollo rural depende de la interacción de subsistemas biofísicos, técnicos y socioeconómicos. Este enfoque más amplio, que permite entender la problemática agrícola que en términos holísticos se denomina «agroecología» y, se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo. De este modo, a la investigación agroecológica le interesa no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino la optimización del agroecosistema total. Esto tiende a reenfocar el énfasis en la investigación agrícola más allá de las consideraciones disciplinarias hacia interacciones complejas entre personas, **cultivos, suelo**, animales, etcétera. Muchos sistemas agrícolas alternativos desarrollados por agricultores son altamente productivos. Hay ciertas características típicas comunes a todos ellos, como la mayor diversidad de cultivos, el uso de rotaciones con leguminosas, la integración de la producción animal y vegetal, **el reciclaje y uso de residuos de cosecha y estiércol, y el uso reducido de productos químicos sintéticos**. Degradación del suelo significa el cambio de una o más de sus propiedades a condiciones inferiores a las originales, por medio de procesos físicos, químicos y/o biológicos. En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva (Altieri, 2000).

Cualquier proceso que conduzca a una reducción gradual o acelerada, temporal o permanente, de la capacidad productiva del recurso suelo, o al incremento de los costos de producción se denomina degradación (Pla, 1988).

Según Bertoni y Lombardi (1985), las tierras agrícolas se vuelven gradualmente menos productivas por cuatro razones principales:

1. Degradación de la estructura del suelo;
2. Disminución de la materia orgánica;
3. Pérdida del suelo; y
4. Pérdida de nutrientes.

Estas razones son efectos producidos básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo y por la acción de la erosión acelerada.

Según Mielniczuk y Schneider (1984), tres son, las etapas básicas de degradación del suelo:

En la etapa 1 las características originales (materia orgánica y estructura) son destruidas gradualmente. El usuario de la tierra no percibe este fenómeno, porque la erosión ocurre en niveles tolerantes y el rendimiento de los cultivos se mantiene estable por la aplicación normal de fertilizantes y de enmiendas.

En la etapa 2 la materia orgánica alcanza valores bajos y el suelo pierde estructura. Por el uso intensivo de implementos agrícolas se produce la aparición de una capa compactada que impide la infiltración del agua y la penetración de las raíces. La erosión se vuelve acelerada y el rendimiento de los cultivos se reduce severamente, la aplicación de enmiendas y fertilizantes se vuelve menos eficaz, sea por las condiciones físicas adversas al desarrollo de las plantas, o por las grandes pérdidas de suelo y de nutrientes que han ocurrido por la erosión, disminuyendo su efecto actual y residual.

En la etapa 3 el proceso de erosión es tan violento que la tierra comienza a ser abandonada por el agricultor, debido a la baja productividad y dificultad de operación de máquinas a causa de la existencia de surcos y cárcavas en el campo. El tiempo que lleva a un suelo cultivado a llegar a la etapa 3 depende de la intensidad de aplicación de las prácticas inadecuadas de manejo, de su pendiente y textura, que se relacionan mucho con su resistencia a la erosión hídrica.

2.3 Definición de términos

La restauración agroecológica es un elemento coyuntural al desarrollo de relaciones más armónicas y colaborativas Estado–Comunidad Local, para garantizar la conservación de las áreas protegidas y el mantenimiento de los servicios ambientales y los procesos ecológicos esenciales. La agroecología promueve un manejo dirigido del suelo que resalta la conservación y mejoramiento de los recursos locales (germoplasma, suelo, fauna benéfica, diversidad vegetal, etc.) y la integración de la biodiversidad de plantas y animales que acrecienta la sinergia y optimiza las funciones y procesos del agroecosistema productivo acorde con las condiciones ambientales y socioeconómicas efectivas del entorno. Altieri, Miguel, y Clara Nicholls (2002).

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios también es un proceso que afecta negativamente la biofísica interna del suelo para soportar vida en un ecosistema, incluyendo aceptar, almacenar y reciclar agua, materia orgánica y nutriente. Ocurre cuando el suelo pierde importantes propiedades como consecuencia de una inadecuada utilización. Las amenazas naturales son excluidas habitualmente como causas de la degradación del suelo. (Sarandón y Flores, 2014).

Recuperación de suelos, se define contaminación de un suelo como aquél en el que se encuentran sustancias a una concentración superior a la normal y que suponen un riesgo para el ecosistema y/o salud de las personas. Un suelo puede degradarse por diferentes causas (químicas, físicas o biológicas). (Linding, 2011).

La agroecología es una disciplina científica relativamente nueva, que frente a la agronomía convencional se basa en la aplicación de los conceptos y principios de la ecología al diseño, desarrollo y gestión de sistemas agrícolas sostenibles. La agroecología se basa en la producción de alimentos, implementando una mirada integral acerca del ecosistema, incluyendo el entorno social. La agroecología es política; ella demanda que nos comprometamos con la causa y que transformemos las estructuras de

poder de nuestras sociedades. Debemos poner el control de las semillas, la biodiversidad, las tierras y territorios, el agua, los sabores, la cultura, los bienes comunes y los espacios comunitarios en las manos de aquellos y aquellas que cuiden del planeta. (Guzman, G., et al., 2000).

La sustentabilidad es un proceso socio-ecológico caracterizado por un comportamiento en busca de un ideal común. Un ideal es un estado o proceso inalcanzable en un tiempo/espacio dados pero infinitamente aproximable y es esta aproximación continua e infinita la que inyecta sostenibilidad en el proceso. El modelo agrícola actual más promovido en el mundo, basado en sistemas homogéneos o especializados, ha fracasado notablemente en términos de sostenibilidad y equidad. En los casos en que no ha fallado, se debe a que esta producción ha sido subsidiada de una u otra forma, ya sea por la transferencia de recursos desde diferentes sectores de la sociedad o por la sobreexplotación de recursos relativamente abundantes. Tales subsidios absorben los costos de reducir la diversidad del agroecosistema, sin tener en cuenta aspectos como la contaminación ambiental, la degradación de los suelos o la pobreza rural. El principio de sostenibilidad está basado en varios conceptos: La ciencia de la sostenibilidad y la ciencia ambiental forman las bases de la estructura analítica y filosófica, mientras que los datos se coleccionan por medio de medidas de sostenibilidad. Después se usan estos datos para formular planes de políticas de sostenibilidad. (Eswaran; R. Lal; P.F. Reich, 2001).

Sistémico y holístico es una forma de comprender la interacción mutua entre los seres vivos y todo lo que les rodea. “**Holístico**” significa “completo”, así que pensamiento **holístico** es una forma de pensamiento completo en el que se engloba todo lo que ha sido creado. (SER, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Los materiales o muestras donde se han realizado las observaciones corresponden a los suelos degradados del campo del agricultor de Shupluy y, el cultivo de maíz choclo del experimento. Estructurado en un experimento, donde se aplicó estiércol de vacuno en una sola dosis de 10,000 Kg/ha y, la fertilización inorgánica con tres dosis de fertilizante nitrogenado, fosfórico y, potásico, para determinar la fertilización óptima económica en el rendimiento de maíz choclo.

3.1.1 Caracterización físico - química del abono orgánico

Evaluar su madurez y su condición como material enmienda agrícola, determinando sus propiedades que se mencionan a continuación:

a. Porcentaje de humedad (% H)

Pesar 50 gramos de muestra (peso húmedo) y colocar en estufa a 105 °C durante 24 horas, al cabo del cual tomar el peso seco, determinado de acuerdo a la fórmula: %Humedad = $(\text{Peso húmedo} - \text{Peso Seco}) * 100 / \text{Peso seco}$ (Laboratorio UNALM).

b. pH y conductividad eléctrica (CE)

PH: Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1.

CE: medida en extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 (Laboratorio UNALM).

c. Materia Orgánica

Determinar mediante el método de Walkley y Black, de combustión húmeda basado en la oxidación del carbono orgánico por una mezcla de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y ácido sulfúrico concentrado, acelerada por el calor de dilución del ácido sulfúrico en agua. %MO = $\%C \times 1.724$. (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes UNALM).

d. Determinación de macroelementos (N, P, K, Ca, Mg, Na)

Nitrógeno total: Para la determinación del nitrógeno total (N), pesar una muestra del abono orgánico alrededor de 0.5 gramos y someter a digestión húmeda con ácido sulfúrico y selenio como catalizador, destilado en micro Kjeldalh, recogido en solución de ácido bórico usando solución indicadora de azul de metileno y cuantificado posteriormente por titulación con ácido sulfúrico.

Fósforo disponible: método de Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3=0.5\text{M}$, pH 8.5.

Potasio disponible: extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N, pH 7.0.

Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio: por fotometría de llama y espectrofotometría de absorción atómica.

(Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes UNALM). Todos los elementos fueron expresados en términos de porcentajes.

e. Determinación de microelementos (Zn, Cu, Fe, Mn, B)

En el mismo extracto obtenido para la determinación de los macronutrientes (punto 3.1.4), determinar los metales pesados como: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y, cobre (Cu). La cuantificación de Fe, Mn se realiza por espectrofotometría de absorción atómica y Zn, Cu y B por emisión óptica de plasma. Las concentraciones se expresan en partes por millón (mg/kg).

3.1.2 Caracterización físico - química del suelo agrícola de shupluy

a. pH y conductividad eléctrica (CE)

PH: Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1.

CE: medida en extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 (Laboratorio UNALM).

b. Clase Textural

Método del hidrómetro (Laboratorio UNALM).

- Arena %

- Limo %
- Arcilla %

c. Carbonato de Calcio

El calcáreo total (CaCO_3), se determinó por el método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.

d. Materia Orgánica del suelo

Se determinó mediante el método de Walkley y Black, de combustión húmeda basado en la oxidación del carbono orgánico por una mezcla de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) y ácido sulfúrico concentrado. $\% \text{MO} = \% \text{C} \times 1.724$. (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes UNALM).

e. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Determinar utilizando una solución de acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N, a pH 7,0.

f. Determinación de macronutrientes (P, K y, Calcáreo total)

Fósforo disponible: método de Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3=0.5\text{M}$, pH 8.5.

Potasio disponible: extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N, pH 7.0.

Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio: por fotometría de llama y espectrofotometría de absorción atómica.

Los elementos P y K fueron expresados en términos de ppm. (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes UNALM).

g. Determinación de cationes cambiabiles (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , $\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$)

Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ , fotometría de llama y absorción atómica.

$\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$, método de Yuan, extracción con KCl: N.

Las concentraciones se expresan en meq/100g. (Laboratorio UNALM).

3.1.3. Ubicación geográfica del área

Se seleccionaron suelos degradados en la localidad de Shupluy en el valle del Callejón de Huaylas, en la Cuenca Media del río Santa, departamento de Ancash (Figura 1). Ubicado geográficamente entre los 9° 13' 23" de latitud sur y los 77° y 41' 16" de longitud oeste, a 2,505 msnm, en la población de Shupluy, distrito de Shupluy, Provincia de Yungay.

