

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGROPECUARIA - ANDAHUAYLAS



**EFFECTO DE TRES DOSIS DE HIDROGEL (*Poliacralamida*) EN
LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO PAPA (*Solanum tuberosum*)
var. ÚNICA EN DOS TIPOS, DE SUELO EN EL DISTRITO DE
SAN JERÓNIMO - ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC**

Tesis presentado por:

BACHILLER. ALEJANDRO JOSE DIAZ LAUPA

Para optar al Título Profesional de:

INGENIERO AGROPECUARIO.

Asesores:

Qco. FILOMENO AYALA ROJAS

Ing. FERNANDO MENESES LUJAN

CUSCO - PERÚ

2018

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a Dios todo poderoso, fuente de inspiración en mis momentos de angustias, esmero, dedicación, aciertos, alegrías y tristezas; quine nos guía por buen camino.

A mis queridos padres José Díaz Rivas y Teresa Laupa Oscoco quienes siempre se han esforzado para la persona que soy.

A mi esposa Vidalina Espinoza Rivera y mi hijo Reyder Jhamil Diaz Espinoza, quienes me inspiran la fuerza y voluntad para mi triunfo.

Mis hermanos Elmer, Leonel, Ángel y Yampier quienes me apoyaron en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco de la Facultad Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – Sede Andahuaylas, a la plana docente y administrativa por el apoyo y orientaciones brindadas durante mi formación profesional.

Mi gratitud al Mgt. Víctor López Durand, Decano de la Facultad Ciencias Agrarias, quien nos brindó su apoyo incondicional.

Un reconocimiento especial al Qco. Filomeno Ayala Rojas y al Ing MSc Fernando Meneses Lujan, mis asesores quienes me apoyaron incondicionalmente en la ejecución del presente trabajo.

A mis padres y familiares por haber depositado todo su apoyo y confianza en nuestra educación para la culminación de mi carrera profesional.

Al Ing. Edilberto Palomino Ccoicca por sus aportes y recomendaciones al presente trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE	iii
RESUMEN	vi
SUMMARY	viii
INTRODUCCIÓN	x
I. PROBLEMA OBJETO DEL INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
III. HIPÓTESIS	6
3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	6
3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
4.2. EL AGUA EN LA AGRICULTURA	8
4.2.1. Agua en el suelo.....	8
4.2.2. Importancia de la porosidad sobre la humedad en el suelo	14
4.2.3. Movimiento del agua en el suelo	16
4.3. HIDROGEL	17
4.3.1. Estructura de composición del hidrogel.....	18
4.3.2. Propiedad característica del hidrogel.	19
4.4. SINONIMIA DEL HIDROGEL.....	21
4.5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DEL HIDROGEL	22
4.6. HIDROGEL EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS.....	23

4.7. EL HIDROGEL EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	25
4.8. DOSIFICACIÓN Y APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA	28
4.9. CULTIVO DE PAPA	29
4.9.1. Origen.....	29
4.9.2. Utilización y valor nutritivo	29
4.9.3. Clasificación taxonómica.	30
4.9.4. Morfología del tubérculo de papa	30
4.9.5. Descripción botánica de la planta.....	31
4.10. CULTIVO DE PAPA VARIEDAD ÚNICA	36
4.10.1. Generalidades	36
4.10.2. Características morfológicas	36
4.10.3. Comportamiento del cultivo	37
4.10.4. Características agronómicas	37
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	38
5.1. TIPO DE INVESTIGACION: CUANTITATIVO	38
5.2. LUGAR Y UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	38
5.2.1. Ubicación espacial.....	38
5.2.2. Ubicación temporal.....	39
5.3. MATERIALES Y MÉTODOS PARA LA INVESTIGACIÓN.....	40
5.3.1. Materiales.....	40
5.3.2. Material biológico.....	41
5.3.3. Insumos.....	41
5.4. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	41
5.4.1. Tratamientos evaluados	41
5.4.2. Dosis de hidrogel por tratamiento.....	41
5.4.3. Variables de la investigación	42
5.4.4. Indicadores	42
5.4.5. Diseño experimental	42
5.4.6. Análisis de la información.....	43
5.4.7. Distribución del campo experimental.....	45
5.4.8. Metodología para la evaluación.....	46
5.4.9. Manejo de la parcela experimental.....	48
5.4.10. Población, muestra y muestro.....	53

