

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

**Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea americana) bajo riego
por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho - 2023**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Wendy Leslye NEIRA QUICAÑO

ASESORA:

Ph.D. Sandra DEL ÁGUILA RÍOS

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres Carlos Neira Manuel y Gloria Quicaño Suárez gracias a sus consejos, apoyo, dedicación y palabras de ánimo, he logrado crecer tanto personal como profesionalmente; gran parte de mis logros se los debo a ustedes. A mis hermanos Roxana, Harol y Axel quienes alegran mis días cuando la situación se pone tensa. A mis sobrinos Fernando y Gustavo por la motivación de querer ser un ejemplo de perseverancia para ustedes.

Gracias por su paciencia y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, por ofrecerme tantas oportunidades y ser el lugar donde adquirí los conocimientos fundamentales durante mi formación

Al Vicerrectorado de Investigación, quien mediante el Fondo de Desarrollo Socioeconómico de Camisea - FOCAM realizó la subvención económica requerida para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Quiero expresar mi agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agrarias y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, cuya valiosa e importante enseñanza me permitió desarrollarme como profesional

A mis compañeros y amigos de clase, agradezco profundamente su apoyo incondicional que me ha permitido avanzar hacia mis metas.

A los miembros del jurado, presidido por el Ing. Efraín Chuchón Prado e integrada por los ingenieros Ph.D. Sandra Del Águila Ríos, Mtro. Mg. Richard Oscoco Peceros y Ing. Juan Girón, agradezco su orientación y valiosas enseñanzas, basadas en su experiencia y conocimiento.

A los dueños de las parcelas de cultivo de palto de los distritos de Ocros, Luricocha y Patibamba, quienes muy amablemente me brindaron el espacio y la oportunidad de desarrollar mi trabajo de investigación en pro del agro.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	14
1.1. OBJETIVO GENERAL:	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	14
1.3. ANTECEDENTES	14
1.4. TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO	15
1.4.1. RIEGO POR SUPERFICIE O POR GRAVEDAD	15
1.4.2. RIEGO POR ASPERSIÓN	16
1.4.3. RIEGO LOCALIZADO	16
1.4.4. RIEGO SUBTERRÁNEO	17
1.5. RIEGO POR GOTEÓ	17
1.5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR GOTEÓ	18
1.5.2. DESEMPEÑO DEL RIEGO POR GOTEÓ	20
1.5.3. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEÓ	23
1.6. BULBO DE HUMEDECIMIENTO	28
1.7. PROPIEDADES DEL SUELO	30
1.7.1. TEXTURA DEL SUELO	30
1.8. EMISORES O GOTEROS	33
1.8.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMISORES	33
1.8.2. TIPOS DE LOS EMISORES	34
1.8.3. TIPO DE CONEXIÓN DE LOS EMISORES	36
1.9. CULTIVO DE PALTO	36
1.9.1. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA	37

1.9.2. VARIEDADES DE PALTO	38
1.9.3. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS	40
1.9.4. RIEGO	41
1.10. ESQUEMA DE DISEÑO AGRONÓMICO	41
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	42
2.1. UBICACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO	42
2.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA	42
2.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	43
2.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS	43
2.3. SUELO	45
2.4. FISIOGRAFÍA	46
2.5. EQUIPOS Y MATERIALES PARA EL PROCEDIMIENTO	46
2.6. METODOLOGÍA	47
2.6.1. DETERMINACIÓN DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES	47
2.6.2. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO	55
2.6.3. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE DEL SUELO	56
2.6.4. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO DE LAS ZONAS MUESTRALES	56
2.6.5. PROCEDIMIENTOS DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS	57
2.6.6. VALORACIÓN DEL PERFIL Y DIMENSIÓN DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO PARA DIFERENTES TEXTURAS, CAUDALES Y TIEMPOS DE RIEGO	58
2.6.7. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	59
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIONES	60
3.1. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO EN SUELO FRANCO UBICADA EN EL DISTRITO DE LURICOCHA	60
3.1.1. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 Y T-06 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 2 L/H	61
3.1.2. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-07, T-08, T-09, T-10, T-11 Y T-12 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 4 L/H	63
3.1.3. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 Y T-18 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 8 L/H	65

3.2. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO EN SUELO FRANCO ARCILLOSO UBICADA EN EL DISTRITO DE PATIBAMBA	66
3.2.1. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 Y T-06 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 2 L/H	67
3.2.2. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-07, T-08, T-09, T-10, T-11 Y T-12 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 4 L/H	69
3.2.3. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 Y T-18 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 8 L/H	71
3.3. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO EN SUELO FRANCO ARENOSO UBICADA EN EL DISTRITO DE OCROS	72
3.3.1. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 Y T-06 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 2 L/H	73
3.3.2. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-07, T-08, T-09, T-10, T-11 Y T-12 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 4 L/H	75
3.3.3. PERFIL Y DIMENSIONES DEL BULBO DE HUMEDECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 Y T-18 DEL PRIMER BLOQUE CON CAUDAL 8 L/H	77
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TRABAJO EXPERIMENTAL:	78
3.5. RESUMEN DE RESULTADOS FINALES	91
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Efecto de la textura de suelo en la forma del bulbo húmedo (a) Arcilloso, b) Franco y c) Arenoso	23
Figura 1.2 Relación general entre el agua disponible para la planta (ADP), la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, el agua no disponible y la clase de textura del suelo.	24
Figura 1.3 Perfil de humedad en el proceso de infiltración	25
Figura 1.4 Curvas de infiltración, según textura del suelo	27
Figura 1.5 Fases del suelo: sólida, líquida y gaseosa	30
Figura 1.6 Triángulo textural propuesto por la USDA	33
Figura 1.7 Emisor AZUD Premier PC plano autocompensante 16	34
Figura 1.8 Caudal ADI cilíndrico autocompensante 16	34
Figura 1.9 Tubería Ø16 con gotero turbulento integrado a 0,35 metros	35
Figura 1.10 Gotero de orificio en tubería PVC	35
Figura 1.11 Importaciones de palto de Perú a China (enero – setiembre) 2021 vs 2022	37
Figura 2.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación	43
Figura: 2.2 Diagrama del muestreo multietápico y elección de las zonas de estudio	49
Figura 2.3 Área de cultivo de palto delimitada en Google Earth	52
Figura: 2.4 Importación de los polígonos de las áreas de cultivo de palto obtenidos del Google Earth	52
Figura: 2.5 Shapefile de morfología de suelos de la región Ayacucho	53
Figura: 2.6 Mapa temático de la intersección de orden de suelo y el cultivo de palto	53
Figura: 3.1 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 2 l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo	61
Figura: 3.2 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 4l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo	63
Figura: 3.3 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 8l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo	65
Figura: 3.4 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 2l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo	67

Figura: 3.5 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 4l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo	69
Figura 3.6 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 8l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo	71
Figura 3.7 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 2l/h en suelo franco arenoso (Ocros) bajo seis intervalos de tiempo	73
Figura: 3.8 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 4 l/h en suelo franco arenoso (Ocros) bajo seis intervalos de tiempo	75
Figura 3.9 Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 8 l/h en suelo franco arenoso (Ocros) bajo seis intervalos de tiempo	77
Figura 3.10 Distribución de datos del suelo Franco Arcilloso (Patibamba), en referencia a la correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	82
Figura 3.11 Distribución de datos del suelo Franco Arenoso (Ocros), en referencia a la correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	82
Figura 3.12 Distribución de datos del suelo Franco (Luricocha), en referencia a la correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	83
Figura 3.13 Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el tiempo de aplicación, en un suelo Franco Arcilloso (Patibamba), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	84
Figura 3.14 Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el tiempo de aplicación, en un suelo Franco Arenoso (Ocros), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	85
Figura 3.15 Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el tiempo de aplicación, en un suelo Franco (Luricocha), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	85

- Figura 3.16** Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arcilloso (Patibamba), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 87
- Figura 3.17** Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arenoso (Ocros), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 87
- Figura 3.18** Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco (Luricocha), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 88
- Figura 3.19** Distribución de datos del grado de correlación entre la profundidad del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arcilloso (Patibamba), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 89
- Figura 3.20** Distribución de datos del grado de correlación entre la profundidad del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arenoso (Ocros), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 90
- Figura 3.21** Distribución de datos del grado de correlación entre la profundidad del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco (Luricocha), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 90
- Figura: 3.22** Resumen de gráfico de los resultados obtenidos de bulbo de humedecimiento a diferentes descargas de caudal y clase textural para un cultivo de palto 92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Clasificación del Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF)	18
Tabla 1.2	Intervalo de riego (IR) por goteo según textura de suelo	22
Tabla 1.3	La textura y su variación en diámetro en el sistema USDA e internacional	32
Tabla 1.4	Consideraciones de riego acorde al estado fenológico del cultivo palto	41
Tabla 2.1	Unidades agropecuarias con cultivos permanentes, por destino de la mayor parte de producción, según cultivo	48
Tabla 2.2	Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada provincia del departamento de Ayacucho	49
Tabla 2.3	Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada distrito de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho	50
Tabla 2.4	Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada distrito de la provincia de Huanta del departamento de Ayacucho	51
Tabla 2.5	Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada distrito de la provincia de San Miguel del departamento de Ayacucho	51
Tabla 2.6	Datos de subclase y orden de suelo para cada distrito de la provincia de Huamanga	54
Tabla 2.7	Datos de subclase y orden de suelo para cada distrito de la provincia de San Miguel	54
Tabla 2.8	Datos de subclase y orden de suelo para cada distrito de la provincia de Huanta	55
Tabla 2.9	Resultado del análisis mecánico y determinación de la textura de las tres zonas muestrales	55
Tabla 2.10	Resultados de laboratorio de la densidad aparente del suelo de las tres zonas muestrales	56
Tabla 2.11	Datos de campo recolectados de las 03 zonas muestrales	56
Tabla 2.12	Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman	59
Tabla 3.1	Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 2 l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo	61
Tabla 3.2	Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 4 l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo	63

Tabla 3.3 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 8 l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo	65
Tabla 3.4 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 2 l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo	67
Tabla 3.5 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 4 l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo	69
Tabla 3.6 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 8 l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo	71
Tabla 3.7 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 2 l/h en suelo franco arenoso (Ocros) bajo seis intervalos de tiempo	73
Tabla 3.8 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 4 l/h en suelo franco arenoso (Ocros) bajo seis intervalos de tiempo	75
Tabla 3.9 Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 8 l/h en suelo franco arenoso (Ocros) bajo seis intervalos de tiempo	77
Tabla 3.10 Prueba de normalidad para los 18 tratamientos realizados en el trabajo de tesis	79
Tabla 3.11 Correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo - Ayacucho - 2023	81
Tabla 3.12 Correlación entre el radio respecto a los tiempos de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	83
Tabla 3.13 Correlación entre el radio respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	86
Tabla 3.14 Correlación entre el desarrollo de la profundidad respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023	88

RESUMEN

A nivel mundial, nos enfrentamos actualmente a una situación compleja para satisfacer la creciente demanda de alimentos debido al aumento de la población y el incremento en el costo del agua. Por este motivo, se ha implementado tecnología agrícola avanzada, como el riego localizado de alta frecuencia, conocido como riego por goteo. Con el objetivo de obtener información sobre los efectos de la aplicación de este sistema en cultivos de palto en suelos con diferentes texturas y tres tipos de caudales (2 l/h, 4 l/h y 8 l/h), se llevó a cabo esta investigación. Se empleó un diseño experimental de bloques completos para 18 tratamientos con 7 repeticiones en 3 zonas muestrales. Para el estudio, se adecuaron bloques de riego de 7 m x 9 m en cada zona, instalando 6 laterales separados por 1.5 m en cada tipo de suelo. A través de pruebas de campo, se evaluó la forma y tamaño del bulbo húmedo generado por goteros autocompensados con caudales de 2 l/h, 4 l/h y 8 l/h, con tiempos de riego de 1 a 6 horas. Los resultados indicaron que, la forma y dimensiones del bulbo varían según el tipo de suelo y el caudal, siendo un elipsoide truncado el patrón más común. A medida que se incrementa el volumen de agua aplicada, la profundidad de humedecimiento aumenta, abarcando un mayor volumen de suelo. El estudio concluye que, para optimizar el riego en palto, el caudal de 2 l/h humedece adecuadamente los primeros 30 cm de suelo donde se concentran las raíces del cultivo, mientras que caudales mayores (4 y 8 l/h) generan percolación profunda o escurrimiento no deseada dependiendo de la clase textural, lo que indica un exceso de riego.

Palabras clave: Bulbo de humedecimiento, riego por goteo, textura, caudal del emisor

INTRODUCCIÓN

La tecnología de riego por goteo tiene sus orígenes hace más de 50 años, cuando el gobierno de Israel se enfocó en optimizar el uso del agua para impulsar la agricultura en su árido territorio. Desde entonces, este método se ha utilizado tanto para conservar recursos hídricos como para regar diversos cultivos, que van desde plantas ornamentales y hortalizas hasta frutales. China e India son dos de los países que más se han beneficiado con la adopción del riego por goteo, aumentando su superficie de riego más de 100 veces en un periodo de dos décadas, (Intwater, 2015).

En el caso de Perú, el uso de esta tecnología es relativamente reciente, y actualmente solo el 7% de la superficie regada en el país emplea este sistema. (INEI, 2012) El diseño de un sistema de riego por goteo inicia con la determinación del caudal (caudal de diseño del sistema) y la cantidad de emisores requeridos para humedecer un volumen específico de suelo. Esta información se obtiene a través de una adecuada estimación del tamaño del bulbo húmedo generado por un emisor, el cual depende de las propiedades y características del suelo, el tiempo de riego y el caudal de agua aplicado por el emisor. Por lo tanto, se concluye que el patrón de humedecimiento está influenciado por diversos factores hídricos. (Fanny B. Arragan, René Chipana, 2015).

A la actualidad, en nuestra región no se cuenta con tablas de superficie mojada estimada para distintas texturas de suelo en condiciones de riego por goteo, que puedan ser consultadas para el diseño agronómico en los proyectos de irrigación, por lo que se toma en consideración referencias extranjeras; en tal sentido en esta investigación, se realizó la determinación del diámetro y profundidad de humedecimiento con diferentes descargas en los emisores y a diferentes tipos de texturas de suelo en las zonas muestrales de la región Ayacucho con mayor producción de palto.

Al término de la investigación se presenta una tabla de bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo, que podrán ser utilizadas por los consultores en el diseño agronómico de los proyectos de irrigación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Objetivo general:

Determinar el grado de relación que existe en el desarrollo del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el grado de relación entre el desarrollo del radio del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) y el tiempo de aplicación en el riego por goteo superficial sometidos a diferentes descargas y textura de suelos – Ayacucho-2023.
- Determinar el grado de relación entre el desarrollo del radio del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) y el caudal de aplicación de riego por goteo superficial sometidos en diferentes texturas de suelos – Ayacucho-2023.
- Determinar el grado de relación entre el desarrollo de la extensión del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) y el caudal de aplicación de riego por goteo superficial sometidos en diferentes texturas de suelos – Ayacucho-2023.

1.3. Antecedentes

El recurso hídrico es esencial para numerosos países. A nivel global, aproximadamente dos billones de personas, así como innumerables agricultores y muchos establecimientos industriales, dependen de su disponibilidad. El rápido desarrollo de las últimas décadas ha brindado importantes beneficios sociales y económicos al ofrecer suministros de agua accesibles, confiables durante períodos de sequía y generalmente de alta calidad tanto para las poblaciones urbanas y rurales como para el riego de cultivos de alto valor potencial. Además, otros usos del agua serán cruciales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).

En este contexto, el riego es un elemento crucial para el desarrollo agrícola, ya que proporciona un equilibrio en la producción. El rendimiento de un cultivo está directamente relacionado con la satisfacción de sus necesidades hídricas, lo que implica que el riego debe ser altamente uniforme para un uso eficiente de su aplicación.

El interés por el riego por goteo radica en que este método reduce la demanda de agua y los costos operativos. Representa una mejora en la aplicación de agua a las plantas, aunque como toda innovación, requiere un manejo adecuado para asegurar el retorno de la inversión. Por lo tanto, el patrón de distribución del agua en el suelo es una característica clave que impacta significativamente en el diseño y funcionamiento de los sistemas de riego localizado, ya que su extensión, profundidad y diámetro deben alinearse con el sistema radicular de la planta, así como con el espaciamiento entre emisores y líneas de riego.

En este sentido, se han realizado diversos estudios para determinar el patrón de humedecimiento del agua en el suelo. Actualmente, en la elaboración de proyectos de inversión en riego, se utilizan modelos empíricos, analíticos y numéricos que provienen de observaciones experimentales y soluciones de ecuaciones, pero que no se ajustan a nuestro contexto climático y edafológico, lo que lleva a diseños de riego no óptimos.

Por lo tanto, el bulbo húmedo es fundamental para lograr un diseño adecuado de los sistemas de riego localizado, y su efectividad depende, sobre todo, de las propiedades y características del perfil físico del suelo, así como del volumen y caudal de agua aplicados por el emisor y la topografía del terreno. Esto indica que el patrón de humedecimiento depende de diversos factores, lo que complica las estimaciones teóricas. Este proyecto, entonces, contribuirá al desarrollo e implementación de una tabla que detalle la extensión del bulbo de humedecimiento en diferentes caudales y texturas de suelo, aplicable a zonas con características edafológicas y climáticas similares. (Brandt,1974)

1.4. Tipos de sistemas de riego

Un sistema de riego consiste en las instalaciones técnicas necesarias para gestionar las tierras agrícolas a través del riego. Según el método de riego empleado, se pueden clasificar en los siguientes tipos de sistemas de riego:

1.4.1. Riego por superficie o por gravedad

Los sistemas de riego por superficie o gravedad son un enfoque que abarca una amplia variedad de métodos. Entre los más comunes se encuentran el riego por surcos, el riego por tablares y el riego por fajas. En total, se identifican los siguientes tipos de sistemas de riego por superficie:

- Riego por surcos: se infiltra el agua lentamente a través de los surcos o pequeños canales abiertos y equidistantes. Existen dos tipos:
 - Surcos con pendiente, cuyos surcos se distribuyen de manera paralela.
 - Surcos a nivel, cuyo trazado se hace dentro de un tablar.
- Riego por tablares o canteros: se aplica agua a sistemas de parcelas planas y rectangulares, por lo general, circundadas por diques o caballones que limitan el paso del agua a otras parcelas, quedando el agua estancada e infiltrándose paulatinamente en el suelo.
- Riego por fajas: en este tipo de riego, el terreno se divide en franjas rectangulares estrechas, llamadas fajas o melgas, separadas unas de otras mediante caballones dispuestos longitudinalmente. El agua discurre a lo largo de las fajas formando una lámina delgada que se va infiltrando poco a poco al tiempo que avanza.
- Riego de esparcimiento o por boqueras: se derivan las crecidas de aguas en zonas áridas por redes de canales y regueras, esparciéndose sobre los campos cultivados.
- Riego por alcorque: consiste en el trazado de acequias de tierra que conectan unas pozas u hoyos realizadas en torno a los troncos (alcorques), que se van llenando de agua a medida que esta avanza por la acequia. Es un tipo de riego utilizado con cierta frecuencia para el riego de árboles.
- Riego “de careo” de zonas de montaña: se trata de una acequia que corre casi a nivel sobre una ladera y tiene pequeñas salidas por las que el agua fluye escurriendo ladera abajo.
- Riego por pozas: es un sistema que funciona con pozas donde se almacena el agua de lluvia y queda a disposición de la planta, característico de zonas con pendiente y zonas arbóreas (como en olivares).

1.4.2. Riego por aspersión

El riego por aspersión es un método de riego automatizado que utiliza mecanismos de presurización del agua para generar el riego. Se dividen en sistemas estacionarios o de desplazamiento continuo.

1.4.3. Riego localizado

El riego localizado es un método que suministra agua a presión en forma de gotas que directamente acceden a la zona radicular de cada planta. Se diferencian cuatro categorías diferentes de riego localizado:

- Riego por goteo: se aplica el agua en la superficie del suelo a través de unos pequeños orificios o goteros.
- Microaspersión: se aplica el agua como en aspersión, pero las áreas regadas son pequeñas y localizadas.
- Riego a chorros: se aplican chorros de agua sobre pequeñas balsillas en el suelo, adyacentes a cada árbol.
- Riego subsuperficial: se aplica agua en ramales que se sitúan por debajo de la superficie del suelo.

1.4.4. Riego subterráneo

El riego subterráneo es un método que emplea dos opciones para llevar a cabo el riego. La primera consiste en humedecer el suelo utilizando humidificadores artificiales situados bajo la planta o mediante el control de los niveles freáticos, que ayudan a mantener la humedad en el terreno

1.5. Riego por goteo

“El riego por goteo es una clase de Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF), caracterizado por tener un caudal relativamente bajo, (Pizarro, 1996)”. Es un sistema de riego automatizado que utiliza presión para aplicar agua de manera gradual sobre la superficie del suelo, logrando un humedecimiento específico y controlado. El agua se distribuye en pequeños volúmenes a intervalos regulares y a baja presión a través de emisores o goteros ubicados en una tubería lateral de distribución, los cuales son absorbidos casi en su totalidad por las raíces de las plantas, (Cruz, 2009)

El objetivo del riego es poner a disposición de los cultivos el agua necesaria para que cubra sus requerimientos, complementando o no la lluvia, (Ascencios, 2012). El riego por goteo se distingue de otros tipos de Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF) por su bajo caudal, que generalmente es inferior a 16 l/h. Por esta razón, el riego por goteo se clasifica como un sistema de RLAF de bajo caudal. En contraste, otros métodos de riego, como la microaspersión o la difusión, se consideran RLAF de alto caudal, como se muestra en la Tabla 1.1, (Pizarro, 1996).

Tabla 1.1*Clasificación del Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF)*

Clasificación de los RLAF	
Alto caudal (16 l/h – 150 l/h)	Micro aspersión Difusión
Bajo caudal (< 16 l/h)	Riego por goteo

Fuente: Pizarro (1996)

1.5.1. Características generales del riego por goteo

El riego por goteo es una técnica que distribuye agua sobre la superficie del suelo en forma de gotas, humedeciendo únicamente la zona más cercana a la planta (Shiraldi, 2010) . Esto lo clasifica como un sistema de riego localizado. Además, es un método presurizado, ya que el agua fluye a través de tuberías con una presión superior a la atmosférica. Se distingue por suministrar pequeños caudales a baja presión y permite una frecuencia de riego muy alta (Pizarro, 1996).

Entre las principales ventajas, (Cruz, 2009) mencionan:

- No humedece toda la superficie del suelo, lo que minimiza las pérdidas de agua por evaporación y reduce la proliferación de malezas.
- Emplea caudales bajos y a baja presión, lo que se traduce en menor potencia instalada y un consumo reducido de energía eléctrica.
- Es un sistema de riego de alta frecuencia que mantiene el suelo en condiciones óptimas de humedad la mayor parte del tiempo, lo que puede incrementar los rendimientos y, en algunos casos, anticipar las cosechas. Destaca por las siguientes características:
- Alta uniformidad en la distribución de las láminas de agua aplicadas.
- Ahorro significativo de agua (hasta un 50%) al eliminar pérdidas por conducción, controlar el agua aplicada, disminuir la evaporación del suelo y lograr una elevada eficiencia de aplicación (gracias a la ausencia de escurrimiento superficial y la reducción de la percolación profunda).

Por su parte, (Pizarro, 1996) considera que, mediante riego por goteo, se puede efectuar:

- Riego deficitario controlado: La capacidad de controlar con alta precisión la cantidad de agua aplicada y las mínimas pérdidas hídricas permite su uso en cultivos que requieren riego frecuente pero en volúmenes inferiores a la evapotranspiración máxima (ETc). Este método es común en

investigaciones y entre agricultores que buscan mejorar ciertos atributos de calidad, aunque esto pueda afectar el rendimiento. Un ejemplo es la aplicación de estrés hídrico en viñedos para realzar el aroma y color de los vinos tintos (Fontela et al., 2009).

- Ferti-irrigación: Este método combina la aplicación de fertilizantes con el riego, lo que reduce los costos tanto de insumos como de mano de obra. Los fertilizantes se dosifican según las necesidades del cultivo y, al estar disueltos en agua, se distribuyen de manera más uniforme en el suelo. Además, permite la aplicación de plaguicidas a través del sistema de fertirriego.
- Riego en terrenos marginales: El riego por goteo es viable en condiciones donde otros métodos resultarían inviables, como suelos muy arenosos, suelos poco profundos con grava y terrenos con pendientes pronunciadas o topografía irregular

Otra ventaja notable es la posibilidad de utilizar aguas marginales (salinas) para el riego, ya que este método mantiene la zona radicular con altos niveles de humedad y bajos de salinidad debido a la constante aplicación de agua. Esto provoca que la sal se concentre en la periferia del bulbo húmedo, creando una barrera química que protege el crecimiento de las raíces (Burt, C. M. e Isbell, B., 2005). Asimismo, es recomendable utilizar el riego por goteo con aguas salinas porque se alcanzan eficiencias de aplicación y distribución muy altas. Además, el riego por goteo es altamente eficiente al utilizar aguas salinas, aplicando el volumen justo para cubrir el déficit de evapotranspiración y las necesidades de lavado, lo que minimiza la acumulación de sal (Prieto, 2008).

La principal desventaja de este método es la elevada inversión inicial para su instalación (Shiraldi, 2010), recomendándose su implementación solo tras un análisis económico del cultivo a regar.

Otras limitaciones incluyen la necesidad de energía eléctrica para el funcionamiento del equipo y un suministro continuo de agua. En San Juan, la forma de entrega de agua no satisface esta necesidad, ya que está diseñada para riego por gravedad, lo que requiere caudales elevados durante períodos moderados. Esto obliga a construir reservorios para almacenar agua hasta el siguiente turno de entrega.

(Merrian, J. L.; Keller, J, 1978) destacaron dos limitaciones: la facilidad con que los emisores se obstruyen debido a su reducido diámetro de paso y la formación de salinidad localizada alrededor del bulbo húmedo, que puede ser perjudicial para el cultivo si no se maneja adecuadamente. Esta última desventaja también la resaltan (Hanson, B y May, D, 2011).

1.5.2. Desempeño del riego por goteo

El rendimiento del riego por goteo está influenciado por diversos factores. Entre los más relevantes se encuentran el diseño (tanto agronómico como hidráulico), la calidad de los materiales empleados, la gestión del riego y el mantenimiento de las instalaciones (Schilardi, Ciancaglini, & Meneghelli, 2012). Por otro lado, (Pereira, 1999) evalúa este método de riego mediante dos indicadores: la uniformidad en la distribución de las láminas aplicadas (DU) y la eficiencia en la aplicación (EAp). La DU se determina a partir de una combinación de parámetros de diseño que se describen a continuación:

$$DU = f(P, \Delta P, Ec; CV_m, FI) \dots\dots\dots (Ec. 01)$$

Donde:

P: presión nominal de emisor (kg.cm^{-2})

ΔP : variación de presión admisible dentro del sistema (kg.cm^{-2})

Ec: características de descarga del emisor seleccionado (caudal vs. presión)

CVm: coeficiente de variación de fabricación del emisor seleccionado

FI: capacidad y desempeño del sistema de filtrado

Asimismo, la EAp resulta de la combinación de variables que pueden expresarse de la siguiente manera:

Donde:

$$EAp = f(P, DP, Ec; CV_m, FI, Ks, Wa, TAp, IR) \dots\dots\dots (Ec. 02)$$

Ks: conductividad hidráulica del suelo (m.día^{-1})

Wa: humedad actual del suelo antes del riego ($\text{g\%g}$)

TAp: tiempo de aplicación de riego (h)

IR: intervalo de riego (días)

La ecuación 2 muestra que la eficiencia de aplicación (EAp) está relacionada con la uniformidad de distribución (DU) y otros factores asociados a la programación del riego. A menor uniformidad de un sistema de riego, mayor será el volumen de agua que se debe aplicar para que, en las áreas con las condiciones hidráulicas más desfavorables, se logre infiltrar la lámina deseada (Turégano, 2014). Una baja uniformidad provoca pérdidas de agua por percolación profunda en las zonas más irrigadas y aumenta el riesgo de déficit hídrico en las áreas que reciben menor cantidad de agua (Bohórquez, J. M. y Ruiz, N. , 2011).

Por lo tanto, la uniformidad en la distribución es un indicador muy relevante para evaluar el desempeño del riego por goteo (Pereira, 1999). Debido a esto, en la mayoría de los estudios sobre la evaluación del riego por goteo se analiza la uniformidad de distribución. Las ecuaciones 1 y 2 incorporan varios factores relacionados con el diseño. No obstante, para que un sistema de riego funcione según las condiciones previstas en el diseño, es fundamental llevar a cabo un control regular del funcionamiento y realizar el mantenimiento de los componentes del equipo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

1.5.2.1. Programación de riego. La programación de riego implica suministrar la cantidad necesaria de agua que requiere la planta para su desarrollo en el momento y cantidad adecuados, con el fin de maximizar su producción o alcanzar un producto de calidad específica (Sellés, G.; Ferreyra, R, 2005).

Este proceso determina tanto la frecuencia como la duración del riego. Según Sellés y Ferreyra, es importante considerar los siguientes factores:

- Condiciones climáticas, estas influyen en la demanda evaporativa de la atmósfera o en la evapotranspiración de referencia (ET_o)
- Características propias del cultivo, incluyen el estado de desarrollo, el momento fenológico y la distribución del sistema radicular.
- Características propias del suelo, comprenden la capacidad de retención de humedad, la aireación, el porcentaje de piedras, la profundidad y la variabilidad espacial.
- Especificaciones de los equipos de riego por goteo, estas incluyen la intensidad de precipitación real del sistema y el caudal aplicado por planta.

El riego localizado tiene varios efectos, entre ellos, altera la evaporación y la transpiración del cultivo. La evaporación del suelo se ve reducida debido a que la superficie húmeda es pequeña y está parcialmente sombreada por la planta, mientras que la transpiración puede ser ligeramente mayor ya que el aire alrededor de la planta tiende a estar más caliente. Esto resulta en una reducción neta de la evapotranspiración del cultivo (ETc) del 10 al 15%(Pizarro, 1996).

La frecuencia de riego varía en función de la textura del suelo, ya que esta última determina la capacidad de almacenamiento de agua. (Pizarro, 1996) sugiere intervalos máximos de riego para el riego por goteo, según tipo de suelo (Tabla 1.2).

Tabla 1.2

Intervalo de riego (IR) por goteo según textura de suelo

Textura de suelo	IR máximo (Días)
Arenoso	3
Franco	4
Arcilloso	5

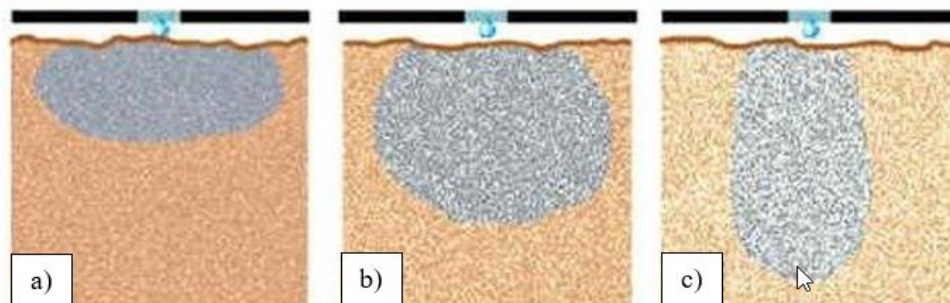
Fuente: Pizarro (1996)

La variable de Irrigación (IR) es adaptable y puede ser modificada. No obstante, no es recomendable regar con una frecuencia inferior a un día, ya que esto dificultaría la recuperación del tiempo en caso de fallos (Miranda, 2002). Este autor sugiere regar durante 19 horas al día para disminuir los costos energéticos, evitando las horas "pico". (Sellés, G.; Ferreyra, R, 2005) experimentaron con diferentes frecuencias de IR en un cultivo de vid destinado al consumo en fresco, en un suelo franco-arcilloso. Los hallazgos indicaron que una menor frecuencia de riego resultó en un mayor calibre de la baya y un mayor peso de poda, lo que se atribuyó a un mejor equilibrio entre agua y aire, así como a un tamaño de bulbo húmedo más grande (debido a riegos más prolongados).

Un aspecto crucial a tener en cuenta en el riego por goteo es el volumen de suelo humedecido, el cual está íntimamente relacionado con la textura del suelo (Figura 1.1).

Figura 1.1

Efecto de la textura de suelo en la forma del bulbo húmedo (a) Arcilloso, b) Franco y c) Arenoso



Fuente: Schilardi, 2015.

1.5.3. *Análisis del comportamiento del riego por goteo*

1.5.3.1. Humedad disponible en el suelo. (Lincoln Zotarelli, 2021) Los suelos retienen diferentes cantidades de agua según su textura y estructura. El límite máximo de almacenamiento de agua se conoce comúnmente como "capacidad de campo" (CC), mientras que el límite mínimo se llama "punto de marchitamiento permanente" (PMP). Tras un evento de lluvia o riego que satura el suelo, se produce un rápido movimiento descendente (drenaje) de parte del agua debido a la gravedad. Durante este proceso de drenaje, la humedad del suelo disminuye continuamente. La velocidad de drenaje está relacionada con la conductividad hidráulica del suelo; así, el drenaje es más veloz en suelos arenosos en comparación con los arcillosos. Con el tiempo, el drenaje rápido se vuelve insignificante y, en ese momento, la humedad del suelo se denomina "capacidad de campo". El punto de marchitamiento permanente se define como el contenido de humedad del suelo en el que la planta no puede absorber agua, lo que provoca que se marchite y muera si no se le suministra más agua. Sin embargo, muchas plantas experimentan estrés hídrico significativo antes de alcanzar este punto, lo que puede resultar en una reducción notable en su rendimiento mucho antes de que se llegue al punto de marchitamiento.

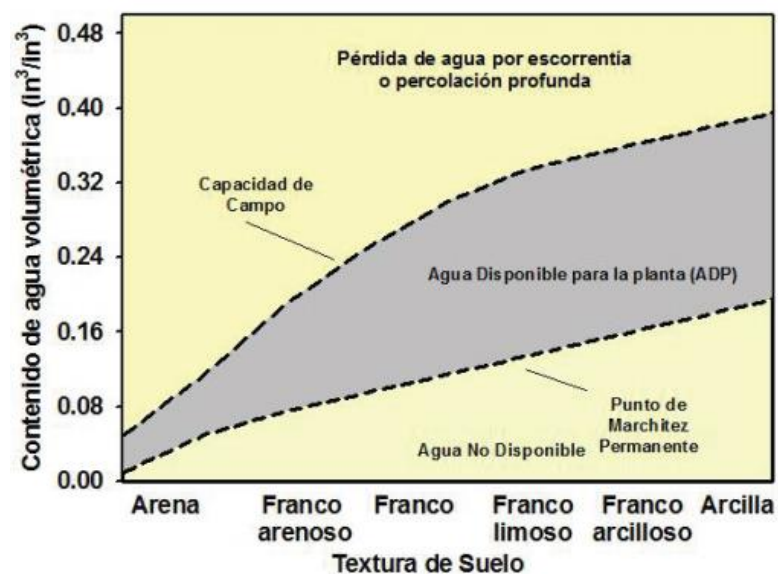
La cantidad total de agua que la planta puede absorber se conoce como "agua disponible para la planta" (ADP), que es la diferencia entre CC y PMP (Figura 1.2). Esta se suele expresar como un porcentaje en volumen (volumen de agua/volumen de muestra de suelo). La "capacidad de retención de agua disponible" (CRAD) se calcula multiplicando el ADP por la profundidad de la zona de raíces donde se extrae agua. La reducción del contenido de agua hasta el PMP afecta

negativamente la salud y el rendimiento de la planta. Por lo tanto, para la planificación del riego, se establece una "reducción máxima permisible" (RMP), que es una fracción del CRAD que representa el "agua disponible" (AD) para la planta. Este rango operativo de contenido de agua del suelo es ideal para la programación del riego. Teóricamente, la programación del riego implica comenzar a regar cuando el contenido de agua del suelo es bajo, de acuerdo con la RMP, y continuar hasta que se reemplace el agua eliminada sin superar la CC, ya que de lo contrario podría ocurrir percolación o drenaje profundo de la humedad del suelo.

Los sensores basados en capacitancia han demostrado ser efectivos en la medición de la humedad del suelo en suelos arenosos comunes en Florida, y se han vuelto más populares en los últimos años debido a la reducción en los costos de los componentes electrónicos y su mayor fiabilidad. Estos sensores de humedad del suelo (SHS) han sido utilizados con éxito para controlar el contenido volumétrico de agua y guiar la programación del riego. Sin embargo, una correcta interpretación de las lecturas de humedad del suelo es crucial para garantizar una adecuada gestión del riego y evitar el riego excesivo.

Figura 1.2

Relación general entre el agua disponible para la planta (ADP), la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, el agua no disponible y la clase de textura del suelo.



Fuente: (UF/IFAS, 2019)

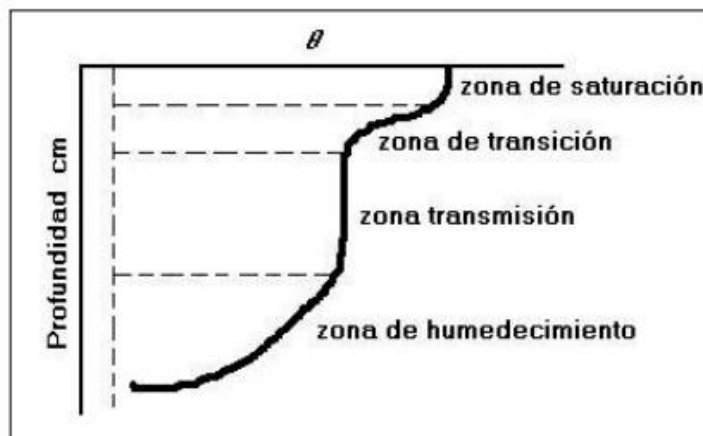
1.5.3.2. Velocidad de infiltración. En la infiltración, el agua desempeña un papel crucial en los procesos de escorrentía como respuesta a una precipitación específica en una cuenca. Dependiendo de la magnitud de las lluvias, precipitaciones con la misma intensidad pueden generar caudales diferentes. Esto también se aplica al estudio de la recarga de acuíferos. La infiltración está influenciada por múltiples factores, lo que hace que su estimación precisa sea bastante complicada, y no es posible establecer una relación única entre todos los parámetros que la afectan.

En este contexto, el proceso de infiltración de agua en el suelo ha sido objeto de un amplio estudio debido a su relevancia en la gestión del agua en la agricultura, la conservación del suelo y otras actividades agropecuarias y forestales. Además, la velocidad de infiltración influye en la cantidad de agua que se convierte en escurrimiento superficial, lo que a su vez incrementa el riesgo de erosión hídrica. En casi todos los métodos de riego, la velocidad de entrada de agua al suelo determina los tiempos de riego y el diseño de los sistemas, incluyendo el tamaño de las unidades superficiales y los caudales a utilizar.

Asimismo, el proceso de infiltración es de gran relevancia práctica, ya que su velocidad generalmente afecta la cantidad de agua que se convierte en escurrimiento. Esto permite identificar el riesgo de erosión durante inundaciones causadas por lluvias muy intensas.