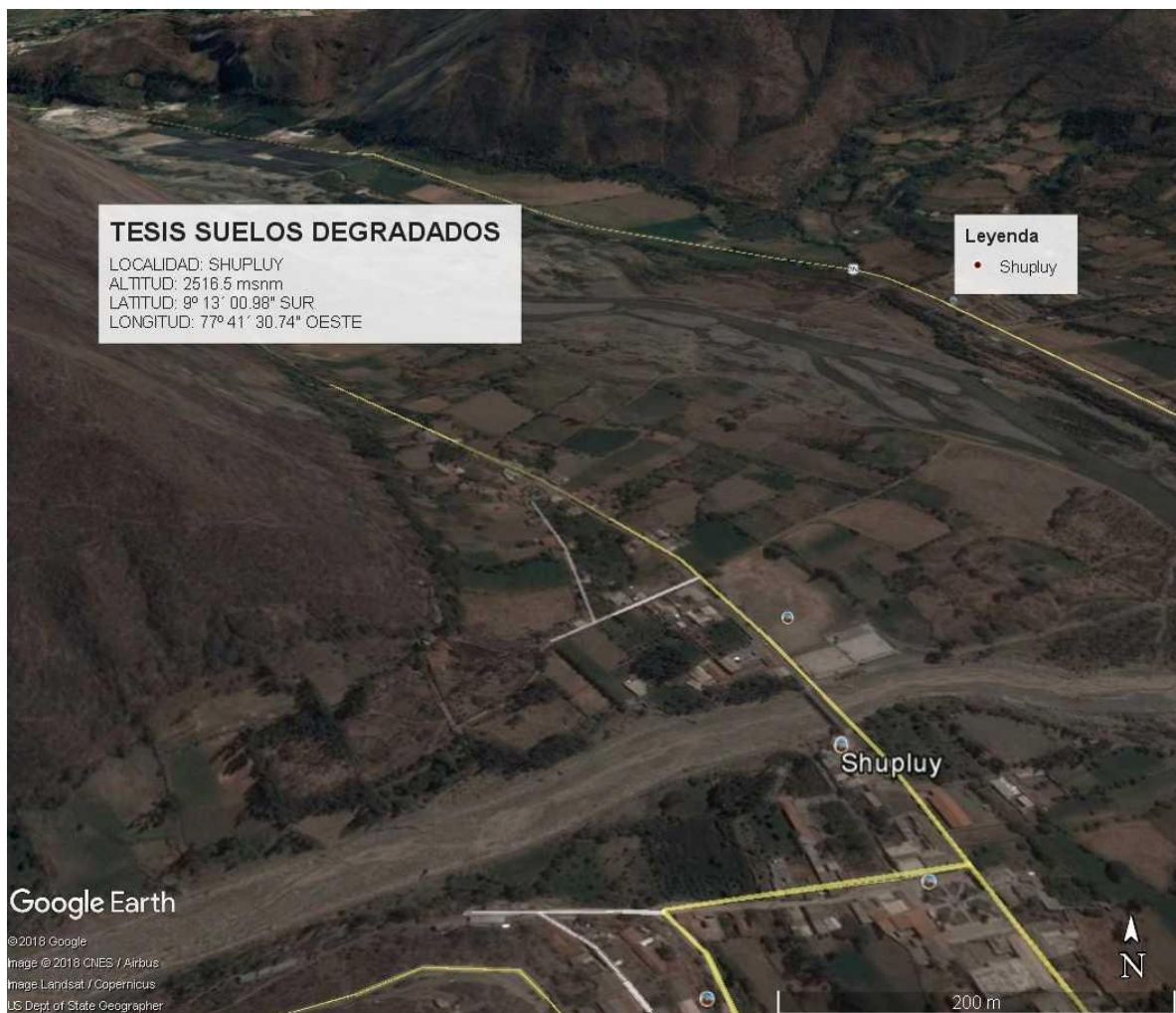


Figura 02.- Ubicación geográfica de los suelos en estudio, Cuenca media del río Santa, Callejón de Huaylas.

Fuente: Google Earth Pro

3.1.4. Características generales de la zona de estudio

Los suelos ubicados en Shupluy, pertenecen al orden Entisol, y fueron clasificados taxonómicamente al Grupo de los Ustifluvent. La unidad cartográfica, según criterio edafológico corresponde a la Serie Caraz. Estos suelos se sitúan entre los 2,300 y 3,200 msnm. Se derivan de a partir de materiales moderadamente gruesos de origen aluviónico y fluvio glacial, ocupando terrazas medias de configuración corta y estrecha que se distribuyen sobre ambas márgenes de río Santa. Estos suelos se caracterizan por presentar un sistema de drenaje adecuado debido a sus características texturales franco arenoso. El uso actual de estas tierras es intenso y, está orientado al cultivo de maíz, hortalizas, tubérculos y frutales (ONERN, 1973).

3.2. MÉTODOS

3.2.1 Tipo de investigación

- Según el objetivo de ésta: **Investigación aplicada;** Se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, como curar una enfermedad o conseguir un elemento o bien que pueda ser de utilidad. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico.
- Según el nivel de profundización en el objeto de estudio: **Investigación explicativa;** Se trata de uno de los tipos de investigación más frecuentes y en los que la ciencia se centra. Es el tipo de investigación que se utiliza con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. **Se busca no solo el qué sino el porqué** de las cosas, y cómo han llegado al estado en cuestión.

Para ello pueden usarse diferentes métodos, como la el método observacional, correlacional o experimental. El objetivo es crear modelos explicativos en el que puedan observarse secuencias de causa-efecto, si bien estas no tienen por qué ser lineales (normalmente, son mecanismos de causalidad muy complejos, con muchas variables en juego).

- Según el tipo de datos empleados: **Cuantitativa**; La investigación cuantitativa se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes **procedimientos basados en la medición**. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis. Los resultados de estas investigaciones se basan en la estadística y son generalizables.
- Según el grado de manipulación de las variables: **Investigación experimental**; Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables **en condiciones altamente controladas**, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa de la realidad. Permite establecer diferentes hipótesis y contrastarlas a través de un método científico.

3.2.2 Diseño de Investigación

Con el fin de recolectar la información necesaria para responder a las preguntas de investigación (bien sea cualitativa o cuantitativa), el investigador debe seleccionar un diseño de investigación. Para esto, se ha elegido el diseño experimental, y que éste se ocupa de la orientación dirigida a los cambios y desarrollos, tanto de la esfera de las ciencias naturales como de las sociales. El control adecuado es el factor esencial del método utilizado. La ley de la variable única debe cumplirse en toda situación experimental. Esta investigación se presenta mediante la manipulación de una variable por comprobar, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo y por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Para determinar recomendaciones de fertilización más precisas que permitan realizar una curva de respuestas basadas en tres niveles de fósforo y potasio, se ejecutó ocho parcelas por bloque y tres repeticiones en un diseño Bloque Completo al Azar (BCA).

3.2.3 Plan de recolección de la información

Con el propósito de recolectar una información confiable, pertinente y suficiente, con el diseño elegido, se obtiene información directa de la fuente primaria que origina la información en este caso del campo experimental donde se ha realizado las pruebas de rendimiento, mediante la observación o registro sistemático de los datos.

3.2.4 Procesamiento estadístico

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

Donde:

Y_{ij} = es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque.

μ = es el efecto de la media general.

τ_i = es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = es el efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque.

Cuadro N° 01.- Esquema del ANVA

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Cal _(0.05)
Bloque (b)	b – 1	SC(b)	SC(b)/GL(b)	CM(b)/CM(e)
Tratamiento (t)	t – 1	SC(t)	SC(t)/GL(t)	CM(t)/CM(e)
Error (e)	(t – 1)(b – 1)	SC(e)	SC(e)/GL(e)	
Total (T)	tb – 1	SC(T)		

Función General de las Curvas de Respuesta

$$Y = a + bX + cX^2$$

Y = Rendimiento en Kg/ha

X = Dosis de fertilizante en Kg de nutrientes por ha.

- a = Rendimiento de la parcela sin el fertilizante en cuestión, en Kg/ha.
- b = Pendiente de la curva en $X = 0$.
- c = Medida del descenso de la curva "c", es negativo cuando la curva desciende y, "c" es positivo cuando la curva asciende.

Análisis estadístico de la información

Una vez tomado los datos en el campo de los diferentes tratamientos de la parcela experimental, se realizó el análisis estadístico, utilizando el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

3.2.5 Población o universo

Se refiere al espacio donde serán válidos los resultados del trabajo de investigación, en este caso la zona agroecológica bosque seco Montano Tropical (bs-MT)

3.2.6 Unidad de análisis y muestra

- Unidad de análisis:

La unidad de análisis, o unidad experimental, es la unidad (parcela, planta, animal, elemento biótico o abiótico) a la que se aplican los tratamientos y, sobre la cual se hacen las mediciones (observaciones) de los parámetros de entrada (variables independientes: dosis de nutrientes), para determinar el efecto de dichos tratamientos sobre los parámetros de salida (variable dependiente: rendimiento del cultivo) (Ruiz, C. 2014).

- Muestra:

La muestra donde se realizaron las observaciones corresponde al área comprendida por los tres surcos centrales de cada parcela y, desechando los bordes inicial y final de cada surco, como se muestra en la figura: área de cosecha $1.6 \text{ m} \times 6.0 \text{ m} = 9.6 \text{ m}^2$ (veinte plantas)

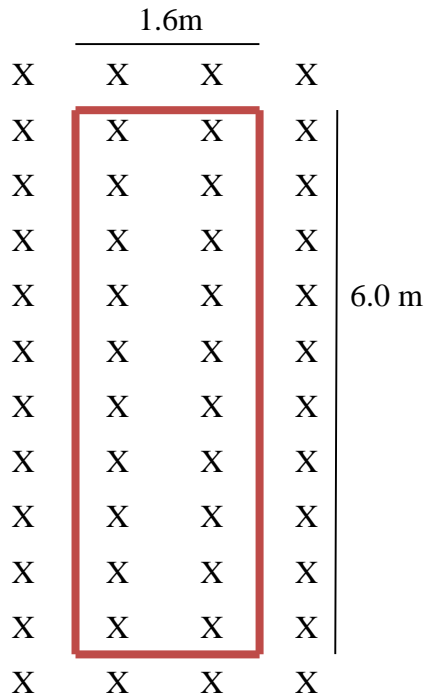


Figura 03.- Área de cosecha en cada parcela

Características del campo experimental:

a. Parcela:

- Ancho = 3.2 m (4 surcos a 80 cm entre surcos)
- Largo = 6 m (10 golpes por surco a 60 cm entre golpes)
- Área = 19.2 m²

b. Bloque:

- Ancho = 6 m (= al largo de la parcela)
- Largo = 25.6 m (= ancho de la parcela X 8 tratamientos)
- Área = 153.6 m²

c. Área neta del experimento: 3 repeticiones: 460.8 m²

d. Distanciamientos:

- Entre surcos = 80 cm
- Entre matas (3 plantas por golpe) = 60 cm

e. Densidad total por hectárea

- 62,500 plantas

f. Tratamientos:

- T1 = (Testigo: Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 0-0-0)
- T2 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 0-1-1)
- T3 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 1-1-1)
- T4 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 2-1-1)
- T5 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 1-0-1)
- T6 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 1-2-1)
- T7 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 1-1-0)
- T8 = (Estiércol de vacuno 10,000 Kg/há + 1-1-2)

Niveles de Fertilización y dosis de nutrientes

	Niveles	Dosis de Nutriente Kg/Ha
N =	0 - 1 - 2	0 - 60 - 120
P ₂ O ₅ =	0 - 1 - 2	0 - 60 - 120
K ₂ O =	0 - 1 - 2	0 - 30 - 60

Combinación de niveles

0 - 0 - 0	0 - 1 - 1	1 - 0 - 1	1 - 1 - 0
		1 - 1 - 1	
	2 - 1 - 1	1 - 2 - 1	1 - 1 - 2

Las combinaciones resultan en 8 parcelas (tratamientos).