5.4.11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	56
6.1. RENDIMIENTO.....	56
6.1.1. Rendimiento de peso de tubérculo total.	56
6.1.2. Rendimiento de peso de tubérculo categoría primera	61
6.1.3. Rendimiento de peso del tubérculo categoría segunda.....	66
6.1.4. Rendimiento de peso del tubérculo categoría tercera	67
6.1.5. Número de tubérculos total.	69
6.1.6. Número de tallos	70
6.1.7. Altura de planta	71
6.1.8. Frecuencia de riego y volumen de agua.....	72
6.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	75
6.2.1. Rendimiento de peso de tubérculo total por tratamiento.	76
6.2.2. Rendimiento de peso de tubérculo Categoría primera.	76
6.2.3. Rendimiento de peso de tubérculo Categoría segunda.....	77
6.2.4. Rendimiento de peso de tubérculo Categoría tercera.	78
6.2.5. Número de tubérculo total	78
6.2.6. Altura de planta.	79
6.2.7. Numero de tallos.	79
6.2.8. Numero de riegos.....	80
6.2.9. Frecuencia de riego y volumen de agua.....	80
6.3. Evaluación económica.....	81
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	82
7.1. CONCLUSIONES	82
7.2. SUGERENCIAS.....	84
VIII. BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXO.....	91

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de tres dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas”, se realizó en campo abierto en la comunidad campesina de Puiso, Distrito de San Jerónimo y Provincia de Andahuaylas de la Región Apurímac; durante el año del 2017.

Se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo factorial combinatorio de $2 \times 3 + 2$, con tres repeticiones, con 8 tratamientos y 24 unidades experimentales (08 x 03), **T1, T2, T3 y T4** (dosis de hidrogel 14.00, 20.00, 26.00 y 0.00 gr./Tratamiento respectivamente y tipo de suelo arenoso franco) y **T5, T6, T7 y T8** (dosis de hidrogel 14.00, 20.00, 26.00 y 0.00 g/tratamiento respectivamente y tipo de suelo franco arenoso) haciendo un total de 24 parcelas distribuidas completamente al azar.

Para encontrar la eficacia de tres diferentes dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo, bajo las condiciones que se realizó se llegó a los siguientes resultados:

Se evaluó 3 factores: Factor **A** (tipos de suelo), factor **B** (dosis de hidrogel) y Factor **C** (interacción de tipo de suelo x dosis de hidrogel). El mejor rendimiento de peso de tubérculo en (kg) de la papa var. Única en los tratamientos o la interacción del tipo de suelo por dosis de hidrogel es lo siguiente: **T2**, el tipo de suelo areno franco por dosis media de hidrogel (20 gr/ tratamiento), se obtuvo un peso de tubérculo total de 30.60 kg/tratamiento, equivalente a 70 tn/ha.

El mejor rendimiento de número de tubérculos se presentó en el **T3** suelo arenoso franco x dosis alta de hidrogel (26 gr/tratamiento), con un promedio de 99 unidades que equivale a 11 unidades por planta; en cuanto a número de tallos se

presentó en el **T8** suelo franco arenoso x dosis cero de hidrogel (testigo) con un promedio de 18.67 unidades equivalente a 2.07 unidades por planta; mientras para la altura de planta se presentó en el **T6** suelo franco arenoso x dosis media de hidrogel 20 gr/tratamiento con un promedio de 105.78 cm por planta.

La mejor frecuencia de riego se presentó en **T7** suelo franco arenoso x dosis alta de hidrogel (26gr/tratamiento) con frecuencia de riego cada 49 días y 108 litros ó 0.108 m³ como volumen de agua por cada unidad experimental.

Palabras claves: Hidrogel, dosis, tipo de suelo, rendimiento.

SUMMARY

The present study was conducted in field opened in the community campesina of Puiso; in the District of San Jerónimo and province of Andahuaylas, Apurímac Region. Effect of three different doses of Hydrogel in the production of the crop potato (*solanum tuberosum*) var. Unique, under two types of soil in the District of San Jerónimo - Andahuaylas.

Used the design of blocks completely random arrangement factorial combinations of $(2 \times 3) + 2$, with three repetitions, with 08 treatments (08 x 03), T1, T2, T3 and T4 (Hydrogel 14.00, 20.00, 26.00 and 0.00 Gr. dose / treatment respectively and soil type Sandy) and T5, T6, T7 and T8 (Hydrogel 14.00, 20.00, 26.00 and 0.00 Gr. dose / treatment respectively and sandy loam soil type) making a total of 24 plots distributed completely at random.

To determine the efficacy of three different doses of Hydrogel in the production of the crop potato (*Solanum tuberosum*) var. Unique in two soil types, under the conditions that took place was the following results:

He was assessed 3 factors: Factor A (types of soil), B (dose of Hydrogel) and factor Factor C (interaction of soil by doses of Hydrogel). The best performance of var potato tuber (kg) weight. Unique to the treatments or the interaction of soil by doses of Hydrogel type is as follows: T2, the soil type Sandy has by mean dose of Hydrogel (20 gr / treatment), obtained a weight of total tuber of 30.60 kg/treatment, equivalent to 106.25 tn / has.

The best performance of var potato tuber (kg) weight. Only with mean dose of Hydrogel (20 gr/treatment), obtained a weight of total tuber 24.68 kg/treatment, equivalent to 85.69 tn / has and the better yield of potato var. Unique in the type of

soil was Sandy has, obtained a total of 26.49 tuber weight kg/treatment, equivalent 91.98 tn / has.