Figura 1.3

Perfil de humedad en el proceso de infiltración



Fuente: (Vélez, 2002)

La infiltración se entiende como el proceso mediante el cual el agua se introduce a través de la superficie del suelo y alcanza las capas más profundas (ver Figura 1.3). Diversos factores del suelo influyen en el control de la infiltración y regulan el movimiento y la distribución del agua dentro del mismo durante y después de este proceso. (Vélez, 2002)

Cuando se aplica agua a una determinada superficie de suelo a una velocidad que aumenta de manera uniforme, eventualmente se alcanza un punto en el que la velocidad de aporte supera la capacidad del suelo para absorber agua. En este caso, el exceso de agua se acumula en la superficie o escurre, si la pendiente lo permite. La capacidad de infiltración, también conocida como “infiltrabilidad del suelo,” se refiere al flujo que el perfil del suelo puede absorber a través de su superficie cuando está en contacto con el agua a presión atmosférica. Mientras la velocidad de aporte de agua a la superficie del suelo sea menor que la infiltrabilidad, el agua se infiltrará tan rápido como se aporte, y la velocidad de aporte determinará la velocidad de infiltración (es decir, el proceso es controlado por el flujo). Sin embargo, una vez que la velocidad de aporte supera la infiltrabilidad del suelo, es esta última la que establece la velocidad real de infiltración; así, el proceso está determinado por las características del perfil (Gurovich, 1985).

En este contexto, la infiltración acumulada se define como la integración a lo largo del tiempo de la velocidad de infiltración, mostrando una dependencia curvilínea del tiempo y una pendiente que disminuye gradualmente. La infiltrabilidad del suelo y su variación temporal dependen del contenido inicial de agua, la succión, así como de la textura, estructura y uniformidad (o secuencia de los estratos) del perfil del suelo.

(Regante, 2002), fue el primero en proponer una ecuación empírica para la velocidad de infiltración, que se expresa comúnmente en unidades de longitud por unidad de tiempo, a saber:

$$I = K \times T_n \quad -1 < n < 0 \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 03})$$

Donde:

I = Velocidad de infiltración instantánea

T = Tiempo en minutos.

K = Constante que representa la velocidad de infiltración para $t = 1$.

n = Pendiente de la curva de velocidad de infiltración con respecto al tiempo.

La infiltración acumulada, se obtiene integrando la ecuación anterior:

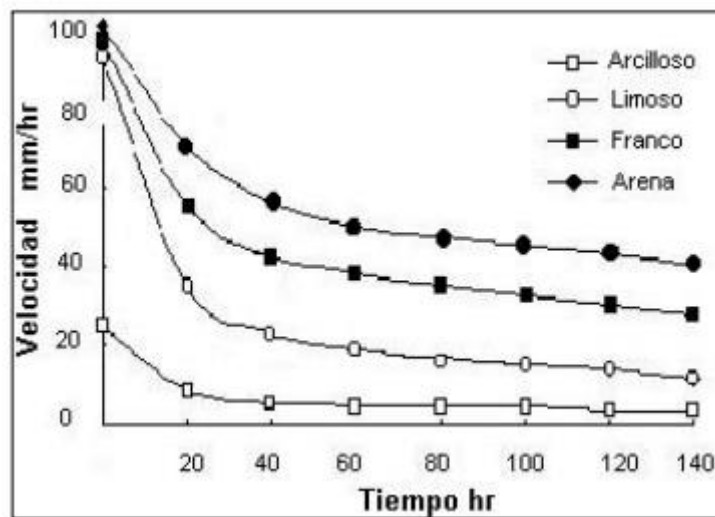
$$D = \int_0^t I \, dT \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 04})$$

donde, D es la infiltración acumulada o lámina de agua acumulada (L)

Además, la relación matemática entre la velocidad de infiltración y el tiempo se describe mediante una función exponencial inversa. Asimismo, cualquier cambio en las características del suelo provocará una respuesta única en el proceso de infiltración, lo cual se manifestará claramente en un gráfico que represente estas variables. Así, se pueden observar diversas curvas de infiltración correspondientes a cada tipo de suelo. Ver Figura 1.4

Figura 1.4

Curvas de infiltración, según textura del suelo



Nota: la velocidad de infiltración es mayor en texturas arenosas en comparación a las arcillosas.

1.5.3.3. Diámetro de mojado y profundidad. (Fernández Gómez, 2010) Es la zona del suelo que se humedece debido a un emisor de riego localizado. Los emisores aplican agua sobre la superficie del suelo, creando un pequeño charco a medida que avanza el riego. A medida que el bulbo húmedo se expande, el suelo se humedece más; sin embargo, la velocidad de infiltración del agua disminuye, lo que provoca que el bulbo húmedo aumente de tamaño más lentamente.

El sistema de riego por goteo funciona principalmente mediante la entrega continua y lenta de agua desde el emisor, en un punto específico de la superficie del suelo. En esta área es donde

comienza el proceso de infiltración del agua en el perfil del suelo, moviéndose de manera tridimensional (en profundidad, horizontalmente y a lo ancho). Esto da lugar a la formación de un "bulbo de humedecimiento" característico de cada tipo de suelo. El fenómeno de la infiltración es fundamental en el desarrollo del riego, por lo que las propiedades del flujo de agua son cruciales para el diseño de los sistemas de riego por goteo.

1.6. Bulbo de humedecimiento

Para definir la forma y tamaño del bulbo de humedecimiento, (Pizarro, 1996) explica que los emisores de riego localizado liberan agua gota a gota sobre una pequeña área del suelo, creando un pequeño charco o disco de suelo saturado que se expande a medida que avanza el riego. A medida que el suelo se humedece, la velocidad de infiltración del agua disminuye, lo que permite que el radio del charco aumente. Cuando el caudal del emisor, dividido por el área del charco, se iguala a la velocidad de infiltración, el charco alcanza un estado de equilibrio.

Desde el disco de suelo saturado del charco, el agua se distribuye a través de los poros hacia las áreas circundantes, donde la humedad es más baja. El potencial de esta zona no saturada se compone del potencial mátrico y el potencial gravitacional.

La formación del bulbo húmedo depende en gran medida del tipo de suelo. En suelos pesados (como los arcillosos), la velocidad de infiltración es menor en comparación con los suelos ligeros (arenosos), lo que provoca que el charco sea más grande y que el bulbo se expanda más en dirección horizontal que en profundidad. Si se aplica la misma cantidad de agua en suelos de diferentes texturas, la forma del bulbo variará.

Para que el bulbo humedezca adecuadamente una porción del suelo y permita que las raíces de las plantas absorban agua, es crucial considerar cómo se extiende horizontalmente. Esta extensión no puede aumentarse indefinidamente solo incrementando el caudal del emisor o el tiempo de riego; es necesario ajustar el número de emisores cercanos a las plantas. Además, la profundidad del bulbo está relacionada con la velocidad de infiltración del suelo y el tiempo de aplicación. Por lo tanto, es fundamental considerar los factores que afectan la forma del bulbo húmedo para determinar el número de emisores y el caudal adecuado para garantizar una buena distribución del agua en el suelo.

(Gispert Folch, 1999) señala que el desarrollo del volumen húmedo del suelo depende de varios factores, tales como:

- ❖ Estructura (tipo y disposición de los agregados)
- ❖ Estratificación (presencia o ausencia de horizontes genéticos)
- ❖ Tipo de irrigador (gotero, micro aspersor, manguera, cinta)
- ❖ Caudal del irrigador (l/h)
- ❖ Tiempo de riego (h)
- ❖ Altura del irrigador sobre el suelo (m)
- ❖ Contenido de humedad del suelo al inicio del riego (%)
- ❖ Pendiente de la parcela (%)

Entender la forma y tamaño del bulbo húmedo es crucial para optimizar el uso del agua, prevenir percolaciones profundas y diseñar adecuadamente un sistema de riego localizado. Esto permite definir aspectos clave como:

- ❖ Dosis y frecuencia de riego (programación)
- ❖ Número de goteros, micro aspersores, mangueras o cintas por árbol, así como su separación (diseño agronómico)
- ❖ Dimensionado de las tuberías, elementos de control y medida (diseño hidráulico)

Al respecto (Fuentes Yague, 1992), menciona que la forma y tamaño del bulbo húmedo dependen de los siguientes factores:

Textura del suelo. En suelos arenosos, con muchos poros grandes, el agua se desplaza más fácilmente hacia abajo, mientras que en suelos arcillosos, el agua tiende a extenderse más lateralmente. Por lo tanto, en suelos arenosos, el bulbo tiene una forma alargada, mientras que en suelos arcillosos, tiene una forma más achatada.

Caudal de cada emisor. Cuando el agua comienza a salir de un emisor, se forma un pequeño charco y el suelo empieza a absorber agua en toda su superficie. El tamaño del charco depende del caudal del emisor: a mayor caudal, mayor será la superficie del charco y, por ende, un bulbo más extenso en dirección horizontal.

Tiempo de riego. A medida que aumenta el tiempo de riego (manteniendo un caudal constante), el tamaño del bulbo aumenta en profundidad, pero su extensión horizontal apenas cambia.

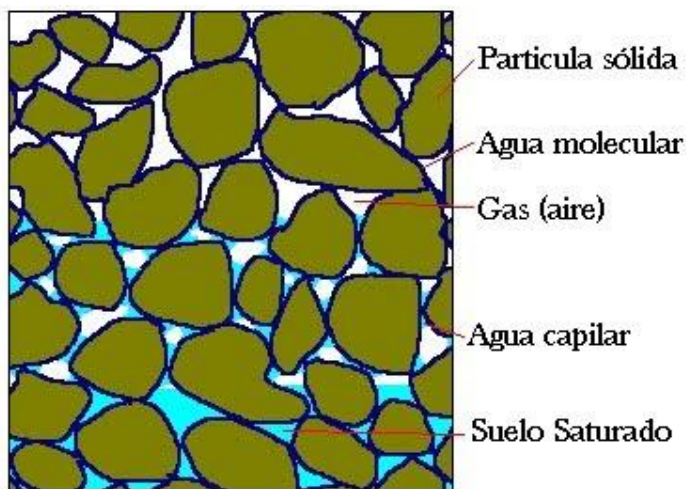
1.7. Propiedades del suelo

Principalmente, hay dos factores que influyen en la retención de humedad del suelo: el espacio poroso y la textura del suelo. El espacio poroso determina cuánta agua puede retener el suelo, y la distribución de ese espacio influye en la cantidad de agua disponible a diferentes niveles de tensión (ver Figura 1.5). Por otro lado, la textura del suelo afecta su agregación y el tamaño de los poros. Es importante señalar que en este factor también intervienen elementos como la materia orgánica, el calcio (Ca), el sodio (Na), entre otros.

El suelo establece la capacidad de almacenamiento de agua que puede proporcionar a las plantas. La cantidad de agua que el suelo puede ofrecer está relacionada con sus propiedades físicas, como la profundidad, la textura, la porosidad y la permeabilidad.

Figura 1.5

Fases del suelo: sólida, líquida y gaseosa



Nota: La proporción de las fases del suelo varía, y a razón de ello se dan las clases texturales.

1.7.1. Textura del suelo

El suelo está constituido por diversas partículas que se clasifican según su tamaño en arena, limo o arcilla. La proporción de estas partículas en el suelo determina su textura, resultando en categorías generales como suelos arenosos, limosos, francos o arcillosos. La medición de estas texturas es fundamental en agricultura.

Es importante considerar que la respuesta y las características del suelo dependen en gran medida de su textura, la cual puede influir decisivamente en aspectos como el tipo de cultivo adecuado, las necesidades hídricas del terreno y la aplicación de fertilizantes o productos fitosanitarios.

1.7.1.1. Texturas y humedad del suelo. Uno de los aspectos más relevantes al tratar sobre texturas es su relación con la humedad y las necesidades de riego del terreno. El comportamiento del suelo puede variar significativamente en este sentido. Por ejemplo, el agua se mueve con mayor facilidad en suelos arenosos que en suelos arcillosos, aunque estos últimos tienen una mayor capacidad para retener el agua.

Al calcular la humedad en función del tipo de suelo, se deben considerar tres variables: la capacidad de campo (cuando los poros están completamente llenos de agua y el suelo drena libremente), el punto de marchitamiento (cuando las plantas tienen dificultad para absorber agua) y la humedad disponible (que depende de los dos factores anteriores).

Teniendo en cuenta estos elementos, la humedad del suelo varía notablemente según las características del terreno:

- ❖ En suelos arenosos, la humedad disponible es aproximadamente del 7 % (9 % en capacidad de campo y 2 % en el punto de marchitamiento).
- ❖ En suelos francos, la humedad disponible puede alcanzar alrededor del 22 % (34 % en capacidad de campo y cerca del 12 % en el punto de marchitamiento).
- ❖ Los suelos arcillosos presentan una humedad disponible de alrededor del 14 % (38 % en capacidad de campo y 34 % en el punto de marchitamiento).

Estos valores pueden variar ligeramente en suelos con texturas no perfectamente definidas, como los arenoso-francos o franco-arcillosos, donde los niveles de humedad disponible oscilan entre el 10 % y el 20 %.

A pesar de conocer las texturas de los suelos, es crucial controlar su comportamiento mediante mediciones de campo precisas, lo que permite ajustar el riego y el nivel de humedad o su conductividad. En este contexto, las nuevas tecnologías se han convertido en aliados importantes para la agricultura, facilitando el trabajo de campo y el control de los cultivos.

1.7.1.2. Escala granulométrica. Se han propuesto diversas escalas granulométricas, siendo dos de las más utilizadas en edafología el Sistema Internacional, propuesto por Atterberg, y el sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A.), que coincide en parte con el primero, pero establece más separaciones. Los análisis mecánicos de suelos realizados por el U.S.D.A. suelen reportarse en ambos sistemas, y en Perú se ha adoptado ampliamente el sistema del U.S.D.A. Ambos sistemas se comparan en la Tabla 1.3 y el sistema U.S.D.A se ilustra en la Figura 1.6:

Tabla 1.3

La textura y su variación en diámetro en el sistema USDA e internacional

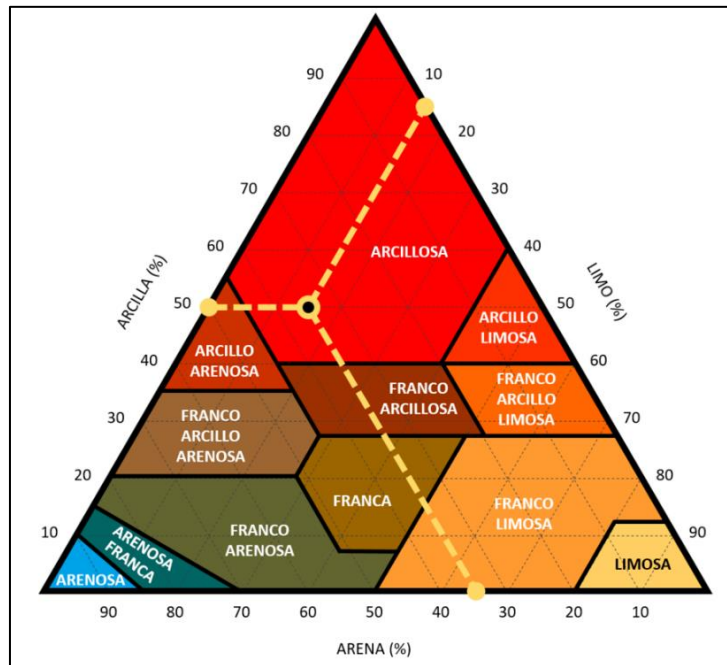
FRACCIONES	LÍMITES DE LOS DIÁMETROS (mm)	
	SISTEMA USDA	SISTEMA INTERNACIONAL (Atterberg)
ARENA MUY GRUESA	2.0 – 1.0	
ARENA GRUESA	1.0 – 0.5	2.0 – 0.2
ARENA MEDIA	0.5 - 0.25	
ARENA FINA	0.25 – 0.1	0.2 – 0.02
ARENA MUY FINA	0.1 – 0.05	
LIMO	0.05 – 0.002	0.02 – 0.002
ARCILLA	< 0.002	< 0.002

Nota: Parámetros establecidos con fines académicos

Es poco común que una muestra de suelo esté compuesta únicamente por una sola fracción. Por esta razón, las clases de textura se definen en función de diferentes combinaciones de arena, limo y arcilla. La textura del suelo y las posibles combinaciones de estas fracciones se representan gráficamente en un triángulo de texturas, como se muestra a continuación:

Figura 1.6

Triangulo textural propuesto por la USDA



Fuente: (Almazan, 2003)

1.8. Emisores o goteros

Los emisores, también conocidos como goteros, son componentes esenciales en un sistema de riego presurizado. La cantidad de agua suministrada y la uniformidad del riego dependen directamente de estos dispositivos, que regulan la salida de agua desde las tuberías laterales. Según el caudal que proporcionan, se clasifican en dos grupos:

- Emisores de bajo caudal, aquellos que ofrecen menos de 16 litros por hora, como los goteros y las cintas emisoras.
- Emisores de alto caudal, que entregan entre 16 y 200 litros por hora, incluyendo difusores y microaspersores.

1.8.1. Características de los emisores

Un emisor debe tener ciertas características, tales como:

- Facilidad de instalación.
- Baja sensibilidad a la obstrucción.
- Resistencia a variaciones de presión.
- Bajo costo.

- Mantenimiento de sus características a lo largo del tiempo.

No es imprescindible que un emisor reúna todas estas características, sino que debe contar con aquellas que sean necesarias para cada situación particular. Por ejemplo, la baja sensibilidad a la obstrucción es crucial al utilizar aguas superficiales contaminadas, mientras que no es tan relevante con aguas subterráneas limpias. En terrenos planos, no se requieren emisores que compensen diferencias de presión, pero sí en áreas con relieve.

1.8.2. Tipos de los emisores

De acuerdo con la configuración de su conducto, los goteros se pueden clasificar de la siguiente manera:

- De largo conducto. El gotero de microtubo consiste en un tubo de pequeño diámetro y gran longitud, con un exponente de descarga que varía entre 0,75 y 1. Debido a las desventajas de su régimen de flujo, que se acerca al laminar, el microtubo ya no se utiliza como gotero, sino como un elemento de conducción. (Ver Figuras 1.8 y 1.9).

Figura 1.7

Emisor AZUD Premier PC plano autocompensante 16



Nota: También se pueden denominar portagoteros, ya que vienen integrados o acoplados. (Roque Espinoza, 2021)

Figura 1.8

Caudal ADI cilíndrico autocompensante 16



Nota: También se pueden denominar portagoteros, ya que vienen integrados o acoplados (Roque Espinoza, 2021)

- De laberinto. El agua recorre una trayectoria en laberinto, por lo que aumenta la turbulencia del flujo (exponente de descarga comprendido entre 0,45 y 0,55). Es poco sensible a las obstrucciones y a los cambios de presión y temperatura. Véase Figura 1.10

Figura 1.9

Tubería Ø16 con gotero turbulento integrado a 0,35 metros



Nota: los goteros de laberinto o turbulentos, son integrados al conducto y otros de botón.

- De orificio. El agua se libera a través de uno o varios orificios de pequeño diámetro. Este tipo de emisor presenta un régimen de flujo turbulento (con un exponente de descarga cercano a 0,5). Aunque es poco sensible a las variaciones de presión y temperatura, tiende a obstruirse con facilidad debido al reducido tamaño de los orificios. Véase Figura 1.11

Figura 1.10

Gotero de orificio en tubería PVC



Nota: Este tipo de goteros también se usan en cintas, y uso general es en la hidroponía.

- De remolino. Este emisor cuenta con una cámara circular donde se genera un remolino, y el punto de emisión se ubica en el centro de este. Gracias a la pérdida de carga adicional que se produce, el diámetro del conducto puede ser mayor que en otros tipos de emisores, lo que

disminuye el riesgo de obstrucción. Su exponente de descarga varía entre 0,45 y 0,55, lo que los hace menos sensibles a las fluctuaciones de presión.

- Auto compensante. Este emisor está equipado con un mecanismo que ajusta el tamaño del conducto en función de la presión de entrada. Este mecanismo generalmente consiste en una membrana flexible (diafragma) que se deforma debido a la presión, lo que limita el caudal. El efecto de auto compensación se logra dentro de un rango específico de presiones, el cual debe ser indicado por el fabricante.

1.8.3. Tipo de conexión de los emisores

La conexión del gotero a la tubería puede realizarse de dos formas:

- Interlinea. Se instala entre dos secciones transversales de la tubería lateral. Cuando el gotero se conecta a una tubería de polietileno, el incremento máximo de diámetro que puede ocasionarse en la tubería como resultado de la instalación del gotero debe ser del 13%.
- En derivación o sobre línea. Se coloca en la pared de la tubería lateral mediante un orificio hecho con un sacabocados. El fabricante debe proporcionar la herramienta adecuada para garantizar la hermeticidad de la conexión con cada tipo de gotero.

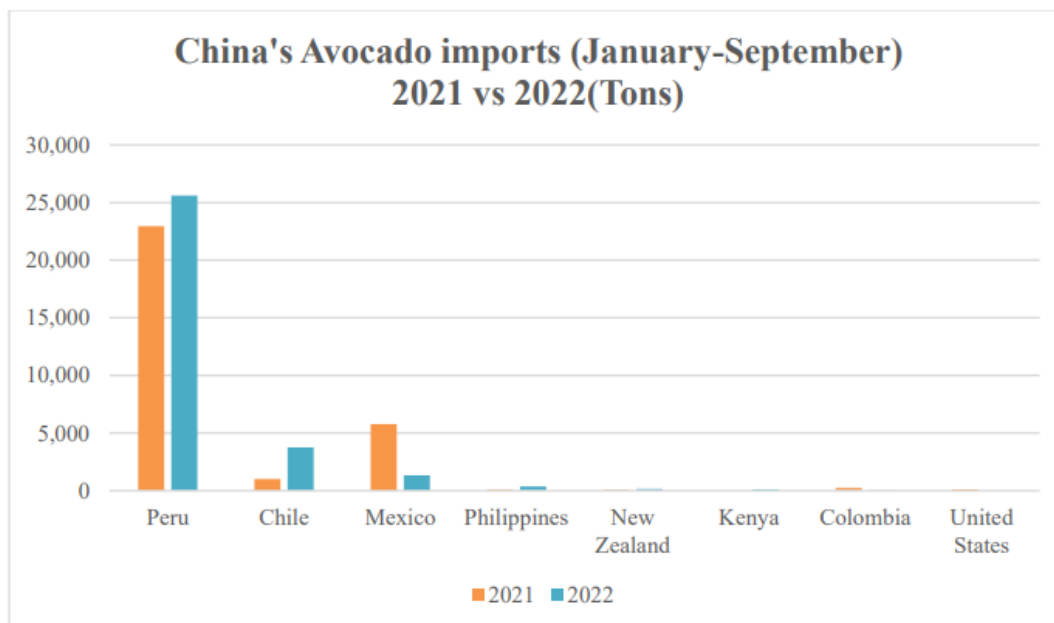
1.9. Cultivo de palto

El cultivo de palto a ido en auge en nuestro país, algunas evidencias de ello es que (DGIA, 2008) mencionó que el Perú en el 2007 ocupó el séptimo puesto en el mundo como productor y exportador de palto; posteriormente (ADEX, 2018) el primer gremio exportador del país agregó que el Perú se ubica, desde el 2014, en tercer lugar, del ranking mundial de exportadores de palta, después de México y Países Bajos. Véase Figura 1.12

En la actualidad, nuestro "oro verde", como se le ha denominado, ha sido objeto de un informe realizado por la (USDA, 2021), reportó que China importó más de 26,000 toneladas métricas de paltas frescas desde Perú, lo que equivale al 64% de la cuota de mercado de las importaciones de este fruto. Las cifras de importación de China muestran una clara tendencia: Perú se posiciona como líder, lo que evidencia la calidad de nuestro producto verde.

Figura 1.11

Importaciones de palto de Perú a China (enero – setiembre) 2021 vs 2022



Nota: A pesar de los desafíos de envíos globales relacionados con COVID en 2021, China importó más de 41.000 toneladas de paltas frescas. (USDA, 2021)

1.9.1. Morfología y taxonomía

Familia	:	Lauráceas
Especie	:	Persea americana
Origen	:	México, y luego se difundió hasta las Antillas y la parte norte de América del Sur. Presente en el Perú precolombino con el nombre de palta, graficada en ornamentos de los cementerios en Chimbote y Trujillo
Planta	:	Árbol extremadamente vigoroso (tronco leñoso con ramificaciones vigorosas), pudiendo alcanzar hasta 30 m de altura.
Razas	:	Mexicana, Guatemalteca y Antillana.
Sistema radicular	:	Bastante superficial
Árbol	:	Perennifolio
Hojas	:	Alternas, pedunculadas, muy brillantes:
Flores	:	Flores perfectas en racimos subterminales; sin embargo, cada flor

abre en dos momentos distintos y separados, es decir los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, las variedades se clasifican con base en el comportamiento de la inflorescencia en dos tipos A y B. Esta característica de las flores del palto es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente instalar variedades adaptadas en la misma parcela, con tipo de floración A y B, y con la misma época de floración en una proporción 10:1, donde la mayor población será de la variedad deseada. Cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y sólo el 0,1 % se transforman en fruto, por la abscisión de numerosas flores y frutitos en desarrollo.

1.9.2. Variedades de palto

De los cruces entre las variedades de las tres razas mencionadas, se han desarrollado más de 500 variedades, aunque solo los cruces entre las variedades guatemaltecas con las mexicanas y guatemaltecas con las antillanas tienen relevancia económica. Las variedades de palta más significativas para los mercados son las siguiente (DGIA, 2008, pág. 19):

- **Hass:** (guatemalteca x mexicana) Esta variedad fue desarrollada en California. Sus frutos tienen una forma ovalada o piriforme, son de tamaño mediano (200 a 300 g) y destacan por su excelente calidad. La cáscara, de textura granular y grosor medio, se pela fácilmente y cambia de color de verde a púrpura a medida que madura. La pulpa es libre de fibra y su contenido de aceite varía entre el 18 y el 22%. La semilla es pequeña, esférica y se adhiere a la pulpa. El fruto puede permanecer en el árbol un tiempo después de alcanzar la madurez sin perder calidad. El árbol es muy sensible al frío, pero tiene una alta productividad, siendo esta variedad la más importante en el mercado, ya que resiste bien el transporte y almacenamiento.
- **Fuerte:** (guatemalteca x mexicana). Esta palta se origina de una yema de un árbol nativo de Atlixio, México, y presenta características intermedias entre las razas mexicana y guatemalteca. Los frutos son de forma piriforme y tamaño mediano (300 a 400 g), con una longitud media de 10 a 12 cm y un ancho de 6 a 7 cm. La cáscara es ligeramente áspera al tacto, se separa con facilidad de la pulpa, tiene un grosor medio y es de color verde con una consistencia verdosa.

La pulpa es de buena calidad, con poca fibra, y las semillas son de tamaño mediano, con un contenido de aceite que varía entre el 18 y el 26%.

- **Nabal:** (raza guatemalteca) Este fruto es redondo y de tamaño mediano, pesando entre 450 y 550 g al madurar. La cáscara es ligeramente rugosa, gruesa y de color verde oscuro, con una semilla proporcionalmente pequeña. Existe un cultivar llamado “Nabal” que produce frutos de tamaño y peso ligeramente superiores, atractivos para el mercado y conocido como “Nabal Azul”. La fruta tiene buena calidad y ocupa el tercer lugar en las preferencias del mercado nacional.
- **Ettinger:** El fruto tiene una forma oval alargada, es de tamaño mediano, y presenta una cáscara fina, lisa y de color verde brillante. La pulpa no contiene fibra y es de muy buena calidad. Es una de las variedades más importantes en Israel, donde representa entre el 25 y el 30% de la superficie plantada de paltos.
- **Edranol:** Este árbol tiene un desarrollo medio. Sus frutos son de forma piriforme, con cáscara rugosa de color verde y de tamaño medio (260 a 300 g). La pulpa tiene un buen sabor y un contenido de aceite del 22%.
- **Bacón:** Esta variedad es originaria de California y tiene buena resistencia al frío. El fruto es ovalado, de tamaño medio (250 a 300 g) y presenta una cáscara fina de color verde brillante. El árbol es vigoroso, erguido, muy precoz y productivo.
- **Negra de la Cruz:** También conocida como Prada o Vicencio, se originó posiblemente en Olmué por hibridación natural, posiblemente influenciada por la variedad mexicana Leucaria, a la que se asemeja por su follaje de ondulación ancha. Se podría considerar un híbrido guatemalteco-mexicano. Es un árbol de crecimiento rápido, precoz y muy productivo, aunque tiene madera frágil, lo que provoca que sus ramas se quiebren con facilidad. El fruto es periforme, con una cáscara que varía de morada a negra.

1.9.3. Requerimientos agroclimáticos

1.9.3.1. Exigencias en el clima. En el Perú, el palto puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2,800 metros sobre el nivel del mar; sin embargo, se recomienda cultivarlo entre 500 y 2,500 msnm para evitar problemas de enfermedades, especialmente en las raíces. La temperatura y la precipitación son los factores más influyentes en el desarrollo de las diferentes variedades de palto.

En cuanto a la temperatura, las variedades reaccionan de manera diferente según su raza. La raza antillana tiene poca resistencia al frío, mientras que las variedades guatemaltecas son más resistentes y las mexicanas son las que mejor toleran las bajas temperaturas. En lo que respecta a la precipitación, se considera que anualmente son suficientes 1,200 mm bien distribuidos. Las sequías prolongadas pueden causar la caída de las hojas, lo que disminuye el rendimiento, mientras que un exceso de lluvia durante la floración y la fructificación puede reducir la producción y provocar la caída de los frutos.

El terreno destinado al cultivo debe tener buena protección natural contra el viento; si no es posible, se recomienda establecer una barrera cortavientos al menos un año antes de plantar. El viento puede causar daños, romper ramas y provocar la caída de los frutos, especialmente cuando son pequeños. Además, si el viento es muy seco durante la floración, puede reducir el número de flores polinizadas y, por ende, la cantidad de frutos. Un ambiente con demasiada humedad relativa puede llevar al desarrollo de pudrición radicular, algas o líquenes en el tallo, ramas y hojas, así como enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Por otro lado, un ambiente excesivamente seco puede matar el polen, lo que repercute negativamente en la fecundación y, en consecuencia, en la formación de un menor número de frutos (INIA, 2012, pp. 6-7)

1.9.3.2. Exigencias en el suelo. Se recomiendan suelos de textura ligera, profundos y bien drenados, con un pH que oscile entre 5.5 y 6.8. Sin embargo, también es posible cultivar en suelos arcillosos o franco-arcillosos siempre que cuenten con un buen drenaje, ya que el exceso de humedad favorece el desarrollo de enfermedades en las raíces. (INIA, 2012, p. 7).

1.9.4. Riego

“El riego es una de las actividades más importantes que se debe realizar, en el manejo del cultivo, considerándose 4 frecuencias de humedad (Véase Tabla 1.4) que se le debe dar al suelo de acuerdo a las condiciones de la planta” (INIA I. d., 2012, pág. 10).

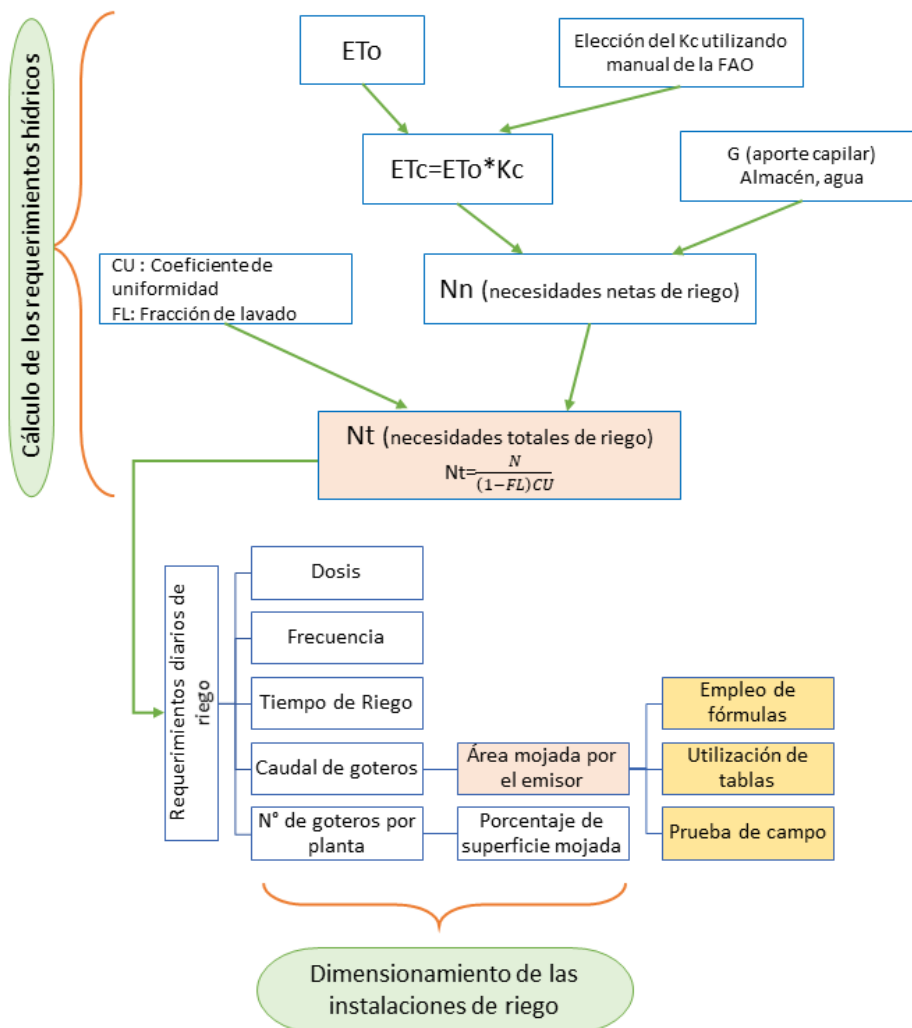
Tabla 1.4

Consideraciones de riego acorde al estado fenológico del cultivo palto

Agoste	Floración	Choloque	Llenado de Fruta
% 15 H	% 15 H	% 15 H	% 15 H

Fuente: INIA I. d., 2012, pág. 10

1.10. Esquema de diseño agronómico



CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del ámbito de estudio

El presente trabajo experimental tomo lugar en 03 provincias de la región Ayacucho, siendo éstas: Huamanga, Huanta y La Mar, dónde se ubican las mayores extensiones de cultivo de palto y diferentes texturas de suelo, el muestreo utilizado fue probabilístico.

2.1.1. *Ubicación política*

Zona muestral 01

Región	:	Ayacucho
Provincia	:	Huamanga
Distrito	:	Ocros
Unidad hidrográfica	:	Cuenca Mantaro

Zona muestral 02

Región	:	Ayacucho
Provincia	:	Huanta
Distrito	:	Luricocha
Unidad hidrográfica	:	Cuenca Mantaro

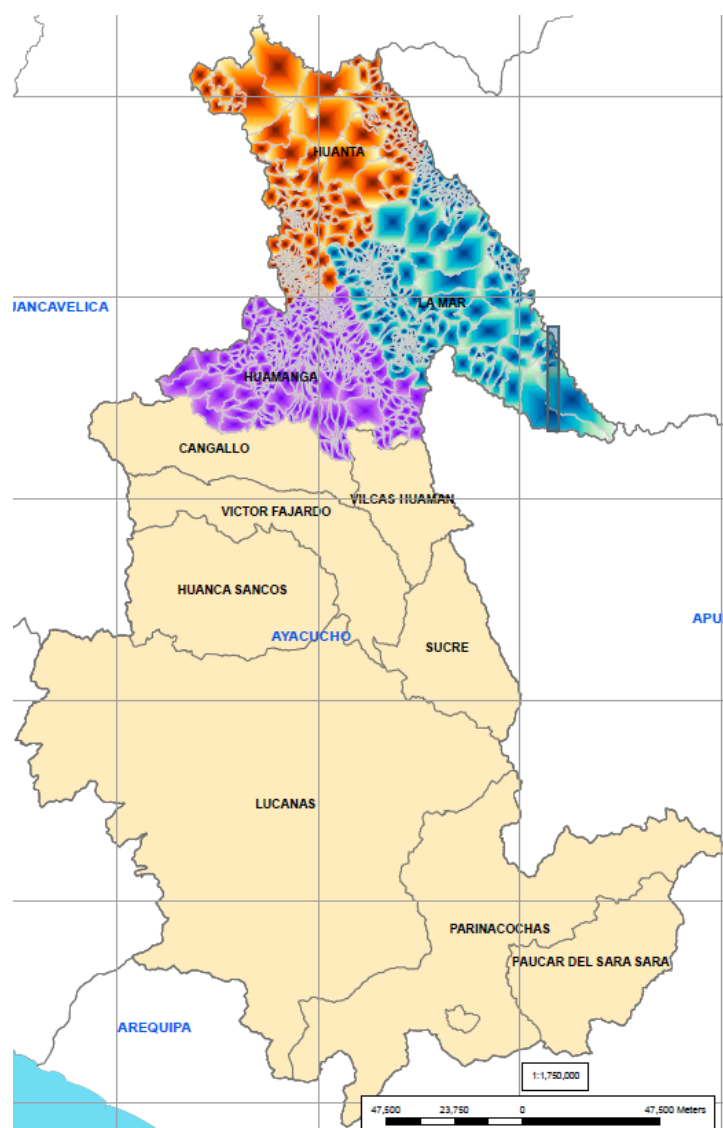
Zona muestral 03

Región	:	Ayacucho
Provincia	:	La Mar
Distrito	:	San Miguel
Unidad hidrográfica	:	Cuenca Pampas

2.1.2. Ubicación geográfica

Figura 2.1

Ubicación geográfica del trabajo de investigación

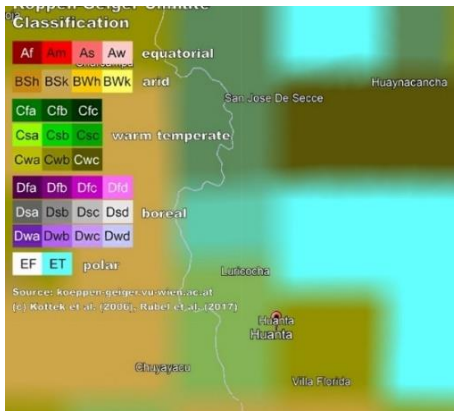


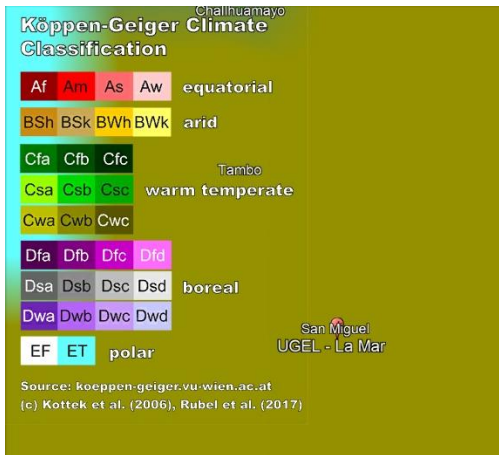
Nota: Se muestra la ubicación provincial de las 03 zonas muestrales

2.2. Condiciones climáticas

Köppen (1884), “describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones”. Es una de las clasificaciones climáticas más utilizadas debido a su generalidad y sencillez, mencionado lo anterior se muestra el clima para cada zona muestral. Véase anexo A

Zona muestral 01	
Región :	Ayacucho
Provincia :	Huamanga
Clasificación : clima	
Descripción :	Bsk: Estepario frío Los inviernos son fríos o muy fríos, y los veranos pueden ser templados o cálidos. Las precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.

Zona muestral 02	
Región :	Ayacucho
Provincia :	Huanta
Clasificación : clima	
Descripción :	Csc: Templado con inviernos fríos Este tipo de clima se caracteriza por inviernos fríos y nevados, y veranos frescos con precipitaciones moderadas a altas. La vegetación en estas regiones es generalmente de hoja caduca.