Curvas de Respuesta:

N =	0 - 1 - 1	1 - 1 - 1	2 - 1 - 1
P ₂ O ₅ =	1 - 0 - 1	1 - 1 - 1	1 - 2 - 1
K ₂ O =	1 - 1 - 0	1 - 1 - 1	1 - 1 - 2

BORDE

CALLE								REP
101	102	103	104	105	106	107	108	I
110	112	111	121	101	211	011	000	
CALLE								II
218	217	216	205	204	203	202	201	
121	211	101	000	011	112	110	111	
CALLE								III
301	302	303	304	305	306	307	308	
112	111	011	211	121	000	101	110	
CALLE								

Figura 04.- Croquis del experimento:

La realización de ensayos en terrenos de agricultores, consiste en la elección de un diseño experimental adecuado y de las dosis de fertilizantes. La planificación de estos ensayos, exigen eficiencia de operación y sugieren que es probable que los métodos simples y directos dan los mejores resultados. Con respecto al diseño experimental el primer requisito es la posibilidad de calcular curvas de respuesta o superficies de respuesta que, por regla general, se denominan "funciones de producción". El diseño clásico que proporcionaría una información completa de los tres principales nutrientes de las plantas sería el 3^3 con 27 tratamientos, por lo cual el número de parcelas por repeticiones debe ser limitado y, la experiencia enseña que el número de parcelas por bloque no debe exceder de 15 o 16, ya que el empleo de un mayor número es probable que aumente la variación entre parcelas, debido a las irregularidades del suelo. El uso de ocho parcelas por bloque es el más adecuado (FAO, 1977).

Análisis Estadístico, según Calzada-Benza (1970).

- La base de las comprobaciones estadísticas de resultados experimentales es desde luego el análisis de varianza. Las relaciones de varianza muestran al experimentador los resultados en que puede confiar y aquellos que habrá que comprobar.
- Con los datos mostrados en las diferentes parcelas, se realizó el análisis estadístico, con las siguientes pruebas:

- Análisis de varianza ANVA
- Prueba de comparación múltiple Duncan

Se utilizó como planta índice al cultivo maíz choclo variedad Blanco Urubamba.

3.4.7 Procedimiento

Muestreo de suelo:

Antes de la Siembra: Se realizó el 3 de junio del 2018, en la cual se tomaron veinte sub muestras a una profundidad de 20 cm. con un tubo muestreador; estas sub muestras se juntaron para ser homogenizadas y luego se extrajo 1 Kg. para su análisis en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (cuya copia se acompaña).

Después de la Cosecha: Se realizó el 10 de diciembre del 2018 con la misma metodología y, el análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNASAM (cuya copia se acompaña)

Preparación del terreno: Esta labor se realizó el 3 de junio del 2018, en la que primeramente se hizo la roturación del terreno con maquinaria agrícola con una pasada de discos y una de rastra; luego el 6 de junio del 2018, se realizó el desmenuzando de los terrones con la ayuda de un pico y luego la limpieza de las malezas y piedras con el rastrillo y la carretilla.



Figura 05.- Preparación del terreno con tractor (arado de discos)

Marcación y surcado: Se realizó el 8 de junio del 2018; primeramente se tenía que cuadrar el terreno, para lo cual se empleó el método del triángulo con la ayuda de la wincha de 50 m, el cordel y las estacas, para luego diseñar los bloques, los tratamientos y las calles. Terminado la marcación se realizó el surcado manualmente con la ayuda de dos estacas, la wincha, el cordel y el pico a un distanciamiento de 80 cm. de distancia entre surcos quedando lista para la siembra.

Siembra: Se realizó el 10 de junio del 2018, para lo cual primero se hizo la mezcla del fertilizante de acuerdo a la combinación de los niveles de fertilización, se aplicó al fondo del surco a chorro continuo (la cantidad de fertilizante empleado para cada tratamiento se detalla en el anexo 2).

Luego se hizo el tapado del fertilizante ligeramente con el rastrillo y la siembra se realizó a costillas del surco con lampa a un distanciamiento de 60 cm colocando cuatro semillas por golpe.

Fertilización: La primera fertilización se realizó el 10 de junio del 2018 junto con la siembra. La segunda fertilización se realizó el 25 de julio del 2018, aplicando la otra mitad del nitrógeno, cuya cantidad para cada tratamiento no es la misma debido a la combinación de los niveles de fertilización. El fertilizante se aplicó a chorro continuo al lado de las plantas paralelo a los surcos.

Raleo y deshierbo: El raleo se realizó el 10 de julio del 2018, se hizo el raleo junto con el deshierbo eliminando las malezas y las plántulas más débiles y pequeñas dejando solo las tres más vigorosas.

Riego: Se realizó de acuerdo a la necesidad de la planta, uno de los cuales fue después de realizar el raleo antes de realizar el aporque – 23 de julio- (el primer riego hay que retrasarlo lo más posible para no sufrir el ataque de hongos), y los otros riegos posteriores al aporque, durante el desarrollo fenológico de la planta especialmente durante la floración y el llenado de granos.

Aporque: Se realizó el 25 de julio del 2018, para lo cual primero se tuvo que regar dos días antes del aporque, luego se incorporó la segunda dosis de nitrógeno, cambiando la posición del surco, se realiza arrimando la tierra alrededor de la hilera de las plantas con lo

que las plantas quedan al lomo del surco. Esta labor se realizó cuando las plantas tenían una altura de 30 a 35 cm. de altura.



Figura 06.- Vista del campo experimental después del deshierbo y antes del aporque

Control fitosanitario: Control de cogollero se realizó una primera aplicación el 1 de julio del 2018 y una segunda aplicación el 26 de julio del 2018, con el insecticida piretroide Baytroide 100 CE a la dosis de 150 cc/ha. Control del gusano de la mazorca se realizó una primera aplicación de Baytroide 100 CE a la dosis de 150 cc/ha el día 25 de octubre al 20-30 % de barbas y, luego dos aplicaciones más distanciados 7 días cada una.



Figura 07.- Primera aplicación de insecticida para control de cogollero



Figura 08: Segunda aplicación de insecticida para control de cogollero

Cosecha: Se realizó el 10 diciembre del 2018, solo se cosecharon dos surcos centrales de cada tratamiento por tratarse el experimento de fertilización y se emplea el efecto de borde, se realizó despancando las mazorcas. **Pesado:** Se realizó el mismo día de la cosecha, anotando todos los datos para su posterior análisis estadístico.

El momento de cosecha se determinó a la madurez fisiológica cuando en el grano se observa la capa negra a un 28 % de humedad, para llevarlo a “grano seco” comercializable con 14 % de humedad (FAO, 1977).

Corrección por desgrane: 92 %.

Corrección por humedad de grano: es conveniente expresar los rendimientos de grano con un porcentaje de humedad de 14 %, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Kg de grano con } 0\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Kg de rendimiento en grano húmedo} \times 100 - \% \text{ de humedad medida (o estimada)}}{100}$$

$$\text{Kg de grano con } 14\% \text{ de humedad} = \text{Kg de grano con } 0\% \text{ de humedad} \times 100 / 100 - 14$$



Figura N° 09.- Visita de supervisión del Dr. Juan Barreto.



Figura 10.- Visita de supervisión del Mag. Guillermo Castillo.



Figura 11.- Mazorcas recién cosechadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de resultados de las evaluaciones, se realiza mediante cuadros resúmenes, incluyendo en el anexo los valores originales, análisis de variancia y pruebas de significación.

En ecosistemas agrícolas, las prácticas de fertilización son cruciales para mantener la productividad de los cultivos. Aquí, en base al experimento en la localidad de Shupluy, se estudió la influencia de las prácticas de fertilización orgánica e inorgánica. Los resultados muestran que el contenido de materia orgánica del suelo fue aumentado por incorporación de estiércol de ganado vacuno. Las prácticas de fertilización a diferentes dosis de aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio afectaron significativamente la cosecha. Los resultados de este experimento indican que el uso de enmiendas orgánicas no sólo reduce la necesidad de mayor cantidad de fertilizantes minerales, sino que también mejora las propiedades biológicas del suelo con efectos directos sobre el rendimiento del cultivo.

4.1 Caracterización físico - química del abono orgánico (estiércol de vacuno)

Los resultados de las características físicas del abono orgánico seleccionado se presentan en la Tabla 1 (Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes UNALM). Se puede observar que el pH de 9.24 (fuertemente alcalino), indica el grado de madurez del material orgánico.

Con relación a la CE, se observa que el abono orgánico presenta un valor medio.

Tabla N° 1.- Características físicas:

ESTIERCOL DE VACUNO	Humedad %	pH	CE dS/m
	9.24	8.27	6.06

Tabla N° 2.- Características químicas:

ESTIERCOL DE VACUNO	MO	Nitrógeno	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%	%	%	%
	78.31	1.85	2.42	1.83

Contenido de macroelementos:

ESTIERCOL DE VACUNO	Calcio	Magnesio	Sodio
	CaO	MgO	Na
	%	%	%
	1.95	0.78	0.25

Contenido de microelementos:

ESTIERCOL DE VACUNO	Cobre	Zinc	Hierro	Manganeso	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	24	140	879	137	12

Cabe destacar el alto contenido de materia orgánica, lo que hace que se porte como una buena enmienda para mejorar la fertilidad y estructura del suelo.

La variación en la composición del estiércol depende de la especie animal, de su alimentación, contenido de materia seca (estado fresco o secado) y de cómo se le haya manejado. Para la práctica y uso en general se puede considerar que el estiércol contiene: 0,5 por ciento de nitrógeno, 0,25 por ciento de fósforo y 0,5 de potasio, es decir que una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. Al estar expuesto al sol y la intemperie, el estiércol pierde en general su valor. Se debe evitar el uso del estiércol fresco, debido a que puede tener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que se pueden propagar en los cultivos; por lo que es casi imposible abastecer las necesidades de los cultivos sólo mediante el estiércol. (Tapia, M. 1995).