The best performance of number of tubers arose in the T3 soil Sandy has by high doses of Hydrogel (26 gr/treatment), with an average of 99 units amounting to 11 units per plant; in terms of number of stems presented in the T8 sandy loam soil by zero dose of Hydrogel (witness) with an average of 18.67 units equivalent to 2.07 units per plant; While for plant height arose in the T6 sandy loam soil by mean dose of Hydrogel 20 gr/treatment with an average of 105.78 cm per plant.

The best watering frequency arose in T7 sandy loam soil by high doses of Hydrogel (26 gr/treatment) frequently watering every 49 days and 108 litres or 0.108 m³ as water volume for each experimental unit.

Keywords: Hydrogel, dose, type of soil, performance.

INTRODUCCIÓN

Los hidrogeles o polímeros hidrofílicos no son un agroquímico ni un fertilizante, sino un acondicionador del suelo. Estos polímeros tienen la capacidad de absorber hasta 500 veces su peso en agua, liberándola paulatinamente hasta en un 95%. **Gelonch, M. (2005)**, esta propiedad de los hidrogeles es de mayor importancia para evitar pérdidas o disminución en rendimientos de cultivos, ya sea por sequía o falta de agua, puesto que estos hidrogeles reducen más de un 80% la cantidad de agua que requiere un cultivo y por ende la disminución de la frecuencia de riego.

Desde hace más de 40 años se han realizado estudios que muestran la viabilidad del uso de hidrogeles para mejorar la capacidad de absorción de agua en el suelo.

Meristem (2000), menciona que los hidrogeles mejoran las propiedades del suelo, tales como: la capacidad de retención de agua, la aireación, la estructura; además se estimula el crecimiento radical y se reduce la pérdida de elementos por lixiviación, mejora la aireación y drenaje del suelo; factores que permiten espaciar la frecuencia de los riegos, favorecer el desarrollo del sistema radical, el crecimiento de la planta, mejorar la actividad biológica e incrementar la producción. Inicialmente fueron aceptados como una capa protectora en torno a raíces desnudas en el sector forestal, hoy en día, los hidrogeles se usan ampliamente: en la agricultura, arquitectura paisajista, invernaderos y viveros, como suplementos para trasplantes y otros. Esta situación es de enorme importancia en las regiones de escasez hídrica y en terrenos con textura de medias a gruesas, es decir suelos con una gran proporción de arenas.

Adicionalmente, en suelos arcillosos los hidrogeles ayudan a mejorar el contenido de aire del suelo dado el proceso de expansión que se genera por los ciclos de absorción y liberación de agua y sales minerales hacen que se generen espacios de aire de esta manera se tendrá una buena relación de sólido líquido y gas en el suelo.

Para nadie es raro saber que la provincia de Andahuaylas es una de las zonas de mayor producción del cultivo de papa, y que es la actividad que genera mayores ingresos económicos para el sostén de las familias principalmente de las zonas rurales.

Con base a lo mencionado, en el presente trabajo tiene como finalidad evaluar el efecto de tres dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas.

I. PROBLEMA OBJETO DEL INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), es la actividad agrícola más importante de la población Andahuaylina; así mismo es la fuente principal de ingreso económico de nuestros hermanos agricultores de las zonas rurales.

Este cultivo muchas veces no llega a los rendimientos esperados, principalmente en la siembra de campaña chica entre los meses de junio - agosto época de estiaje, debido a diferentes factores entre uno de ellos la baja disponibilidad de recursos hídricos en esta zona.

En el mundo actual los recursos agrícolas se vienen reduciendo sus fronteras agrícolas considerablemente ante el crecimiento de la población, las zonas urbanas, la erosión de la tierra, la contaminación y la reducción de los mantos acuíferos, de ahí la urgencia de llevar a cabo las prácticas que permitan reducir áreas de siembra pero con mayor rendimiento en cuanto a la producción, hacer más eficiente los riegos, reducir los costos de producción e incrementar los rendimientos.

Estos métodos, han variado desde prácticas de manejo hasta el uso de la biotecnología e ingeniería genética. Existe un efecto en física, como captación de agua de lluvia, calendarios de riego, labranza mínima, entre otras.

Biológicas, como nuevas especies o especies tolerantes a sequía; Socioeconómicas, donde el cambio de actividad y el hecho de vender las tierras agrícolas además de la migración a las ciudades, ha sido una de las alternativas que en años recientes han cobrado mayor fuerza.

La fertilización junto con el manejo de riego, son dos variables culturales con mayor influencia en el rendimiento de los cultivos. Es por ello que la necesidad de

alcanzar los máximos rendimientos por unidad de área sembrada ha cobrado gran interés en la agricultura, ya que la fertilización puede acelerar o retrasar el crecimiento de la planta; para alcanzar una respuesta óptima de la fertilización tradicional es absolutamente necesario que el suelo disponga de suficiente agua, debido que las plantas absorben por la raíz los nutrientes en solución.