Zona muestral 03	
Región :	Ayacucho
Provincia :	La Mar
Clasificación : clima	
Descripción	Cwa: Subtropical con invierno seco Inviernos fríos o templados y veranos cálidos. La estación seca es el invierno. : Es clima de bosques templados. Este clima se da en el interior y costa este de los continentes, entre los 20° y 30° de latitud

2.3. Suelo

La clasificación es de acuerdo al Soil Taxonomy (2006) según se menciona en el estudio fisiográfico, suelos y de capacidad de uso mayor de la Zonificación ecológica, económica y ordenamiento territorial en la Región Ayacucho del 2012.

Zona muestral 01	
Serie :	Ocros
Orden :	Inceptisol
Gran Grupo :	Eutrudepts
Sub grupo :	Typic Eutrudepts
Zona muestral 02	
Serie :	Luricocha
Orden :	Aridisol
Gran Grupo :	Haplocambids
Sub grupo :	Typic Haplocambids

Zona muestral 03	
Serie	: San Miguel
Orden	: Entisol
Gran Grupo	: Ustorthents
Sub grupo	: Typic Ustorthents

2.4. Fisiografía

La superficie de las tres zonas muestrales experimentales presenta pendiente menos del 2% considerándose planas.

2.5. Equipos y materiales para el procedimiento

Riego por goteo:

- 01 electrobomba de 1 HP
- Cabezal de riego y dispositivos de control de presión hidráulica
- Red primaria de PVC
- Tubería secundaria o de distribución de PVC de clase 5
- Tubería terciaria de PVC de clase 5, que da lugar a las tomas laterales
- Llaves de paso
- Manguera de polietileno de 16mm de diámetro
- Goteros auto compensantes con caudales de descarga: 2, 4 y 8 l/h.

Equipo de medición:

- Manómetro de glicerina de 6 atmósferas
- Cronometro
- Regla de 30cm
- Wincha de 5m

Equipo de laboratorio de suelos:

- Hidrómetro de Bouyoucos calibrado desde 0-60 g/l
- Batidora
- Embolo de agitación
- Termómetro
- Agente dispersante (hexametafosfato de sodio 1N)

Equipo para la determinación de la densidad aparente:

- Anillo de 3 pulgadas (7,62 cm) de diámetro
- Bloque de madera
- Vernier
- Cuchillo de madera
- Bolsas termoplásticas y marcador
- Balanza de precisión
- Horno

Herramientas manuales y otros:

- Bolsa plástica
- Pico, pala
- Cámara fotográfica
- Libreta de Campo
- Programas de computo
- Equipo de computo e impresión
- Material bibliográfico.

2.6. Metodología

2.6.1. Determinación de los campos experimentales

Se realizaron muestreos probabilísticos para seleccionar las zonas de estudio, esto debido a que si una muestra no se selecciona aleatoriamente es muy probable que presente algún tipo de sesgo, y los datos obtenidos de la población pueden no ser representativos.

En tal sentido, teniendo en consideración las características de nuestra región, para el presente trabajo de investigación se utilizó el muestreo multietápico, que viene a ser la combinación de dos o más tipos de muestreo, donde se realiza una selección de conglomerados en la primera etapa y una selección aleatoria simple en la segunda etapa.

Kish (1965) señaló que, “el muestreo multietápico tiene la ventaja de ser más eficiente que otros enfoques de muestreo cuando se busca una buena representatividad de la población, ya que reduce la cantidad de recursos necesarios para seleccionar una muestra que sea estadísticamente precisa” (p.114).

Para la selección del cultivo: en relación a los datos estadísticos obtenidos en censo nacional agropecuario 2012, en la región Ayacucho la mayor cantidad de unidades agropecuarias con cultivos permanentes es el palto (véase Tabla 2.1), teniendo en cuenta esta data se realizará el estudio del comportamiento del bulbo de humedecimiento en diferentes texturas, deduciendo que es un cultivo económicamente activo.

Tabla 2.1

Unidades agropecuarias con cultivos permanentes, por destino de la mayor parte de producción, según cultivo

CULTIVO PERMANENTE	TOTAL DE UNIDADES AGROPECUARIAS CON CULTIVOS	DESTINO DE LA MAYOR PARTE DE LA PRODUCCIÓN	
		VENTA	AUTOCONSUMO
Departamento AYACUCHO	19870	18334	2129
FRUTALES	6511	4849	1903
AguaymantO	17	8	9
Capuli	6	3	3
Chirimoyo	88	68	19
Cirolero	8	5	3
Cocotero	5	5	
Granado	12	9	3
Guindo	9	2	7
Higuera	9	4	5
Huasai	1		1
Lima	1	1	
Limon acido	106	88	18
Limon dulce	3	1	2
Lucumo	118	104	14
Mandarina	15	9	6
Mango	108	87	21
Manzano	70	40	30
Melocotonero	422	254	172
Membrillero	1	1	
Naranja	280	212	67
Nispero	13	11	2
Nogal	1	1	
Pacae	38	15	21
Palto	2538	2271	274
Papaya	89	79	11
Pecano	1	1	
Peral	1		
Pijuayo fruta	1	1	
Platano	461	306	158
Sacha inchi	61	59	2
Tangelo	22	22	
Tangerina	5	5	
Tuna	1731	1089	670
Vergel fruticola	1510	892	620
Vid	17	13	1
INDUSTRIALES	14826	14700	258
Achiote	223	222	1
Cacao	7656	7628	39
Cafe	6338	6297	49
Coca	5638	5554	87
Cube	511	506	
Esparrago	1	1	
Olivo	11	11	
Oregano	88	76	13
Palillo	418	418	
Pimienta	1	1	
Quinua	3	2	1
Tara	1564	1511	47
Toronjil	1	1	
Tuna para cochinilla	236	211	31
Yute			
Palmera			
Cardamomo			
AGROINDUSTRIAL	1	1	
Hinojo	1	1	

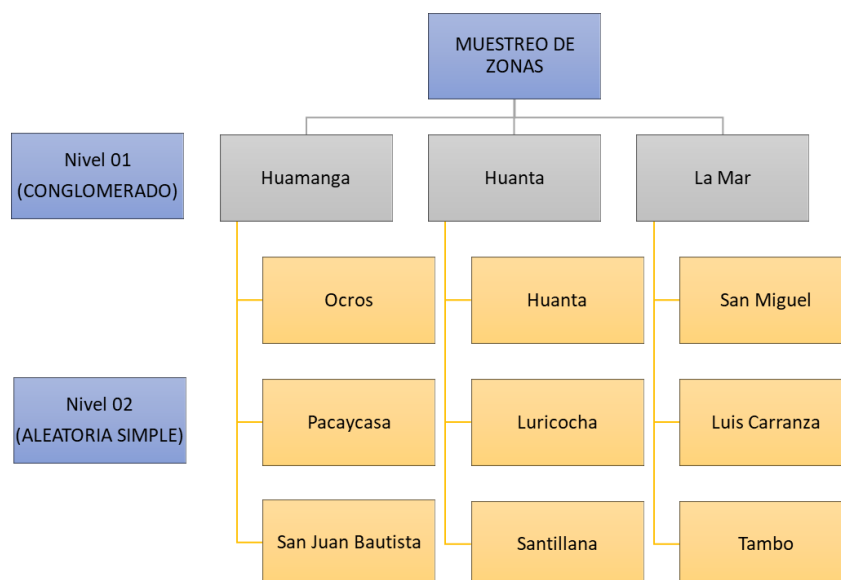
Nota: Datos obtenidos del INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, elaboración propia.

Para la selección de las zonas de muestreo de estudio:

A continuación, presentamos el resumen del muestreo multietápico mediante un diagrama, para la selección de las zonas muestrales. Véase Figura 2.2

Figura 2.2

Diagrama del muestreo multietápico y elección de las zonas de estudio



Nota: La elaboración de este diagrama se tomaron en cuenta para el nivel 01 datos estadísticos del INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, y para el nivel 02 datos tomados del mapa temático tipos de suelo tomados de la Zonificación Ecológica Económica (2012)

Nivel 1: Selección de provincias con mayor número de unidades agropecuarias (UA) de producción de palto, se utilizan las UA y no la superficie en ha, ya que, al encontrarse dispersas en la zona de estudio, nos dan la probabilidad de obtener mayor variedad de suelos texturales. Véase Tabla 2.2

Tabla 2.2

Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada provincia del departamento de Ayacucho

Provincia	N° de Unidades Agropecuarias (UA) con cultivo de palto	superficie en ha con cultivo de palto
Huamanga	207	244.94
Cangallo	10	0.71
Huancasancos	0	0.00
Huanta	1,578	726.62
La Mar	389	191.35

Lucanas	191	200.78
Parinacochas	5	2.54
Paucar del Sara Sara	21	12.25
Sucre	1	0.06
Victor Fajardo	54	12.85
Vilcas Huamán	82	81.03

Nota: Se muestran los datos procesados del IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, elaboración propia.

Luego de obtener que las provincias con mayor cantidad de UA son: Huamanga, Huanta y La Mar, se procede a realizar la misma evaluación a nivel distrital, véase Tabla 2.3, Tabla 2.4 y Tabla 2.5

Tabla 2.3

Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada distrito de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho

Distritos de Huamanga	N° de Unidades Agropecuarias (UA) con cultivo de palto	superficie en ha con cultivo de palto
Ayacucho	2	0.21
Acocro	0	0.00
Acosvinchos	0	0.00
Carmen Alto	4	0.66
Chiara	0	0.00
Ocros	163	131.22
Pacaycasa	4	102.75
Quinua	3	0.44
San José de Ticllas	4	0.84
San Juan Bautista	23	6.54
Santiago de Pischa	0	0.00
Socos	0	0.00
Tambillo	3	2.24
Vinchos	0	0.00
Jesús Nazareno	1	0.04

Nota: Se muestran los datos procesados del IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, elaboración propia.

Tabla 2.4

Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada distrito de la provincia de Huanta del departamento de Ayacucho

Distritos de Huanta	N° de Unidades Agropecuarias (UA) con cultivo de palto	superficie en ha con cultivo de palto
Huanta	63	29.18
Ayahuanco	2	1.00
Huamanguilla	0	0.00
Iguain	1	0.32
Luricocha	83	22.51
Santillana	50	15.55
Sivia	0	0.00
Llochegua	0	0.00

Nota: Se muestran los datos procesados del IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, elaboración propia.

Tabla 2.5

Cultivo de palto en número de unidades agropecuarias y superficie en hectárea al 2012 por cada distrito de la provincia de San Miguel del departamento de Ayacucho

Distritos de San Miguel	N° de Unidades Agropecuarias (UA) con cultivo de palto	superficie en ha con cultivo de palto
San Miguel	16	5.34
Anco	0	0.00
Ayna	0	0.00
Chilcas	0	0.00
Chungui	0	0.00
Luis Carranza	1	0.50
Santa Rosa	0	0.00
Tambo	0	0.00
Samugari	0	0.00

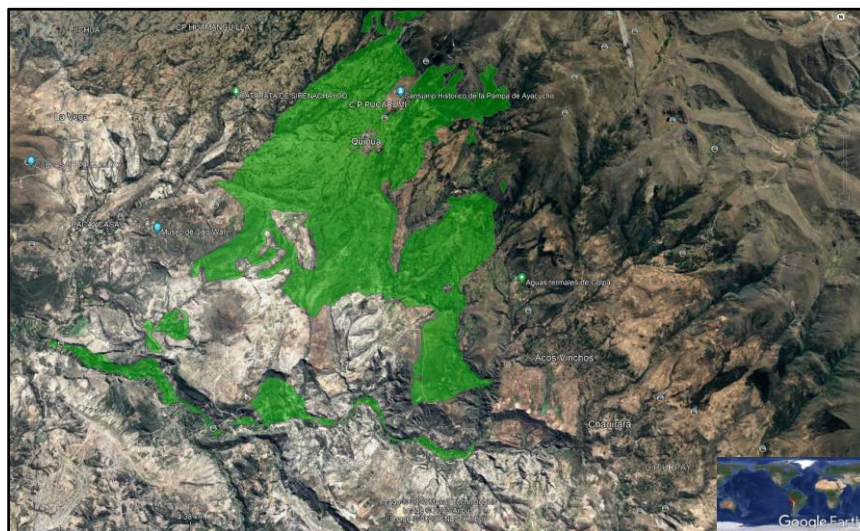
Nota: Se muestran los datos procesados del IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, elaboración propia.

Nivel 2: Selección de distritos con orden de suelo que estas presentan, dentro de cada provincia elegida, para ello se generaron 16 mapas temáticos (Véase anexo B), para ello se desarrolló de la siguiente manera:

- a. Para la identificación de cultivo de palto de utilizo imágenes satelitales (Google Earth) en el cual se trazaron polígonos para identificar los campos de cultivo de palto en cada distrito que contenga dicho cultivo. Véase Figura 2.3

Figura 2.3

Área de cultivo de plato delimitada e Google Earth

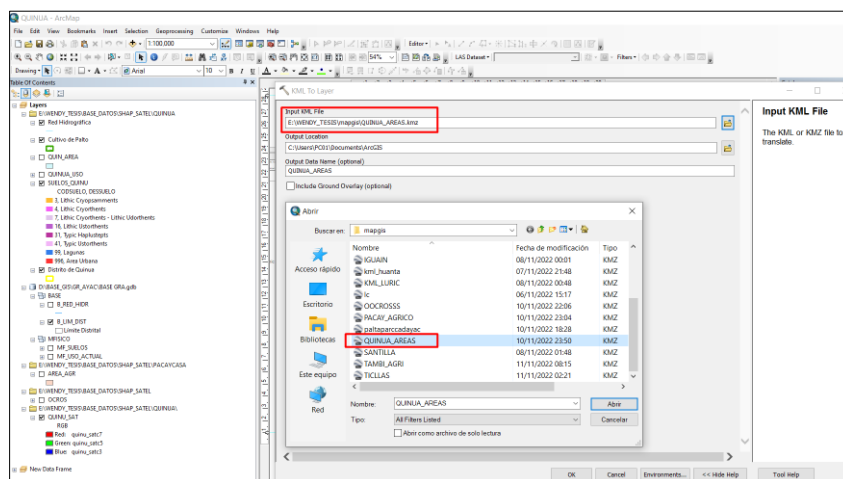


Nota: Se realizó la delimitación para los distritos que poseen el cultivo de palto según el IV censo nacional agropecuario 2012, el ejemplo es del distrito de Quinua

- b. Una vez identificado las áreas de cultivo, se procedió a exportar el polígono al programa ArcGIS. Véase Figura 2.4

Figura 2.4

Importación de los polígonos de las áreas de cultivo de palto obtenidos del Google Earth

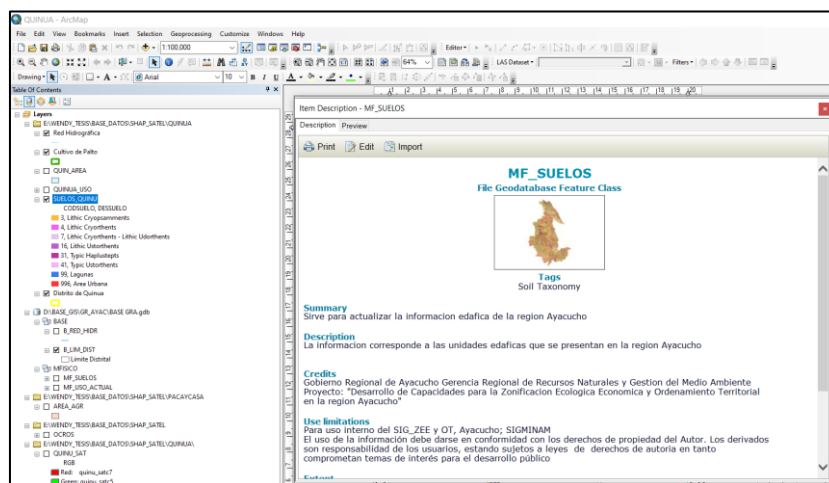


Nota: Los datos exportados son en formato KMZ que son compatibles con el ArcGIS

- c. Del mismo modo se utilizó archivos shapefile para identificar los diferentes tipos de suelos que abarca el distrito que contenga el cultivo de palto, elaborados por el Gobierno Regional de Ayacucho en su informe de zonificación ecológica económica (ZEE). Véase Figura 2.5

Figura 2.5

Shapefile de morfología de suelos de la región Ayacucho

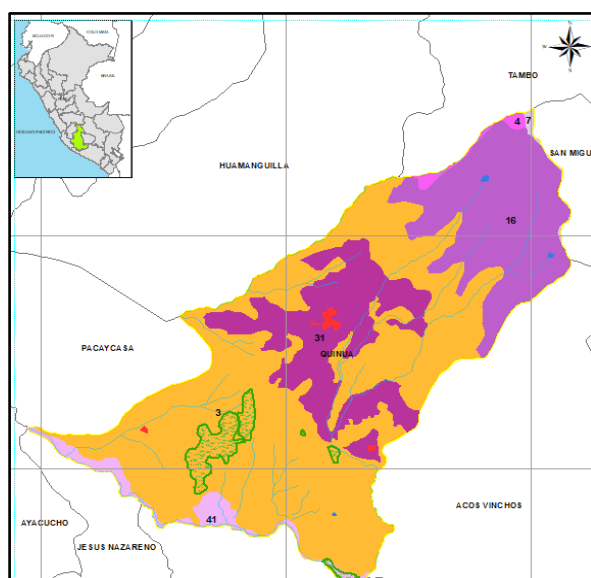


Nota: La data del shapefile es del 2012 genera en el informe de ZZE

- d. Finalmente se obtuvo el mapa de identificación de cultivo de palto y tipos de suelo de la zona de interés. Véase Figura 2.6

Figura 2.6

Mapa temático de la intersección de orden de suelo y el cultivo de palto



Nota: El cultivo de palto en el distrito de Quinua se interseca con un suelo de orden Entisol

Al realizar la interpolación del mapa temático de morfología de suelo con el área del cultivo de palto para los distritos que lo posean de acuerdo al IV censo nacional agropecuario 2012, se obtiene la Tabla 2.6, Tabla 2.7 y Tabla 2.8

Tabla 2.6

Datos de subclase y orden de suelo para cada distrito de la provincia de Huamanga

Distritos Huamanga	N° de UA	superficie ha	subclase	orden
Ayacucho	2	0.21	Typic Haplocryands	Andisol
			Typic Ustorthents	Entisol
Carmen Alto	4	0.66	Lithic Cryopsamments	Entisol
Ocos	163	131.22	Lithic Cryopsamments	Entisol
			Lithic Cryorthents	Entisol
			Typic Eutrudepts	Inceptisol
			Typic Udorthents	Entisol
			Typic Ustorthents	Entisol
Pacaycasa	4	102.75	Lithic Cryopsamments	Entisol
			Typic Ustorthents	Entisol
Quinua	3	0.44	Lithic Cryopsamments	Entisol
			Typic Ustorthents	Entisol
San jose de Ticllas	4	0.84	Lithic Udipsamments	Entisol
			Typic Haplocryands	Andisol
			Typic Ustorthents	Entisol
San Juan Bautista	23	6.54	Lithic Cryopsamments	Entisol
			Typic Udorthents	Entisol
Tambillo	3	2.24	Lithic Cryopsamments	Entisol
			Typic Ustorthents	Entisol
Jesús Nazareno	1	0.04	Lithic Cryopsamments	Entisol
			Typic Ustorthents	Entisol

Nota: Los datos de subclase y orden son exportados del ArcGis, elaboración propia.

Tabla 2.7

Datos de subclase y orden de suelo para cada distrito de la provincia de San Miguel

Distritos de San Miguel	N° de UA	superficie ha	sub clase	orden
San Miguel	16	5.34	Typic Ustorthents	Entisol
Luis Carranza	1	0.50	Typic Ustorthents	Entisol

Nota: Los datos de subclase y orden son exportados del ArcGis, elaboración propia.

Tabla 2.8*Datos de subclase y orden de suelo para cada distrito de la provincia de Huanta*

Distritos Huanta	N° de UA	superficie ha	sub clase	orden
Huanta	63	29.18	Typic Ustorthents	Entisol
Ayahuanco	2	1.00	Lithic Cryorthents	Entisol
Iguain	1	0.32	Typic Ustipsamments	Entisol
			Typic Ustorthents	Entisol
Luricocha	83	22.51	Typic Haplocambids	Aridisol
			Typic Ustorthents	Entisol
Santillana	50	15.55	Lithic Cryorthents	Entisol
			Lithic Ustorthents	Entisol

Nota: Los datos de subclase y orden son exportados del ArcGis, elaboración propia.

Finalmente se escogerá los distritos de forma aleatoria, para ello se escogerá un distrito de las provincias preseleccionadas; teniendo en consideración que las ordenes de suelo obtenidas con andisol, inceptisol, aridisol y entisol, obteniéndose los distritos de Ocos, San Miguel y Luricocha.

2.6.2. Determinación de la textura del suelo

Siguiendo las directrices del manual de la FAO, se tomarán medidas representativas de suelo de 0 a 30 cm de profundidad en las áreas asignadas para el presente trabajo de investigación. Estas muestras serán enviadas a un laboratorio especializado en análisis de suelos, donde se determinará la textura utilizando el método del densímetro de Bouyoucos.

Esta información es crucial para entender la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes.

Véase Tabla 2.9

Tabla 2.9*Resultado del análisis mecánico y determinación de la textura de las tres zonas muestrales*

Muestra	Análisis Mecánico			Textura
	Arena %	Limo %	Arcilla %	
Zona muestral 01	61	21	18	Franco arenoso
Zona muestral 02	33	31	36	Franco arcilloso
Zona muestral 03	39	34	27	Franco

Nota: Los resultados obtenidos son del servicio prestado por AGROLAB, elaboración propia.

2.6.3. Determinación de la densidad aparente del suelo

Se recolectaron muestras de suelo representativas utilizando un cilindro muestreador, abarcando una profundidad de 0 a 30 cm en cada área muestreada obtenida mediante muestreo probabilístico. Posteriormente, estas muestras fueron enviadas a un laboratorio especializado en suelos, donde se llevó a cabo el ensayo para determinar la densidad aparente.

Su determinación es importante ya que es un indicador de la porosidad y compacidad del suelo, lo que puede afectar la permeabilidad, la retención de agua y la circulación de aire en el suelo, siendo los resultados los que se presentan en la Tabla 2.10

Tabla 2.10

Resultados de laboratorio de la densidad aparente del suelo de las tres zonas muestrales

Zona muestral	Textura	Profundidad (cm)	Da (g/cm³)
Ocros	Franco arenoso	30	1.27
Luricocha	Franco	30	1.25
San Miguel	Franco arcilloso	30	1.21

Nota: Los resultados obtenidos son del servicio prestado por AGROLAB, elaboración propia.

2.6.4. Acondicionamiento del terreno de las zonas muestrales

Al realizarse el trabajo experimental en un cultivo ya instalado como es el palto, luego de realizar la selección de las tres zonas muestrales por un análisis estadístico multietapico, se realizó visitas previas a los propietarios de los terrenos para solicitar datos de campo tales como: la última fecha de riego y fertilización al suelo, estado fenológico del cultivo, situación actual del tipo de riego a utilizar, verificar la topografía del terreno; con la finalidad de que los 03 terrenos se encuentren en condiciones similares y los resultados tengan un menor sesgo. Véase Tabla 2.11

Tabla 2.11

Datos de campo recolectados de las 03 zonas muestrales

Zona muestral	Textura	Último riego	Abonamiento del suelo	Estado fenológico del cultivo	Riego utilizado
Ocros	Franco arenoso	02-06-23	14-04-23	Foliación	Gotero comercial
Luricocha	Franco	09-03-23	26-12-22	Maduración	Sin riego
San Miguel	Franco arcilloso	20-05-23	05-04-23	Floración	Orificio en conducto

Nota: Los datos recopilados en campo, previos al trabajo experimental, elaboración propia..

2.6.5. Procedimientos de los tratamientos aplicados

Para llevar a cabo las evaluaciones del bulbo de humedecimiento en suelos de textura franco-arenosa, franco arcilloso y franco con el sistema de riego por goteo superficial a diferentes descargas de caudal (2 l/h, 4 l/h y 8 l/h) con 6 lecturas en intervalos de 1 hora, dando resultado a 18 tratamientos (aplicaciones de riego) por cada clase textural, teniendo un total de 54 tratamientos, realizándose 7 repeticiones.

A continuación, se describirá los tratamientos aplicados en cada zona muestral, véase Tabla 2.12:

T= hr	Q (l/h)		
	Q1= 2 l/h	Q2= 4 l/h	Q3= 8 l/h
1	T-01	T-07	T-013
2	T-02	T-08	T-014
3	T-03	T-09	T-015
4	T-04	T-010	T-016
5	T-05	T-011	T-017
6	T-06	T-012	T-018

Nota: Esta tabla fue utilizada para las tres zonas muestrales de: Ocros, Luricocha y Patibamba, obteniendo un total de 54 tratamientos, elaboración propia.

Todos los tratamientos se colocaron en una superficie con una pendiente inferior al 0.5%, utilizando un marco de riego de 7 m de ancho y 9 m de largo, con 3 hileras de riego y 6 goteros auto compensados por hilera, separados por 1.5 m.

Los bloques se instalaron siguiendo un cronograma para facilitar un mejor manejo y registro de los datos de las variables en evaluación del bulbo de humedecimiento. Con la ayuda de un trabajador de la zona, se determinó el área necesaria y procediendo a instalar los materiales para el riego por goteo. En los bloques de cada zona muestral, se distribuyeron los 18 goteros (tratamientos en estudio), realizando 7 repeticiones. Los bloques de cada zona muestral, se instalaron de igual forma. Para la instalación de los laterales en los bloques de cada zona muestral, se utilizaron mangueras de polietileno con un diámetro de 16 mm y goteros PC Erras Dripper de diferentes caudales, dependiendo el bloque en estudio.

2.6.6. Valoración del perfil y dimensión del bulbo de humedecimiento para diferentes texturas, caudales y tiempos de riego

Realizamos las pruebas primero en el suelo franco, correspondiente a la zona muestral Luricocha, continuando con la clase textural Franco Arcilloso ubicada la zona muestral de Patibamba, culminando con la zona muestral de Ocros con una textura Franco arenoso.

Se dio inicio a la aplicación de los tratamientos de acuerdo a las frecuencias (tiempo de aplicación) que corresponde a cada bloque tal como se describe en el numeral 2.6.5, para poder continuar con las siguientes seis repeticiones restantes se dejó deshumedecer la zona muestral por el período de una semana. Las lecturas del bulbo de humedecimiento se toman durante 6 horas en intervalos de 1 hora, ya que según los informes de las Comisiones de Usuarios en la zona las jornadas efectivas de riego se dan en ese lapso.

El procedimiento experimental dio inicio a las 8 a.m., otra de las consideraciones que se tuvo en cada bloque al aplicar el riego, fue mantener la presión constante a 25 mca en el cabezal y 20 mca en los laterales. Cada bloque de las zonas muestrales estuvo conformado por 18 tratamientos, realizándose 7 repeticiones. Los tratamientos en los que se aplica el riego por goteo durante una hora se ubican al final de cada lateral, siendo el T-01, T-07 y T-013 en la que se aplica un caudal de 2 l/h, 4 l/h y 8 l/h respectivamente, una vez culminado el tiempo de aplicación se cierra las válvulas ubicadas en cada lateral, y se realiza el mismo procedimiento en cada tiempo de aplicación.

Culminando la aplicación riego por goteo en los 18 tratamientos del primer bloque y con la válvula cerrada, se procedió con el proceso de valoración de la forma y dimensión del bulbo de humedecimiento de cada tratamiento. Para lo cual, se requirió realizar un corte transversal al suelo y a la dirección de los laterales. Una vez obtenido el corte se obtuvo los datos del perfil de humedecimiento, tales como la profundidad y el radio, variables que determinan la forma del bulbo.

En el registro de datos se ha tenido en cuenta el desplazamiento vertical y horizontal del perfil de humedecimiento, considerando los datos de profundidad en la ordenada “Y” y el desplazamiento horizontal (diámetro) en el eje “x”. Los datos de radio y profundidad registrados de cada tratamiento fueron trasladados a una hoja de cálculo del software Excel, así, obteniendo de forma

gráfica el perfil (forma) y dimensiones (profundidad y radio) del bulbo de humedecimiento.

2.6.7. *Diseño y análisis estadístico*

Al término de la recopilación de los datos experimentales, para la interpretación de estos datos se requiere ver el grado de significancia que tienen estos entre sí. Por lo tanto, la información recogida en la base de datos fue trasladada al programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v.25 para el tratamiento de la data. En primer lugar, se realizó el análisis descriptivo de las variables presentándolas con sus estadísticos y porcentajes. Luego las variables y dimensiones fueron sometidas a pruebas de normalidad, siendo esto necesario para determinar si se aplicaría en el análisis inferencial, luego de aplicar las pruebas de normalidad se dedujo que las variables a correlacionar no poseen distribución normal por ende se calcularon las correlaciones de Spearman (alguna de las variables no posea distribución normal. Véase Tabla 2.12). Todas las pruebas de hipótesis emplearon un 95% de nivel de confianza. Los resultados serán mostrados en tablas de manera ordenada y sistemática.

Tabla 2.12

Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman

Valor de Rho	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa muy baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Nota: Esta tabla fue utilizada para todas las correlaciones realizadas en el presente proyecto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento en suelo franco ubicada en el distrito de Luricocha

Para la zona muestral “Luricocha”, se aplicaron los primeros 18 tratamientos (T-01 al T-18), utilizando caudales de 2 l/h, 4 l/h y 8 l/h, un lateral consta de 6 tratamientos; en el marco de riego de 7 m de ancho y 9 m de largo se tiene un total de 3 laterales.

De acuerdo a la información recolectada de las pruebas de campo aplicadas en los bloques de esta zona muestral, el dimensional gráfico matemático que mejor caracteriza al plano de corte vertical del bulbo de humedecimiento obtenido, es un elipsoide truncado.

En suelos francos, el bulbo de humedecimiento tiende a adoptar un perfil ligeramente elíptica o circular, ya que la textura equilibrada del suelo permite una distribución homogénea de la humedad alrededor del punto de riego. El agua se dispersó de manera bastante uniforme en todas las direcciones a partir del emisor de goteo. La información registrada del bulbo de humedecimiento incluyó el radio y la profundidad, tomando como referente el basal de inicio del bulbo.

3.1.1. Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 y T-06 del primer bloque con caudal 2 l/h

Figura 3.1

Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 2 l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo

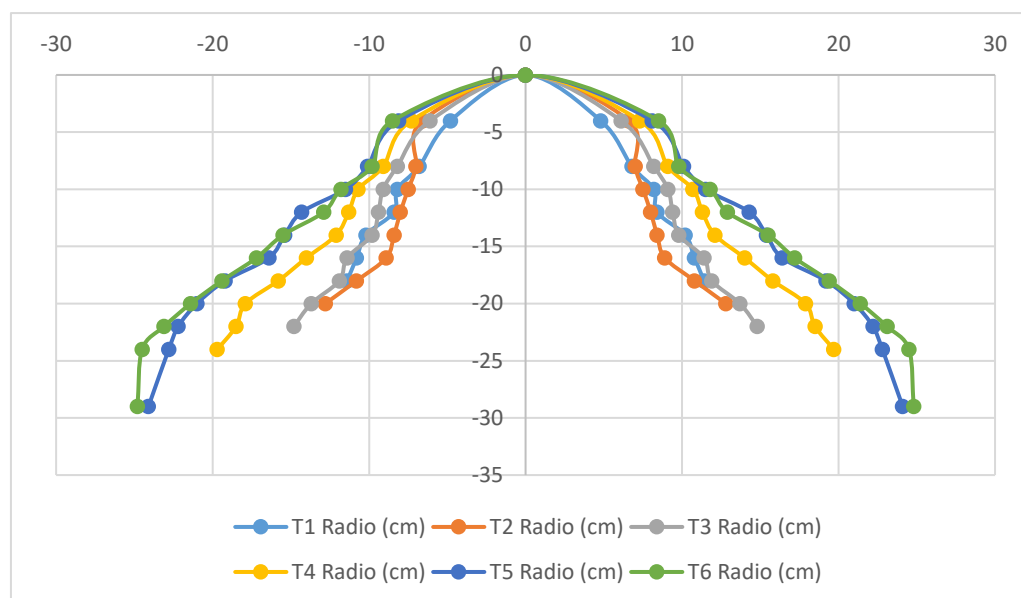


Tabla 3.1

Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 2 l/h en suelo franco (Luricocha) bajo seis intervalos de tiempo

T-01		T-02		T-03		T-04		T-05		T-06	
Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	4.8	-4	6.6	-4	6.1	-4	7.3	-4	8.1	-4	8.5
-8	6.8	-8	7	-8	8.2	-8	9.1	-8	10.1	-8	9.8
-10	8.2	-10	7.5	-10	9.1	-10	10.7	-10	11.5	-10	11.8
-12	8.4	-12	8	-12	9.4	-12	11.3	-12	14.3	-12	12.9
-14	10.2	-14	8.4	-14	9.8	-14	12.1	-14	15.4	-14	15.5
-16	10.8	-16	8.9	-16	11.4	-16	14	-16	16.4	-16	17.2
-18	11.4	-18	10.8	-18	11.9	-18	15.8	-18	19.2	-18	19.4
		-20	12.8	-20	13.7	-20	17.9	-20	21	-20	21.4
				-22	14.8	-22	18.5	-22	22.2	-22	23.1
						-24	19.7	-24	22.8	-24	24.5
								-29	24.1	-29	24.8

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 y T-06, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-01: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 11.4 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 18 cm.

Tratamiento T-02: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 12.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 20 cm.

Tratamiento T-03: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 14.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 22 cm.

Tratamiento T-04: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 19.7 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 24 cm.

Tratamiento T-05: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 24.1 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 29 cm.

Tratamiento T-06: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 24.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 29 cm.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-07, T-08, T-09, T-010, T-011 y T-012, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-07: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 11.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 20 cm.

Tratamiento T-08: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 14.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 26 cm.

Tratamiento T-09: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 15.6 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 28 cm.

Tratamiento T-10: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 17.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 30 cm.

Tratamiento T-11: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 17.5 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 34 cm.

Tratamiento T-12: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 37 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 19.9 cm.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 y T-18, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-13: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 14 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 24 cm.

Tratamiento T-14: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 19.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 34 cm.

Tratamiento T-15: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 20.1 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 40 cm.

Tratamiento T-16: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 19.5 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 40 cm.

Tratamiento T-17: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 21.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 42 cm.

Tratamiento T-18: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 24.5 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 44 cm.

3.2. Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento en suelo Franco arcilloso ubicada en el distrito de Patibamba

En un suelo franco arcilloso, el bulbo de humedecimiento tiende a ser más compacto y menos expansivo debido a la retención de agua característica de los suelos arcillosos, mostrando un perfil circular o elíptica, pero su extensión lateral podría ser algo más limitada en comparación con los suelos más arenosos. La información registrada del bulbo de humedecimiento incluyó el radio y la profundidad, tomando como referente el basal de inicio del bulbo.

3.2.1. Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 y T-06 del primer bloque con caudal 2 l/h

Figura 3.4

Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento para el caudal de 2l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo

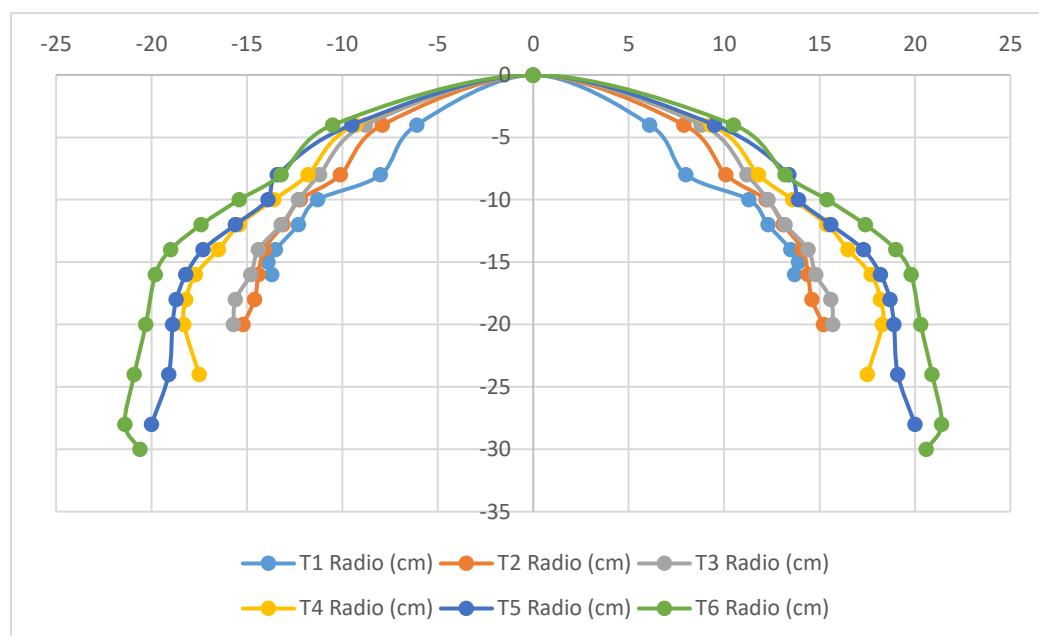


Tabla 3.4

Dimensiones promedio de la profundidad y el radio del bulbo de humedecimiento aplicando un caudal de 2 l/h en suelo franco arcilloso (Patibamba) bajo seis intervalos de tiempo

T-01		T-02		T-03		T-04		T-05		T-06	
Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)	Prof (cm)	Radio (cm)
0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
-4	6.1	-4	7.9	-4	8.8	-4	9.3	-4	9.5	-4	10.5
-8	8.0	-8	10.1	-8	11.2	-8	11.8	-8	13.4	-8	13.2
-10	11.3	-10	12.2	-10	12.3	-10	13.6	-10	13.9	-10	15.4
-12	12.3	-12	13.1	-12	13.2	-12	15.4	-12	15.6	-12	17.4
-14	13.5	-14	14.1	-14	14.4	-14	16.5	-14	17.3	-14	19.0
-15	13.9	-16	14.4	-16	14.8	-16	17.7	-16	18.2	-16	19.8
-16	13.7	-18	14.6	-18	15.6	-18	18.2	-18	18.7	-20	20.3
		-20	15.2	-20	15.7	-20	18.3	-20	18.9	-24	20.9
						-24	17.5	-24	19.1	-28	21.4
								-28	20.0	-30	20.6

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 y T-06, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-01: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 13.9 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 16 cm.

Tratamiento T-02: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 15.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 20 cm.

Tratamiento T-03: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 15.7 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 20 cm.

Tratamiento T-04: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 18.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 24 cm.

Tratamiento T-05: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 20 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 28 cm.

Tratamiento T-06: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 21.4 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 30 cm.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-07, T-08, T-09, T-10, T-11 y T-12, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-07: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 14.1 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 17 cm.

Tratamiento T-08: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 16.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 20 cm.

Tratamiento T-09: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 18 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 22 cm.

Tratamiento T-10: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 20.9 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 26 cm.

Tratamiento T-11: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 21.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 30 cm.

Tratamiento T-12: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 22.5 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 36 cm.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 y T-18, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-13: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 14.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 18 cm.

Tratamiento T-14: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 17.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 22 cm.

Tratamiento T-15: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 18.6 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 27 cm.

Tratamiento T-16: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 21.7 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 28 cm.

Tratamiento T-17: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 22.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 30 cm.

Tratamiento T-18: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 25.7 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 38 cm.

3.3. Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento en suelo Franco Arenoso ubicada en el distrito de Ocros

En un suelo franco arenoso, el bulbo de humedecimiento es menos amplio y más profundo, extendiéndose verticalmente en forma elíptica o circular debido a la mayor capacidad de drenaje de este tipo de suelo. La información registrada del bulbo de humedecimiento incluyó el radio y la profundidad, tomando como referente el basal de inicio del bulbo.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-01, T-02, T-03, T-04, T-05 y T-06, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-01: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 9 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 24 cm.