4.2. Caracterización físico - química del suelo

- Antes de la siembra:

Tabla N° 3.- Características físicas:

Textura %			Clase	pH	CE dS/m	CaCO ₃ %
Arena	Limo	Arcilla	Textural			
42	28	30	Franco arcilloso	7.84	0.43	2.20

Tabla N° 4.- Características químicas:

MO %	P ppm	K ppm	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	CIC meq/100g
3.56	24.6	362	9.19	4.20	1.14	0.19	14.72

- Después de la cosecha:

Tabla N° 5.- Características físicas:

Textura %			Clase	pH	CE dS/m	CaCO ₃ %
Arena	Limo	Arcilla	Textural			
55	32	13	Franco arcilloso	7.61	1.672	0.46

Tabla N° 6.- Características químicas:

MO %	P ppm	K ppm	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	CIC meq/100g
6.179	31	88	13.12	1.61	0.22	0.60	15.55

Tabla N° 7.- Características físicas y químicas de los suelos.

Características/año	Valores Adecuados
pH	-
% arena	-
% limo	-
% Arcilla	-
CE (dS.m ⁻¹ a 25 °C)	< 0,75
Materia Orgánica (%)	2,00 - 4,00
Fósforo (ppm)	13 – 25
Potasio (ppm)	51 – 100
Calcio (ppm)	200 – 400
Magnesio (ppm)	100 – 150
Zinc (ppm)	1,6 - 3,0
Cobre (ppm)	0,9 -1,5
Manganeso (ppm)	9 – 24
Hierro (ppm)	12 – 24

Fuente Brito *et al.*, (2004)

En cuanto a las características físicas del suelo antes y después de la cosecha, éstas se mantienen, como el pH ligeramente alcalino, la CE menor a 2 dS/m como muy ligeramente salino y, el calcáreo total bajo.

En las características químicas, se nota la influencia de la adición del guano de corral (10 ton/ha), donde la materia orgánica pasa de un contenido medio (2 – 4 %) antes de la siembra a un contenido alto (> 4 %) después de la cosecha. El fósforo se mantiene en un valor adecuado de 13 a 25 (Brito, 2004). El potasio mantiene valores adecuados. La suma de cationes cambiabiles nos expresa un incremento de la Capacidad de Intercambio Catiónico –CIC- como efecto directo de la adición del guano de corral, es decir, se incrementa la fertilidad natural del suelo como consecuencia del aumento del contenido de materia orgánica del suelo.

4.3. Rendimiento de maíz choclo

Cuadro 02: Rendimiento de choclo Blanco Urubamba (Kg/ha)

TRAT.	CÓDIGO NIVEL	REPETICIÓN			TOTAL	PROMEDIO
		REP. I	REP. II	REP. III		
T1(00-00-00)	(0-0-0)	1,615	1,667	1,719	5,001	1,667
T2(00-60-30)	(0-1-1)	2,188	2,553	1,980	6,721	2,240
T3(60-60-30)	(1-1-1)	5,002	5,002	5,627	15,631	5,210
T4(120-60-30)	(2-1-1)	8,336	8,805	9,274	26,415	8,805
T5(60-00-30)	(1-0-1)	3,960	2,918	3,126	10,004	3,335
T6(60-120-30)	(1-2-1)	7,294	7,450	8,076	22,820	7,607
T7(60-60-00)	(1-1-0)	4,793	3,647	4,845	13,285	4,428
T8(60-60-60)	(1-1-2)	6,148	5,471	6,981	18,600	6,200
	TOTAL	39,336	37,513	41,628	118,477	4,937

Cuadro 03: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques

TRAT. BLOQ	0-0-0	0-1-1	1-1-1	2-1-1	1-0-1	1-2-1	1-1-0	1-1-2	Total Bloques
Repet – I	1,615	2,188	5,002	8,336	3,960	7,294	4,793	6,148	39,336
Repet – II	1,667	2,553	5,002	8,805	2,918	7,450	3,647	5,471	37,513
Repet – III	1,719	1,980	5,627	9,274	3,126	8,076	4,845	6,981	41,628
Total Trat.	5,001	6,721	15,631	26,415	10,004	22,7820	13,285	18,600	118,447
N	3	3	3	3	3	3	3	3	tn= 24
Medias	1,667	2,240	5,210	8,805	3,335	7,607	4,428	6,200	4,937

Cuadro 0 4: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques, ajustando al 92 % de grano (8 % de tusa o mazorca) y al 14 % de humedad de grano.

TRAT. BLOQ	0-0-0	0-1-1	1-1-1	2-1-1	1-0-1	1-2-1	1-1-0	1-1-2	Total Bloques
Repet – I	1,244	1,685	3,853	6,420	3,050	5,618	3,692	4,735	30,297
Repet – II	1,284	1,967	3,853	6,782	2,248	5,738	2,809	4,214	28,895
Repet – III	1,324	1,525	4,334	7,142	2,408	6,220	3,731	5,377	32,061
Total Trat.	3,852	5,177	12,040	20,344	7,706	17,576	10,232	14,326	91,253
n	3	3	3	3	3	3	3	3	tn= 24
Medias	1,284	1,726	4,013	6,781	2,569	5,859	3,411	4,775	3,802

Cuadro 0 5: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques (cont).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Cal	F. Tab.	SIG.
Bloque (b)	2	629,202	314,601	3.003	3.74	NS
Tratamiento (t)	7	79'272,243	11'324,606	21.669	4.28	**
Error (e)	14	1'674,899	119,636			
Total (T)	23	81'576,344				

$$\text{Coeficiente de Variabilidad} = 100 \sqrt{119,636} / 3,802 = 9.10 \%$$

Cuadro 0 6: Prueba de comparación de medias de Duncan

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTOS	CÓDIGO NIVEL	PROMEDIO	SIGNIFICANCIA
I	T4(120-60-30)	(2-1-1)	6,781	a
II	T6(60-120-30)	(1-2-1)	5,859	b
III	T8(60-60-60)	(1-1-2)	4,775	c d
IV	T3(60-60-30)	(1-1-1)	4,013	d e
V	T7(60-60-00)	(1-1-0)	3,411	e f
VI	T5(60-00-30)	(1-0-1)	2,569	f g
VII	T2(00-60-30)	(0-1-1)	1,726	g h
VIII	T1(00-00-00)	(0-0-0)	1,284	h

Del Cuadro 06, podemos decir que es notable la diferencia cuando se comparan tratamientos en las que se ha omitido algún elemento. El suministro de N a niveles medios de P₂O₅ y K₂O permite incrementar el rendimiento de 2.06 Tn/ha (T2) a 8.10 Tn/ha (T4); el aporte de P₂O₅ a niveles medios de N y K₂O permite incrementar el rendimiento de 3.07 Tn/ha (T5) a 6.99 Tn/ha (T6); la aplicación de K₂O a niveles medios de N y P₂O₅ permite incrementar el rendimiento de 4.07 Tn/ha (T7) a 5.70 Tn/ha (T8). Es notable la diferencia entre el testigo con 1.53 Tn/ha (T1) y el abonamiento con doble dosis de N 8.10 Tn/ha (T4).

4.4 Análisis económico

El análisis económico tiene como objetivo determinar las recomendaciones económicamente óptimas para los tres nutrientes, usando los siguientes criterios: La respuesta física del cultivo a los fertilizantes basada en los resultados de los ensayos, el precio del producto (en este caso choclo) y los precios de los nutrientes.

Existen varias formas de hacer el análisis, para la que se va a usar aquí es necesario calcular primero las tres curvas de respuesta usando como función general:

$$y = a + bx + cx^2$$

y = rendimiento en Kg/ha.

x = dosis de fertilizantes en Kg. de nutrientes por ha.

a = rendimiento de la parcela sin el fertilizante en cuestión de Tn/ha.

b = pendiente de la curva en x = 0.

c = medida del “descenso” de la curva si c es negativo, cuando c es positivo la curva asciende.

Cuadro 07: Cálculo de los rendimientos ajustados según las ecuaciones para varios niveles de fertilización:

x	Y _N	x	Y _P	x	Y _K
0	1726.00	0	2569.00	0	3411.00
30	2809.85	30	3240.85	30	4012.99
60	4014.18	60	4013.19	60	4774.97
90	5339.01	90	4886.02	90	5696.93
120	6784.34	120	6859.35	x ópt 93	5797.92
150	8350.15	150	6933.18	x máx 98	5969.81
180	10036.46	x ópt 169	7707.56		
210	11843.25	180	8107.49		
240	13437.67	x máx 186	8354.41		
x ópt 248	13770.54				
x máx 255	14779.37				

En las figuras N° 5, 6 y 7; se muestran las curvas de respuesta de los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio, así mismo la dosis de fertilización óptima económica para incrementar el rendimiento de maíz choclo cultivar Blanco Urubamba.

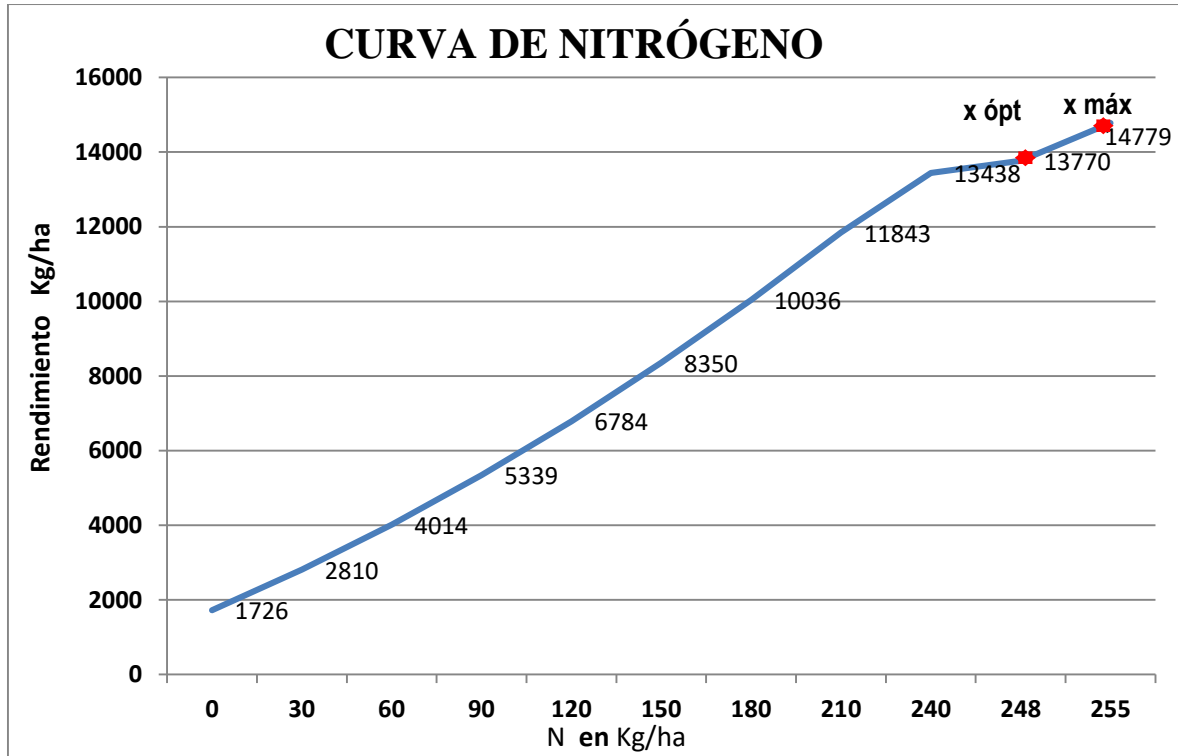


Figura 12.- Curva de respuesta del Nitrógeno, indicando la dosis de fertilización óptima económica.