En los últimos años, dadas las condiciones de escasez de agua y la gran demanda de ésta por los cultivos se han buscado alternativas de producción que ayuden al uso eficiente y a reducir sus pérdidas por agentes independientes a la planta misma. Una de las alternativas que promete los mejores resultados en este campo es la aplicación de los llamados polímeros hidrófilicos o hidrogeles, los cuales reducen las cantidades de agua a regar y las pérdidas de la misma del suelo.

1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo es la eficacia de tres dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var? Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la dosis óptima de hidrogel y tipo de suelo en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en el distrito de San Jerónimo – Andahuaylas región Apurímac?
2. ¿Cuál es la biometría de la planta (*Solanum tuberosum*) var. Única, con los diferentes tratamientos en el distrito de San Jerónimo -Andahuaylas región Apurímac?

3. ¿Cuál es la frecuencia de riego y volumen de agua con las tres dosis de hidrogel en dos tipos de suelo en el cultivo de papa?.

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. OBJETIVO GENERAL

Encontrar la eficacia de tres dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la dosis óptima de hidrogel y tipo de suelo en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac.
2. Evaluar la biometría de la papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, con los diferentes tratamientos en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac.
3. Evaluar la frecuencia de riego y volumen de agua con las tres dosis de hidrogel en dos tipos de suelo en el cultivo de papa.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Dado a que la provincia de Andahuaylas es uno de los mayores productores de del cultivo de papa, donde la mayor parte del agua de riego se utiliza de manera inadecuada y con grandes pérdidas de volúmenes, se ha visto por conveniente dar un manejo óptimo del agua y que podría ayudar a ahorrar agua e incrementar los rendimientos del cultivo.

Es en este punto que los sistemas innovadores para resolver los problemas que el agua conlleva pueden ser utilizados, en el caso del presente trabajo haciendo uso de polímeros los cuales están específicamente diseñados no sólo para mejorar la eficiencia de la tierra e incrementar la producción de los cultivos, sino que también

para optimizar el uso del agua, fertilizantes y demás productos agregados. Volviéndose así una alternativa eficiente para el uso del agua.

Mediante la presente investigación se busca aprovechar las cualidades del hidrogel para poder encontrar y generar alternativas que permitan realizar el uso eficiente del recurso hídrico, que los fertilizantes utilizados en la siembra sean disponibles para la asimilación de las plantas. Así poder incrementar los rendimientos y mejorar el beneficio en sus ingresos económicos de los agricultores.

III. HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las tres dosis de hidrogel tendrán la misma efectividad en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac.

3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. Existe variabilidad en el efecto de las dosis de hidrogel y tipo de suelo en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac.
2. La biometría de la papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, variarán en los diferentes tratamientos, en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas región Apurímac.
3. Las frecuencias de riego con tres dosis de hidrogel en dos tipos de suelo, disminuye el volumen de agua en la producción en el cultivo de papa.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha podido encontrar que existen investigaciones basadas en la aplicación de los hidrogeles en la producción agrícola y de hortalizas, por lo que se puede mencionar las siguientes:

Gutiérrez E. V. (2012), indica en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México en un estudio al comparar los rendimientos promedio en la producción de fresas en hidroponía utilizando hidrogel contra los rendimientos por hectárea en áreas de cultivo a cielo abierto.

Francisco F. et al. (2012), mencionan en la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México estudiaron la inmovilización de *Trichoderma harzianum* en hidrogeles de quitosano y sus efectos en las plantas de tomate *Solanum lycopersicum*, bajo condiciones de invernadero. Esta consistió en la germinación de semillas de tomate en macetas con turba como sustrato. Se establecieron 6 tratamientos, estos fueron: dos tratamientos con el *Trichoderma harzianum* inmovilizado en el hidrogel de quitosano aplicado al sustrato a dos dosis (6 y 3 g por kg de sustrato).

López E. et al. (2013), indican que, en el Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California se realizó un estudio del efecto que tiene el hidrogel con *Capsicum annuum L.*, en la utilización de riego por goteo bajo invernadero.

Con el polímero se tuvo un incremento del 1.5% en contenido de humedad en el suelo, que representó una reducción del 12%, por lo que el uso del polímero hidrófilo puede ser una práctica importante para productores que deseen aplicar riegos menos frecuentes, además de reducir el tiempo de riego.

4.2. EL AGUA EN LA AGRICULTURA

Aguilera. C.M y Martínez. E.R, (1980), indican que la importancia del agua se refleja en su importancia ecológica, pues la distribución de las plantas en la superficie de la tierra está dominada por la disponibilidad de agua siempre y cuando la temperatura les permita el crecimiento. Su importancia es el resultado de sus múltiples propiedades exclusivas, muchas de las cuales proceden del hecho que las moléculas de agua están organizadas en una estructura definida que se mantiene ensamblada mediante enlaces de hidrogeno. Además, el agua fijada en las proteínas, paredes celulares y demás superficies hidrófilas tiene efectos importantes.