Tratamiento T-02: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 10.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 26 cm.

Tratamiento T-03: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 11.4 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 30 cm.

Tratamiento T-04: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 12.6 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 34 cm.

Tratamiento T-05: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 13.4 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 38 cm.

Tratamiento T-06: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 16.8 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 49 cm.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-07, T-08, T-09, T-10, T-11 y T-12, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-07: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 8.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 25.5 cm.

Tratamiento T-08: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 8.6 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 28 cm.

Tratamiento T-09: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 11.1 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 32 cm.

Tratamiento T-10: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 12.9 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 46 cm.

Tratamiento T-11: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 15.7 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 57 cm.

Tratamiento T-12: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 18.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 63 cm.

De acuerdo al tiempo de aplicación de riego T-13, T-14, T-15, T-16, T-17 y T-18, los datos registrados y graficados muestran lo siguiente:

Tratamiento T-13: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 1 hora, registrándose un radio máximo de 8.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 37 cm.

Tratamiento T-14: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 2 horas, registrándose un radio máximo de 9.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 46 cm.

Tratamiento T-15: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 3 horas, registrándose un radio máximo de 11.5 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 58 cm.

Tratamiento T-16: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 4 horas, registrándose un radio máximo de 12.9 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 67 cm.

Tratamiento T-17: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 5 horas, registrándose un radio máximo de 16.2 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 75 cm.

Tratamiento T-18: La lectura se realizó a un tiempo de riego de 6 horas, registrándose un radio máximo de 21.3 cm, a 1 cm bajo el plano horizontal, y la mayor extensión vertical que registra el bulbo de humedecimiento es de 83 cm.

3.4. Análisis estadístico del trabajo experimental:

Obtenido los resultados del bulbo de humedecimiento en palto bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, en un cultivo de palto; se tiene que la estructura de los resultados comprende en primer lugar la estadística descriptiva y posterior a ello se presentan la estadística inferencial empleando las pruebas de hipótesis de correlación.

Se presenta el análisis estadístico para cada objetivo planteado en el presente trabajo de tesis, teniendo en cuenta que:

Hipótesis de investigación Hi: proposiciones tentativas sobre la o las posibles relaciones entre dos o más variables.

Hipótesis nula Ho: proposiciones que niegan o refutan la relación entre variables

Objetivo general: grado de correlación que existe en el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023 (véase Tabla 3.10).

Hipótesis general

Hi: El desarrollo del radio y la profundidad del bulbo de humedecimiento difiere respecto al caudal de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

H0: El desarrollo del radio y la profundidad del bulbo de humedecimiento no difiere respecto al caudal de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

Tabla 3.10

Prueba de normalidad para los 54 tratamientos realizados del trabajo de tesis

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA				
TIPO DE SUELO			PROFUNDIDAD	RADIO
	N		126	125
	Parámetros normales ^{a,b}	Media	-14.6672	-15.6193
		Desv. Desviación	2.31096	2.60838
FRANCO ARCILLOSO	Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.130	0.089
		Positivo	0.112	0.076
		Negativo	-0.130	-0.089
	Estadístico de prueba		0.130	0.089
	Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c	,016 ^c
	N		126	126
	Parámetros normales ^{a,b}	Media	-24.4010	-12.8721
		Desv. Desviación	7.09090	3.62571
FRANCO ARENOSO	Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.202	0.084
		Positivo	0.100	0.075

FRANCO	Estadístico de prueba Sig. asintótica (bilateral)	Negativo	-0.202	-0.084
			0.202	0.084
			,000 ^c	,029 ^c
	N		126	126
	Parámetros normales ^{a,b}	Media	-19.3143	-14.2221
		Desv. Desviación	4.09320	3.18768
	Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.133	0.103
		Positivo	0.110	0.099
		Negativo	-0.133	-0.103
	Estadístico de prueba		0.133	0.103
	Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c	,002 ^c

Nota: a. La distribución de prueba es normal. b. Se calcula a partir de datos. c. Corrección de significación de Lilliefors.

De la Tabla 3.10, se puede apreciar que de los valores de significancia de Lilliefors (Sig. asintótica) para las tres clases texturales (franco arcilloso, franco arenoso, franco) en relación a la profundidad tuvo un valor de 0.000, y en relación al radio tiene valores menores a 0.05 lo cual determina que la distribución de los datos no es normal, debido a esta condición se utilizó métodos no paramétricos, siendo esta la correlación de Pearson (Véase Tabla 3.11)

El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas, el coeficiente de correlación puede tomar un rango de valores de +1 a -1. Un valor de 0 indica que no hay asociación entre las dos variables. Un valor mayor que 0 indica una asociación positiva. Es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, también lo hace el valor de la otra. Un valor menor que 0 indica una asociación negativa; es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, el valor de la otra disminuye.

Tabla 3.11

*Correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas
texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo - Ayacucho - 2023*

		Correlaciones		PROFUNDIDAD	RADIO
TIPO SUELO					
FRANCO ARCILLOSO	Rho de Spearman	PROFUNDIDA	Coeficiente de correlación	1.000	,952**
			Sig. (bilateral)		0.000
			N	126	125
		RADIO	Coeficiente de correlación	,952**	1.000
			Sig. (bilateral)	0.000	
			N	125	125
FRANCO ARENOSO	Rho de Spearman	PROFUNDIDA	Coeficiente de correlación	1.000	0.030
			Sig. (bilateral)		0.735
			N	126	126
		RADIO	Coeficiente de correlación	0.030	1.000
			Sig. (bilateral)	0.735	
			N	126	126
FRANCO	Rho de Spearman	PROFUNDIDA	Coeficiente de correlación	1.000	,738**
			Sig. (bilateral)		0.000
			N	126	126
		RADIO	Coeficiente de correlación	,738**	1.000
			Sig. (bilateral)	0.000	
			N	126	126

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral), sig. Menor que 0.05 se acepta que hay correlación

De la Tabla 3.11, se observa que el valor de la significancia estadística (Sig.) para el suelo Franco Arcilloso tiene un valor de 0 el cual es menor que 0.05; asimismo el valor de Rho de Spearman obtenido es de 0.952, determinándose que existe una correlación positiva muy alta. (Véase Figura 3.10)

Para el suelo Franco arenoso el valor de significancia tiene un valor de 0.735 el cual es mayor que 0.05; asimismo el valor de Rho de Spearman obtenido es de 0.030, determinándose que existe una correlación positiva muy baja. (Véase Figura 3.11)

Para el suelo Franco el valor de significancia tiene un valor de 0 el cual es menor que 0.05; asimismo el valor de Rho de Spearman obtenido es de 0.738, determinándose que existe una correlación positiva alta. (Véase Figura 3.12)

Figura 3.10

Distribución de datos del suelo Franco Arcilloso (Patibamba), en referencia a la correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

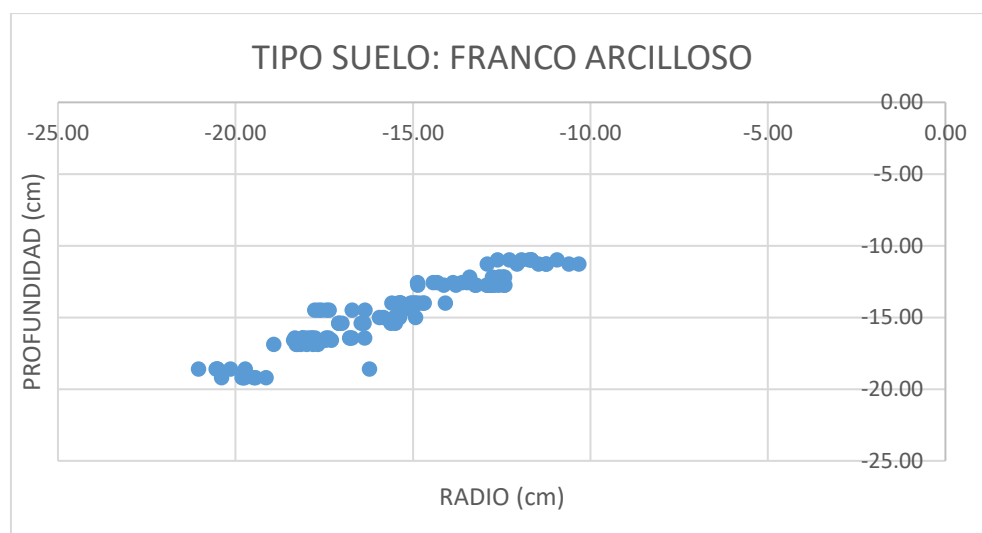


Figura 3.11

Distribución de datos del suelo Franco Arenoso (Ocos), en referencia a la correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

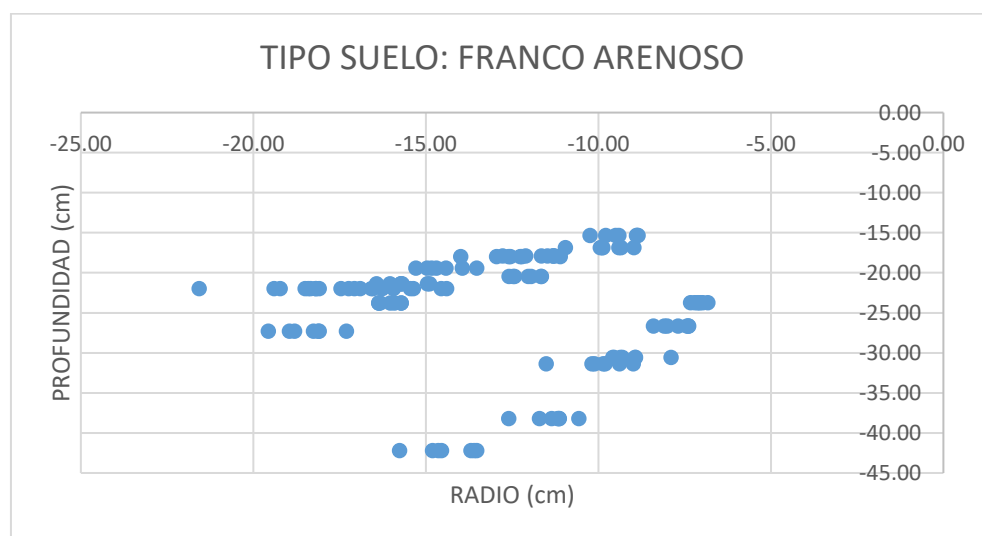
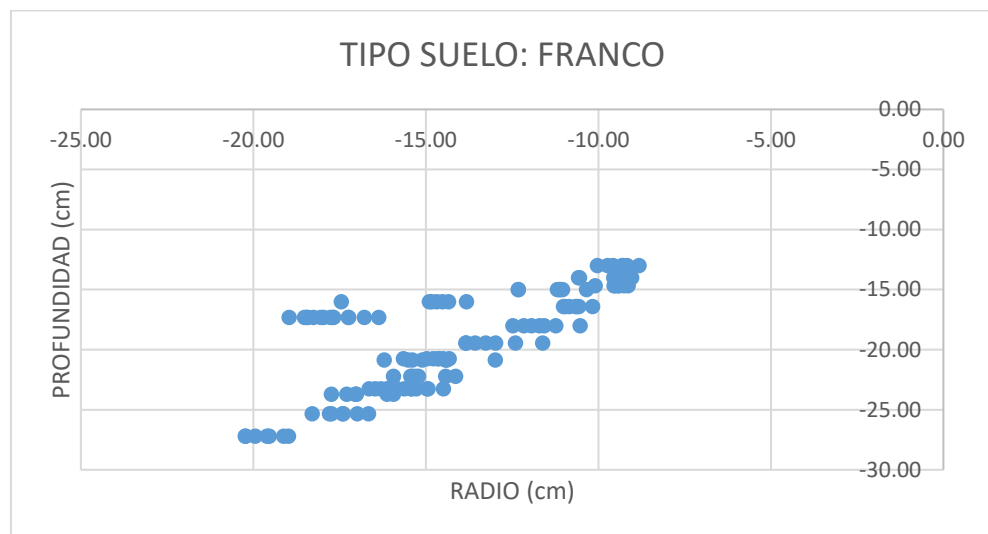


Figura 3.12

Distribución de datos del suelo Franco (Luricocha), en referencia a la correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023



Objetivo específico 01: grado de correlación entre el radio y el tiempo de aplicación

Hipótesis específica 01

Hi: El radio difiere respecto a los tiempos de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

H0: El radio no difiere respecto a los tiempos de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

Tabla 3.12

Correlación entre el radio respecto a los tiempos de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes		
FRANCO ARCILLOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	107,534 ^a
	Grado de libertad	5
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000
FRANCO ARENOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	70,249 ^a
	Grado de libertad	5

	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000
FRANCO	N total	126
	Estadístico de prueba	95,822 ^a
	Grado de libertad	5
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000

NOTA: a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

De la Tabla 3.12, se puede apreciar que el valor de la significancia estadística (Sig.) para las tres clases texturales (Franco Arcilloso, Franco Arenoso y Franco) se obtuvo un valor de 0,000 el cual es menor a la 0,05; lo cual acepta que existe diferencias en el radio de al menos uno de los tiempos de aplicación. (Véase Figura 3.13, Figura 3.14 y Figura 3.15)

Figura 3.13

Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el tiempo de aplicación, en un suelo Franco Arcilloso (Patibamba), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

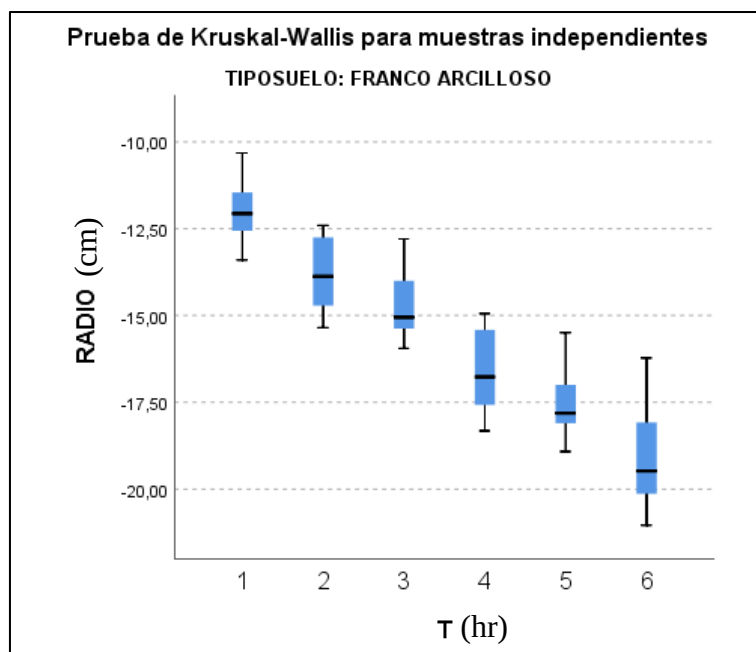
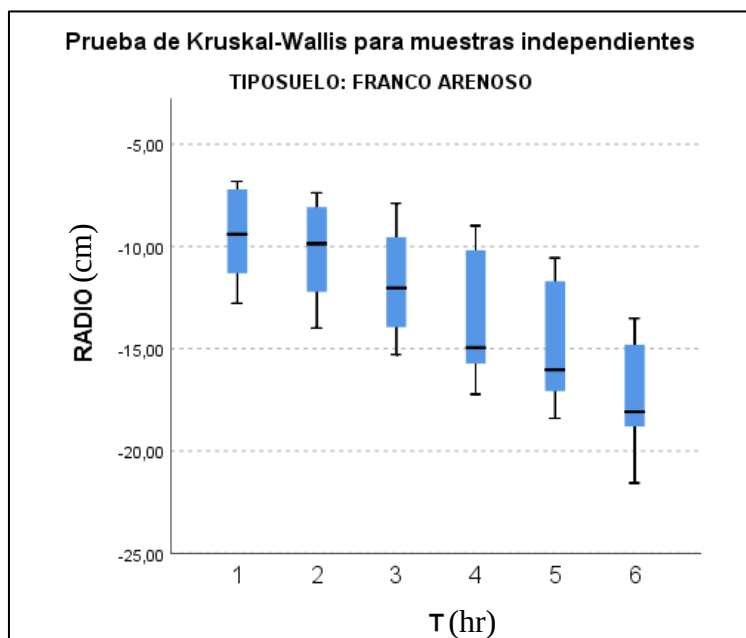
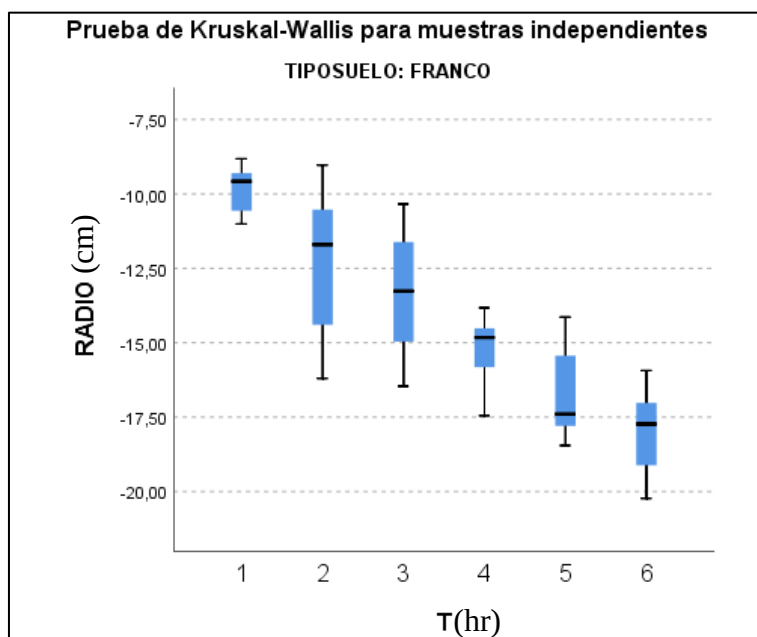


Figura 3.14

Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el tiempo de aplicación, en un suelo Franco Arenoso (Ocros), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

**Figura 3.15**

Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el tiempo de aplicación, en un suelo Franco (Luricocha), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023



Objetivo específico 02: grado de correlación entre el radio y el caudal de aplicación

Hipótesis específica 02:

Hi: El radio difiere respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

H0: El radio no difiere respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

Tabla 3.13

Correlación entre el radio respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

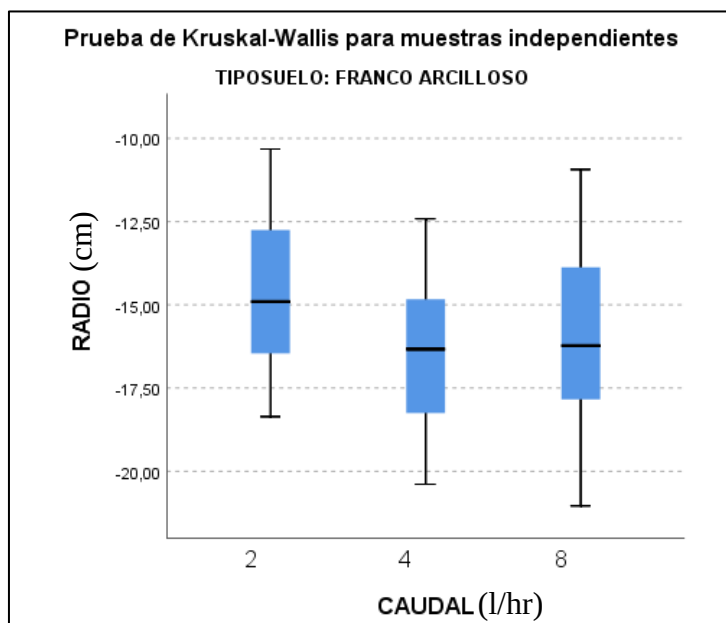
Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes		
FRANCO ARCILLOSO	N total	125
	Estadístico de prueba	9,717 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.008
FRANCO ARENOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	44,231 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000
FRANCO	N total	126
	Estadístico de prueba	12,972 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.002

NOTA: a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

De la Tabla 3.13, se puede apreciar que el valor de la significancia estadística (Sig.) para las tres clases texturales (Franco Arcilloso, Franco Arenoso y Franco) es menor a la 0,05; lo cual acepta que existe diferencias en el radio de al menos uno de los caudales de aplicación. (Véase Figura 3.16, Figura 3.17 y Figura 3.18)

Figura 3.16

Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arcilloso (Patibamba), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

**Figura 3.17**

Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arenoso (Ocros), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

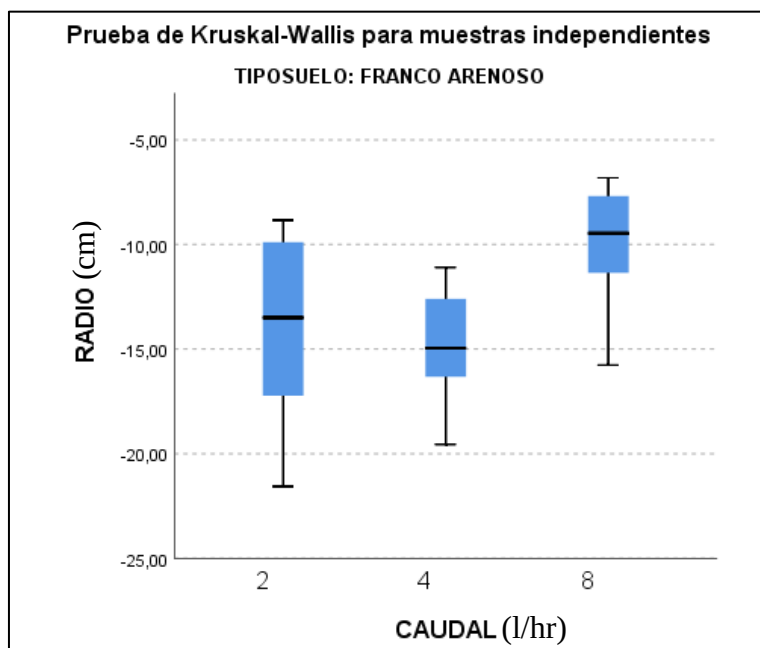
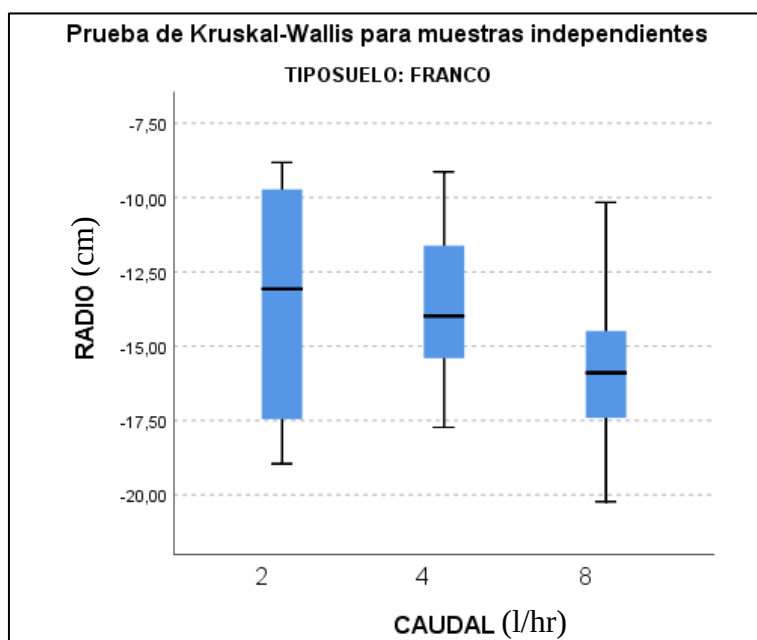


Figura 3.18

Distribución de datos del grado de correlación entre el radio del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco (Luricocha), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023



Objetivo específico 03: grado de correlación entre la profundidad y el caudal de aplicación

Hipótesis específica 03:

Hi: El desarrollo de la profundidad difiere respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

H0: El desarrollo de la profundidad no difiere respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023.

Tabla 3.14

Correlación entre el desarrollo de la profundidad respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes		
FRANCO ARCILLOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	10,374 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.006
FRANCO ARENOSO	N total	126

	Estadístico de prueba	72,280 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000
FRANCO	N total	126
	Estadístico de prueba	66,787 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000

NOTA: a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

De la Tabla 3.14, se puede apreciar que el valor de la significancia estadística (Sig.) para las tres clases texturales (Franco Arcilloso, Franco Arenoso y Franco) es menor a la 0,05; lo cual acepta que existe diferencias en la profundidad de al menos uno de los caudales de aplicación. (Véase Figura 3.19, Figura 3.20 y Figura 3.21)

Figura 3.19

Distribución de datos del grado de correlación entre la profundidad del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arcilloso (Patibamba), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

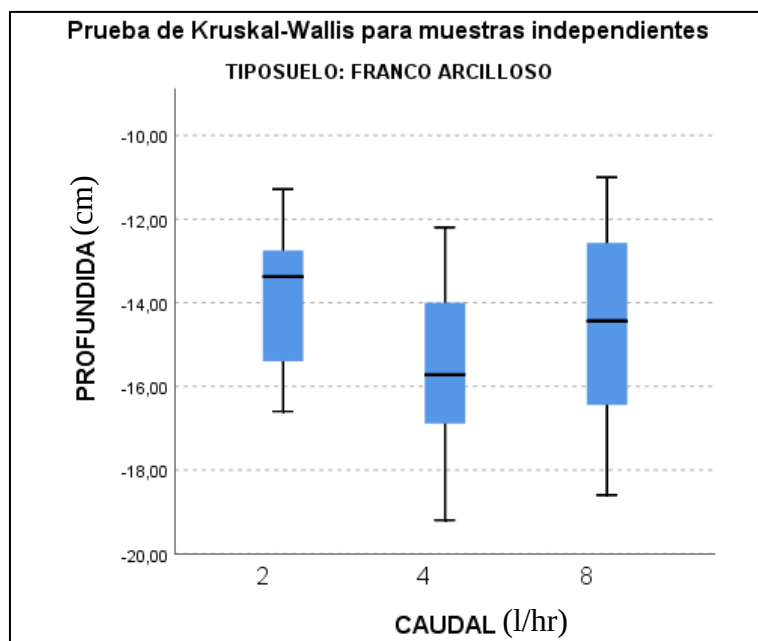
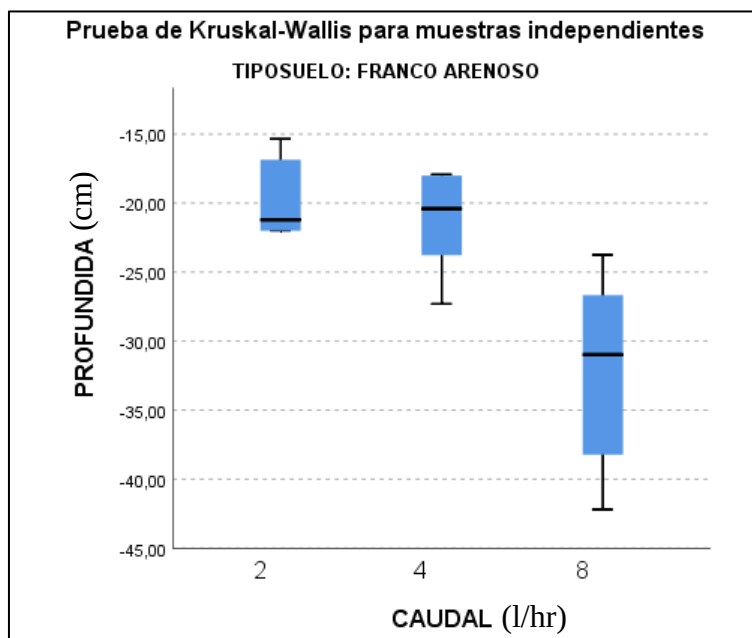
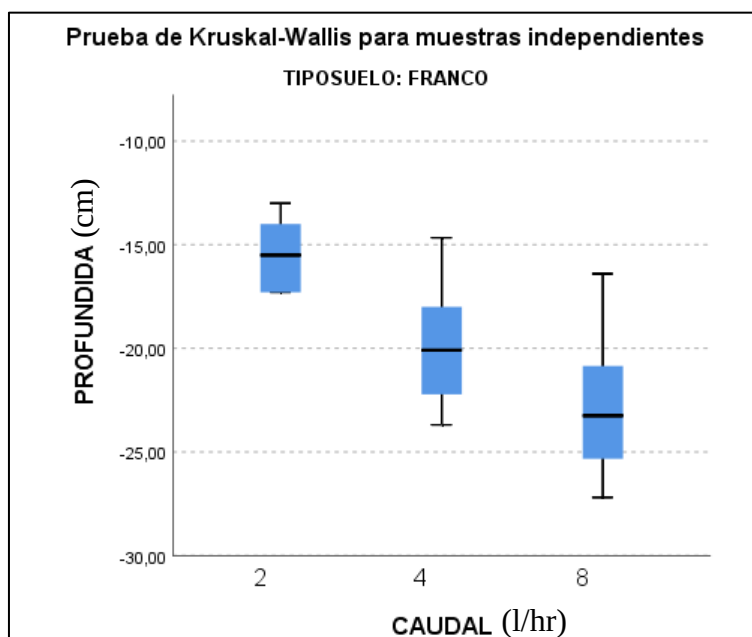


Figura 3.20

Distribución de datos del grado de correlación entre la profundidad del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco Arenoso (Ocros), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

**Figura 3.21**

Distribución de datos del grado de correlación entre la profundidad del bulbo de humedecimiento y el caudal de aplicación, en un suelo Franco (Luricocha), de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023



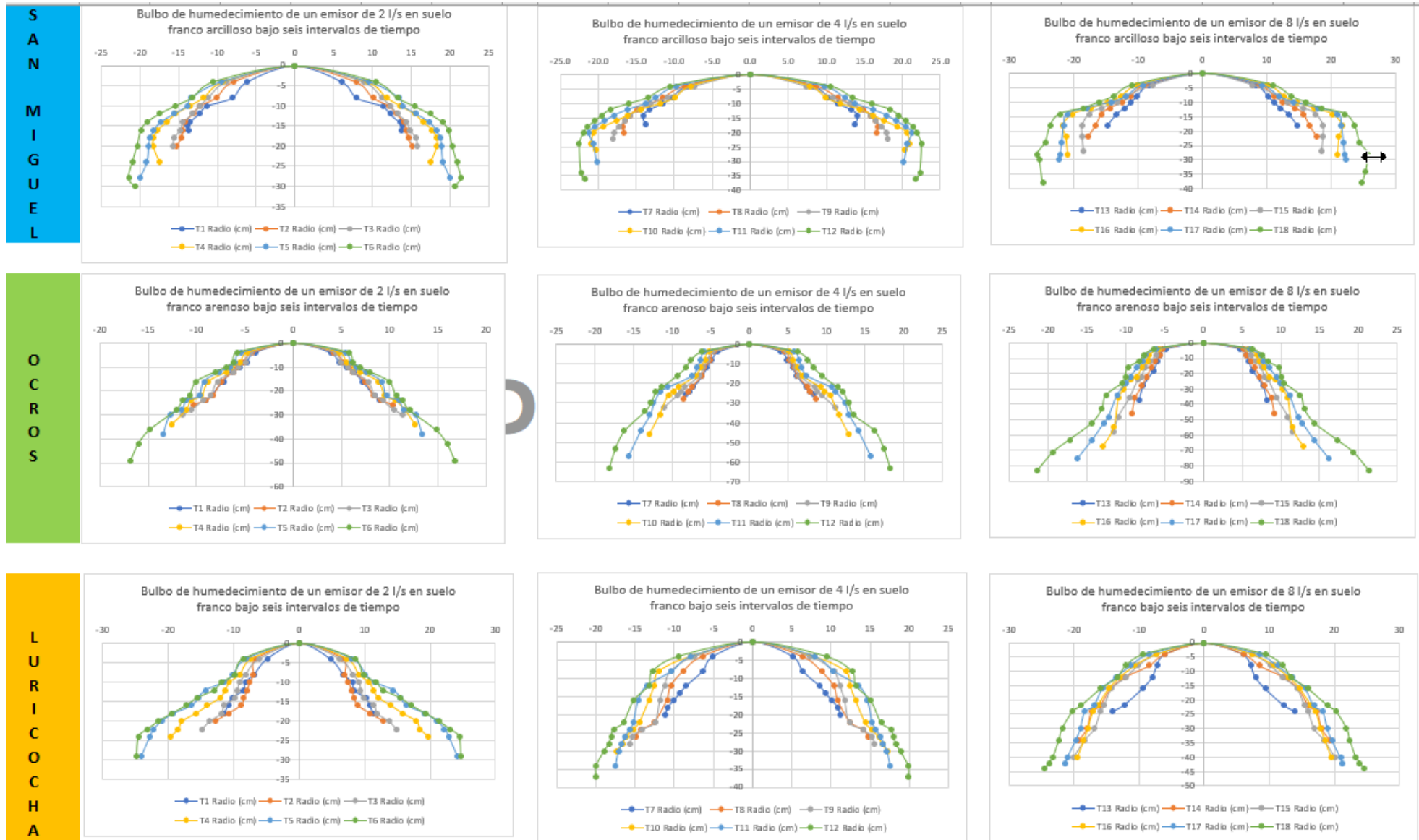
3.5. Resumen de resultados finales

En el gráfico a una sola escala, se puede observar claramente la diferencia de las dimensiones de radio y profundidad evaluados en tres zonas muestrales que presentaban diferentes texturas de suelo aplicando diferentes descargas de caudal (2 l/h, 4 l/h y 8 l/h) del emisor para el cultivo de palto. Véase Figura 3.22

Estos resultados resaltan la importancia de la interacción entre la textura del suelo, el caudal de riego y la eficiencia del sistema de riego por goteo en los cultivos de palto en diferentes áreas de Ayacucho. También pueden guiar las prácticas de manejo del riego y la toma de decisiones en la implementación de sistemas de riego en la región.

Figura 3.22

Resumen de gráfico de los resultados obtenidos de bulbo de humedecimiento a diferentes descargas de caudal y clase textural para un cultivo de palto



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan una comprensión profunda y detallada de la “Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2023”. A través del análisis exhaustivo de los datos recolectados, se han identificado patrones (radio, profundidad) y relaciones significativas que responden a las preguntas de investigación y corroboran las hipótesis planteadas.

Bloque con caudales de 2, 4, 8 l/seg: Perfil y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento en suelo franco ubicado en el distrito de Luricocha.

- ❖ Se confirma que el perfil y dimensión del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06 del primer bloque con caudal 2 l/seg, los tratamientos T-07, T-08, T-09, T-010, T-011, T-012 del primero bloque con caudal 4 l/seg y los tratamientos T-013, T-014, T-015, T-016, T-017, T-018 del primer bloque con caudal 8 l/seg, bajo el tiempo de riego de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas, para los tres niveles de descarga de caudal en suelo franco, fueron consistentes con lo mencionada por Peña, C.M. y Brown M.O. (2000), que la teoría registrada en las pruebas de campo la forma geométrica que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil de un suelo es el de un elipsoide truncado.
- ❖ En este tipo de suelo franco, el bulbo de humedecimiento tiende a formar un perfil ligeramente elíptica o circular, ya que la textura equilibrada del suelo le permitió una

distribución uniforme de la humedad alrededor del árbol; observándose que el agua avanza de forma homogénea tanto vertical como horizontalmente.

- ❖ La estimación de la forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento, es esencial, puesto que permite determinar el tiempo de riego, para humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo), en cada uno de sus diferentes estadios de crecimiento lo que evidentemente permite disminuir de forma significativa las pérdidas por percolación profunda.
- ❖ Se concluye que con la descarga caudal de 2 l/seg, humedece óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, los primeros 30 cm de profundidad donde se encuentran el 80% de las raíces del cultivo de palto, los tratamientos T-05 y T-06 se aproxima a humedecer la profundidad radical del cultivo de palto, con un tiempo de riego de 5 a 6 horas.
- ❖ Con descarga de 4 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-010 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 4 horas de riego, y con los tratamientos T-011 y T-012 se observa el inicio de percolación profunda del agua, siendo esto no recomendable y.
- ❖ Con descarga de 8 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-014 cumple humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 2 horas de riego, y con los tratamientos T-015, T-016, T-017 y T-018 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable.

Bloque con caudales de 2, 4, 8 l/seg: Forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento en suelo franco arcilloso ubicado en el distrito de San Miguel – Patibamba.

- ❖ Se confirma que la forma y dimensión del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06 del primer bloque con caudal 2 l/seg, los tratamientos T-07, T-08, T-09, T-010, T-011, T-012 del primero bloque con caudal 4 l/seg y los tratamientos T-013, T-014, T-015, T-016, T-017, T-018 del primer bloque con caudal 8 l/seg, bajo el tiempo de riego de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas, para los tres niveles de descarga caudal en suelo franco arcilloso, fueron consistentes con lo mencionada por Peña, C.M. y Brown M.O. (2000), que la teoría registrada en las pruebas de campo la forma geométrica

que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil de un suelo es el de un elipsoide truncado.

- ❖ En este tipo de suelo franco arcilloso, el bulbo de humedecimiento tiende a ser más compacto y menos expansivo debido a la retención de agua característica de los suelos arcillosos, mostrando una forma circular o elíptica, pero su extensión lateral podría ser algo más limitado en comparación con los suelos más arenosos.
- ❖ La estimación de la forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento o volumen de suelo húmedo (VSH), es esencial, puesto que permite determinar el tiempo de riego, para humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo), en cada uno de sus diferentes estadios de crecimiento lo que evidentemente permite disminuir de forma significativa las pérdidas por percolación profunda.
- ❖ Se concluye que con la descarga caudal de 2 l/seg, humedece óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, los primeros 30 cm de profundidad donde se encuentran el 80% de las raíces del cultivo de palto, con el tratamiento T-06 se humedece la profundidad radical del cultivo de palto, con un tiempo de riego de 6 horas.
- ❖ Con descarga de 4 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-011 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 5 horas de riego, y con el tratamiento T-012 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable y.
- ❖ Con descarga de 8 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-017 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 5 horas de riego, y con el tratamiento T-018 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable.

Bloque con caudales de 2, 4, 8 l/seg: Forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento en suelo franco arenoso ubicado en el distrito de Ocros.

- ❖ Se confirma que la forma y dimensión del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06 del primer bloque con caudal 2 l/seg, los tratamientos T-07, T-08, T-09, T-010, T-011, T-012 del primero bloque con caudal 4 l/seg y los

tratamientos T-013, T-014, T-015, T-016, T-017, T-018 del primer bloque con caudal 8 l/seg, bajo el tiempo de riego de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas, para los tres niveles de descarga caudal en suelo franco arenoso, fueron consistentes con lo mencionada por Peña, C.M. y Brown M.O. (2000), que la teoría registrada en las pruebas de campo la forma geométrica que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil de un suelo es el de un elipsoide truncado.