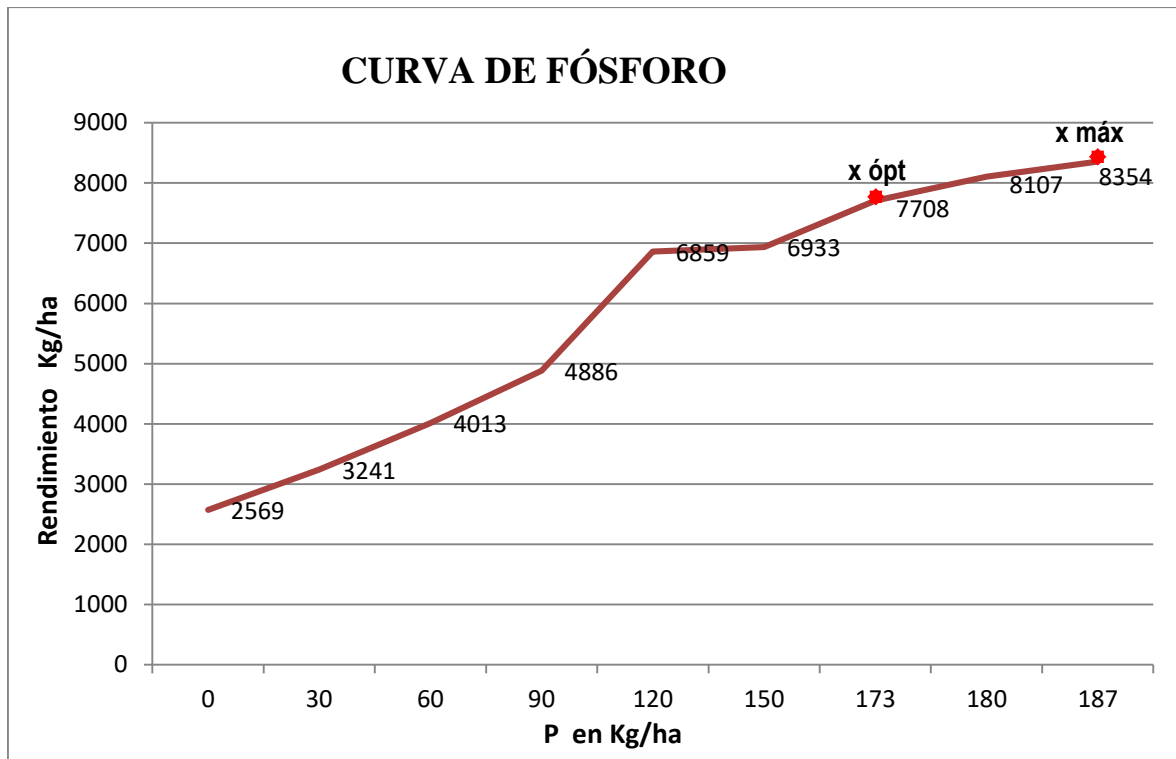


Figura 13.- Curva de respuesta del Fósforo, indicando la dosis de fertilización óptima económica.

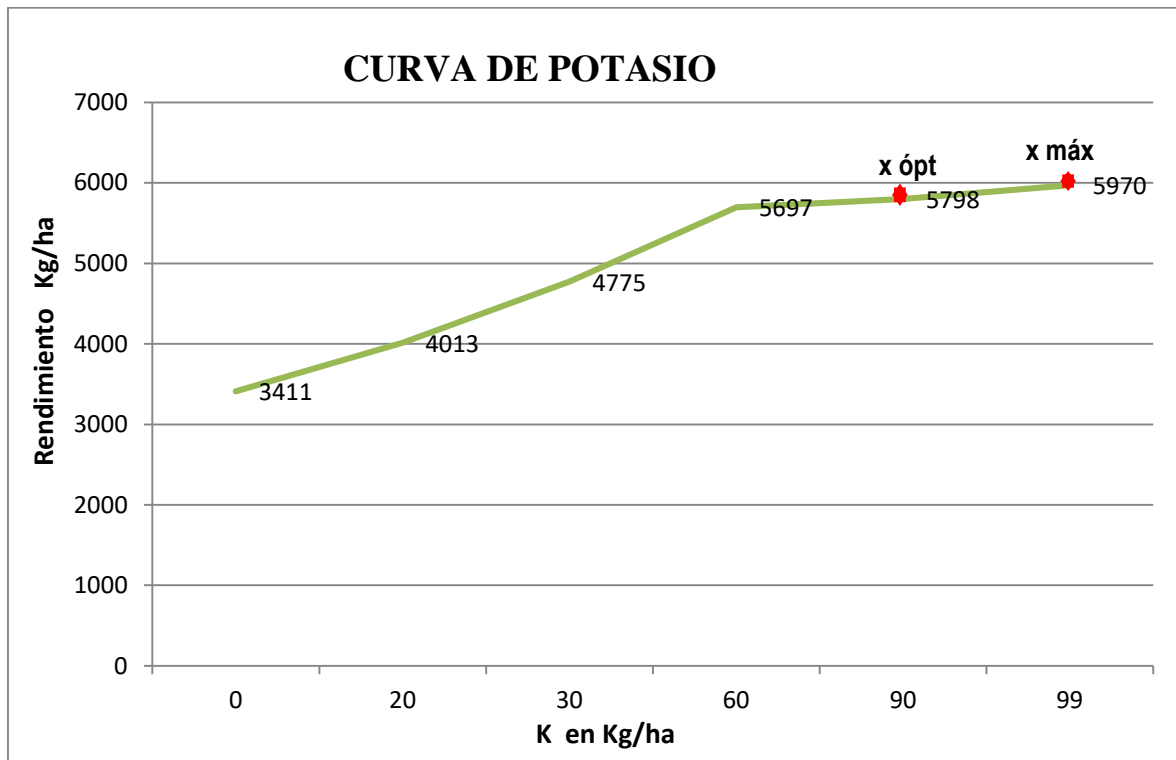


Figura 14.- Curva de respuesta del Potasio, indicando la dosis de fertilización óptima económica.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

SOLICITA : Regalado Delgado Lizeth Magaly - Tesista
MUESTRA : M -01
UBICACIÓN : Shupluy - Yungay - Ancash

M. N°	Textura			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
660	45	26	29	Franco arcilloso	7.61	3.350	0.168	31	88	1.672

CATIONES CAMBIABLES

Muestra N°	Ca ⁺² me/100gr.	Mg ⁺² me/100gr.	K ⁺ me/100gr.	Na ⁺ me/100gr.	H +Al me/100gr.	CIC me/100gr.
660	13.12	1.61	0.22	0.60	0.00	15.55

ANIONES

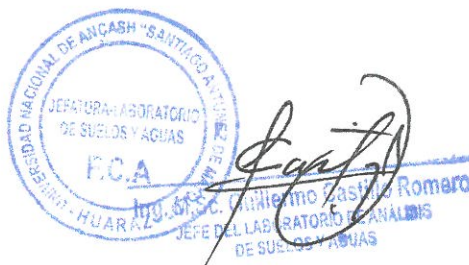
Muestra N°	Ca CO ₃ %	SO ₄ ⁼ me/100gr.	Cl ⁻ me/100gr.	Suma me/100gr.
660	0.46	0.10	2.60	2.70

RECOMENDACIONES Y

OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco arcilloso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente alcalina, medianamente rica en materia orgánica y en nitrógeno, rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problema de salinidad.

Huaraz, 19 de Noviembre del 2018



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se ha logrado caracterizar los suelos del campo del agricultor en la localidad de Shupluy, determinando su fertilidad actual, antes del experimento y después del mismo. Los resultados muestran que el contenido de materia orgánica del suelo fue aumentado por incorporación de estiércol de ganado vacuno, lo que hace que se porte como una buena enmienda para mejorar la fertilidad natural. Las prácticas de fertilización a diferentes dosis de aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio afectaron significativamente la cosecha incrementando el rendimiento.
2. Las curvas de respuesta de los nutrientes nos demuestra que en el caso del Nitrógeno el rendimiento del choclo se incrementa conforme se incrementa la cantidad de nutriente hasta llegar a un máximo de 255 Kg/ha de N, con un rendimiento de 14.78 Ton/ha de grano. En el caso del Fósforo el rendimiento se incrementa hasta llegar a un máximo de 8.35 Ton/ha de grano de choclo, con una fertilización de 186 Kg/ha de P_2O_5 . En el caso del Potasio el rendimiento se incrementa hasta llegar a un máximo de 5.97 Ton/ha de grano de choclo, con una fertilización de 98 Kg/ha de K_2O . Si se incrementa la cantidad de cada uno de los nutrientes por encima del máximo, el rendimiento empieza a disminuir.
3. Se ha caracterizado el estiércol de vacuno, en el cual los resultados de las características físicas del abono orgánico seleccionado se observa que el pH de 9.24 (fuertemente alcalino), indica el grado de madurez del material orgánico. Con relación a la CE, se observa que el abono orgánico presenta un valor medio. La materia orgánica elevó su concentración en el suelo degradado estudiado.
4. La dosis de fertilización óptima económica para incrementar el rendimiento de choclo cultivar Blanco Urubamba es: 248 Kg/ha de N, 169 Kg/ha de P_2O_5 y, 93 Kg/ha de K_2O .

5.2 Recomendaciones

1. Para fines de la presente investigación que consiste en determinar los niveles óptimos de fertilización para incrementar el rendimiento de maíz choclo Blanco Urubamba (en grano seco), se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilización: 248 N – 169 P₂O₅ – 93 K₂O, debido a que se obtiene un alto rendimiento y una buena utilidad.