Las plantas esenciales para la alimentación del hombre merecen especial atención, pero ninguna técnica agrícola puede alterar el hecho de que se requieren de 400 o más litros de agua, para producir un solo kilogramo de materia seca.

4.2.1. Agua en el suelo

El suelo es un sistema tridimensional complejo formado de materiales sólidos (minerales y orgánicos), líquidos (agua y la solución del suelo) y gaseosos. En un suelo típico se tiene que la parte sólida o mineral corresponde a un 38%, la parte orgánica un 12% y la solución del suelo en un 15 a 35%, mismos porcentajes para la parte gaseosa completando el 50% de la fracción total del suelo. **FAO (2005)**, la fase sólida es constante, en cambio la fase líquida y gaseosa son muy dinámicas ocupando ambos el espacio poroso del suelo en cantidades inversamente proporcionales de una con respecto a la otra.

La cantidad de agua y su dinámica dentro del suelo son causas directas del comportamiento de las propiedades y regímenes físicos del mismo y afectan

directamente el desarrollo de las plantas. La humedad del suelo que permanece disponible un cierto tiempo para las plantas depende de su textura, porosidad, volumen anterior de humedad, volumen perdido por evaporación directa, evapotranspiración y el drenaje profundo.

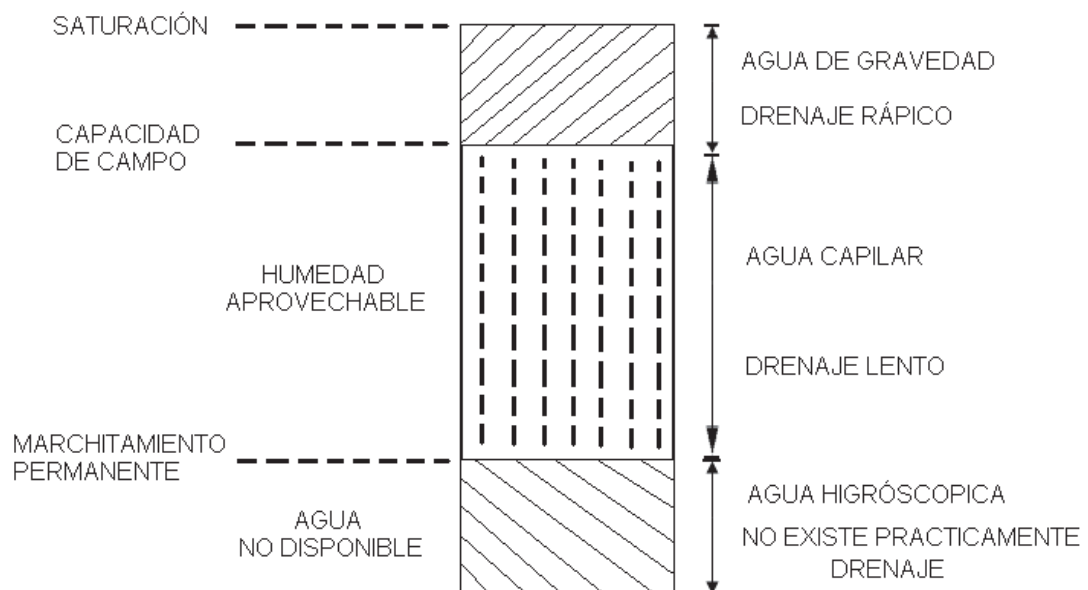
Clases de agua en el suelo

A. Agua de gravedad o libre.

Es el agua que se infiltra por acción de las fuerzas de la gravedad (Figura N° 1).

Aguilera. C.M. y Martínez. E.R. (1980), sostienen que cuando todos los poros quedan llenos de agua se dice que el suelo está saturado en su máxima capacidad de retención de agua, debido a esto la película de agua alrededor de las partículas aumenta el espesor hasta que las fuerzas de cohesión que sostienen las películas de agua son menores que la fuerza de gravedad, provocando así su infiltración. Esta clase de agua drena entonces por acción de la gravedad de la zona radical de los cultivos; este drenaje es más rápido en suelos arenosos que en los arcillosos.

Figura N° 1: Clases de agua disponible para los vegetales y características de drenaje.



Fuente: (Thorne, D.W. y Peterson, H.B. 1980).

B. Agua capilar

Es el agua contenida en los poros que se mueve por capilaridad.

Aguilera. C.M. y Martínez. E.R. (1980), dicen que, al detener el suministro de agua en la superficie del suelo, esta continúa colocándose entre los poros durante varios días hasta que el agua libre logra filtrarse. Los poros se vuelven a llenar de aire y el agua contenida en dichos poros sigue moviéndose por capilaridad. Esta clase de agua puede ser aprovechada por la planta y se define como la diferencia entre la humedad a capacidad de campo y la humedad a punto de marchitamiento permanente de una planta (Figura N° 1).