- ❖ En este tipo de suelo franco arenoso, el bulbo de humedecimiento es menos amplio y más profundo, extendiéndose verticalmente en forma elíptica o circular debido a la mayor capacidad de drenaje de este tipo de suelos.
- ❖ La estimación de la forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento o volumen de suelo húmedo (VSH), es esencial, puesto que permite determinar el tiempo de riego, para humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo), en cada uno de sus diferentes estadios de crecimiento lo que evidentemente permite disminuir de forma significativa las pérdidas por percolación profunda.
- ❖ Se concluye que con la descarga caudal de 2 l/seg, humedece óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, los primeros 30 cm de profundidad donde se encuentran el 80% de las raíces del cultivo de palto, con el tratamiento T-03 se humedece la profundidad radical del cultivo de palto, con un tiempo de riego de 3 horas y; con los tratamientos T-04, T-05, T-06 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable.
- ❖ Con descarga de 4 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-09 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 3 horas de riego, y con los tratamientos T-010, T-011, T-012 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable y.
- ❖ Con descarga de 8 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-013 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a 1 hora de riego y con un excedente de profundidad de 7 cm, y con los tratamientos T-014, T-015, T-016, T-017 y T-018 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable

Recomendaciones:

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación sobre la determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo superficial sometidos a diferentes descargas y texturas de suelo, se presentan las siguientes recomendaciones para optimizar el uso del riego por goteo y mejorar la eficiencia del uso del agua en diversos tipos de suelos:

1. Es crucial ajustar las descargas de los emisores de riego de acuerdo con la textura del suelo. En suelos de textura franco arenosa, se recomienda utilizar emisores con descargas más bajas para evitar la rápida percolación del agua fuera de la zona radicular. En suelos de textura franco arcillosa, emisores con descargas más altas pueden ser más efectivos para asegurar una distribución uniforme del agua.
2. Basado en la textura del suelo y la capacidad de retención de agua, ajustar la frecuencia y duración del riego puede mejorar significativamente la eficiencia del uso del agua. Para suelos franco arenosos, riegos más frecuentes y de menor duración son preferibles, mientras que para suelos franco arcillosos, riegos menos frecuentes y de mayor duración pueden ser más beneficiosos.
3. Implementar tecnologías de monitoreo del bulbo de humedecimiento, como sensores de humedad del suelo, puede ayudar a los agricultores a ajustar en tiempo real las prácticas de riego, asegurando que el agua llegue eficientemente a la zona radicular y minimizando las pérdidas por percolación profunda o escorrentía superficial.
4. Complementar el riego por goteo con prácticas de manejo del suelo, como la aplicación de mulching (mantillo de material vegetal triturado) o el uso de coberturas vegetales, puede mejorar la retención de humedad y reducir la evaporación, especialmente en suelos de textura más ligera.
5. Desarrollar programas de capacitación para agricultores sobre la importancia del ajuste de las descargas de emisores y la adaptación de las prácticas de riego según la textura del suelo. Esto incluye la enseñanza de técnicas de monitoreo de humedad del suelo y la interpretación de los datos para una toma de decisiones informada.

6. Promover la adopción de tecnologías de riego avanzadas y herramientas de monitoreo entre los agricultores, facilitando su acceso a través de subsidios, demostraciones de campo y programas de extensión agrícola.
7. Realizar estudios adicionales en diferentes condiciones climáticas y tipos de cultivos para validar y ampliar los hallazgos de esta investigación. Esto permitirá desarrollar recomendaciones más específicas y adaptadas a diversas realidades agrícolas.
8. Llevar a cabo estudios a largo plazo para evaluar el impacto del riego por goteo superficial en la salud del suelo, la productividad de los cultivos y la sostenibilidad del uso del agua. Esto ayudará a identificar prácticas óptimas y ajustar las recomendaciones con base en datos empíricos prolongados.
9. Fomentar políticas de gestión del agua que promuevan el uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos en la agricultura, incluyendo incentivos para la adopción de tecnologías de riego por goteo y prácticas de manejo del suelo.

Estas recomendaciones están diseñadas para maximizar los beneficios del riego por goteo superficial, teniendo en cuenta las variaciones en la textura del suelo y las diferentes descargas de los emisores. La implementación de estas recomendaciones puede conducir a una agricultura más sostenible y eficiente en el uso del agua, mejorando la productividad y la salud del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEX, A. d. (07 de 01 de 2018). La palta puede ser uno de los motores de la agroexportación. *Economía: Una fruta que promete ingresos y un nuevo modo de vida*. (D. e. Peruano, Ed., & F. M. Tueros, Recopilador) Lima, Perú. Recuperado el 15 de 10 de 2022, de <https://elperuano.pe/noticia/62782-la-palta-puede-ser-uno-de-los-motores-de-la-agroexportacion>
- Almazan, R. C. (2003). *Apuntes de la materia Riego y Drenaje*. San Luis de Potosí, Mexico: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI - CENTRO DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS DE POSGRADO.
- AMBIENTE, G. R. (2012). *Zonificación ecológica económica y ordenamiento territorial en la región Ayacucho*. Gobierno Regional de Ayacucho, Ayacucho.
- Ascencios, D. (2012). *Guía Técnica. Sistema de riego en el cultivo de espárragos*. Ancash: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Bohórquez, J. M. y Ruiz, N. . (2011). Evaluaciones de riego localizado para conseguir un manejo uniforme y eficiente del agua. Junta de Andalucía. España.
- Burt, C. M. e Isbell. B. (2005). Leaching of accumulated soil salinity under drip irrigation. *Transactions of the ASAE*, 48 .
- Cruz, J. (2009). *Diseño de un sistema de riego por goteo controlado y automatizado para Uva Italia*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- DGIA, D. G. (12 de 2008). Estudio de palta en el Perú y el mundo. (M. d. Agricultura, Ed.) Recuperado el 09 de 09 de 2022, de

https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_palta.pdf

- Fanny B. Arragan, René Chipana. (Junio de 2015). Modelación matemática del bulbo húmedo bajo riego por goteo superficial en suelos del altiplano boliviano. *Revista de investigación e innovación agropecuaria y de recursos naturales*, 2(1), 45-118. Recuperado el 29 de mayo de 2021, de http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v2n1/v2n1_a07.pdf
- Fernández Gómez, R. (2010). *Riego localizado*. . Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca.
- Fuentes Yague, J. L. (1992). *Técnicas de Riego*. Madrid.
- Gispert Folch, J. y. (1999). *El volumen húmedo del suelo en el riego localizado. Importancia y evaluación*. . Constantí - Tarragona: Departamento de Arboricultura Centro de Mas Bove-Constanti. Institut de Recerca y tecnología Agrolimentaries (IRTA) Centro de Mas Bové.
- Gurovich, L. (1985). Fundamentos y diseño de sistema de riego. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (CIIA). Primera Edición.
- Hanson, B y May, D. (2011). Drip irrigation salinity management for row crops. *Agriculture and Natural Resources*(8447), 13.
- INEI, I. N. (2012). *Resultados definitivos del IV censo nacional agropecuario* . Lima, Perú: MINAGRI, Ministerio de agricultura y riego.
- INIA, I. d. (02 de 2012). Cultivo del Palto (Persea America). (E. P. Gerardin, Ed.) Lima, Perú. Recuperado el 25 de 10 de 2022, de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/166/1/Cultivo_palto_2012.pdf
- Intwater. (2015). Las bodas de oro del riego por goteo y microriego. *Revista internacional de agua y riego*, 35(1), 351, 6-10. Recuperado el 29 de 05 de 2021, de

<https://www.dmag.co.il/pub/shinar/revista/1->

[15/files/assets/common/downloads/publication.pdf](https://www.dmag.co.il/pub/shinar/revista/1-15/files/assets/common/downloads/publication.pdf)

Kish, L. (1965). *Survey Sampling*. New York: NY: John Wiley & Sons.

Köppen, W. (1884). *Gobierno de Navarra - Departamento de desarrollo rural, medio ambiente y administración local*. Recuperado el 09 de 02 de 2023, de Clasificación climática de Köppen: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>

Lincoln Zotarelli, M. D. (26 de abril de 2021). *Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad*. Obtenido de University of Florida IFAS extention: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AE/AE49600.pdf>

Merrian, J. L.; Keller, J. (1978). *Farm irrigation System Evaluation: A guide for Management*. Agricultural and Irrigation Engineering Department.

Miranda, O. (2002). *El uso de agua subterránea para riego en los valles Sanjuaninos Theomai*. Obtenido de Red de Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo: <http://theomai.unq.edu.ar/artmiranda002.htm>.

ONU, N. U. (2015). *La agenda 2030 para el desarrollo sostenible - Objetivos de desarrollo sostenible*. Nueva York: Lois Jensen.

Peña, C.M y Brown M.O. (2000). *Forma y dimensiones geometricas del bulbo húmedo bajo los goteros en suelo ferriliticos rojos*. Cuba: Facultad de Ingeniería Hidráulica y Ambiental.

Pereira, L. S. (1999). Higher performance through combined improvements in irrigation methods and scheduling: a discussion. *Agricultural Water Management*, 153-169.

Pizarro, F. (1996). *Riegos Localizados de Alta Frecuencia*. España: 3• Edición, Editorial Mundi-Prensa-Madrid.

- Prieto, D. (2008). Riego con aguas salinas y aguas de drenaje, control de impacto de salinidad. *Jornadas sobre "Ambiente y Riegos: Modernización y Ambientalidad"*. La Antigua, Guatemala.
- Regante, O. d. (2002). *Caracterización de la infiltración*. España: Gobierno de Aragón. Departamento de agricultura.
- Roque Espinoza. (25 de noviembre de 2021). *AGROPOP.COM*. Obtenido de <https://agropop.com/tipos-de-goteross-para-riego-por-goteo/>
- Schilardi, C., Ciancaglini, N. C., & Meneghelli, M. y. (2012). Análisis integral y optimización del desempeño de equipos de riego por goteo en Mendoza-San Juan, Argentina. *VI Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego*. Mendoza, Argentina.
- Sellés, G.; Ferreyra, R. (2005). Criterios para controlar el riego en uva de mesa. *Seminario Internacional Manejo de riego y suelos en vides para vino y mesa*. Santiago de Chile, Chile.
- Shiraldi, C. (2010). *Desempeño del riego por superficie en el área de regadío de la cuenca del Río Tunuyán superior*. Mendoza: Tesis de maestría de riego y drenaje, Facultad de Ciencia Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Turégano, P. J. (2014). Modelización del comportamiento hidráulico de un subunidad de riego localizado. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- UF/IFAS. (febrero de 2019). Recuperado el 30 de mayo de 2021, de Agricultural and Biological Engineering: https://edis.ifas.ufl.edu/publication/ae496#FOOTNOTE_2
- USDA, D. d. (noviembre de 2021). Perú lidera, Chile sobrepasa a México y Colombia aún no aparece: tendencias en las exportaciones de palta a China. (E. Redagícola, Recopilador) Estados Unidos. Recuperado el 20 de 10 de 2022, de <https://www.redagricola.com/pe/peru->

lidera-chile-supera-a-mexico-y-colombia-aun-no-aparece-tendencias-en-las-
exportaciones-de-palta-a-china/

Vélez, M. V. (2002). Capítulo 8:Infiltración. Universidad Nacional de Colombia, Unidad de
Hidráulica. Capítulo 8:Infiltración.

ANEXOS



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS. - INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

1350832

SOLICITANTE: Srta. Wendy Leslye Neira Quicaño

PROYECTO: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2022.

REGIÓN: Ayacucho

PROVINCIA: La Mar

DISTRITO: San Miguel/Patibamba

FECHA DE INGRESO: 27-05-23

FECHA DE RESULTADOS: 30-05-23

Nº Laboratorio	AS 111833
Nº Campo	Patibamba
Capacidad de campo (%)	27.75
Punto de marchites (%)	15.16
Densidad aparente (g.cc ⁻¹)	1.21
Arena (%)	33
Limo (%)	31
Arcilla (%)	36
Clase Textural	Franco Arcilloso




Ph. D. MARIENI CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS. - INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

1350838

SOLICITANTE: Srta. Wendy Leslye Neira Quicaño

PROYECTO: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2022.

REGIÓN: Ayacucho

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Ocos

C.P.: Chumbes

ANEXO: San José

FECHA DE INGRESO: 14-06-23

FECHA DE RESULTADOS: 21-06-23

Nº Laboratorio	AS 111837
Nº Campo	San José
Capacidad de campo (%)	23.28
Punto de marchites (%)	11.82
Densidad aparente (g.cc ⁻¹)	1.27
Arena (%)	61
Limo (%)	21
Arcilla (%)	18
Clase Textural	Franco Arenoso




Ph. D. MADILENI CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio





MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS. - INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

1350820

SOLICITANTE: Srta. Wendy Leslye Neira Quicaño

PROYECTO: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2022.

REGIÓN: Ayacucho

PROVINCIA: Huanta

DISTRITO: Luricocha

FECHA DE INGRESO: 15-03-23

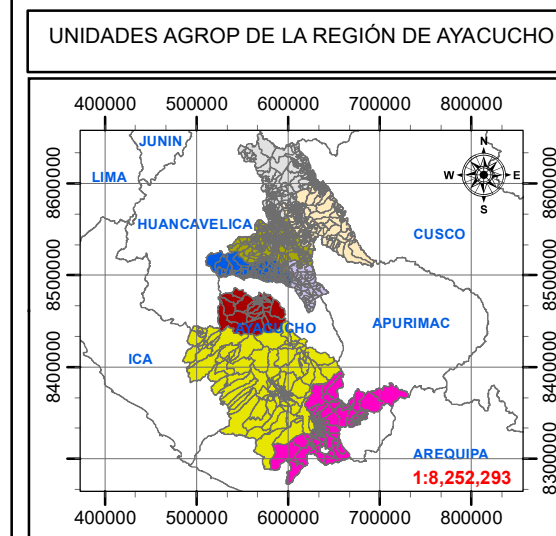
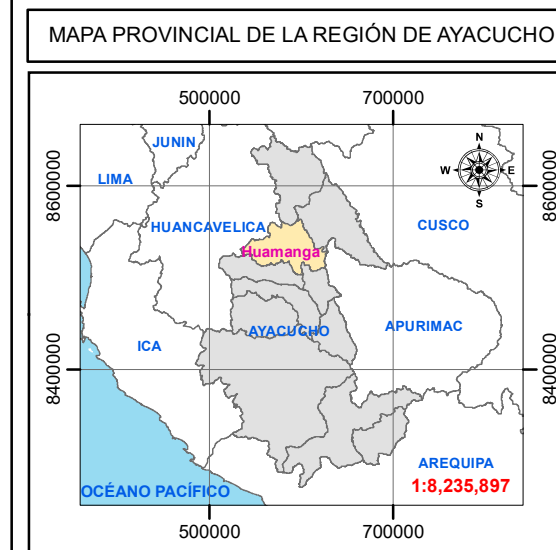
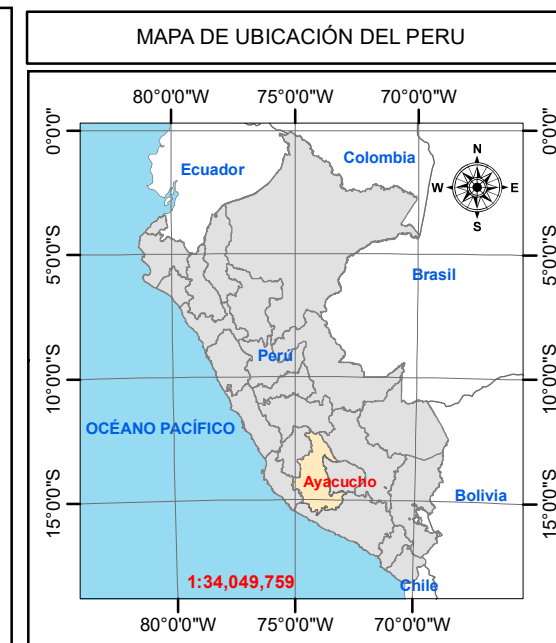
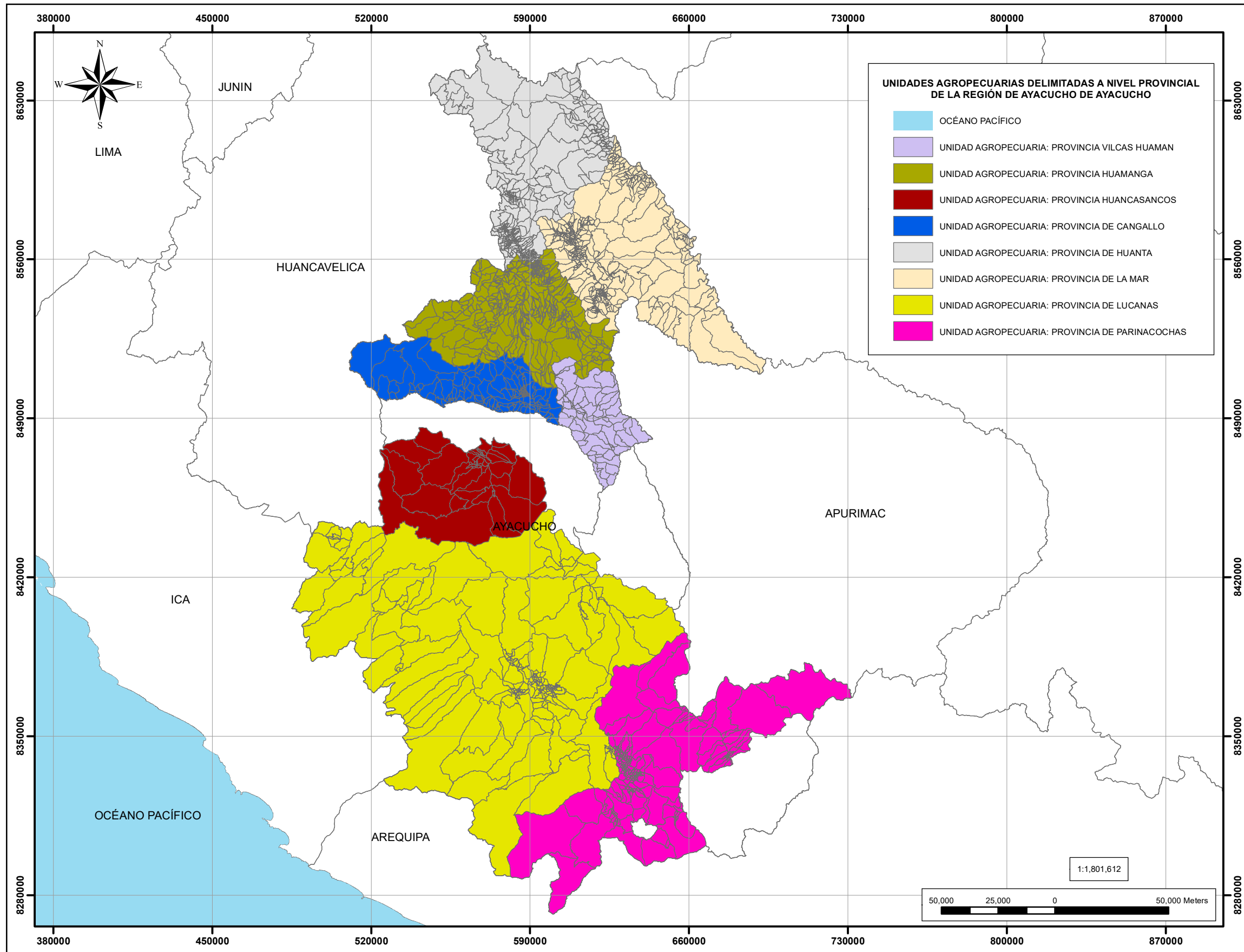
FECHA DE RESULTADOS: 22-03-23

Nº Laboratorio	AS 111820
Nº Campo	Luricocha
Capacidad de campo (%)	27.52
Punto de marchites (%)	14.21
Densidad aparente (g.cc ⁻¹)	1.25
Arena (%)	39
Limo (%)	34
Arcilla (%)	27
Clase Textural	Franco



Ph. D. MARLENI CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

VºBº



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Tesis:
Determinación del bulbo de humedecimiento en
palto (Persea Americana) bajo riego por goteo
sometidos a diferentes descargas y textura
de suelos– Ayacucho-2023

Elaborado:
Bach. Wendy Leslye Neira Quicaño

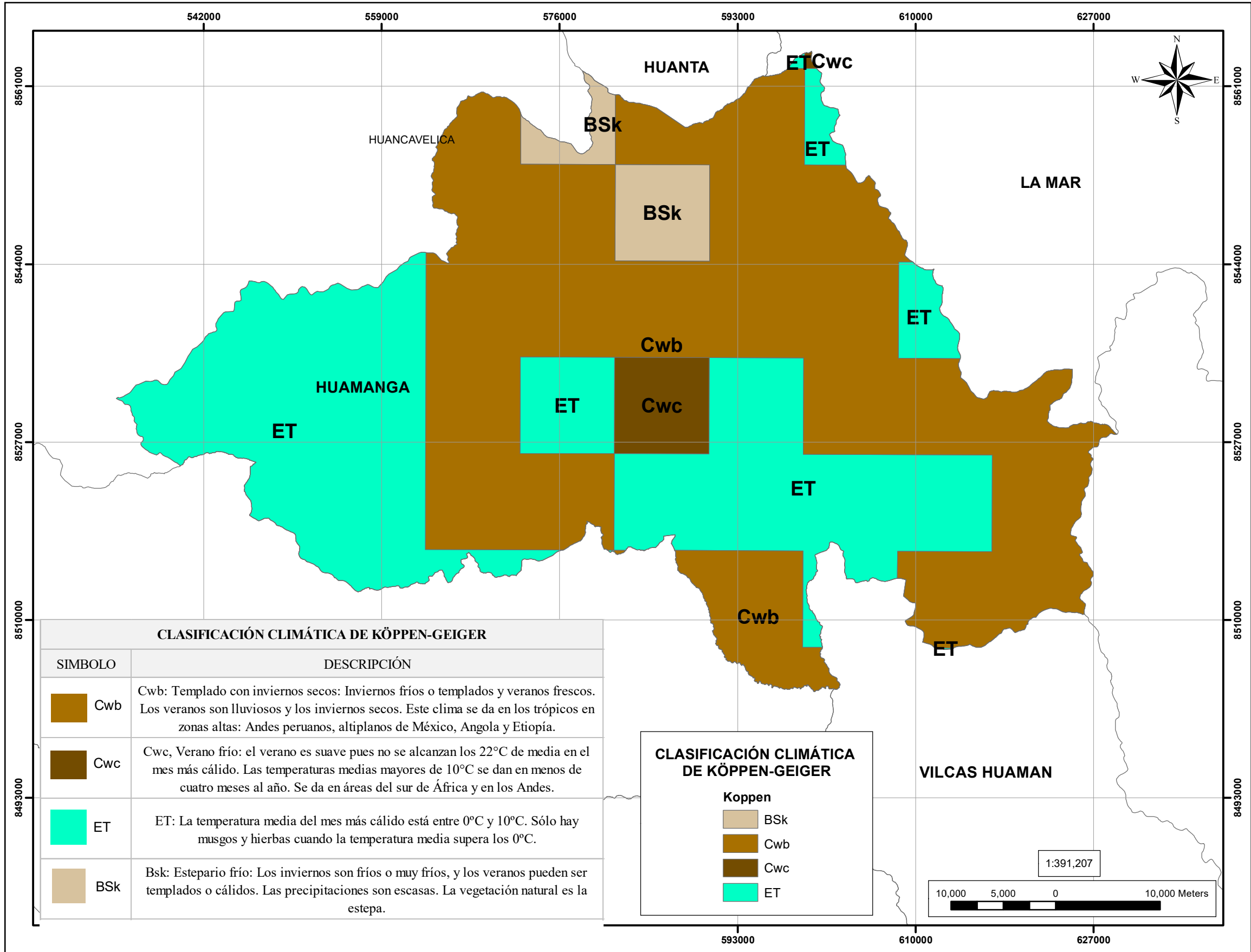
Revisado:
Ph.D. Sandra Del Aguila Ríos

Sistema de Coordenadas
Datum : WGS 1984
Proyección Geográfica : UTM
Hemisferio Sur : Zona 18

Escala:
Indicada
Fecha:
Octubre del 2023

MAPA: UG - 01
UBICACIÓN GENERAL
DE LAS UNIDADES
AGROPECUARIAS DE LA
REGION DE AYACUCHO

MAPAS TEMÁTICOS HUAMANGA



CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER

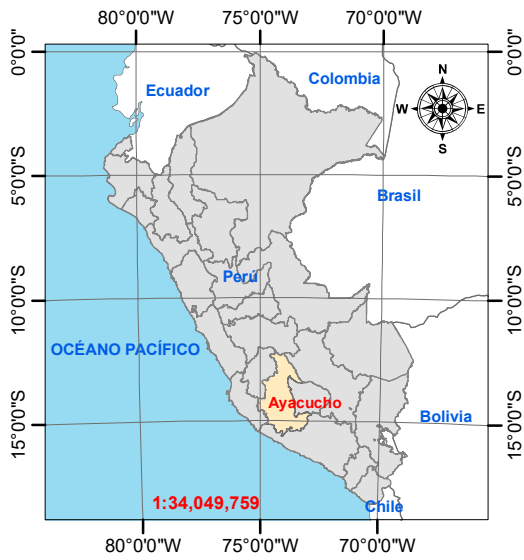
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cwb	Cwb: Templado con inviernos secos: Inviernos fríos o templados y veranos frescos. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos. Este clima se da en los trópicos en zonas altas: Andes peruanos, altiplanos de México, Angola y Etiopía.
Cwc	Cwc, Verano frío: el verano es suave pues no se alcanzan los 22°C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10°C se dan en menos de cuatro meses al año. Se da en áreas del sur de África y en los Andes.
ET	ET: La temperatura media del mes más cálido está entre 0°C y 10°C. Sólo hay musgos y hierbas cuando la temperatura media supera los 0°C.
BSk	Bsk: Estepario frío: Los inviernos son fríos o muy fríos, y los veranos pueden ser templados o cálidos. Las precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER

Koppen

- BSk
- Cwb
- Cwc
- ET

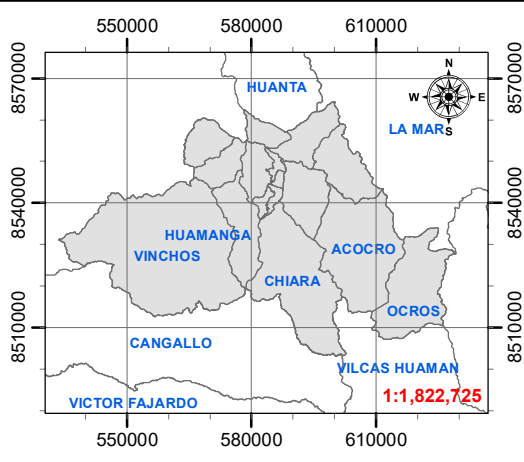
MAPA DE UBICACIÓN DEL PERU



MAPA PROVINCIAL DE LA REGIÓN DE AYACUCHO



MAPA DISTRITAL DE LA PROVINCIA DE



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

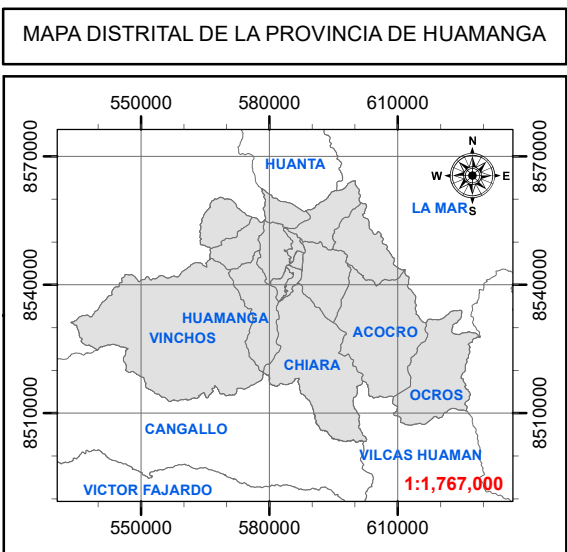
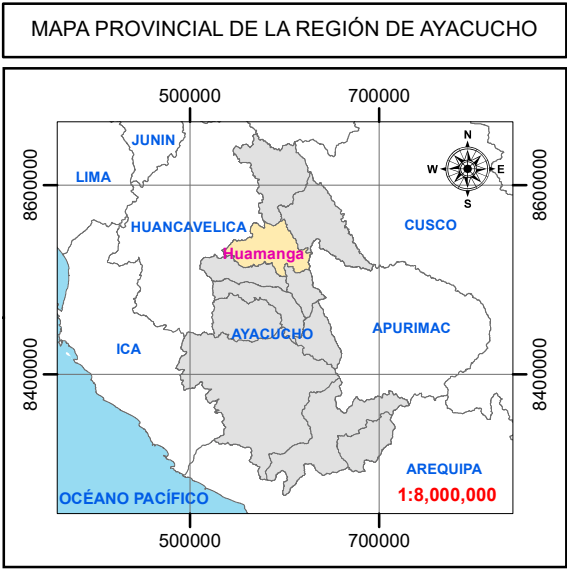
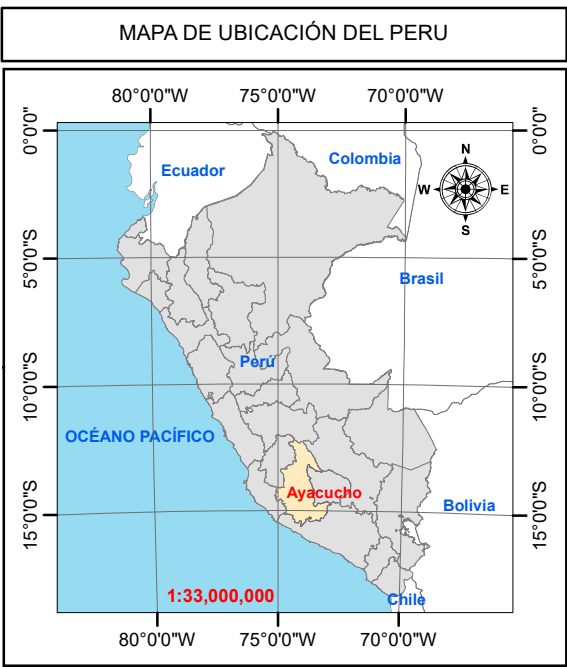
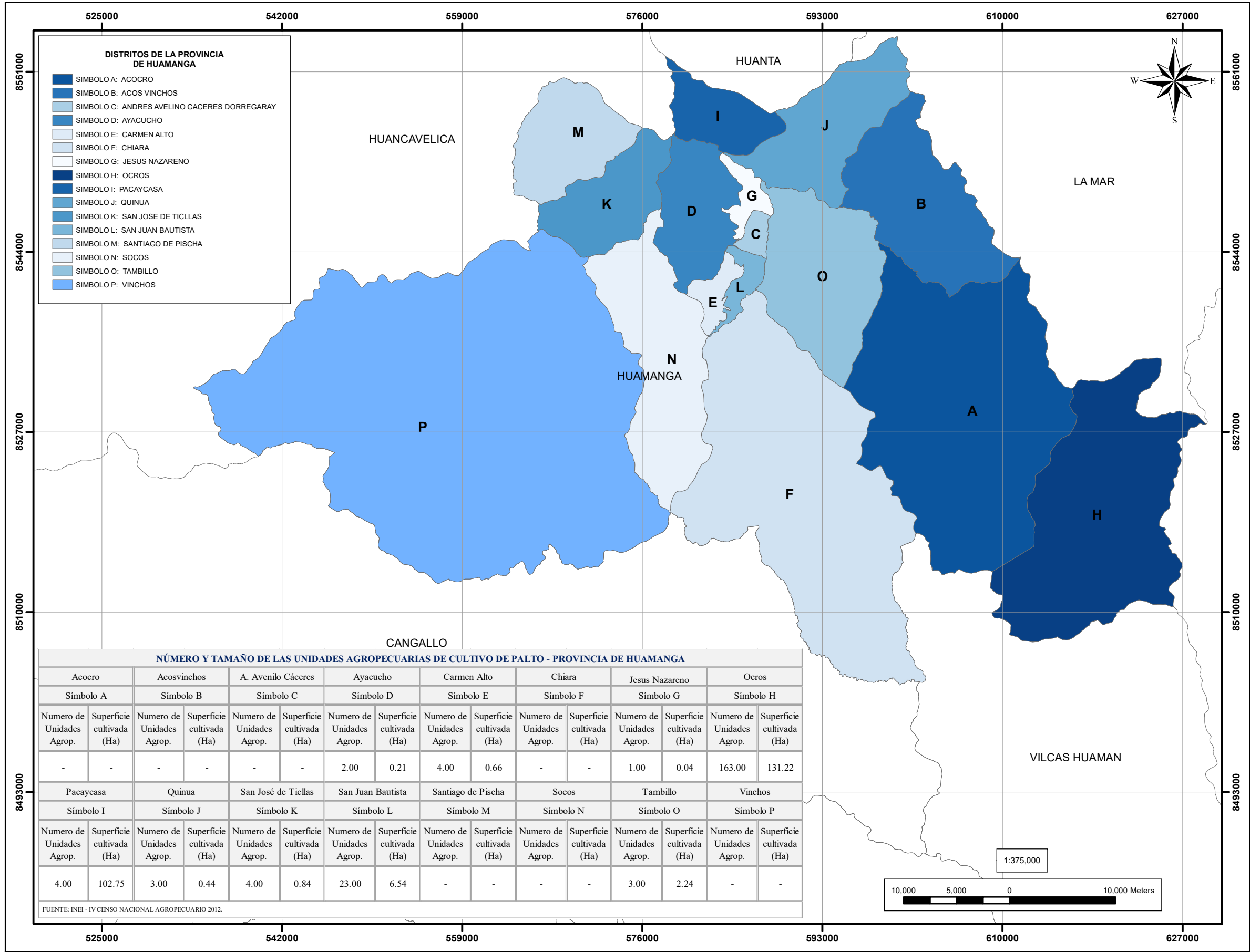
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos– Ayacucho-2023

Elaborado:
Bach. Wendy Leslye Neira Quicaño
Revisado:
Ph.D. Sandra Del Aguila Ríos

Sistema de Coordenadas
Datum : WGS 1984
Proyección Geográfica : UTM
Hemisferio Sur : Zona 18

Escala:
Indicada
Fecha:
Octubre del 2023

MAPA:
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER

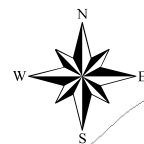


576000

584000



PACAYCASA



QUINUA

SAN JOSE DE TICLLAS

JESUS NAZARENO

12

AYACUCHO

3

28

996

SAN JUAN BAUTISTA

SOCOS

CARMEN ALTO

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo Palta
- Distrito Ayacucho
- Límite Distrital

LEYENDA

Código	Cultivo de Palto	Símbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3	-		Lithic Crypsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
12	-		Lithic Udipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
15	-		Lithic Ustipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
28			Typic Haplocryands	Andisol	Alto potencial agrícola, especialmente en climas cálidos el potencial es bastante elevado. Zonas con alta inclinación son aptas para la producción forestal.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
996	-		Area Urbana	-	-

DISTRITO DE AYACUCHO
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO

1:70,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
 Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
 Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
 Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
 Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
 PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quicáño		Mapa UA - 01
Tesis: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023		
Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84	Escala: 1/70 000	Fecha: Octubre de 2023

576000

584000



AYACUCHO

996

SAN JUAN BAUTISTA

CARMEN ALTO

3

SOCOS

LEYENDA

- Red hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito de Carmen Alto
- Límite Distrital

LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsammets	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
996	-		Ares Urbana	-	-

DISTRITO DE CARMEN ALTO
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:35,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quiclla

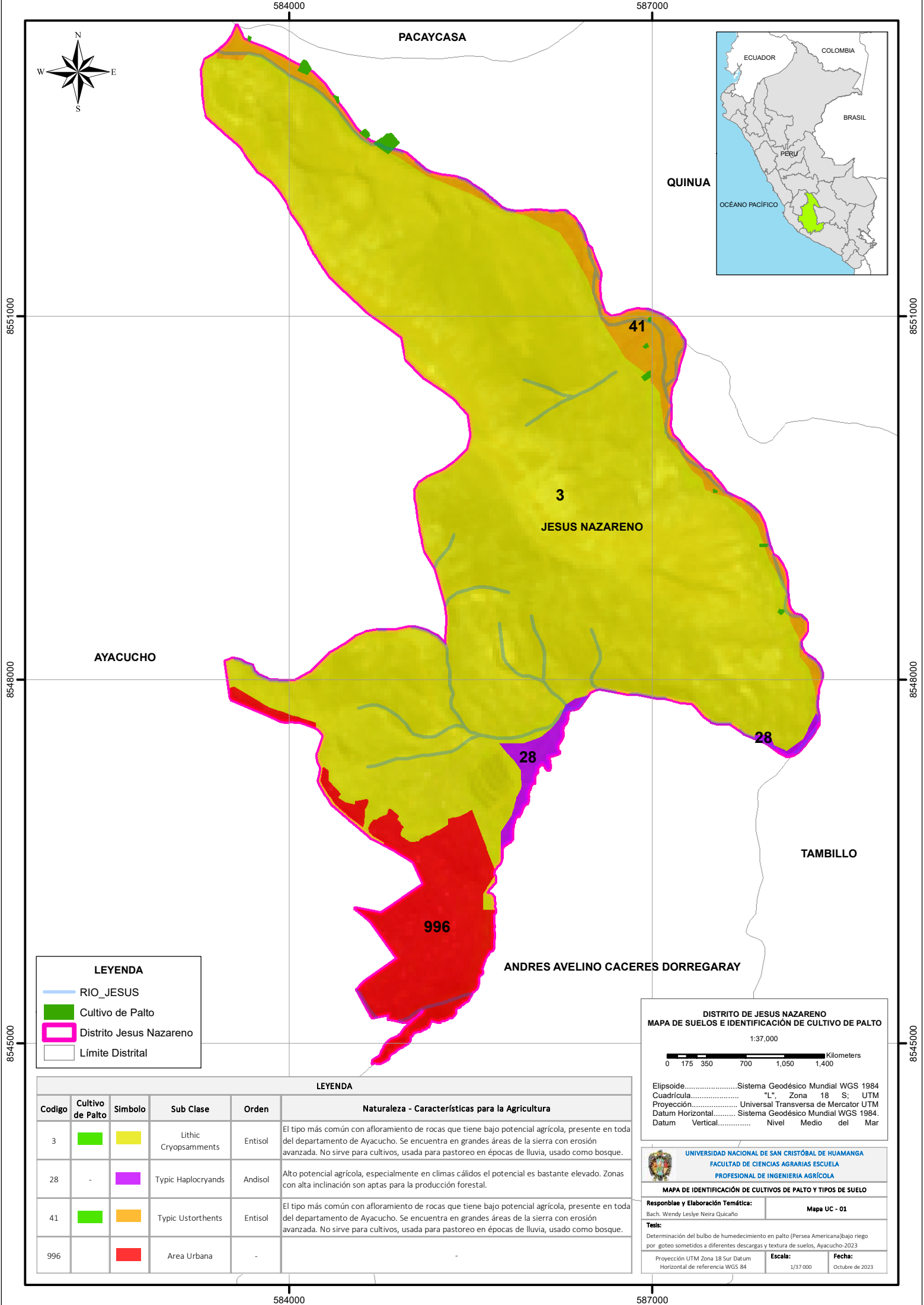
Mapa UB - 01

Tests:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/35 000

Fecha:
Octubre de 2023



LEYENDA

- RIO_JESUS
- Cultivo de Palto
- Distrito Jesus Nazareno
- Límite Distrital

LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
28	-		Typic Haplocryands	Andisol	Alto potencial agrícola, especialmente en climas cálidos el potencial es bastante elevado. Zonas con alta inclinación son aptas para la producción forestal.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
996			Area Urbana	-	-

DISTRITO DE JESUS NAZARENO
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:37,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsables y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quispe