2. Para obtener resultados óptimos en la cosecha se debe tener en cuenta la importancia de las labores agronómicas en el cultivo, antes y después de realizar la siembra:

- Se debe realizar la prueba de germinación de la semilla, para evitar problemas posteriores como la resiembra que nos conlleva a utilizar mano de obra extra y por ende mayor costo de producción.
- Para realizar la siembra el suelo se debe de encontrar a capacidad de campo para favorecer la germinación, en caso del Callejón de Huaylas se recomienda realizar la siembra en el mes de junio.
- Realizar las evaluaciones respectivas para detectar los daños causados por plagas o enfermedades en el momento oportuno para su control.
- Tener en cuenta que la provisión de agua de riego juega un papel muy importante en la etapa de llenado de granos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Altieri, Miguel y Nicholls, Clara. 2000. Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
02. Bertoni, J. y Lombardi, N.F. 1985. Conservacao do solo. Piracicaba, Llivroceres, 392p.
03. Calzada-Benza, José. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Lima – Perú: Editorial Jurídica.
04. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1977. Investigaciones sobre fertilidad de los suelos en terrenos de los agricultores. Roma – Italia: FAO
05. Gliessman, S, F., Rosado-May, C., Guadarrama-Zugasti, J., Jedlicka, A., Cohn, V., Mendez, R., Cohen, L., Trujillo, C., Bacon & R. Jaffe (2007) Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas 16 (1): 13-23.
06. Guzmán, et al. 2000. Introducción a la agoecología como desarrollo rural sostenible. Madrid. Ediciones Mundi Prensa.
07. Hart, R., 1980. Agroecosistemas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
08. Hernández, Ana., Urcelai, Arantzazu., y Pastor, Jesús. 2002. Evaluación de la resiliencia en ecosistemas terrestres degradados encaminada a la restauración ecológica. Alcalá de Henares, Madrid - España: Universidad de Alcalá.
09. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA, 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. Lima – Perú: INEI.
10. Linding, Roberto. 2011. La restauración ecológica como una construcción social. I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica. Bogotá – Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
11. López Mtz., José Dimas, Díaz Estrada, Antonio, Martínez Rubin, Enrique, Valdez Cepeda, Ricardo D., 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra Latinoamericana [en línea] 2001, 19 (octubre-diciembre): [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319401> > ISSN

12. Mielniczuk I., Scheneider P. 1984. Aspectos socio-económicos do manejo de solo no Sul do Brasil, In: T Simposio de Manejo do Solo e Plantío Direto no Sul do Brasil e III Simposio de Conservacao de Solo do Planalto. Passo Fundo, RS. Passo Fundo. Pp. 3-19.
13. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2014. Producción hortofrutícola. Lima – Perú: MINAGRI, Oficina de Estudios económicos y Estadísticos.
14. OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES, 1973. Estudio de suelos del Callejón de Huaylas. Lima – Perú: ONERN.
15. Pla Sentis I. 1988. Desarrollo de índices y modelos para el diagnóstico y prevención de la degradación de suelos agrícolas en Venezuela. Premio Agropecuario Banco Consolidado, Mención Científica (Versión Resumida). Pp: 1-39.
16. Sarandon, Santiago., y Flores, Claudia. 2014. Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. La Plata, Buenos Aires – Argentina: Edit. Universidad Nacional de La Plata.
17. Sequi, P. 1999. Usos de los fertilizantes orgánicos: una estrategia a nivel mundial para la agricultura y para el ambiente. Conferencia No. 4, del XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA), estado Lara. 12p.
18. SER, 2002. The SER primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, Sience and Policy Working Group. <http://www.ser.org>. Recuperado 03 de Octubre del 2018.
19. Vargas, Orlando. 2011. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica. Bogotá – Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

Cuadro A-1: Rendimiento de choclo Blanco Urubamba (Kg/parcela)

TRAT.	CÓDIGO NIVEL	REPETICIÓN		
		REP. I	REP. II	REP. III
T1(00-00-00)	(0-0-0)	1.550	1.600	1.650
T2(00-60-30)	(0-1-1)	2.100	2.450	1.900
T3(60-60-30)	(1-1-1)	4.800	4.800	5.400
T4(120-60-30)	(2-1-1)	8.000	8.450	8.900
T5(60-00-30)	(1-0-1)	3.800	2.800	3.000
T6(60-120-30)	(1-2-1)	7.000	7.150	7.750
T7(60-60-00)	(1-1-0)	4.600	3.500	4.650
T8(60-60-60)	(1-1-2)	5.900	5.250	6.700

Cuadro A-2: Rendimiento de choclo Blanco Urubamba (Kg/ha)

TRAT.	CÓDIGO NIVEL	REPETICIÓN			TOTAL	PROMEDIO
		REP. I	REP. II	REP. III		
T1(00-00-00)	(0-0-0)	1,615	1,667	1,719	5,001	1,667
T2(00-60-30)	(0-1-1)	2,188	2,553	1,980	6,721	2,240
T3(60-60-30)	(1-1-1)	5,002	5,002	5,627	15,631	5,210
T4(120-60-30)	(2-1-1)	8,336	8,805	9,274	26,415	8,805
T5(60-00-30)	(1-0-1)	3,960	2,918	3,126	10,004	3,335
T6(60-120-30)	(1-2-1)	7,294	7,450	8,076	22,820	7,607
T7(60-60-00)	(1-1-0)	4,793	3,647	4,845	13,285	4,428
T8(60-60-60)	(1-1-2)	6,148	5,471	6,981	18,600	6,200
	TOTAL	39,336	37,513	41,628	118,477	4,937

Cuadro A-3: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques

TRAT. BLOQ	0-0-0	0-1-1	1-1-1	2-1-1	1-0-1	1-2-1	1-1-0	1-1-2	Total Bloques
Repet – I	1,615	2,188	5,002	8,336	3,960	7,294	4,793	6,148	39,336
Repet – II	1,667	2,553	5,002	8,805	2,918	7,450	3,647	5,471	37,513
Repet – III	1,719	1,980	5,627	9,274	3,126	8,076	4,845	6,981	41,628
Total Trat.	5,001	6,721	15,631	26,415	10,004	22,7820	13,285	18,600	118,447
n	3	3	3	3	3	3	3	3	tn= 24
Medias	1,667	2,240	5,210	8,805	3,335	7,607	4,428	6,200	4,937

Cuadro A-3: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques, ajustando al 92 % de grano (8 % de tusa o coronta)

TRAT. BLOQ	0-0-0	0-1-1	1-1-1	2-1-1	1-0-1	1-2-1	1-1-0	1-1-2	Total Bloques
Repet – I	1,486	2,013	4,602	7,669	3,643	6,710	4,410	5,656	36,189
Repet – II	1,534	2,349	4,602	8,101	2,685	6,854	3,355	5,033	34,513
Repet – III	1,581	1,822	5,177	8,532	2,876	7,430	4,457	6,423	38,298
Total Trat.	4,601	6,184	14,381	24,302	9,204	20,994	12,222	17,112	109,000
n	3	3	3	3	3	3	3	3	tn= 24
Medias	1,534	2,061	4,794	8,101	3,068	6,998	4,074	5,704	4,542

Cuadro A-3: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques, ajustando al 14 % de humedad de grano.

TRAT. BLOQ	0-0-0	0-1-1	1-1-1	2-1-1	1-0-1	1-2-1	1-1-0	1-1-2	Total Bloques
Repet – I	1,244	1,685	3,853	6,420	3,050	5,618	3,692	4,735	30,297
Repet – II	1,284	1,967	3,853	6,782	2,248	5,738	2,809	4,214	28,895
Repet – III	1,324	1,525	4,334	7,142	2,408	6,220	3,731	5,377	32,061
Total Trat.	3,852	5,177	12,040	20,344	7,706	17,576	10,232	14,326	91,253
n	3	3	3	3	3	3	3	3	tn= 24
Medias	1,284	1,726	4,013	6,781	2,569	5,859	3,411	4,775	3,802

$$\text{Suma de cuadrados de todas observaciones} : 1244^2 + 1284^2 + \dots + 4214^2 + 5377^2 = 428'539,261$$

$$\text{Suma de cuadrados de totales bloques} : (30297^2 + 28895^2 + 32061^2)/t = 2,780'736,955/8 = 347'592,119$$

$$\text{Suma de cuadrados de totales tratamiento: } (3852^2 + \dots + 14326^2)/n = 1,278'705,481/3 = 426'235,160$$

$$\text{Cuadrado de suma de totales: } (30297 + 28895 + 32061)^2/t_n = 91,253^2/24 = 346'962,917$$

$$\text{Suma de cuadrados de todas observaciones-cuadrado de suma de totales} = 428'539,261 - 346'962,917 = 81'576,344$$

$$\text{Suma de cuadrados de totales bloques- cuadrado de suma de totales} = 347'592,119 - 346'962,917 = 629,202$$

$$\text{Suma totales tratamiento- cuadrado de suma de totales} = 426'235,160 - 346'962,917 = 79'272,243$$

$$\text{Suma de cuadrados de errores} = 81'576,344 - (629,202 + 79'272,243) = 1'674,899$$

Cuadro A-4: Análisis de Varianza eliminando variación entre bloques (cont).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Cal	F. Tab.	SIG.
Bloque (b)	2	629,202	314,601	3.003	3.74	NS
Tratamiento (t)	7	79'272,243	11'324,606	21.669	4.28	**
Error (e)	14	1'674,899	119,636			
Total (T)	23	81'576,344				

$$\text{Coeficiente de Variabilidad} = 100 \sqrt{119,636} / 3,802 = 9.10 \%$$

$$\text{1ra etapa.- Determinación de } S_x = \sqrt{2 * CM \text{ del error} / r} = \sqrt{2 * 119,636 / 3} = 282.41$$

2da etapa.- GL del error = 14, Tabla VII, AES (D), valores de “p”

Cuadro A-5: Amplitudes Límites de Significación de Duncan.

Valores de "p"	2	3	4	5	6	7	8
AES (D)	3.05	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41
S_x = 282.41							
ALS (D)	861	898	923	940	952	957	963

La ecuación que da los valores de la ALS (D) es:

$$ALS (D) = AES (D) * S_x$$

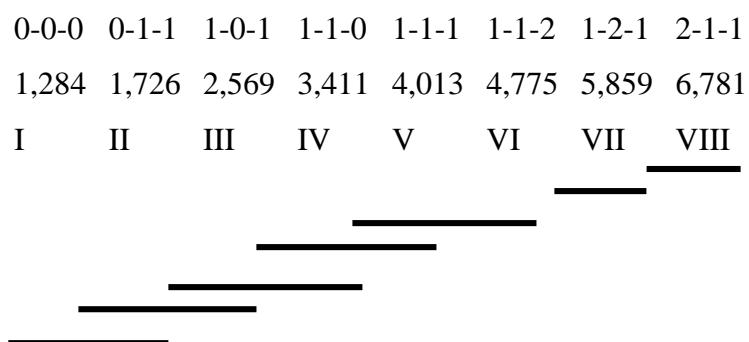
3ra etapa.- ordenar en orden creciente los resultados promedios de los tratamientos y, poner clave en números romanos

Tratamientos:	0-0-0	0-1-1	1-0-1	1-1-0	1-1-1	1-1-2	1-2-1	2-1-1
Promedios:	1,284	1,726	2,569	3,411	4,013	4,775	5,859	6,781
Clave:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

4ta etapa.- Empezar a comparar el promedio más alto con el más bajo

VIII – I	= 6,781 – 1,284 = 5,497 > a p8 = 963	Si signif.
VIII – II	= 6,781 – 1,726 = 5,055 > a p7 = 957	Si signif.
VIII – III	= 6,781 – 2,569 = 4,212 > a p6 = 952	Si signif.
VIII – IV	= 6,781 – 3,411 = 3,370 > a p5 = 940	Si signif.
VIII – V	= 6,781 – 4,013 = 2,768 > a p4 = 923	Si signif.
VIII – VI	= 6,781 – 4,775 = 2,006 > a p3 = 898	Si signif.
VIII – VII	= 6,781 – 5,859 = 922 > a p2 = 861	Si signif.
VII – I	= 5,859 – 1,284 = 4,575 > ALS (D) (7) = 963	Si signif.
VII – II	= 5,859 – 1,726 = 4,133 > ALS (D) (6) = 957	Si signif.
VII – III	= 5,859 – 2,569 = 3,290 > ALS (D) (5) = 952	Si signif.
VII – IV	= 5,859 – 3,411 = 2,448 > ALS (D) (4) = 940	Si signif.
VII – V	= 5,859 – 4,013 = 1,846 > ALS (D) (3) = 923	Si signif.