C. Agua higroscópica

Aguilera. C.M. y Martínez. E.R. (1980), indican que el agua higroscópica es el agua restante que queda retenida en las partículas de suelo en forma tal que pierde su estado líquido y se desplaza como vapor. Cabe aclarar que esta clase de agua a las plantas se les dificulta su aprovechamiento y también le llaman Agua no disponible esto se muestra en la figura N° 1.

Aguilera. C.M. y Martínez. E.R. (1980), mencionan que el agua capilar penetra más lentamente que el agua de gravedad y se mueve en cualquier dirección, en respuesta a diferencias de tensión. En términos generales y en condiciones normales, la capilaridad tiene efecto hasta 1.2 o 1.5 m de altura, pudiendo llegar hasta 3 m sin complicaciones y más lentamente a los 9 m de altura.

Además, indican que las partículas de un suelo a capacidad de campo retienen el agua debido a la acción de dos fuerzas: La tensión superficial y Fuerzas de adsorción.

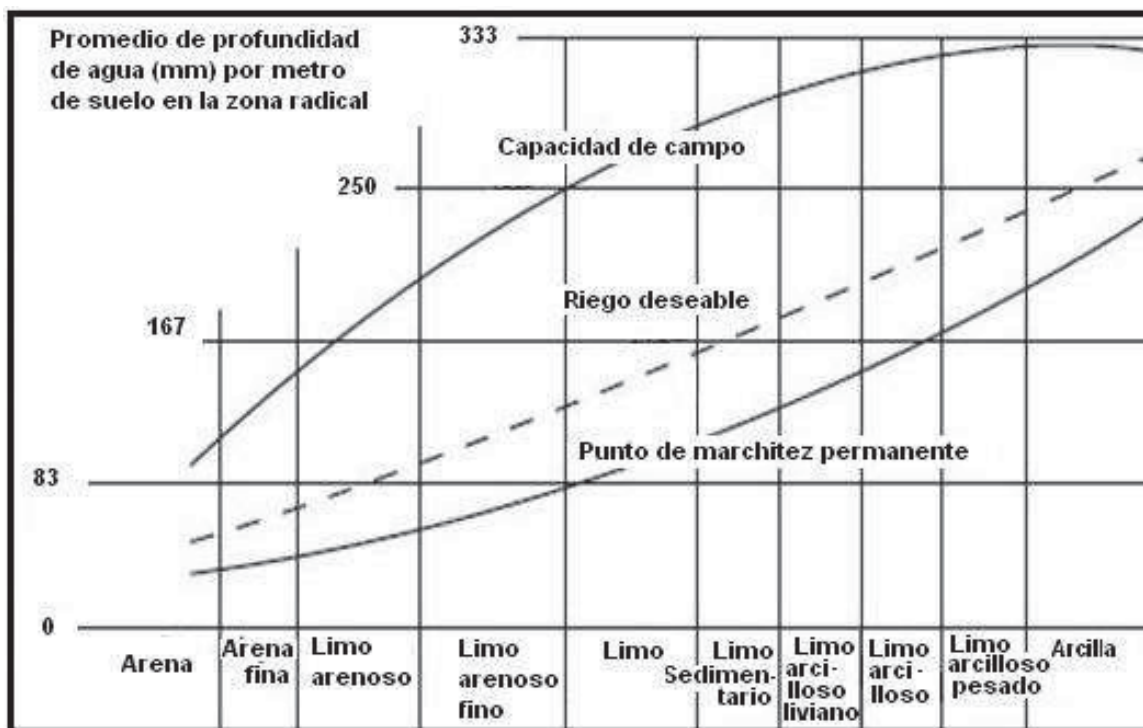
Por otra parte, indican que el agua capilar corresponde a la fuerza con la que el agua es retenida por los espacios porosos del suelo. El agua higroscópica es un fenómeno físico de superficie cuya fuerza es de naturaleza eléctrica ocurriendo principalmente a nivel coloidal por presentar una gran superficie en un volumen relativamente pequeño. A la suma de las dos primeras fuerzas se le ha denominado ***Tensión de la humedad del suelo*** (THS). Estas fuerzas de tensión se oponen a las fuerzas de absorción de las raíces de las plantas, pero a su vez para absorber el agua del suelo tienen que vencer otra fuerza.

FAO (2005), refiere que el agua disponible de un suelo es retenida con diferentes tensiones y cerca de un tercio de la misma no está fácil o rápidamente disponible para los cultivos, especialmente si los cultivos están transpirando intensamente. Cuanta más alta es la demanda de transpiración, debe haber más agua disponible en el suelo para evitar el estrés de agua en las plantas. En contraste, para un cultivo de transpiración lenta puede ser usada incluso el agua retenida a más altas tensiones sin causar estrés.