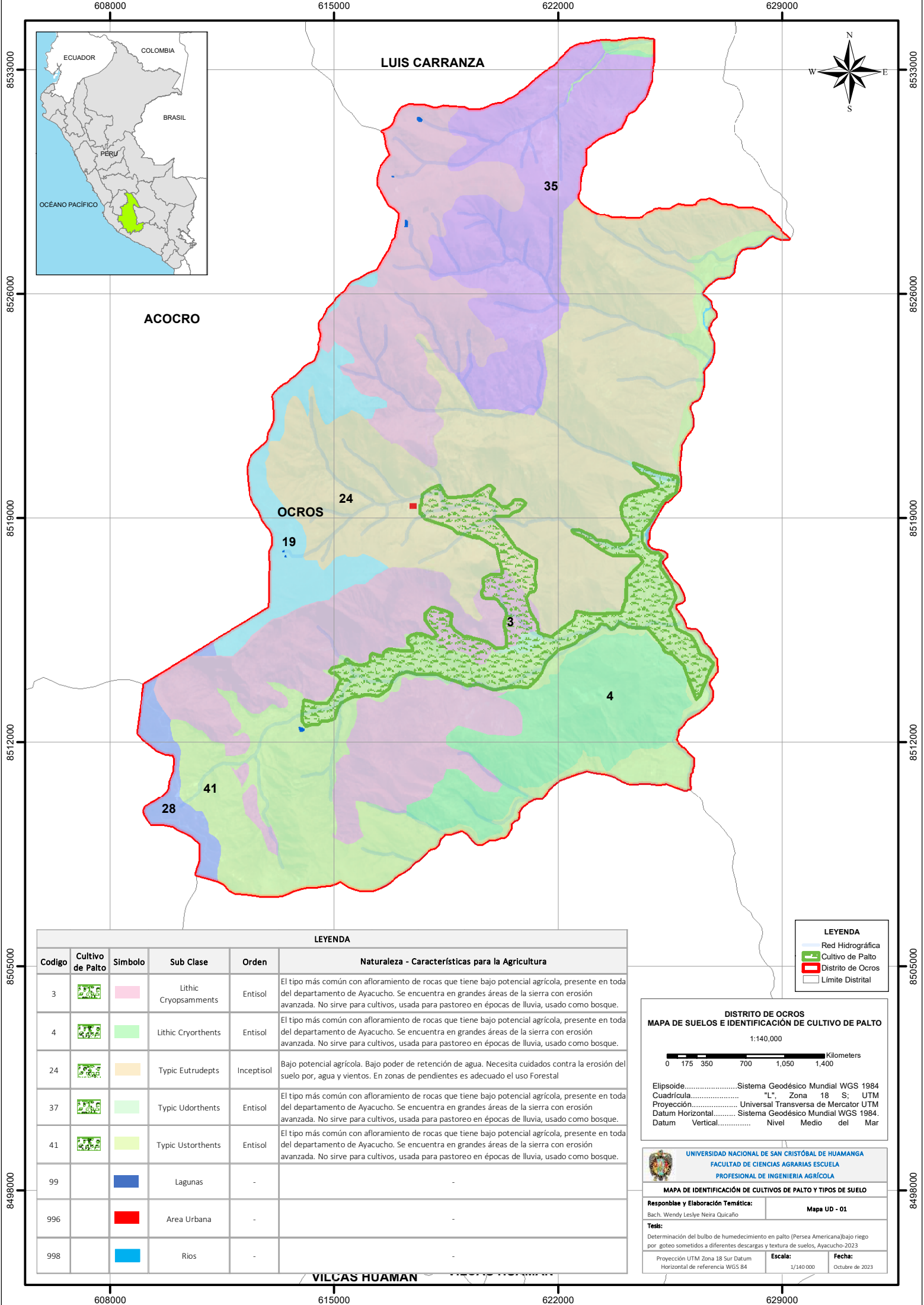
Mapa UC - 01

Tesis:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/37 000

Fecha:
Octubre de 2023



LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
4			Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
24			Typic Eutrudepts	Inceptisol	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal
37			Typic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99			Lagunas	-	-
996			Area Urbana	-	-
998			Rios	-	-

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito de Ocos
- Límite Distrital

DISTRITO DE OCOS
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:140,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quilcaño

Mapa UD - 01

Tests:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/140 000

Fecha:
Octubre de 2023

580000

587000



IGUAIN

HUAMANGUILLA

15

PACAYCASA

41

3

SAN JOSE DE TICLLAS

QUINUA

AYACUCHO

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito de Pacaycasa
- Límite Distrital

LEYENDA

Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
15	-		Lithic Ustipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
996	-		Area Urbana	-	-

DISTRITO DE PACAYCASA MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO

1:60,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

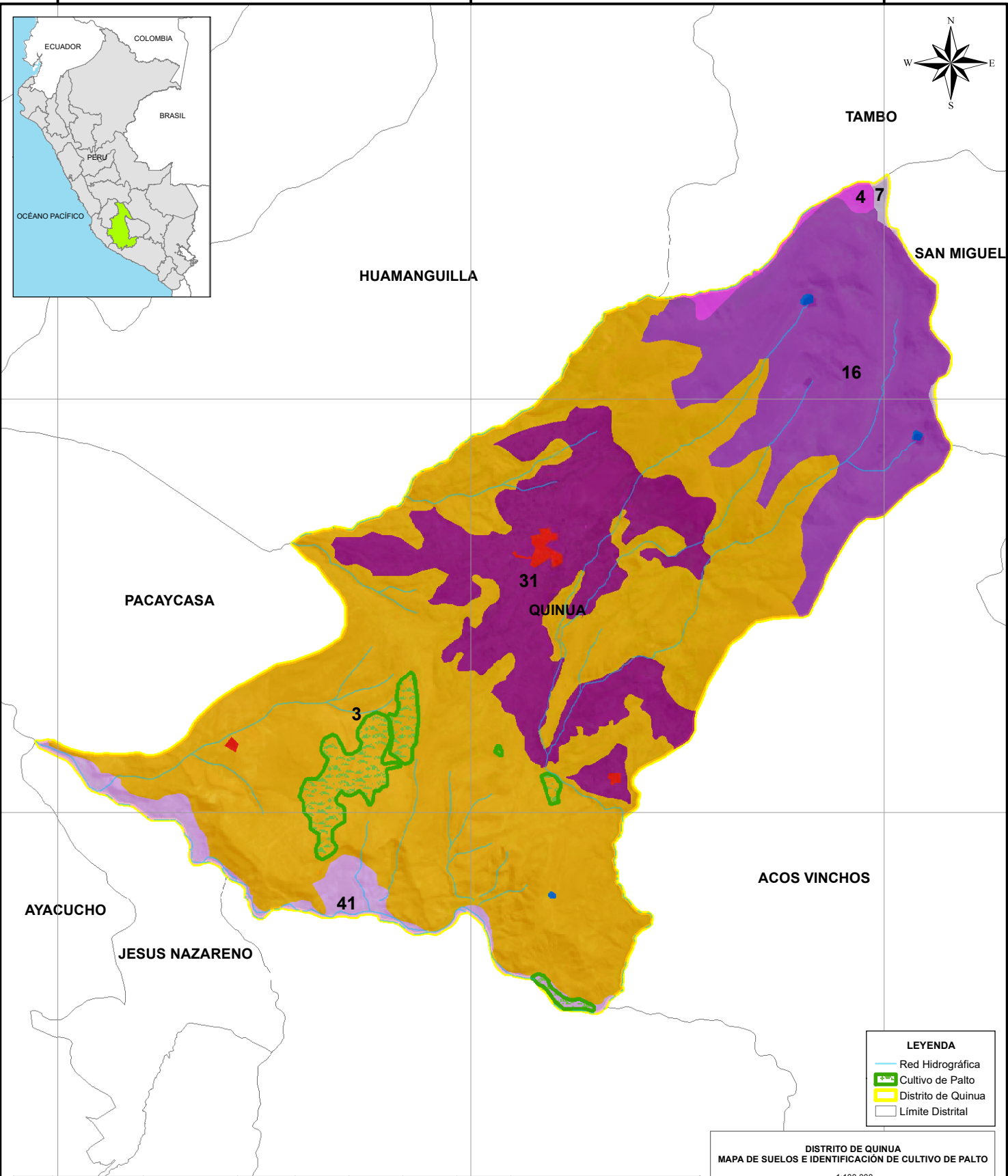
Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quilcaño **Mapa UE - 01**

Tesis:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84 **Escala:** 1/60 000 **Fecha:** Octubre de 2023

580000

587000



LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
31	-		Typic Haplustepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-

DISTRITO DE QUINUA
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:100,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quicaflo

Mapa UF - 01

Tesis:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

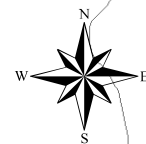
Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/100 000

Fecha:
Octubre de 2023

568000

576000



SANTIAGO DE PISCHA

SAN JOSE DE TICLLAS

AYACUCHO

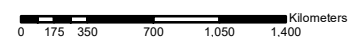
SOCOS

LEYENDA

Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
12			Lithic Udipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
28			Typic Haplocryands	Andisol	Alto potencial agrícola, especialmente en climas cálidos el potencial es bastante elevado. Zonas con alta inclinación son aptas para la producción forestal.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
996	-		Area Urbana	-	-

DISTRITO DE SAN JOSE DE TICLLAS
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO

1:70,000



Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
 Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
 Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
 Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
 Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
 PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quicña		Mapa UG - 01
Tesis: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023		
Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84	Escala: 1/70 000	Fecha: Octubre de 2023

568000

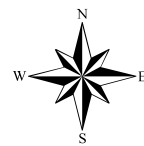
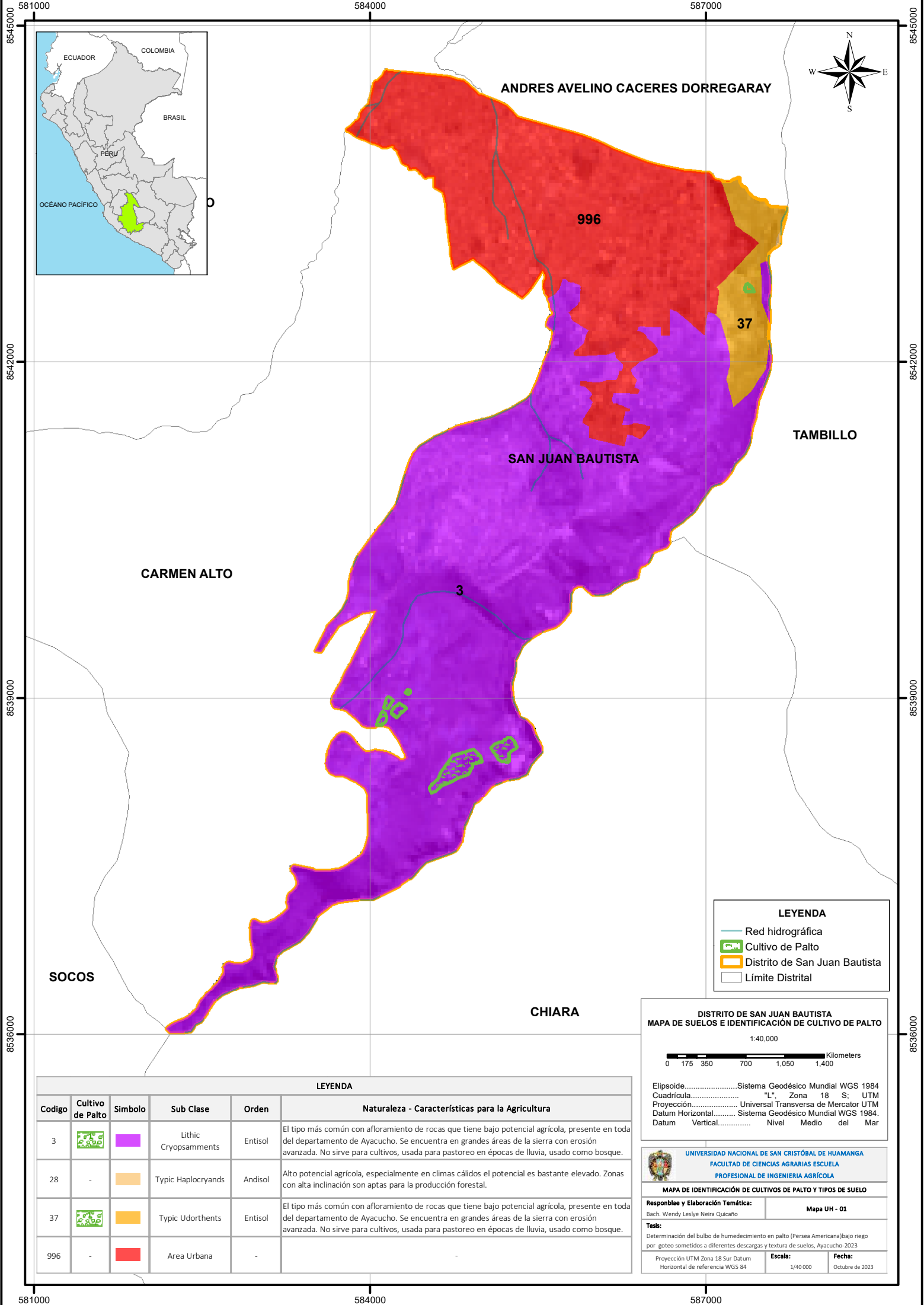
576000

8552000

8552000

8544000

8544000



LEYENDA

- Red hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito de San Juan Bautista
- Límite Distrital

DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:40,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quiclla

Mapa UH - 01

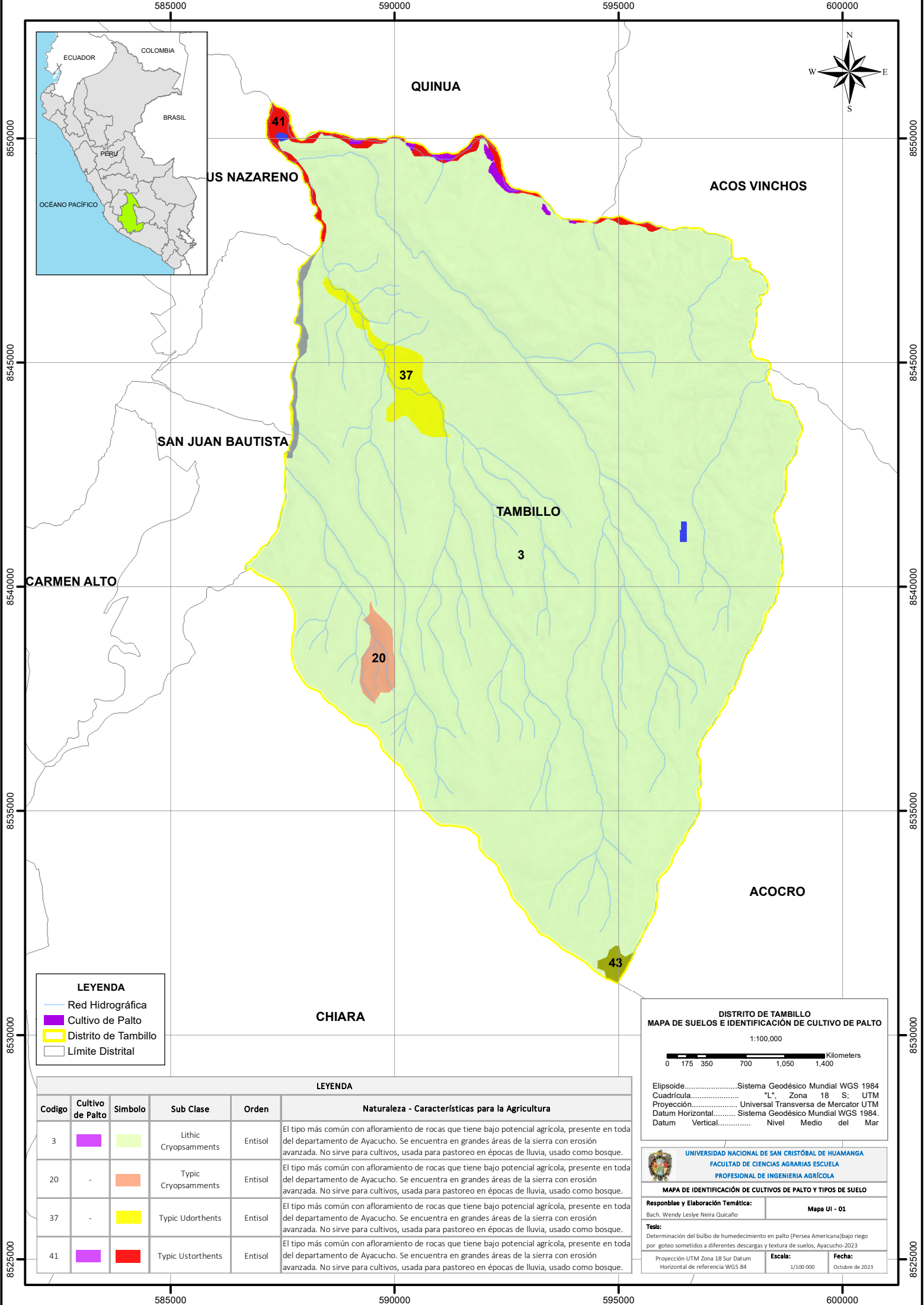
Tesis:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/40 000

Fecha:
Octubre de 2023

LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Símbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
28	-		Typic Haplocryands	Andisol	Alto potencial agrícola, especialmente en climas cálidos el potencial es bastante elevado. Zonas con alta inclinación son aptas para la producción forestal.
37			Typic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
996	-		Area Urbana	-	-



LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito de Tambillo
- Límite Distrital

LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Símbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3			Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
20	-		Typic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
37	-		Typic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.

DISTRITO DE TAMBILLO
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:100,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

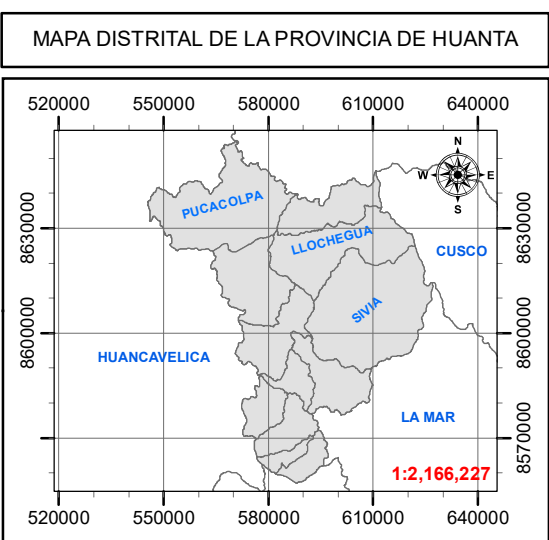
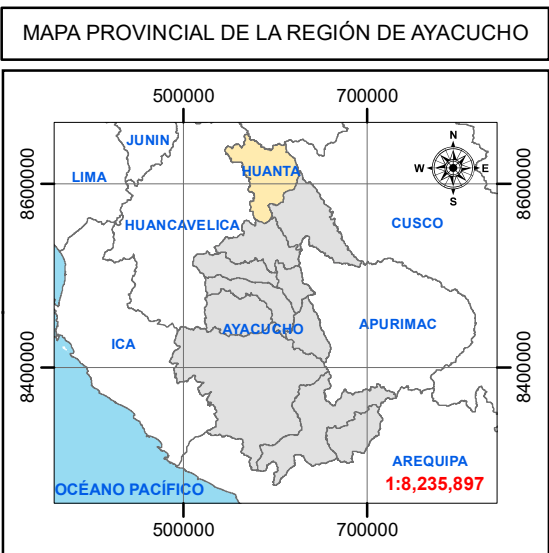
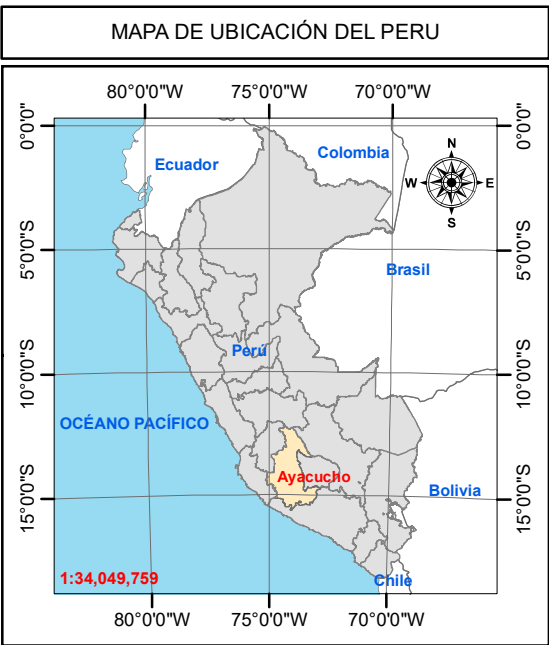
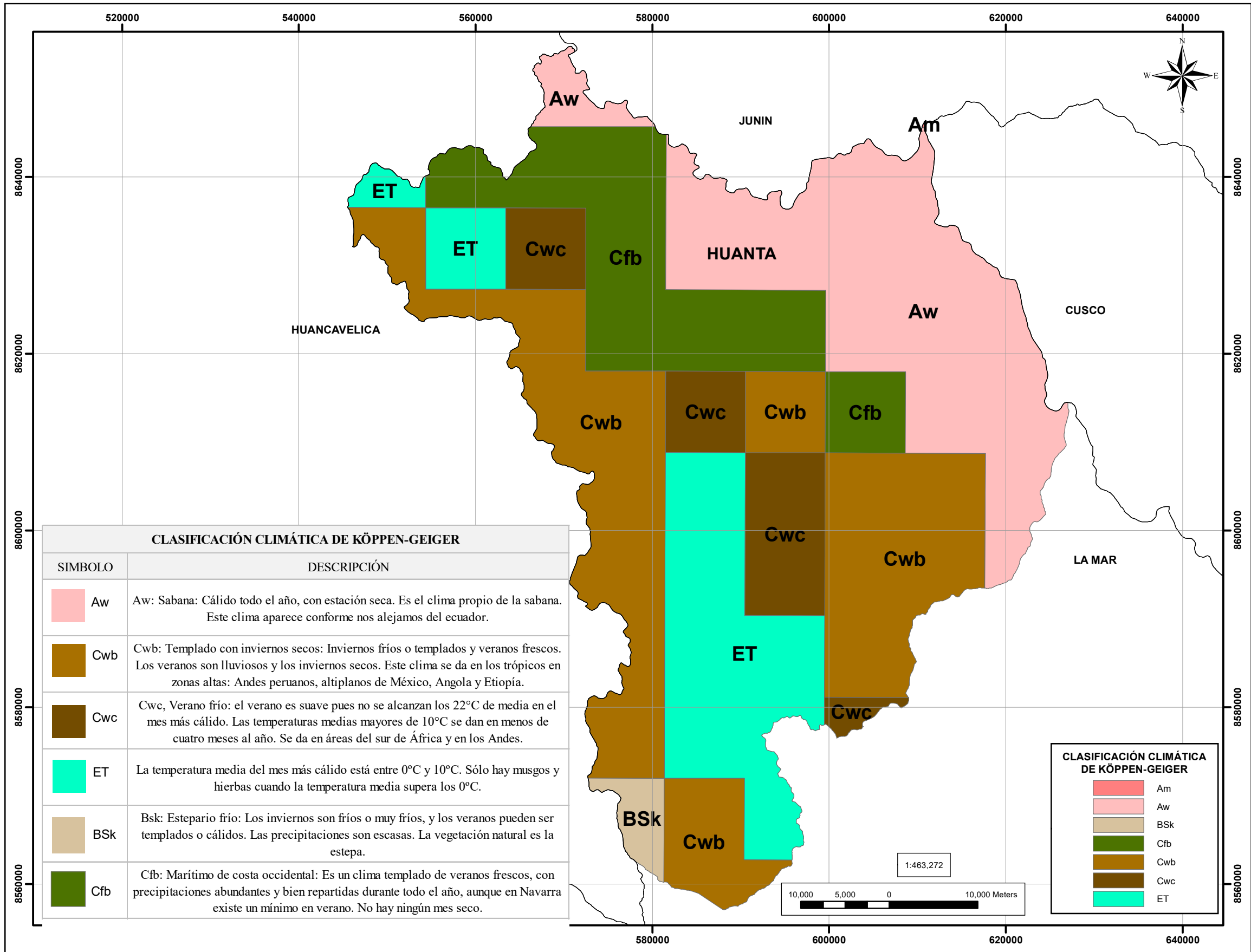
Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quilcaño	Mapa UI - 01
---	---------------------

Temis:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riesgo por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84	Escala: 1/100 000	Fecha: Octubre de 2023
--	-----------------------------	----------------------------------

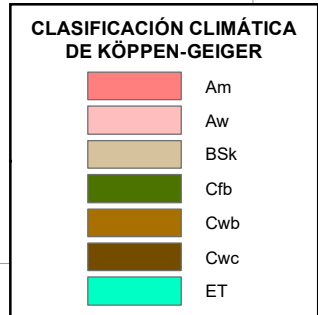
MAPAS TEMÁTICOS

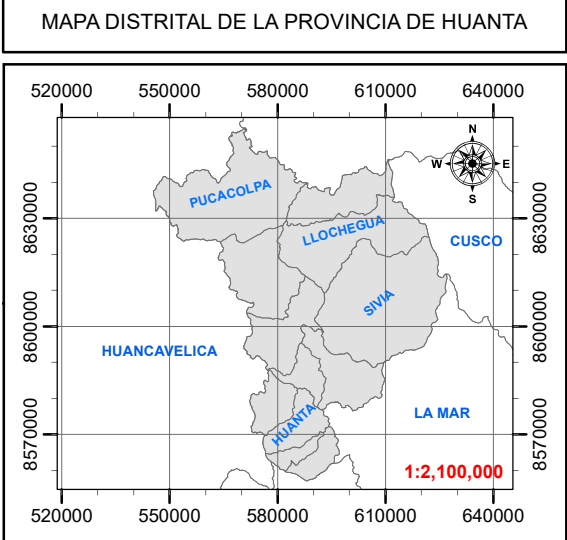
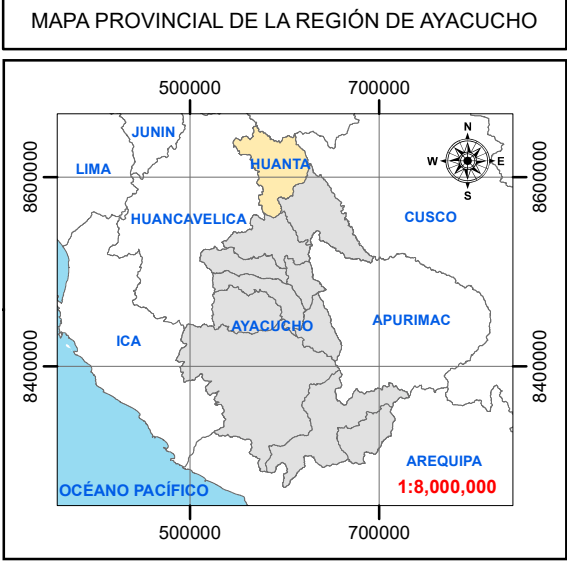
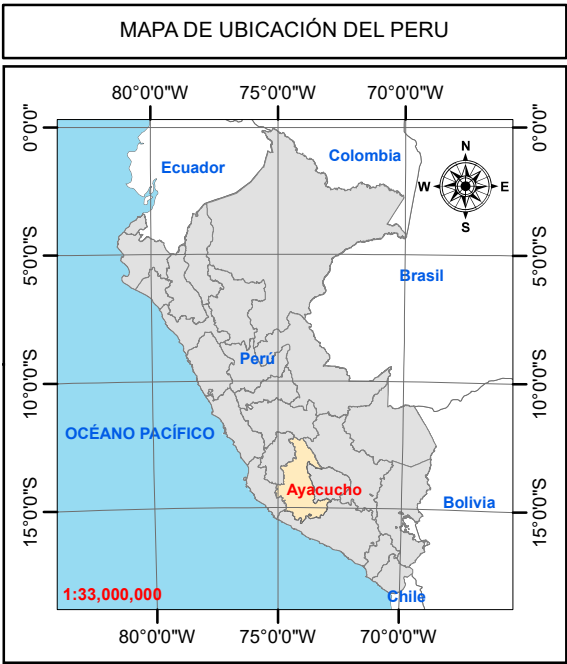
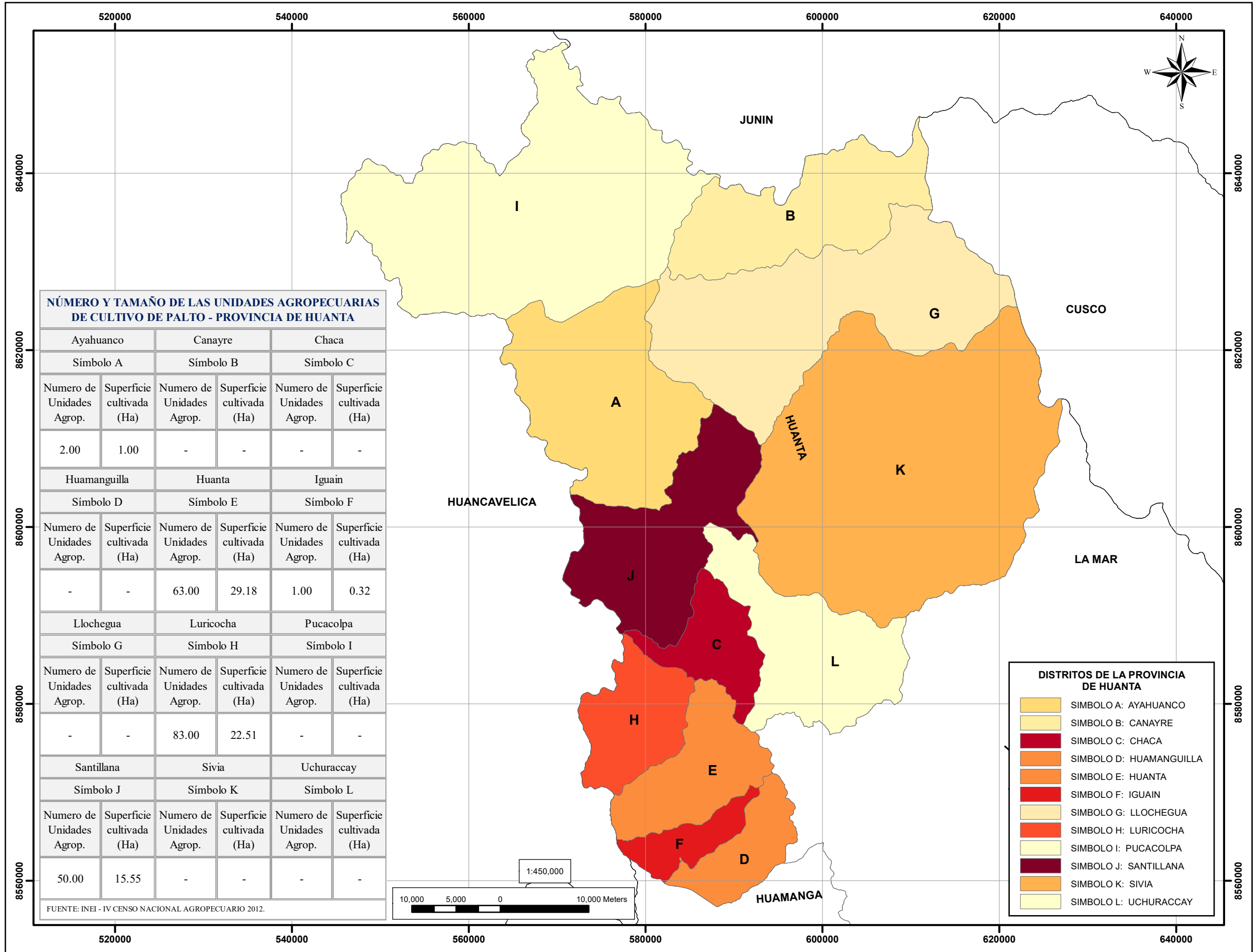
HUANTA

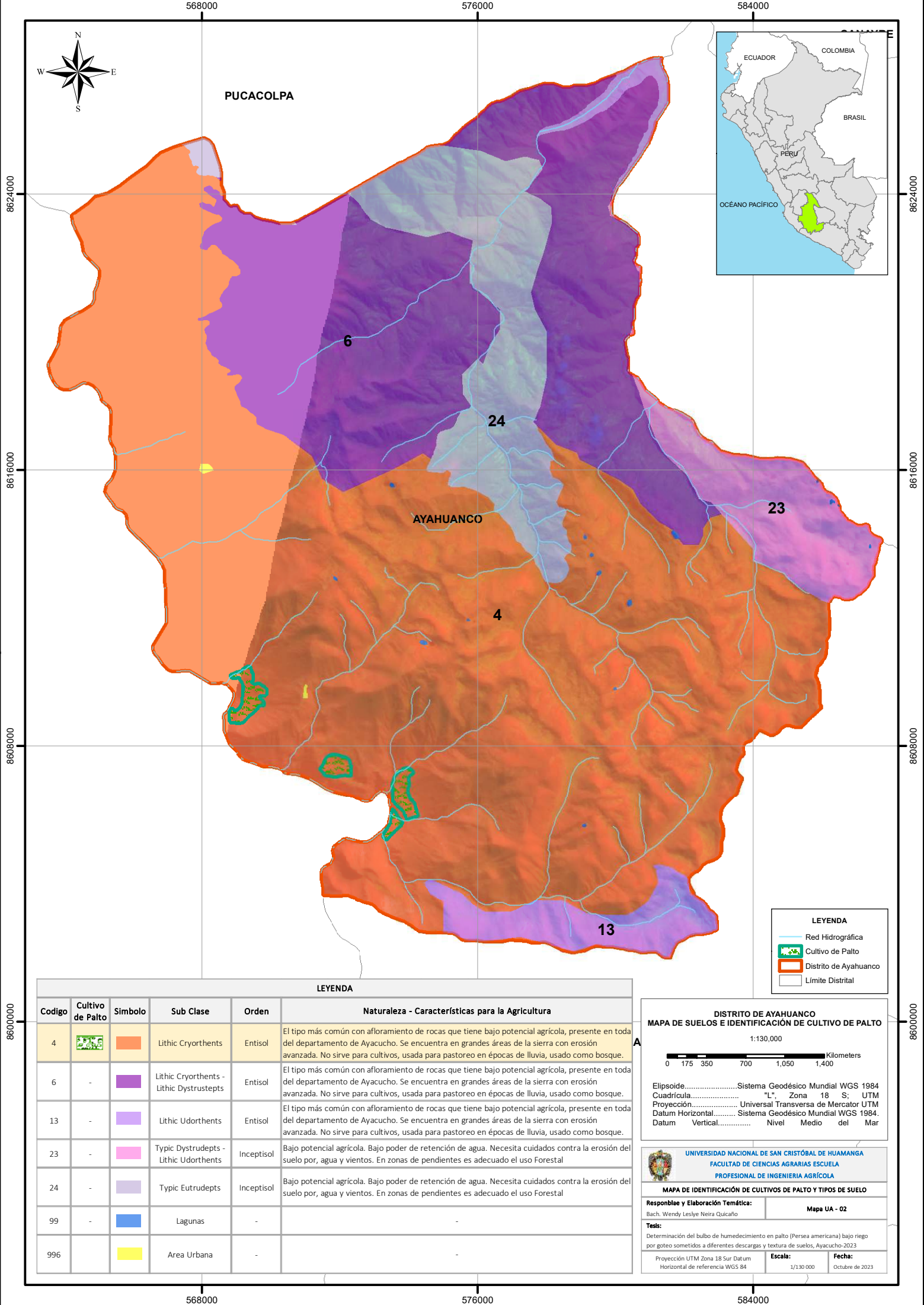


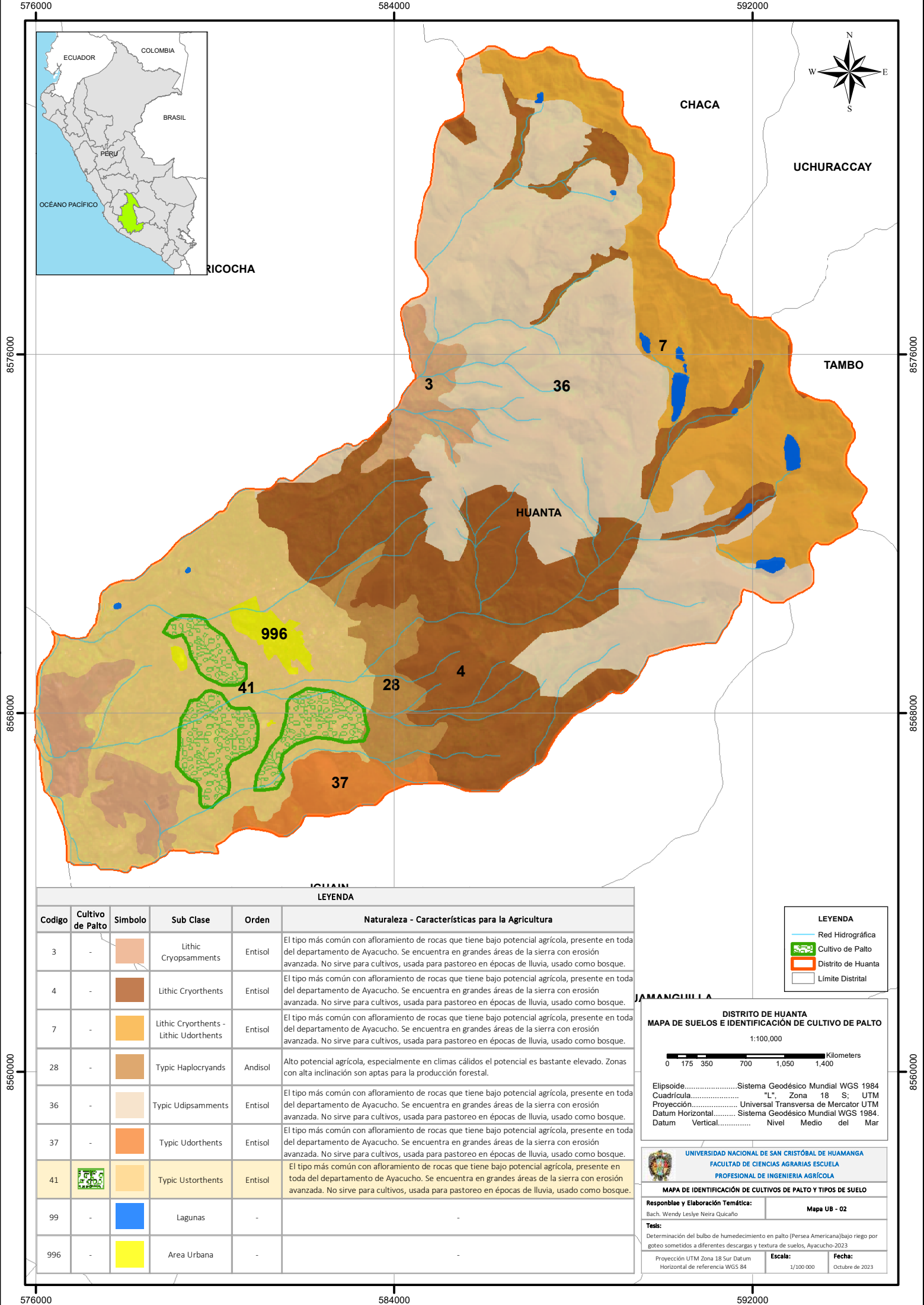
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Aw	Aw: Sabana: Cálido todo el año, con estación seca. Es el clima propio de la sabana. Este clima aparece conforme nos alejamos del ecuador.
Cwb	Cwb: Templado con inviernos secos: Inviernos fríos o templados y veranos frescos. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos. Este clima se da en los trópicos en zonas altas: Andes peruanos, altiplanos de México, Angola y Etiopía.
Cwc	Cwc, Verano frío: el verano es suave pues no se alcanzan los 22°C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10°C se dan en menos de cuatro meses al año. Se da en áreas del sur de África y en los Andes.
ET	La temperatura media del mes más cálido está entre 0°C y 10°C. Sólo hay musgos y hierbas cuando la temperatura media supera los 0°C.
BSk	Bsk: Estepario frío: Los inviernos son fríos o muy fríos, y los veranos pueden ser templados o cálidos. Las precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.
Cfb	Cfb: Marítimo de costa occidental: Es un clima templado de veranos frescos, con precipitaciones abundantes y bien repartidas durante todo el año, aunque en Navarra existe un mínimo en verano. No hay ningún mes seco.









LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3	-		Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
4	-		Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
7	-		Lithic Cryorthents - Lithic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
28	-		Typic Haplocryands	Andisol	Alto potencial agrícola, especialmente en climas cálidos el potencial es bastante elevado. Zonas con alta inclinación son aptas para la producción forestal.
36	-		Typic Udipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
37	-		Typic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-

LEYENDA

-  Red Hidrográfica
-  Cultivo de Palto
-  Distrito de Huanta
-  Limite Distrital

DISTRITO DE HUANTA
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:100,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula....."L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quicaflo

Mapa UB - 02

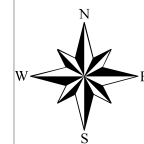
Fecha:
Octubre de 2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/100 000

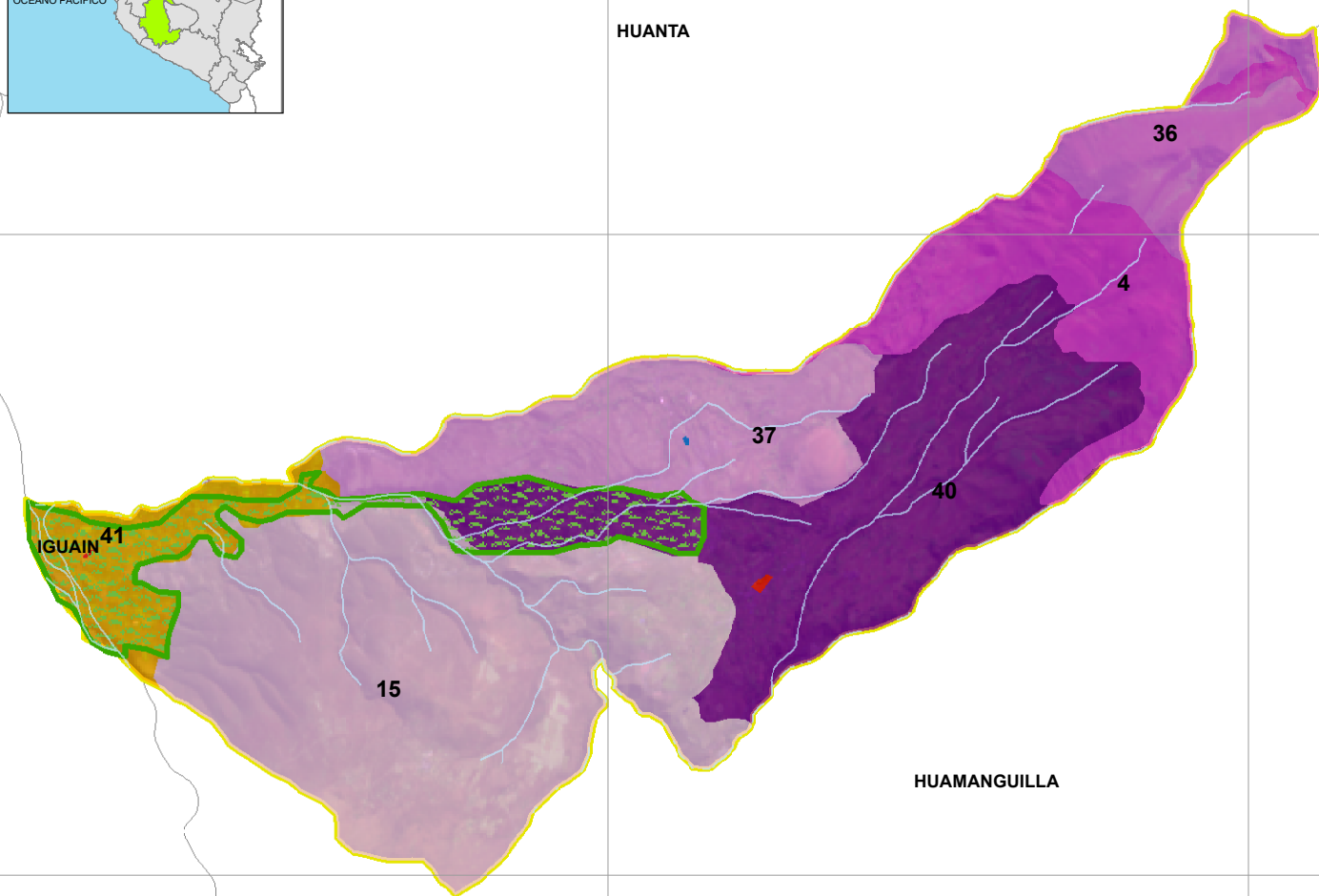
584000

592000



HUANTA

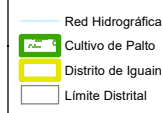
HUAMANGUILLA



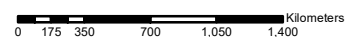
LEYENDA

Codigo	Cultivo de Palto	Símbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3	-		Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
4	-		Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
15	-		Lithic Ustipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
36	-		Typic Udipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
37	-		Typic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
40			Typic Ustipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-

LEYENDA

DISTRITO DE IGUAÍN
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO

1:90,000



Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
 Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
 Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
 Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
 Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar



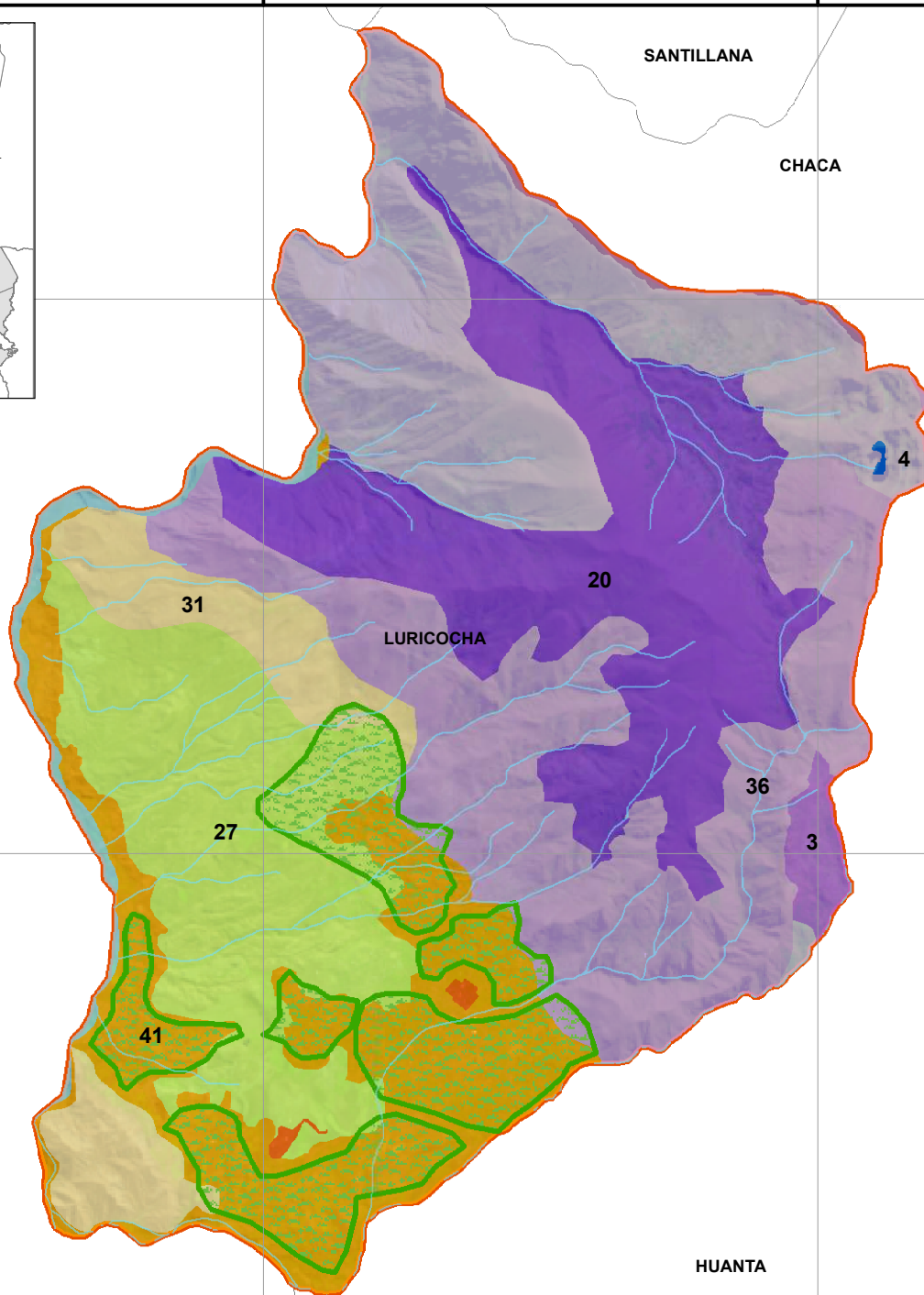
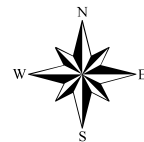
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
 PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quicáño	Mapa UC - 02
Tesis: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023	
Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84	Fecha: Octubre de 2023

Escala:

1/90 000



LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3	-		Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
4	-		Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
16	-		Lithic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
20	-		Typic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
27			Typic Haplocambids	Aridisol	Bajo potencial agrícola Volumen anual de lluvias 500-1,000 mm, producción agrícola requiere riego. Baja capacidad de retención de agua, necesita mucha irrigación
31	-		Typic Haplustepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
36	-		Typic Udipsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-
998	-		Rios	-	-

LEYENDA	
	Red Hidrográfica
	Cultivo de Palto
	Distrito de Luricocha
	Limite Distrital

DISTRITO DE LURICOCHA
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:100,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática:
Bach. Wendy Leslye Neira Quicaflo

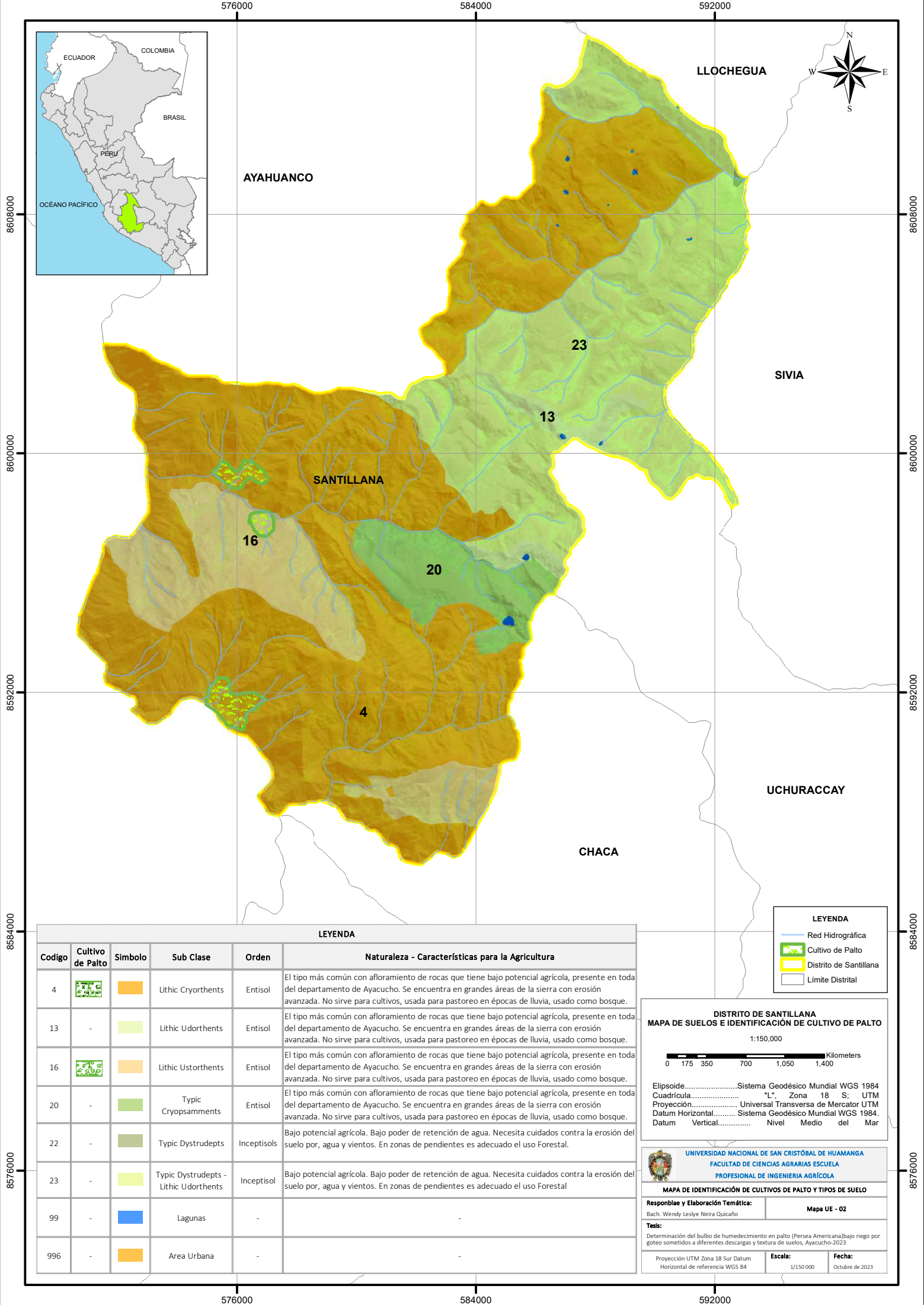
Mapa UD - 02

Tests:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea Americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala:
1/100 000

Fecha:
Octubre de 2023



LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
4			Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
13	-		Lithic Udorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
16			Lithic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
20	-		Typic Cryosamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
22	-		Typic Dystrudepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
23	-		Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents	Inceptisol	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito de Santillana
- Límite Distrital

DISTRITO DE SANTILLANA
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO
1:150,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quiccho	Mapa UE - 02
--	---------------------

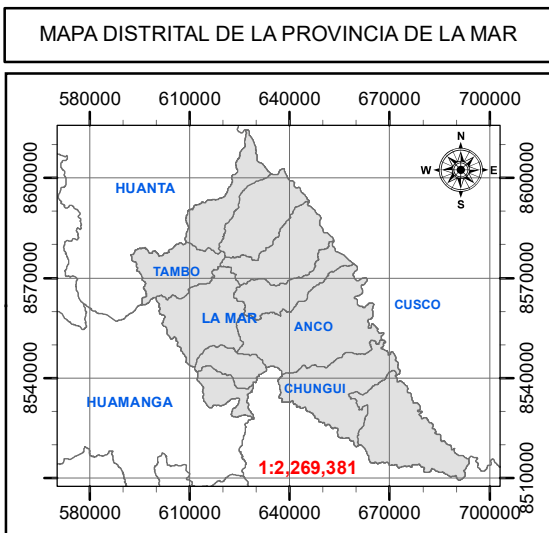
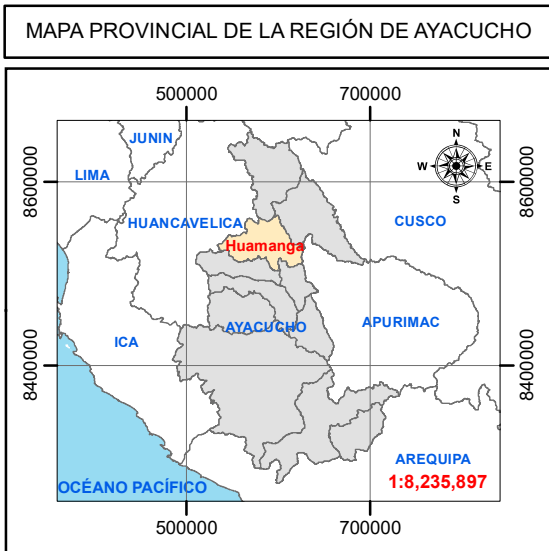
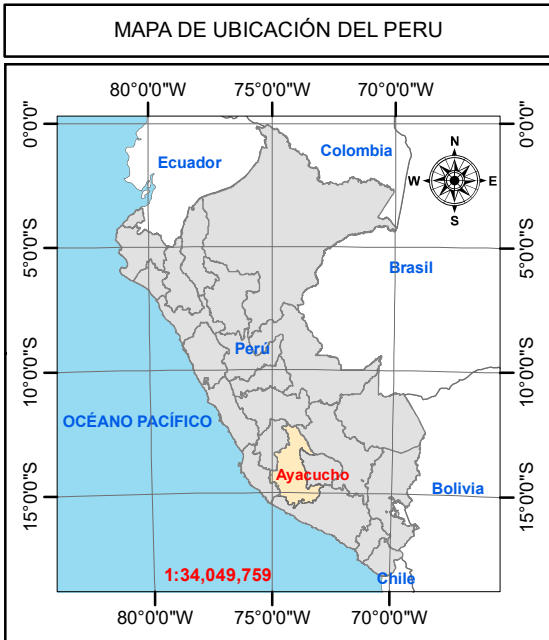
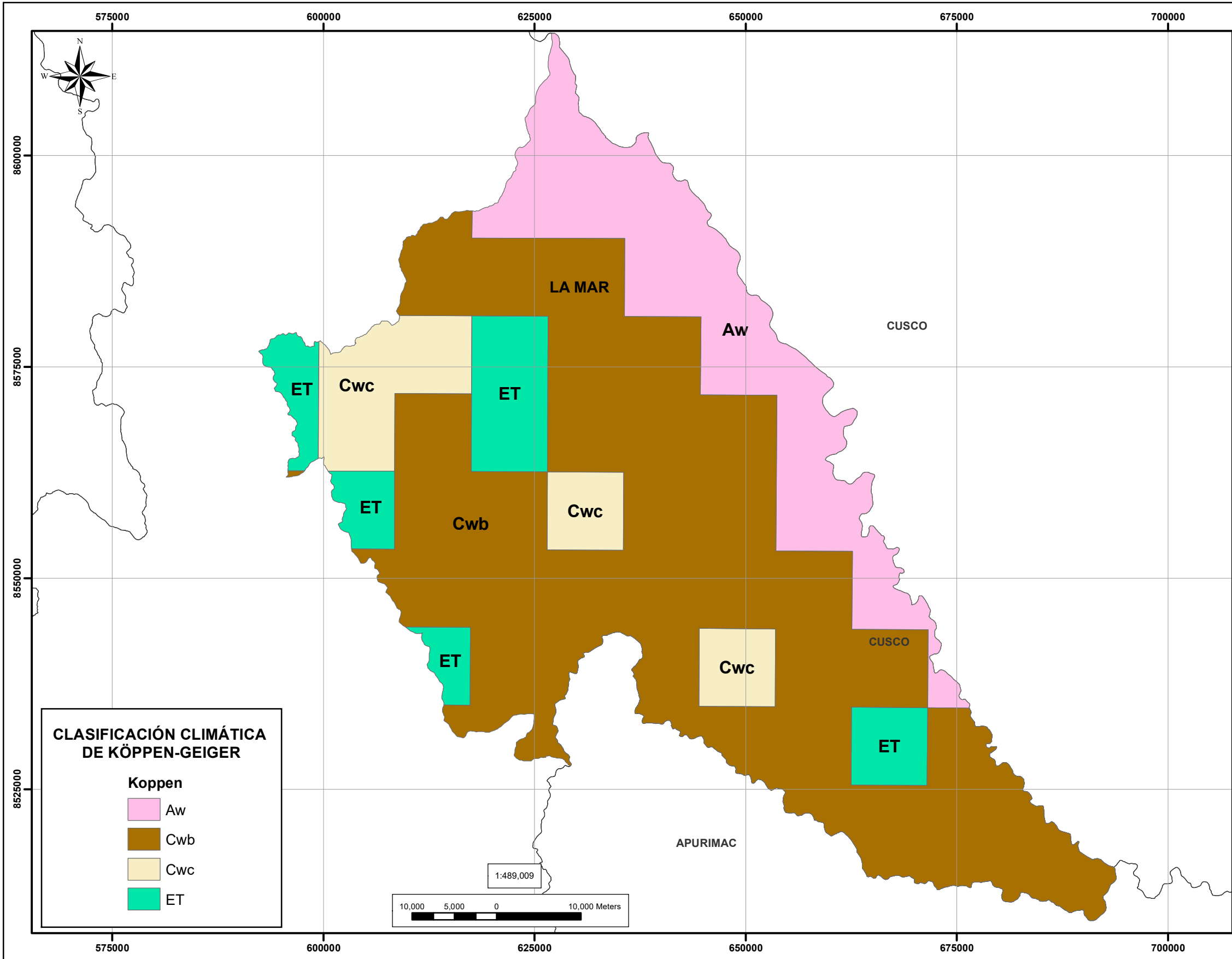
Fecha:
Octubre de 2023

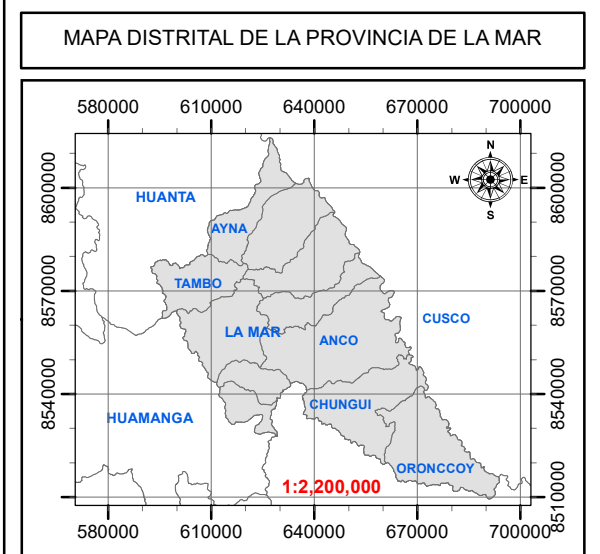
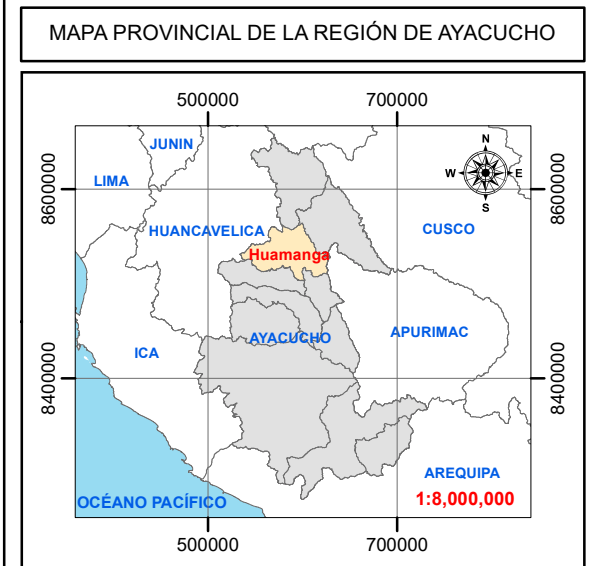
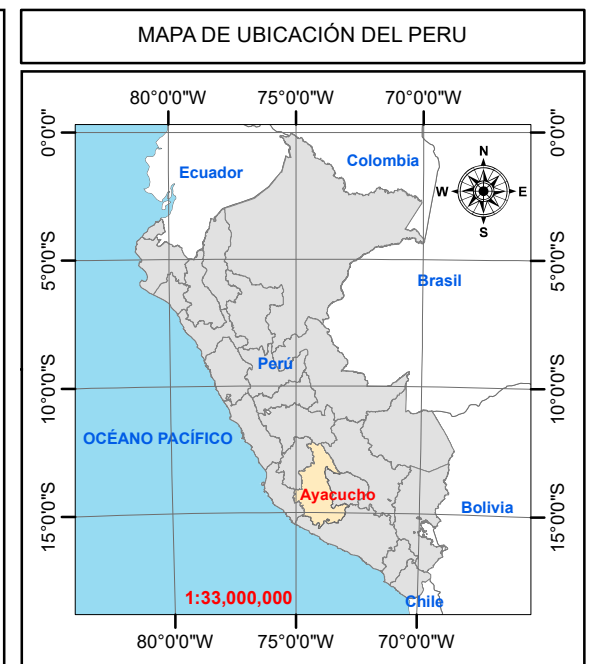
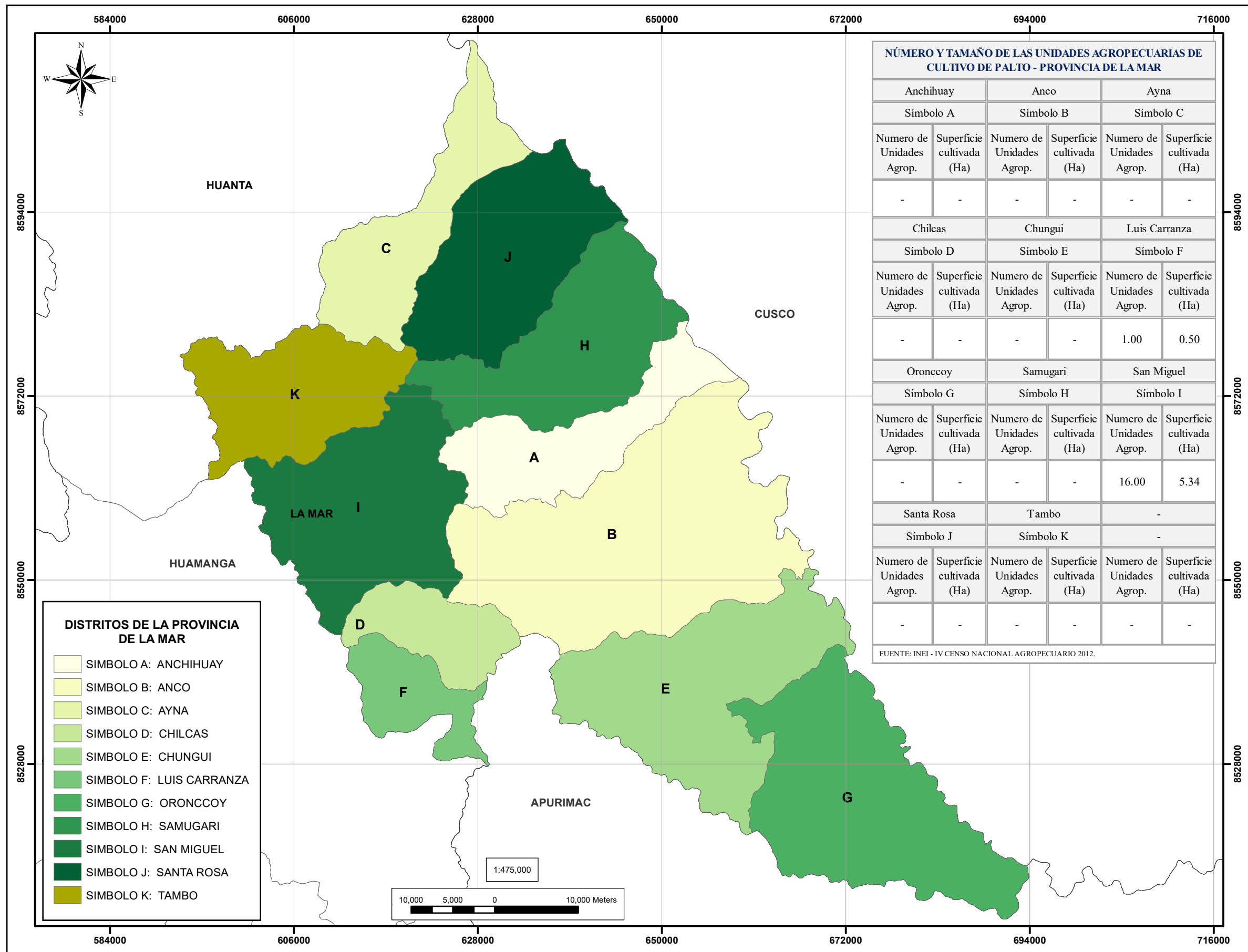
Escala:
1/150 000

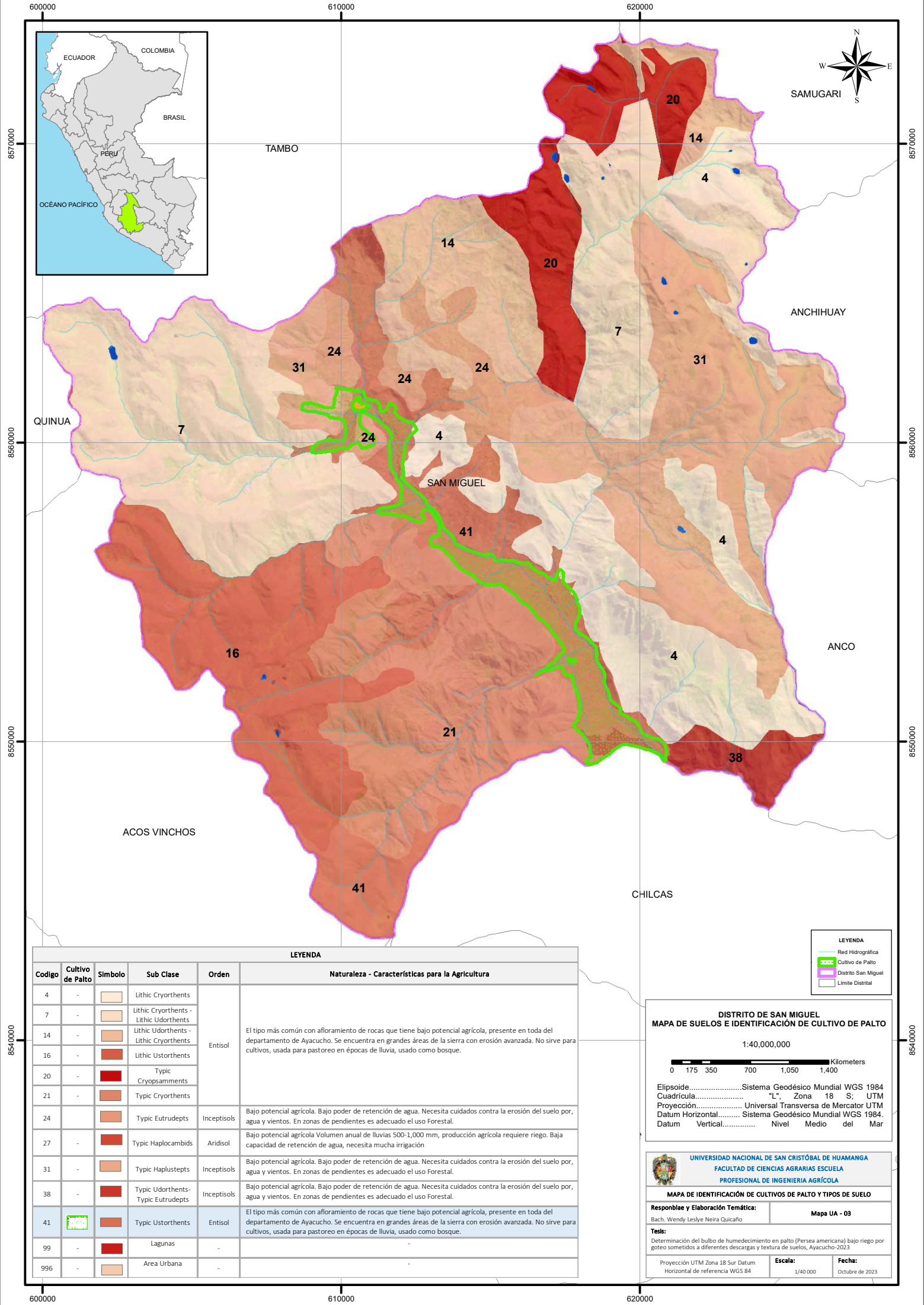
Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

MAPAS TEMÁTICOS

LA MAR







LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
4	-		Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
7	-		Lithic Cryorthents - Lithic Udorthents		
14	-		Lithic Udorthents - Lithic Cryorthents		
16	-		Lithic Ustorthents		
20	-		Typic Cryopsamments		
21	-		Typic Cryorthents	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
24	-		Typic Eutrudepts		
27	-		Typic Haplocambids	Aridisol	Bajo potencial agrícola Volumen anual de lluvias 500-1,000 mm, producción agrícola requiere riego. Baja capacidad de retención de agua, necesita mucha irrigación
31	-		Typic Haplustepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
38	-		Typic Udorthents- Typic Eutrudepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Distrito San Miguel
- Limite Distrital

DISTRITO DE SAN MIGUEL
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO

1:40,000,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoidal.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quiclaño

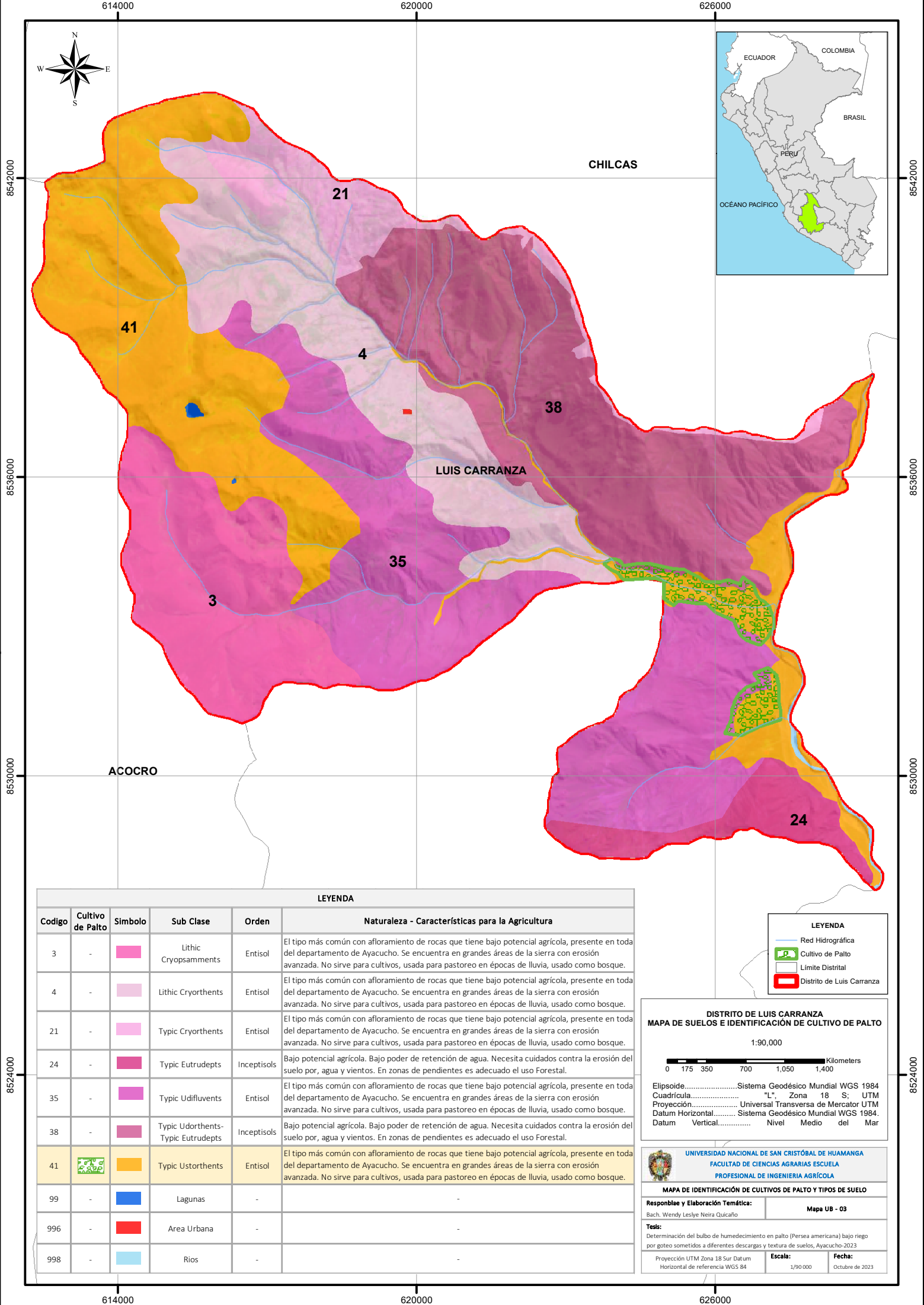
Mapa UA - 03

Tests:
Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala: 1/40 000

Fecha: Octubre de 2023



LEYENDA					
Codigo	Cultivo de Palto	Simbolo	Sub Clase	Orden	Naturaleza - Características para la Agricultura
3	-		Lithic Cryopsamments	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
4	-		Lithic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
21	-		Typic Cryorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
24	-		Typic Eutrudepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
35	-		Typic Udifluvents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
38	-		Typic Udorthents- Typic Eutrudepts	Inceptisols	Bajo potencial agrícola. Bajo poder de retención de agua. Necesita cuidados contra la erosión del suelo por, agua y vientos. En zonas de pendientes es adecuado el uso Forestal.
41			Typic Ustorthents	Entisol	El tipo más común con afloramiento de rocas que tiene bajo potencial agrícola, presente en toda del departamento de Ayacucho. Se encuentra en grandes áreas de la sierra con erosión avanzada. No sirve para cultivos, usada para pastoreo en épocas de lluvia, usado como bosque.
99	-		Lagunas	-	-
996	-		Area Urbana	-	-
998	-		Rios	-	-

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- Cultivo de Palto
- Límite Distrital
- Distrito de Luis Carranza

DISTRITO DE LUIS CARRANZA
MAPA DE SUELOS E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVO DE PALTO

1:90,000

0 175 350 700 1,050 1,400 Kilometers

Elipsoide.....Sistema Geodésico Mundial WGS 1984
Cuadrícula..... "L", Zona 18 S; UTM
Proyección..... Universal Transversa de Mercator UTM
Datum Horizontal..... Sistema Geodésico Mundial WGS 1984.
Datum Vertical..... Nivel Medio del Mar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA

MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE PALTO Y TIPOS DE SUELO

Responsable y Elaboración Temática: Bach. Wendy Leslye Neira Quicña

Mapa UB - 03

Tesis: Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelos, Ayacucho-2023

Proyección UTM Zona 18 Sur Datum Horizontal de referencia WGS 84

Escala: 1/90 000

Fecha: Octubre de 2023

**UNSCH****FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. WENDY LESLYE NEIRA QUICAÑO

R.D. N° 106-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los doce días del mes de junio del año dos mil veinticuatro, siendo las diecisiete horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por el Ing. Efraín Chuchón Prado, Ph.D. Sandra Del Águila Ríos como asesora, Ing. Juan Benjamín Girón Molina y Mtro. Richard Alex Oscco Peceros; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Determinación del bulbo húmedo bajo riego por goteo superficial sometidos a diferentes descargas y textura de suelos - Ayacucho - 2021**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrícola presentado por la Bachiller **WENDY LESLYE NEIRA QUICAÑO**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ing. Efraín Chuchón Prado	15	14	15	15
Ph.D. Sandra Del Águila Ríos	16	15	16	16
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	16	15	16	16
Mtro. Richard Alex Oscco Peceros	16	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				16

OBSERVACION: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho - 2023**

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....
Ing. Efraín Chuchón Prado
Presidente

.....
Ph.D. Sandra Del Águila Ríos
Asesora

.....
Ing. Juan Benjamín Girón Molina
Jurado

.....
Mtro. Richard Alex Oscco Peceros
Jurado

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2023

Autor : Wendy Leslye Neira Quicaño
Asesor : Sandra Del Águila Ríos

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veinte (20 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2519388043

Ayacucho, 14 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación

Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2023

por Wendy Leslye Neira Quicaño

Fecha de entrega: 14-nov-2024 08:52a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2519388043

Nombre del archivo: 11.11.24_INFORME_FINAL_WLNQ_.docx (13.98M)

Total de palabras: 24888

Total de caracteres: 124713

Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (Persea americana) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.inta.gob.ar Fuente de Internet	3%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	2%
4	edis.ifas.ufl.edu Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	minagri.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	1%

9	vsip.info Fuente de Internet	1 %
10	www.gestiriego.com Fuente de Internet	1 %
11	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
12	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	1 %
13	cursoriegoutelvt.blogspot.com Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	portalfruticola.storage.googleapis.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
19	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
21	abe.ufl.edu Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
24	1library.co Fuente de Internet	<1 %
25	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
26	W. B. Collins. "Growth in Netted Gem potatoes as influenced by transplanting and by greensprouting", American Potato Journal, 07/1977 Publicación	<1 %
27	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
28	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
29	meteo.navarra.es Fuente de Internet	<1 %
30	doku.pub Fuente de Internet	<1 %

31	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
34	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
35	doaj.org Fuente de Internet	<1 %
36	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
37	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
38	paltahass.cl Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1 %
41	juancv452.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo-sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2023

Wendy Leslye Neira Quicaño¹

Sandra del Águila Ríos²

Área de investigación: Medio Ambiente

Línea de Investigación: Suelo, Agua y Medio Ambiente

Wendy.neira.21@unsch.edu.pe¹

Sandra.delaguila@unsch.edu.pe²

RESUMEN

A nivel mundial, nos enfrentamos actualmente a una situación compleja para satisfacer la creciente demanda de alimentos debido al aumento de la población y el incremento en el costo del agua. Por este motivo, se ha implementado tecnología agrícola avanzada, como el riego localizado de alta frecuencia, conocido como riego por goteo. Con el objetivo de obtener información sobre los efectos de la aplicación de este sistema en cultivos de palto en suelos con diferentes texturas y tres tipos de caudales (2 l/h, 4 l/h y 8 l/h), se llevó a cabo esta investigación. Se empleó un diseño experimental de bloques completos para 18 tratamientos con 7 repeticiones en 3 zonas muestrales. Para el estudio, se adecuaron bloques de riego de 7 m x 9 m en cada zona, instalando 6 laterales separados por 1.5 m en cada tipo de suelo. A través de pruebas de campo, se evaluó la forma y tamaño del bulbo húmedo generado por goteros autocompensados con caudales de 2 l/h, 4 l/h y 8 l/h, con tiempos de riego de 1 a 6 horas. Los resultados indicaron que, la forma y dimensiones del bulbo varían según el tipo de suelo y el caudal, siendo un elipsoide truncado el patrón más común. A medida que se incrementa el volumen de agua aplicada, la profundidad de humedecimiento aumenta, abarcando un mayor volumen de suelo. El estudio concluye que, para optimizar el riego en palto, el caudal de 2 l/h humedece adecuadamente los primeros 30 cm de suelo donde se concentran las raíces del cultivo, mientras que caudales mayores (4 y 8 l/h) generan percolación profunda o escurrimiento no deseada dependiendo de la clase textural, lo que indica un exceso de riego.