VII – VI	= 5,859 – 4,775 = 1,084 > ALS (D) (2) = 898	Si signif.
VI – I	= 4,775 – 1,284 = 3,491 > ALS (D) (6) = 957	Si signif.
VI – II	= 4,775 – 1,726 = 3,049 > ALS (D) (5) = 952	Si signif.
VI – III	= 4,775 – 2,569 = 2,206 > ALS (D) (4) = 940	Si signif.
VI – IV	= 4,775 – 3,411 = 1,364 > ALS (D) (3) = 923	Si signif.
VI – V	= 4,775 – 4,013 = 762 < ALS (D) (2) = 898	No signif.
V – I	= 4,013 – 1,284 = 2,729 > ALS (D) (5) = 952	Si signif.
V – II	= 4,013 – 1,726 = 2,287 > ALS (D) (4) = 940	Si signif.
V – III	= 4,013 – 2,569 = 1,444 > ALS (D) (3) = 923	Si signif.
V – IV	= 4,013 – 3,411 = 602 < ALS (D) (2) = 898	No signif.
IV – I	= 3,411 – 1,284 = 2,127 > ALS (D) (4) = 940	Si signif.
IV – II	= 3,411 – 1,726 = 1,685 > ALS (D) (3) = 923	Si signif.
IV – III	= 3,411 – 2,569 = 842 < ALS (D) (2) = 898	No signif.
III – I	= 2,569 – 1,284 = 1,285 > ALS (D) (3) = 923	Si signif.
III – II	= 2,569 – 1,726 = 843 < ALS (D) (2) = 898	No signif.
II – I	= 1,726 – 1,284 = 442 < ALS (D) (2) = 898	No signif.



Cuadro A-6: Rendimiento de choclo Blanco Urubamba (Kg/ha), comparación de medias de Duncan.

TRAT.	CÓDIGO NIVEL	PROMEDIO	SIG.
T4(120-60-30)	(2-1-1)	6,781	a
T6(60-120-30)	(1-2-1)	5,859	b
T8(60-60-60)	(1-1-2)	4,775	c d
T3(60-60-30)	(1-1-1)	4,013	d e
T7(60-60-00)	(1-1-0)	3,411	e f
T5(60-00-30)	(1-0-1)	2,569	f g
T2(00-60-30)	(0-1-1)	1,726	g h
T1(00-00-00)	(0-0-0)	1,284	h
	PROMEDIO	3,802	

ANÁLISIS ECONOMICO

El análisis económico tiene como objetivo determinar las recomendaciones económicamente óptimas para los tres nutrientes, usando los siguientes criterios: La respuesta física del cultivo a los fertilizantes basada en los resultados de los ensayos, el precio del producto (en este caso choclo) y los precios de los nutrientes.

Existen varias formas de hacer el análisis, para la que se va a usar aquí es necesario calcular primero las tres curvas de respuesta usando como función general:

$$y = a + bx + cx^2$$

y = rendimiento en Kg/ha.

x = dosis de fertilizantes en Kg. de nutrientes por ha.

a = rendimiento de la parcela sin el fertilizante en cuestión de Tn/ha.

b = pendiente de la curva en x = 0.

c = medida del “descenso” de la curva si c es negativo, cuando c es positivo la curva asciende.

Se ordenan los datos en la siguiente forma:

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A	0-1-1	1726		
B	1-1-1	4013		
C	2-1-1	6781		
A	1-0-1		2569	
B	1-1-1		4013	
C	1-2-1		5859	
A	1-1-0			3411
B	1-1-1			4013
C	1-1-2			4775

De los rendimientos observados en **A**, **B** y **C** se calcula los factores **a**, **b** y **c** de la manera siguiente:

	N	P	K
$a = A$	$a = 1726$	$a = 2569$	$a = 3411$
$b = (4B - C - 3A)/2$	$b = 2047$	$b = 1243$	$b = 522$
$c = (C + A - 2B)/2$	$c = 241$	$c = 201$	$c = 80$

Obteniendo así: $y = a + bx + cx^2$

$$Y_N = 1726 + 2047x + 241x^2$$

$$Y_P = 2569 + 1243x + 201x^2$$

$$Y_K = 3411 + 522x + 80x^2$$

Hasta ahora las x significan algo diferente en cada una de las tres ecuaciones; ya que el nivel 1 es 60 Kg. de N, 60 Kg. de P₂O₅ y 30 Kg. de K₂O por ha respectivamente, la x en la primera ecuación representa 60 Kg. de N, en la segunda

60 Kg. de P₂O₅ y en la tercera 30 Kg. de K₂O. Uniformizadas los **x** para representar un Kg. de nutriente da los siguientes resultados:

$$Y_N = 1726 + 2047x/60 + 241x^2/60^2$$

$$Y_P = 2569 + 1243x/60 + 201x^2/60^2$$

$$Y_K = 3411 + 522x/30 + 80x^2/30^2$$

$$Y_N = 1726 + 34.12x + 0.06694x^2$$

$$Y_P = 2569 + 20.72x + 0.05583x^2$$

$$Y_K = 3411 + 17.40x + 0.08888x^2$$

Cálculo de los rendimientos ajustados según las ecuaciones para varios niveles de fertilización:

x	Y_N	x	Y_P	x	Y_K
0	1726.00	0	2569.00	0	3411.00
30	2809.85	30	3240.85	30	4012.99
60	4014.18	60	4013.19	60	4774.97
90	5339.01	90	4886.02	90	5696.93
120	6784.34	120	6859.35	x ópt 93	5797.92
150	8350.15	150	6933.18	x máx. 98	5969.81
180	10036.46	x ópt 169	7707.56		
210	11843.25	180	8107.49		
240	13437.67	x máx 186	8354.41		
x ópt 248	13770.54				
x máx 255	14779.37				

La recomendación para el máximo rendimiento está dado por:

$$x \text{ N max} = -b/2c = -34.12/2(0.06694) = 255$$

$$x \text{ N opt} = (P_x/P_y - b)/2c = (3.13/3.25 - 34.12)/0.13388 = 248$$

$$x \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ max} = -b/2c = -20.72/0.11166 = 186$$

$$x \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ opt} = (P_x/P_y - b)/2c = (5.86/3.25 - 20.72)/0.11166 = 169$$

$$x \text{ K}_2\text{O max} = -b/2c = -17.40/0.17776 = 98 \text{ Kg/ha de K}_2\text{O}$$

$$x \text{ K}_2\text{O opt} = (P_x/P_y - b)/2c = (3.00/3.25 - 17.40)/0.17776 = 93$$

La recomendación para la óptima fertilización económica es:

$$x \text{ N opt} = 248 \text{ Kg/ha de N}$$

$$x \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ opt} = 169 \text{ Kg/ha de P}_2\text{O}_5$$

$$x \text{ K}_2\text{O opt} = 93 \text{ Kg/ha de K}_2\text{O}$$

- Precio del producto (maíz Blco Urub) = S/. 3.25/Kg
- Precio del Nitrógeno = S/. 3.13/Kg
- Precio del Fósforo = S/. 5.86/Kg
- Precio del Potasio = S/. 3.00/Kg

En las figuras N° 5, 6 y 7; se muestran las curvas de respuesta de los nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio, así mismo la dosis de fertilización óptima económica para incrementar el rendimiento de maíz choclo cultivar Blanco Urubamba.

Figura 05.- Curva de respuesta del Nitrógeno, indicando la dosis de fertilización óptima económica.

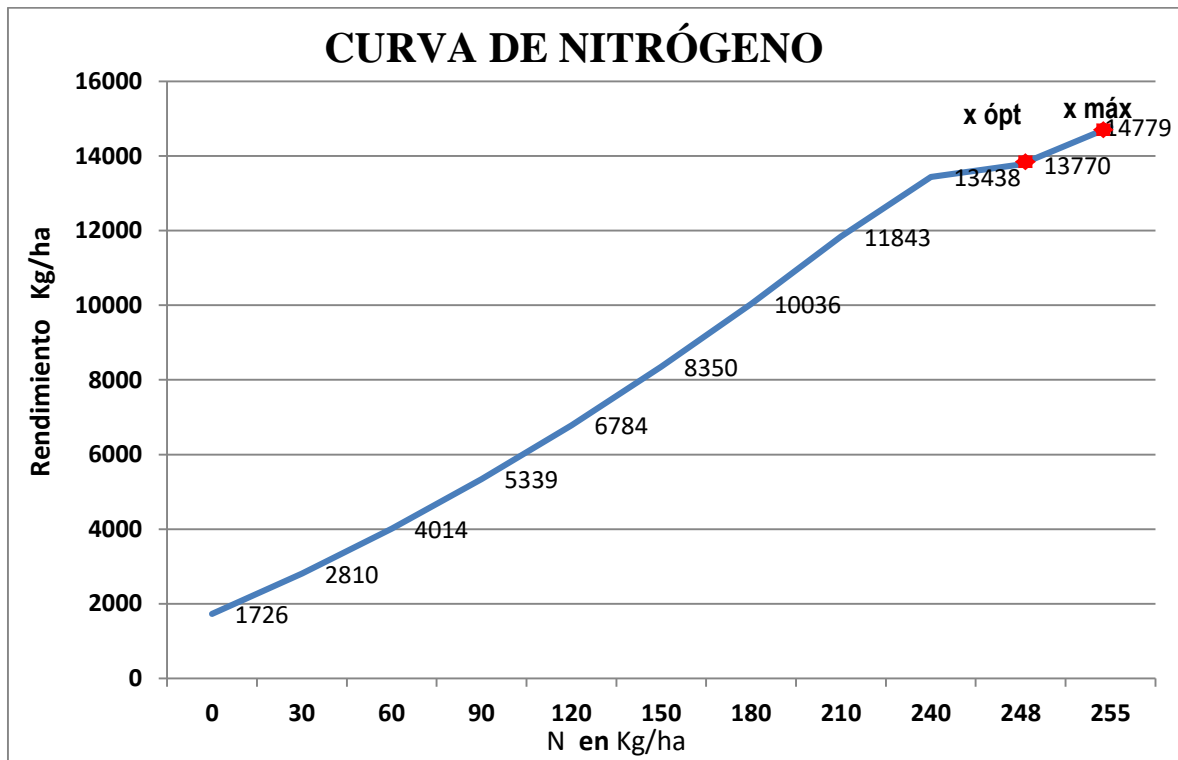


Figura 06.- Curva de respuesta del Fósforo, indicando la dosis de fertilización Óptima económica.