FAO (2005), dice cuando un suelo bien drenado está saturado hasta el límite de su zona radical, el agua de lluvia que no drena fuera de esa zona en un plazo de 48 horas será retenida en los poros de suelos menores de 0,05 mm de diámetro. La cantidad de agua retenida después de 48 horas corresponde a la capacidad de campo del suelo. Las fuerzas (o succiones) con las cuales esta agua es retenida varía de acuerdo al tamaño de los poros. Los poros más grandes retienen agua a una tensión de cerca de un décimo a un tercio de la presión atmosférica (0,1 a 0,33 bar*), dependiendo de que succión corresponde a la capacidad de campo del suelo; esto varía con el tipo de suelo y la profundidad de la capa freática.

FAO (2005), indica que la succión máxima que pueden ejercer muchos cultivos para extraer agua del suelo varía con el cultivo, pero el valor generalmente aceptado es de cerca de 15 veces la presión atmosférica (1,5 MPa). Esto es aproximadamente equivalente a la presión que sería ejercida por el peso de una telada sobre la palma de la mano. Cuando el agua del suelo ha sido agotada hasta 15 bars, el agua que permanece en el suelo será aquella almacenada en los poros menores de 0,0002 mm de diámetro y corresponde al punto de marchitez permanente del suelo. El agua retenida a succiones mayores que el punto permanente de marchitez no está disponible para el crecimiento de las plantas. En la Figura N° 2, se muestra el comportamiento de la humedad a capacidad de campo y de marchitez permanente, así como la humedad disponible en las distintas texturas de los suelos.

Figura N° 2. Relaciones entre la textura del suelo y el contenido de humedad



Fuente: (Smith, G.D. y Ruhe, R.V. 1955).

FAO (2005), refiere que la cantidad máxima de agua disponible que puede retener un suelo varía con las características del suelo como la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la profundidad de enraizamiento y la estructura, entre otras. Los suelos de textura franca por lo general tienen la mayor capacidad de agua disponible mientras que los suelos arenosos tienen una capacidad reducida de retención de agua. Los suelos orgánicos y los suelos francos de textura media con altos contenidos de arena muy fina y sedimentos tienen la capacidad disponible de agua más alta, los suelos arcillosos tienen valores intermedios y los suelos con contenido de arena gruesa tienen la capacidad disponible de agua más baja. La materia orgánica del suelo es particularmente importante ya que puede retener agua cerca de 20 veces su peso. El contenido de piedra del suelo también puede ser muy importante dependiendo de la naturaleza y la abundancia de las piedras. Alguna grava de mineral de hierro de diámetro >2 mm puede contener más de 20 por ciento de agua (m^3/m^3) a capacidad de campo. En contraste, un alto contenido de piedras no porosas disminuirá fuertemente la capacidad disponible de agua del suelo. La cal porosa y el yeso también pueden hacer una contribución importante a la capacidad disponible de agua del suelo.

FAO (2005), indica que en cualquier tipo de suelo, cuanto mayor es la profundidad de enraizamiento, mayor será la cantidad de agua disponible para el cultivo. Esto es más importante para los cultivos anuales ya que tienen menos tiempo que las especies perennes para desarrollar raíces profundas y extensas. La disponibilidad de agua puede tener influencia sobre la duración del período de crecimiento de las plantas que crecen en un suelo determinado. Los suelos con alta capacidad de agua disponible permitirán períodos de crecimiento más

extensos en razón de la posibilidad de proporcionar mayores cantidades de agua almacenada durante los períodos secos que los suelos con baja capacidad de agua disponible. Los suelos poco profundos tienen poca agua disponible y aún en los años húmedos pueden ser incapaces de almacenar agua adicional.

4.2.2. Importancia de la porosidad sobre la humedad en el suelo

FAO, (2005), menciona que generalmente se concibe el suelo como una estructura de partes sólidas (arena, limo, arcilla y materia orgánica), pero también contiene espacios entre esas partículas sólidas que son tan importantes como las partículas mismas. Dentro de estos espacios tienen lugar varios procesos. Los espacios de poros en un suelo presentan gran variación de acuerdo al tipo de suelo y a la forma en que este ha sido manejado. Los suelos con vegetación natural por lo general exhiben una alta porosidad a causa de la intensa actividad biológica y la falta de interferencia por el ser humano. Por lo cual, tienen cualidades físicas superiores, cuando se los compara con los suelos usados para los cultivos o para pastoreo. En el cuadro 1, se muestra las funciones de los poros de diferentes tamaños y su denominación junto con el tamaño de las raíces de los cultivos.

Cuadro N° 1. Clasificación de los poros del suelo con respecto a su tamaño y función.