Palabras clave: Bulbo de humedecimiento, riego por goteo, textura, caudal del emisor

SUMMARY

Globally, we are currently facing a complex situation to meet the growing demand for food due to population growth and the increasing cost of water. For this reason, advanced agricultural technology has been implemented, such as high-frequency localized irrigation, known as drip irrigation. In order to obtain information on the effects of the application of this system on avocado crops in soils with different textures and three types of flow rates (2 l/h, 4 l/h and 8 l/h), this research was carried out. A complete block experimental design was used for 18 treatments with 7 replications in 3 sampling zones. For the study, irrigation blocks of 7 m x 9 m were adapted in each zone, installing 6 laterals separated by 1.5 m in each soil type. Through field tests, the shape and size of the wet bulb generated by self-compensating drippers with flow rates of 2 l/h, 4 l/h and 8 l/h, with irrigation times from 1 to 6 hours, were evaluated. The results indicated that the shape and dimensions of the bulb vary according to soil type and flow rate, with a truncated ellipsoid being the most common pattern. As the volume of water applied increases, the wetting depth increases, covering a larger volume of soil. The study concludes that, to optimize avocado irrigation, a flow rate of 2 l/h adequately wets the first 30 cm of soil where the roots of the crop are concentrated, while a flow rate of 2 l/h adequately wets the first 30 cm of soil where the roots of the crop are concentrated, while higher flow rates (4 and 8 l/h) generate deep percolation or undesired runoff depending on the textural class, indicating over-irrigation.

Key words: Bulb wetting, drip irrigation, texture, emitter flow rate.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de riego por goteo tiene sus orígenes hace más de 50 años, cuando el gobierno de Israel se enfocó en optimizar el uso del agua para impulsar la agricultura en su árido territorio. Desde entonces, este método se ha utilizado tanto para conservar recursos hídricos como para regar diversos cultivos, que van desde plantas ornamentales y hortalizas hasta frutales. China e India son dos de los países que más se han beneficiado con la adopción del riego por goteo, aumentando su superficie de riego más de 100 veces en un periodo de dos décadas, (Intwater, 2015).

En el caso de Perú, el uso de esta tecnología es relativamente reciente, y actualmente solo el 7% de la superficie regada en el país emplea este sistema. (INEI, 2012) El diseño de un sistema de riego por goteo inicia con la determinación del caudal (caudal de diseño del sistema) y la cantidad de

emisores requeridos para humedecer un volumen específico de suelo. Esta información se obtiene a través de una adecuada estimación del tamaño del bulbo húmedo generado por un emisor, el cual depende de las propiedades y características del suelo, el tiempo de riego y el caudal de agua aplicado por el emisor. Por lo tanto, se concluye que el patrón de humedecimiento está influenciado por diversos factores hídricos. (Fanny B. Arragan, René Chipana, 2015).

A la actualidad, en nuestra región no se cuenta con tablas de superficie mojada estimada para distintas texturas de suelo en condiciones de riego por goteo, que puedan ser consultadas para el diseño agronómico en los proyectos de irrigación, por lo que se toma en consideración referencias extranjeras; en tal sentido en esta investigación, se realizó la determinación del diámetro y profundidad de humedecimiento con diferentes descargas en los emisores y a diferentes tipos de texturas de suelo en las zonas muestrales de la región Ayacucho con mayor producción de palto. Al término de la investigación se presenta una tabla de bulbo de humedecimiento a diferentes descargas y texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo, que podrán ser utilizadas por los consultores en el diseño agronómico de los proyectos de irrigación.

METODOLOGÍA

Ubicación del ámbito de estudio

El presente trabajo experimental tomo lugar en 03 provincias de la región Ayacucho, siendo éstas: Huamanga, Huanta y La Mar, dónde se ubican las mayores extensiones de cultivo de palto y diferentes texturas de suelo, el muestreo utilizado fue probabilístico.

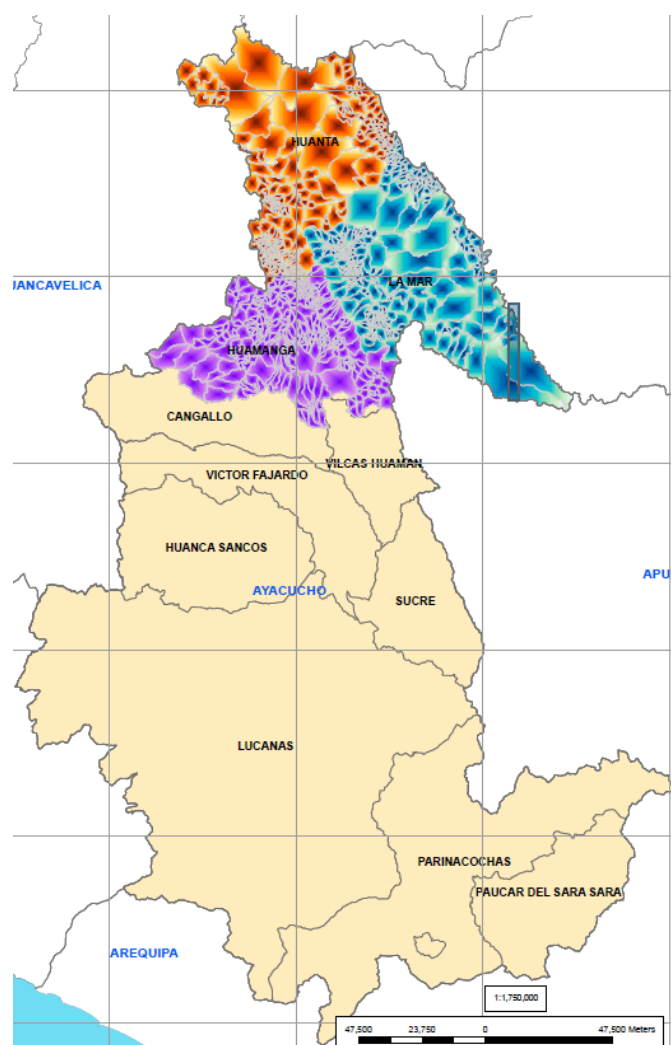
Ubicación política

	Zona muestral 01	Zona muestral 02	Zona muestral 03
Región	: Ayacucho	Ayacucho	Ayacucho
Provincia	: Huamanga	Huanta	La Mar
Distrito	: Ocros	Luricocha	Patibamba
Unidad hidrográfica	: Cuenca Mantaro	Cuenca Mantaro	Cuenca Pampas

Ubicación geográfica

Figura 1.1

Ubicación geográfica del trabajo de investigación



Nota: Se muestra la ubicación provincial de las 03 zonas muestrales

Condiciones climáticas

Köppen (1884), “describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones”. Es una de las clasificaciones climáticas más utilizadas debido a su generalidad y sencillez, mencionado lo anterior se muestra el clima para cada zona muestral:

	Zona muestral 01	Zona muestral 02	Zona muestral 03
Región	: Ayacucho	Ayacucho	Ayacucho
Provincia	: Huamanga	Huanta	La Mar
Distrito	: Ocros	Luricocha	Patibamba
Clasificación clima	: Bsk: Estepario frío	Csc: Templado con inviernos fríos	Cwa: Subtropical con invierno seco

Condiciones de Suelo

La clasificación es de acuerdo al Soil Taxonomy (2006), según se menciona en el estudio fisiográfico, suelos y de capacidad de uso mayor de la Zonificación ecológica, económica y ordenamiento territorial en la Región Ayacucho del 2012, se tiene para las zonas muestrales:

	Zona muestral 01	Zona muestral 02	Zona muestral 03
Serie	: Ocros	Luricocha	Patibamba
Orden	: Inceptisol	Aridisol	Entisol
Gran Grupo	: Eutrudepts	Haplocambids	Ustorthents
Sub grupo	: Typic Eutrudepts	Typic Haplocambids	Typic Ustorthents

Metodología

Determinación de los campos experimentales

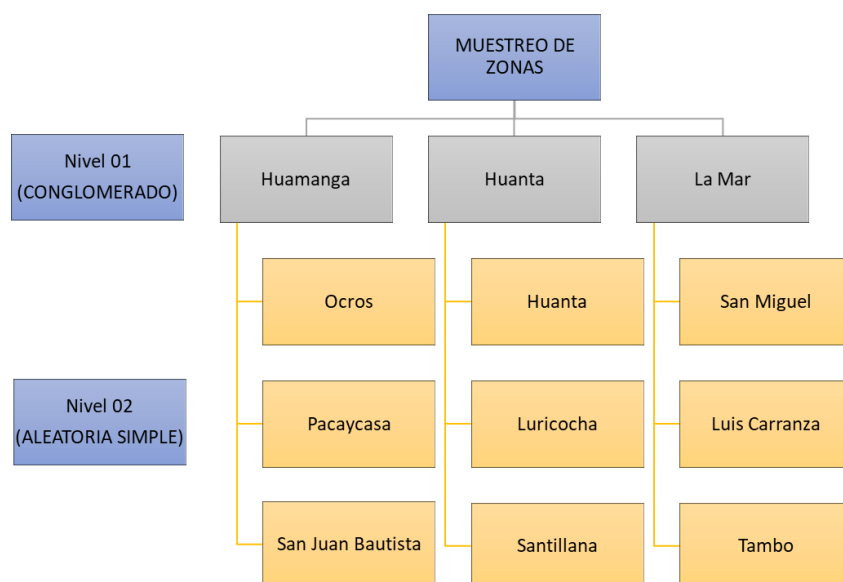
Para la selección del cultivo: en relación a los datos estadísticos obtenidos en censo nacional agropecuario 2012, en la región Ayacucho la mayor cantidad de unidades agropecuarias con cultivos permanentes es el palto, teniendo en cuenta esta data se realizará el estudio del comportamiento del bulbo de humedecimiento en diferentes texturas, deduciendo que es un cultivo económicamente activo.

Para la selección de las zonas de muestreo de estudio:

A continuación, presentamos el resumen del muestreo multietápico mediante un diagrama, para la selección de las zonas muestrales. Véase Figura 1.2

Figura: 1.2

Diagrama del muestreo multietápico y elección de las zonas de estudio



Nota: La elaboración de este diagrama se tomaron en cuenta para el nivel 01 datos estadísticos del INEI - IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012, y para el nivel 02 datos tomados del mapa temático tipos de suelo tomados de la Zonificación Ecológica Económica (2012)

Nivel 1: Selección de provincias con mayor número de unidades agropecuarias (UA) de producción de palto, se utilizan las UA y no la superficie en ha, ya que, al encontrarse dispersas en la zona de estudio, nos dan la probabilidad de obtener mayor variedad de suelos texturales. Véase Tabla 2.2

Nivel 2: Selección de distritos con orden de suelo que estas presentan, dentro de cada provincia elegida, para ello se generaron 16 mapas temáticos.

Determinación de la textura del suelo

Siguiendo las directrices del manual de la FAO, se tomarán medidas representativas de suelo de 0 a 30 cm de profundidad en las áreas asignadas para el presente trabajo de investigación. Estas muestras serán enviadas a un laboratorio especializado en análisis de suelos, donde se determinará la textura utilizando el método del densímetro de Bouyoucos.

Esta información es crucial para entender la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. Véase Tabla 1.1

Tabla 1.1

Resultado del análisis mecánico y determinación de la textura de las tres zonas muestrales

Muestra	Análisis Mecánico			Textura
	Arena %	Limo %	Arcilla %	
Zona muestral 01	61	21	18	Franco arenoso
Zona muestral 02	33	31	36	Franco arcilloso
Zona muestral 03	39	34	27	Franco

Nota: Los resultados obtenidos son del servicio prestado por AGROLAB, elaboración propia.

Determinación de la densidad aparente del suelo

Se recolectaron muestras de suelo representativas utilizando un cilindro muestreador, abarcando una profundidad de 0 a 30 cm en cada área muestreada obtenida mediante muestreo probabilístico. Posteriormente, estas muestras fueron enviadas a un laboratorio especializado en suelos, donde se llevó a cabo el ensayo para determinar la densidad aparente.

Su determinación es importante ya que es un indicador de la porosidad y compacidad del suelo, lo que puede afectar la permeabilidad, la retención de agua y la circulación de aire en el suelo, siendo los resultados los que se presentan en la Tabla 1.2

Tabla 1.2

Resultados de laboratorio de la densidad aparente del suelo de las tres zonas muestrales

Zona muestral	Textura	Profundidad (cm)	Da (g/cm³)
Ocros	Franco arenoso	30	1.27
Luricocha	Franco	30	1.25
San Miguel	Franco arcilloso	30	1.21

Nota: Los resultados obtenidos son del servicio prestado por AGROLAB, elaboración propia.

Acondicionamiento del terreno de las zonas muestrales

Al realizarse el trabajo experimental en un cultivo ya instalado como es el palto, luego de realizar la selección de las tres zonas muestrales por un análisis estadístico multietapico, se realizó visitas previas a los propietarios de los terrenos para solicitar datos de campo tales como: la última fecha de riego y fertilización al suelo, estado fenológico del cultivo, situación actual del tipo de riego a utilizar, verificar la topografía del terreno; con la finalidad de que los 03 terrenos se encuentren en condiciones similares y los resultados tengan un menor sesgo. Véase Tabla 1.3

Tabla 1.3*Datos de campo recolectados de las 03 zonas muestrales*

Zona muestral	Textura	Último riego	Abonamiento del suelo	Estado fenológico del cultivo	Riego utilizado
Ocros	Franco arenoso	02-06-23	14-04-23	Foliación	Gotero comercial
Luricocha	Franco	09-03-23	26-12-22	Maduración	Sin riego
San Miguel	Franco arcilloso	20-05-23	05-04-23	Floración	Orificio en conducto

Nota: Los datos recopilados en campo, previos al trabajo experimental, elaboración propia..

Procedimientos de los tratamientos aplicados

Para llevar a cabo las evaluaciones del bulbo de humedecimiento en suelos de textura franco-arenosa, franco arcilloso y franco con el sistema de riego por goteo superficial a diferentes descargas de caudal (2 l/h, 4 l/h y 8 l/h) con 6 lecturas en intervalos de 1 hora, dando resultado a 18 tratamientos (aplicaciones de riego) por cada clase textural, teniendo un total de 54 tratamientos, realizándose 7 repeticiones.

A continuación, se describirá los tratamientos aplicados en cada zona muestral, véase Tabla 1.4:

Tabla 1.4*Esquema de ubicación de los tratamientos a aplicar en cada zona muestral*

T= hr	Q (l/h)		
	Q1= 2 l/h	Q2= 4 l/h	Q3= 8 l/h
1	T1	T7	T13
2	T2	T8	T14
3	T3	T9	T15
4	T4	T10	T16
5	T5	T11	T17
6	T6	T12	T18

Nota: Esta tabla fue utilizada para las tres zonas muestrales de: Ocros, Luricocha y Patibamba, obteniendo un total de 54 tratamientos, elaboración propia.

Todos los tratamientos se colocaron en una superficie con una pendiente inferior al 0.5%, utilizando un marco de riego de “7 m de ancho y 9 m de largo, con 3 hileras de riego y 6 goteros” auto compensados por hilera, separados por 1.5 m.

Los bloques se instalaron siguiendo un cronograma para facilitar un mejor manejo y registro de los

datos de las variables en evaluación del bulbo de humedecimiento. Con la ayuda de un trabajador de la zona, se determinó el área necesaria y procediendo a instalar los materiales para el riego por goteo. En los bloques de cada zona muestral, se distribuyeron los 18 goteros (tratamientos en estudio), realizando 7 repeticiones. Los bloques de cada zona muestral, se instalaron de igual forma. Para la instalación de los laterales en los bloques de cada zona muestral, se utilizaron mangueras de polietileno con un diámetro de 16 mm y goteros PC Erras Dripper de diferentes caudales, dependiendo el bloque en estudio.

Valoración del perfil y dimensión del bulbo de humedecimiento para diferentes texturas, caudales y tiempos de riego

Realizamos las pruebas primero en el suelo franco, correspondiente a la zona muestral Luricocha, continuando con la clase textural Franco Arcilloso ubicada la zona muestral de Patibamba, culminando con la zona muestral de Ocros con una textura Franco arenoso.

Se dio inicio a la aplicación de los tratamientos de acuerdo a las frecuencias (tiempo de aplicación) que corresponde a cada bloque tal como se describe en el numeral 2.6.5, para poder continuar con las siguientes seis repeticiones restantes se dejó deshumedecer la zona muestral por el período de una semana. Las lecturas del bulbo de humedecimiento se toman durante 6 horas en intervalos de 1 hora, ya que según los informes de las Comisiones de Usuarios en la zona las jornadas efectivas de riego se dan en ese lapso.

El procedimiento experimental dio inicio a las 8 a.m., otra de las consideraciones que se tuvo en cada bloque al aplicar el riego, fue mantener la presión constante a 25 mca en el cabezal y 20 mca en los laterales. Cada bloque de las zonas muestrales estuvo conformado por 18 tratamientos, realizándose 7 repeticiones. Los tratamientos en los que se aplica el riego por goteo durante una hora se ubican al final de cada lateral, siendo el T-01, T-07 y T-013 en la que se aplica un caudal de 2 l/h, 4 l/h y 8 l/h respectivamente, una vez culminado el tiempo de aplicación se cierra las válvulas ubicadas en cada lateral, y se realiza el mismo procedimiento en cada tiempo de aplicación.

Culminando la aplicación riego por goteo en los 18 tratamientos del primer bloque y con la válvula cerrada, se procedió con el proceso de valoración de la forma y dimensión del bulbo de humedecimiento de cada tratamiento. Para lo cual, se requirió realizar un corte transversal al suelo

y a la dirección de los laterales. Una vez obtenido el corte se obtuvo los datos del perfil de humedecimiento, tales como la profundidad y el radio, variables que determinan la forma del bulbo.

En el registro de datos se ha tenido en cuenta el desplazamiento vertical y horizontal del perfil de humedecimiento, considerando los datos de profundidad en la ordenada “Y” y el desplazamiento horizontal (diámetro) en el eje “x”. Los datos de radio y profundidad registrados de cada tratamiento fueron trasladados a una hoja de cálculo del software Excel, así, obteniendo de forma gráfica el perfil (forma) y dimensiones (profundidad y radio) del bulbo de humedecimiento.

Diseño y análisis estadístico

Al término de la recopilación de los datos experimentales, para la interpretación de estos datos se requiere ver el grado de significancia que tienen estos entre sí. Por lo tanto, la información recogida en la base de datos fue trasladada al programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v.25 para el tratamiento de la data. En primer lugar, se realizó el análisis descriptivo de las variables presentándolas con sus estadísticos y porcentajes. Luego las variables y dimensiones fueron sometidas a pruebas de normalidad, siendo esto necesario para determinar si se aplicaría en el análisis inferencial, luego de aplicar las pruebas de normalidad se dedujo que las variables a correlacionar no poseen distribución normal por ende se calcularon las correlaciones de Spearman (alguna de las variables no posea distribución normal).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

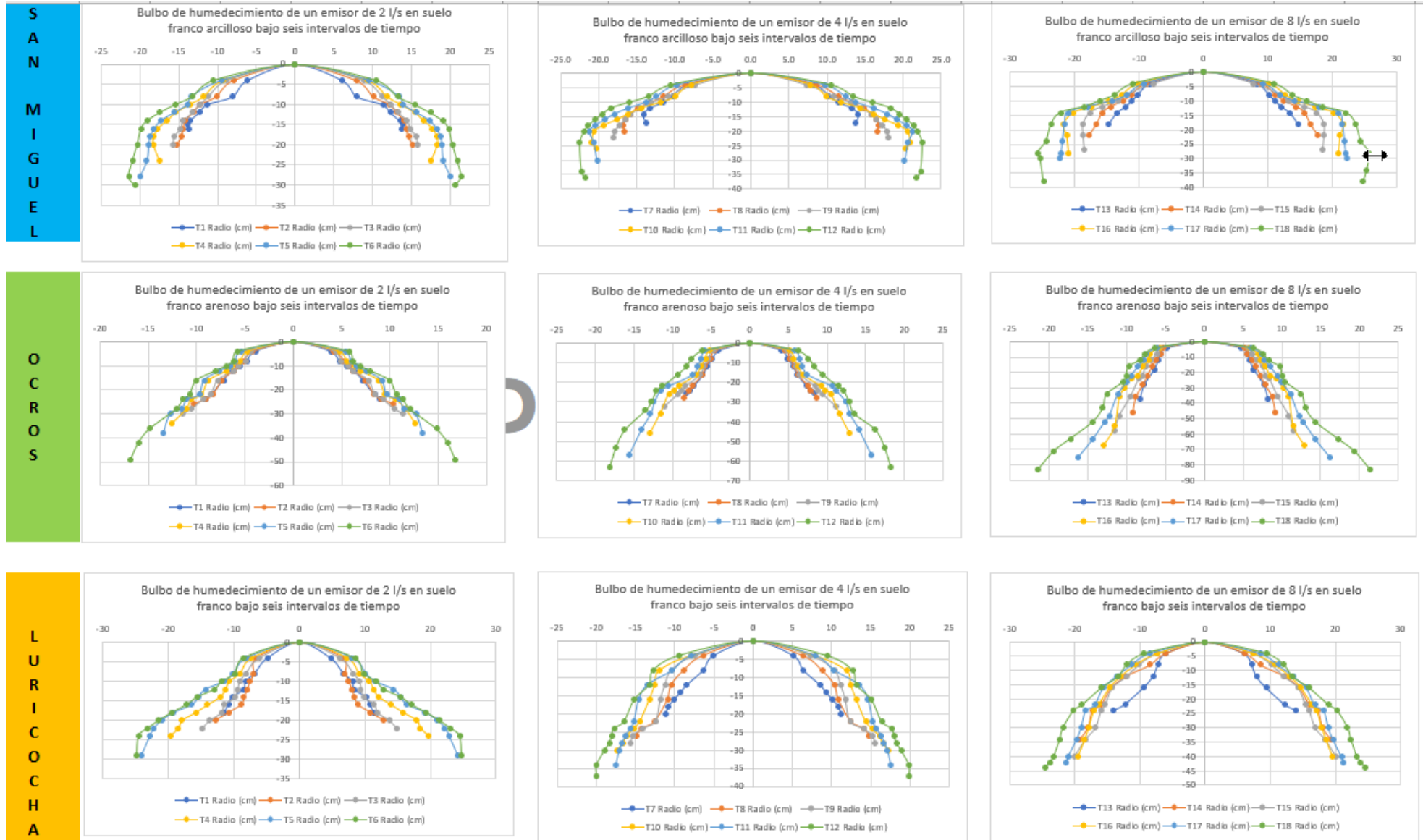
Perfil y dimensiones del bulbo de humedecimiento en suelo franco, franco arenoso y franco arcilloso ubicada en el distrito de Luricocha, Ocros y Patibamba respectivamente.

En cada zona muestral se aplicaron los 18 tratamientos (T-01 al T-18), utilizando caudales de 2 l/h, 4 l/h y 8 l/h, un lateral consta de 6 tratamientos; en el marco de riego de “7 m de ancho y 9” m de largo se tiene un total de 3 laterales.

De acuerdo a la información recolectada de las pruebas de campo aplicadas en los bloques de esta zona muestral, el dimensional gráfico matemático que mejor caracteriza al plano de corte vertical del bulbo de humedecimiento obtenido, es un elipsoide truncado.

Figura: 1.3

Resumen de gráfico de los resultados obtenidos de bulbo de humedecimiento a diferentes descargas de caudal y clase textural para un cultivo de palto



Análisis estadístico del trabajo experimental:

Obtenido los resultados del bulbo de humedecimiento; se tiene que la estructura de los resultados comprende en primer lugar la estadística descriptiva y posterior a ello se presentan la estadística inferencial empleando las pruebas de hipótesis de correlación.

Luego de determinar que la distribución de los datos no es normal, se aplica la correlación de Pearson para los 54 tratamientos, se sabe que es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas.

Grado de correlación entre el radio y la profundidad

Tabla 1.5

*Correlación entre el desarrollo del bulbo de humedecimiento a diferentes descargas
texturas de suelo bajo la condición de riego por goteo - Ayacucho - 2023*

		Correlaciones			
TIPO SUELO				PROFUNDIDAD	RADIO
FRANCO ARCILLOSO	Rho de Spearman	PROFUNDIDA	Coeficiente de correlación	1.000	,952**
			Sig. (bilateral)		0.000
			N	126	125
		RADIO	Coeficiente de correlación	,952**	1.000
			Sig. (bilateral)	0.000	
			N	125	125
FRANCO ARENOSO	Rho de Spearman	PROFUNDIDA	Coeficiente de correlación	1.000	0.030
			Sig. (bilateral)		0.735
			N	126	126
		RADIO	Coeficiente de correlación	0.030	1.000
			Sig. (bilateral)	0.735	
			N	126	126
FRANCO	Rho de Spearman	PROFUNDIDA	Coeficiente de correlación	1.000	,738**
			Sig. (bilateral)		0.000
			N	126	126
		RADIO	Coeficiente de correlación	,738**	1.000
			Sig. (bilateral)	0.000	
			N	126	126

Nota: **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral), sig. Menor que 0.05 se acepta que hay correlación

De la Tabla 1.5, se observa que el valor de la significancia estadística (Sig.) para el suelo Franco Arcilloso tiene un valor de 0 el cual es menor que 0.05; asimismo el valor de Rho de Spearman obtenido es de 0.952, determinándose que existe una correlación positiva muy alta.

Para el suelo Franco arenoso el valor de significancia tiene un valor de 0.735 el cual es mayor que 0.05; asimismo el valor de Rho de Spearman obtenido es de 0.030, determinándose que existe una correlación positiva muy baja.

Para el suelo Franco el valor de significancia tiene un valor de 0 el cual es menor que 0.05; asimismo el valor de Rho de Spearman obtenido es de 0.738, determinándose que existe una correlación positiva alta.

Grado de correlación entre el radio y el tiempo de aplicación

Tabla 1.6

Correlación entre el radio respecto a los tiempos de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes		
FRANCO ARCILLOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	107,534 ^a
	Grado de libertad	5
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000
FRANCO ARENOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	70,249 ^a
	Grado de libertad	5
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000
FRANCO	N total	126
	Estadístico de prueba	95,822 ^a
	Grado de libertad	5
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000

NOTA: a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

De la Tabla 1.6, se puede apreciar que el valor de la significancia estadística (Sig.) para las tres clases texturales (Franco Arcilloso, Franco Arenoso y Franco) se obtuvo un valor de 0,000 el cual es menor a la 0,05; lo cual acepta que existe diferencias en el radio de al menos uno de los tiempos de aplicación.

Grado de correlación entre el radio y el caudal de aplicación

Tabla 1.7

Correlación entre el radio respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes		
FRANCO ARCILLOSO	N total	125
	Estadístico de prueba	9,717 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.008
FRANCO ARENOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	44,231 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000
FRANCO	N total	126
	Estadístico de prueba	12,972 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.002

NOTA: a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

De la Tabla 1.7, se puede apreciar que el valor de la significancia estadística (Sig.) para las tres clases texturales (Franco Arcilloso, Franco Arenoso y Franco) es menor a la 0,05; lo cual acepta que existe diferencias en el radio de al menos uno de los caudales de aplicación.

Grado de correlación entre la profundidad y el caudal de aplicación

Tabla 1.8

Correlación entre el desarrollo de la profundidad respecto a los caudales de aplicación en las diferentes clases texturales de un cultivo de palto bajo la condición de riego por goteo – Ayacucho -2023

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes		
FRANCO ARCILLOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	10,374 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.006
FRANCO ARENOSO	N total	126
	Estadístico de prueba	72,280 ^a

	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000
FRANCO	N total	126
	Estadístico de prueba	66,787 ^a
	Grado de libertad	2
	Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000

NOTA: a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

De la Tabla 1.8, se puede apreciar que el valor de la significancia estadística (Sig.) para las tres clases texturales (Franco Arcilloso, Franco Arenoso y Franco) es menor a la 0,05; lo cual acepta que existe diferencias en la profundidad de al menos uno de los caudales de aplicación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan una comprensión profunda y detallada de la “Determinación del bulbo de humedecimiento en palto (*Persea americana*) bajo riego por goteo sometidos a diferentes descargas y textura de suelo, Ayacucho-2023”. A través del análisis exhaustivo de los datos recolectados, se han identificado patrones (radio, profundidad) y relaciones significativas que responden a las preguntas de investigación y corroboran las hipótesis planteadas.

Bloque con caudales de 2, 4, 8 l/seg: Perfil y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento en suelo franco ubicado en el distrito de Luricocha.

- ❖ Se confirma que el perfil y dimensión del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06 del primer bloque con caudal 2 l/seg, los tratamientos T-07, T-08, T-09, T-010, T-011, T-012 del primero bloque con caudal 4 l/seg y los tratamientos T-013, T-014, T-015, T-016, T-017, T-018 del primer bloque con caudal 8 l/seg, bajo el tiempo de riego de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas, para los tres niveles de descarga de caudal en suelo franco, fueron consistentes con lo mencionada por Peña, C.M. y Brown M.O. (2000), que la teoría registrada en las pruebas de campo la forma geométrica que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil de un suelo es el de un elipsoide truncado.
- ❖ En este tipo de suelo franco, el bulbo de humedecimiento tiende a formar un perfil ligeramente elíptica o circular, ya que la textura equilibrada del suelo le permitió una

distribución uniforme de la humedad alrededor del árbol; observándose que el agua avanza de forma homogénea tanto vertical como horizontalmente.

- ❖ La estimación de la forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento, es esencial, puesto que permite determinar el tiempo de riego, para humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo), en cada uno de sus diferentes estadios de crecimiento lo que evidentemente permite disminuir de forma significativa las pérdidas por percolación profunda.
- ❖ Se concluye que con la descarga caudal de 2 l/seg, humedece óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, los primeros 30 cm de profundidad donde se encuentran el 80% de las raíces del cultivo de palto, los tratamientos T-05 y T-06 se aproxima a humedecer la profundidad radical del cultivo de palto, con un tiempo de riego de 5 a 6 horas.
- ❖ Con descarga de 4 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-010 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 4 horas de riego, y con los tratamientos T-011 y T-012 se observa el inicio de percolación profunda del agua, siendo esto no recomendable y.
- ❖ Con descarga de 8 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-014 cumple humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 2 horas de riego, y con los tratamientos T-015, T-016, T-017 y T-018 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable.

Bloque con caudales de 2, 4, 8 l/seg: Forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento en suelo franco arcilloso ubicado en el distrito de San Miguel – Patibamba.

- ❖ Se confirma que la forma y dimensión del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06 del primer bloque con caudal 2 l/seg, los tratamientos T-07, T-08, T-09, T-010, T-011, T-012 del primero bloque con caudal 4 l/seg y los tratamientos T-013, T-014, T-015, T-016, T-017, T-018 del primer bloque con caudal 8 l/seg, bajo el tiempo de riego de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas, para los tres niveles de descarga caudal en suelo franco arcilloso, fueron consistentes con lo mencionada por Peña, C.M. y Brown M.O. (2000), que la teoría registrada en las pruebas de campo la forma geométrica

que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil de un suelo es el de un elipsoide truncado.

- ❖ En este tipo de suelo franco arcilloso, el bulbo de humedecimiento tiende a ser más compacto y menos expansivo debido a la retención de agua característica de los suelos arcillosos, mostrando una forma circular o elíptica, pero su extensión lateral podría ser algo más limitado en comparación con los suelos más arenosos.
- ❖ La estimación de la forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento o volumen de suelo húmedo (VSH), es esencial, puesto que permite determinar el tiempo de riego, para humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo), en cada uno de sus diferentes estadios de crecimiento lo que evidentemente permite disminuir de forma significativa las pérdidas por percolación profunda.
- ❖ Se concluye que con la descarga caudal de 2 l/seg, humedece óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, los primeros 30 cm de profundidad donde se encuentran el 80% de las raíces del cultivo de palto, con el tratamiento T-06 se humedece la profundidad radical del cultivo de palto, con un tiempo de riego de 6 horas.
- ❖ Con descarga de 4 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-011 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 5 horas de riego, y con el tratamiento T-012 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable y.
- ❖ Con descarga de 8 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-017 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 5 horas de riego, y con el tratamiento T-018 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable.

Bloque con caudales de 2, 4, 8 l/seg: Forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento en suelo franco arenoso ubicado en el distrito de Ocros.

- ❖ Se confirma que la forma y dimensión del bulbo de humedecimiento de los tratamientos T-01, T-02, T-03, T-04, T-05, T-06 del primer bloque con caudal 2 l/seg, los tratamientos T-07, T-08, T-09, T-010, T-011, T-012 del primero bloque con caudal 4 l/seg y los

tratamientos T-013, T-014, T-015, T-016, T-017, T-018 del primer bloque con caudal 8 l/seg, bajo el tiempo de riego de 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas, para los tres niveles de descarga caudal en suelo franco arenoso, fueron consistentes con lo mencionada por Peña, C.M. y Brown M.O. (2000), que la teoría registrada en las pruebas de campo la forma geométrica que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil de un suelo es el de un elipsoide truncado.

- ❖ En este tipo de suelo franco arenoso, el bulbo de humedecimiento es menos amplio y más profundo, extendiéndose verticalmente en forma elíptica o circular debido a la mayor capacidad de drenaje de este tipo de suelos.
- ❖ La estimación de la forma y dimensionamiento del bulbo de humedecimiento o volumen de suelo húmedo (VSH), es esencial, puesto que permite determinar el tiempo de riego, para humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo), en cada uno de sus diferentes estadios de crecimiento lo que evidentemente permite disminuir de forma significativa las pérdidas por percolación profunda.
- ❖ Se concluye que con la descarga caudal de 2 l/seg, humedece óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, los primeros 30 cm de profundidad donde se encuentran el 80% de las raíces del cultivo de palto, con el tratamiento T-03 se humedece la profundidad radical del cultivo de palto, con un tiempo de riego de 3 horas y; con los tratamientos T-04, T-05, T-06 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable.
- ❖ Con descarga de 4 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-09 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a las 3 horas de riego, y con los tratamientos T-010, T-011, T-012 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable y.
- ❖ Con descarga de 8 l/seg, se cubrió el requerimiento de humedecimiento del cultivo de palto, con el tratamiento T-013 cumpliendo humedecer óptimamente la profundidad radical del cultivo de palto, a 1 hora de riego y con un excedente de profundidad de 7 cm, y con los tratamientos T-014, T-015, T-016, T-017 y T-018 se observa el inicio de la percolación profunda del agua, por lo que no es recomendable

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBIENTE, G. R. (2012). *Zonificación ecológica económica y ordenamiento territorial en la región Ayacucho*. Gobierno Regional de Ayacucho, Ayacucho.
- Bohórquez, J. M. y Ruiz, N. . (2011). Evaluaciones de riego localizado para conseguir un manejo uniforme y eficiente del agua. Junta de Andalucía. España.
- Fanny B. Arragan, René Chipana. (Junio de 2015). Modelación matemática del bulbo húmedo bajo riego por goteo superficial en suelos del altiplano boliviano. *Revista de investigación e innovación agropecuaria y de recursos naturales*, 2(1), 45-118. Recuperado el 29 de mayo de 2021, de http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v2n1/v2n1_a07.pdf
- Fuentes Yague, J. L. (1992). *Técnicas de Riego*. Madrid.
- Gispert Folch, J. y. (1999). *El volumen húmedo del suelo en el riego localizado. Importancia y evaluación*. . Constantí - Tarragona: Departamento de Arboricultura Centro de Mas Bove-Constanti. Institut de Recerca y tecnología Agrolimentaries (IRTA) Centro de Mas Bové.
- INEI, I. N. (2012). *Resultados definitivos del IV censo nacional agropecuario* . Lima, Perú: MINAGRI, Ministerio de agricultura y riego.
- INIA, I. d. (02 de 2012). Cultivo del Palto (Persea America). (E. P. Gerardin, Ed.) Lima, Perú. Recuperado el 25 de 10 de 2022, de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/166/1/Cultivo_palto_2012.pdf
- Peña, C.M y Brown M.O. (2000). Forma y dimensiones geometricas del bulbo húmedo bajo los goteros en suelo ferriliticos rojos. Cuba: Facultad de Ingeniería Hidráulica y Ambiental.
- Pereira, L. S. (1999). Higher performance through combined improvements in irrigation methods and scheduling: a discussion. *Agricultural Water Management*, 153-169.
- Pizarro, F. (1996). *Riegos Localizados de Alta Frecuencia*. España: 3• Edición, Editorial Mundi-Prensa-Madrid.
- Schilardi, C., Ciancaglini, N. C., & Meneghelli, M. y. (2012). Análisis integral y optimización del desempeño de equipos de riego por goteo en Mendoza-San Juan, Argentina. *VI Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego*. Mendoza, Argentina.
- Vélez, M. V. (2002). Capítulo 8:Infiltración. Universidad Nacional de Colombia, Unidad de Hidráulica. Capítulo 8:Infiltración.