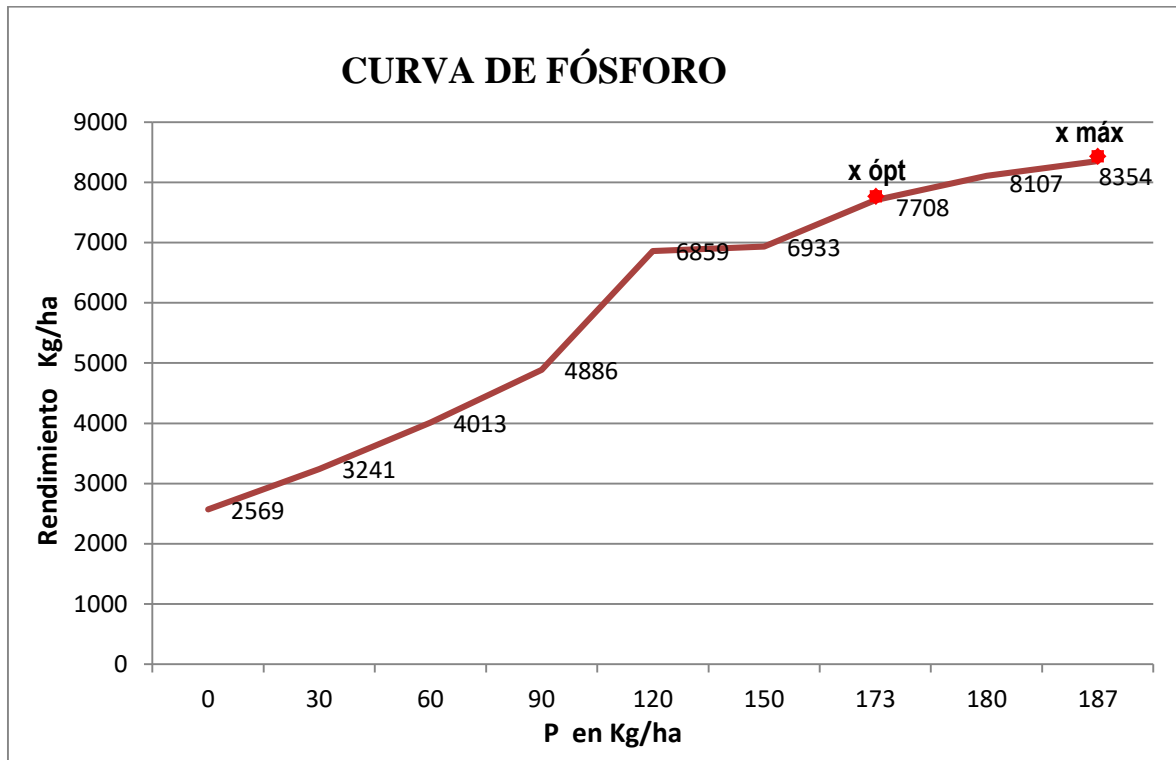
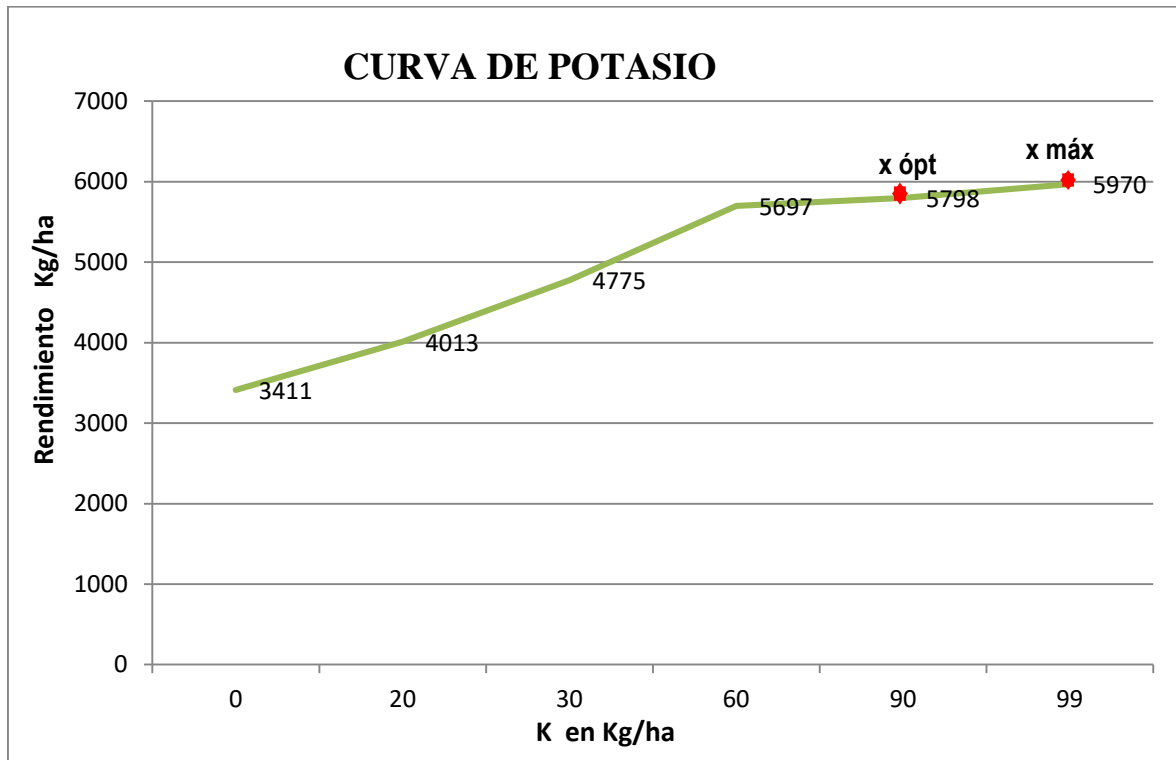


Figura 07.- Curva de respuesta del Potasio, indicando la dosis de fertilización óptima económica.



Anexo: GALERIAS FOTOGRAFICAS



Figura 01



Figura 02

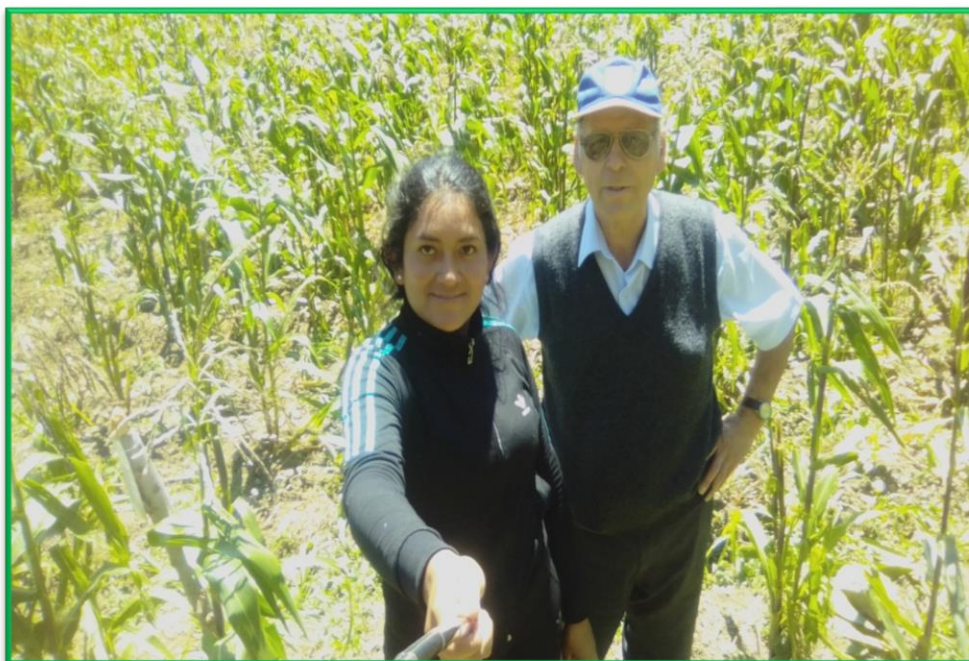


Figura 03

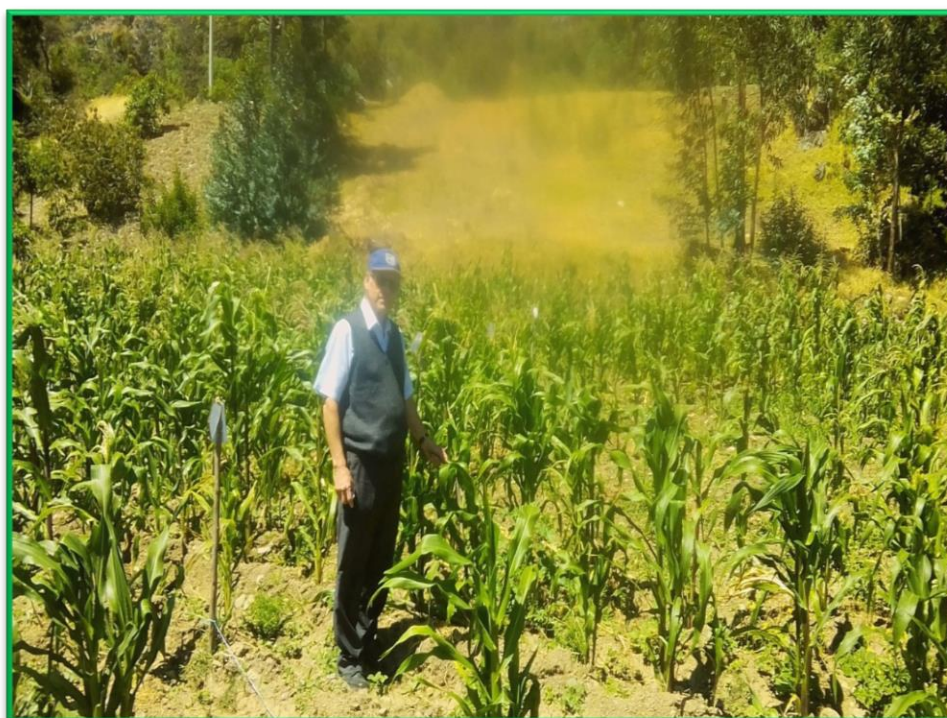


Figura 04



Figura 05



Figura 06



Figura 07



Figura 08



Figura 09



Figura 10