Tamaño de los poros (mm diámetro)	Descripción de los poros	Funciones de los poros
< 0.0002	Residual	Retienen agua que las plantas no pueden usar
0.0002 – 0.05	Almacenamiento	Retiene agua que las plantas pueden usar (PMP= 0.0002 mm; CC=0.05 mm; pero CC puede variar de 0.03 a 0.11 de diámetro equivalente a 10 a 33 KPa)
> 0.05	Transmisión	Permiten que el agua drene y que entre el aire
0.1 a 0.3	Enraizamiento	Permite que las raíces de las plantas penetren libremente (Tamaño de las raíces; raíces seminales de cereales > 0.1 mm; extremo de raíces de no cereales (dicotiledóneas) > 0.3 mm; barbas absorbentes 0.005 a 0.01 mm)
0.5 a 3.5	Canal de lombrices	Permiten que el agua drene y que entre el aire.
2 a 50	Nidos de hormigas y canales	Permiten que el agua drene y que entre el aire.

Fuente: Hamblin, 1985.

Los espacios de poros varían en tamaño, y tanto ese tamaño como la continuidad de los poros tienen una influencia importante sobre el tipo de actividades que ocurren dentro de los poros del suelo. Los espacios de poros también son necesarios para que las raíces penetren libremente en el suelo a fin de tomar nutrientes y agua. Los tamaños de las raíces varían con el tipo de cultivo; aparte de las barbas absorbentes, tienen diámetros de 0,1 a 0,3 mm y, por lo tanto, los suelos deben tener espacios de poros de al menos este tamaño para permitir la libre penetración de las raíces más pequeñas. En la mayoría de los suelos las raíces crecen parcialmente a través de los poros existentes, de los poros de transmisión y parcialmente moviendo las partículas de suelo.

FAO (2005), dice que las raíces pueden forzar su camino a través de los poros más pequeños solamente si los suelos son suficientemente comprimibles; esta capacidad de los suelos para ser comprimidos aumenta con el contenido de agua ya que esta ejerce una cierta lubricación entre sus partículas.

4.2.3. Movimiento del agua en el suelo

Baver, L.D. Gardner, W.H. y Gardner, W.R. (1980), indican que el suelo, debido a su carácter granular y coloidal, es capaz de retener la humedad aportada por las lluvias y el riego. Esta propiedad es de la mayor importancia, tanto como para la comprobación del proceso edafogenético, como para la vida de las plantas. El estudio del comportamiento de la humedad de los suelos debe considerarse, por lo tanto, como el grupo más importante de sus problemas físicos, la cantidad y el estado energético del agua en el suelo influyen en las propiedades físicas del suelo más que ningún otro factor.

La cantidad de agua presente en un suelo que está disponible para la producción de cultivos depende de cuánta agua de lluvia permanece en el suelo después de las pérdidas por escorrentía, evaporación y drenaje profundo. La cantidad de lluvia que llega a las capas subterráneas y que contribuye a la seguridad hídrica, depende de la medida en que la cantidad de agua de lluvia que se infiltra en el suelo sea excesiva para reabastecer la capacidad de retención de agua y satisfacer las necesidades de transpiración de los cultivos.

Aguilera. C.M y Martínez. E.R. (1980), indican que, si se compara dicho movimiento, entre un suelo arcilloso y uno arenoso, se observa que, al aplicar un volumen constante de agua a cada uno de ellos, la conductividad hidráulica de los horizontes inferiores y la capacidad de infiltración es menor en el primero, a diferencia de la capacidad de retención de agua, la cual es menor en el segundo tipo de suelo.

La velocidad del flujo del agua en el suelo depende de la porosidad del mismo. Asimismo, se tiene que en la arena esta velocidad es mayor pero las distancias recorridas son pequeñas y por lo tanto la cantidad de agua transportada es poca.

En un suelo arcilloso sucede lo contrario su velocidad capilar puede ser débil, pero la altura de ascensión capilar final es más elevada que en la arena como se puede ver en la figura N° 3.

Figura N° 3. Velocidad relativa del movimiento de agua en el interior de dos suelos: franco arenoso y franco arcilloso.



Fuente: (Gavande, S.A.1980).

4.3. HIDROGEL

Katime I. et al (2004), definen a un gel como una red tridimensional de cadenas flexibles, constituidas por segmentos conectados de una determinada manera e hinchada por un líquido. También menciona que si el líquido que solventa las cadenas es orgánico recibe el nombre de organogel, mientras que, si el responsable de la solvatación es el agua, entonces se denomina hidrogel. En la actualidad existen dos tipos de geles, en función de la naturaleza de las uniones de la red tridimensional que los constituyen físicos y químicos.

Escobar G. et al. (2002), dicen que el término hidrogel se utiliza para denominar a un tipo de material de base polimérica caracterizado por su extraordinaria capacidad para absorber agua y diferentes fluidos

Estrada R, (2012), indica que los materiales denominados como hidrogeles son polímeros hidroabsorbentes que tienen la capacidad de absorber y ceder grandes cantidades de agua y otras disoluciones acuosas sin disolverse. Dicho proceso ocurre a distintas velocidades de acuerdo al grado de polimerización del monómero constituyente

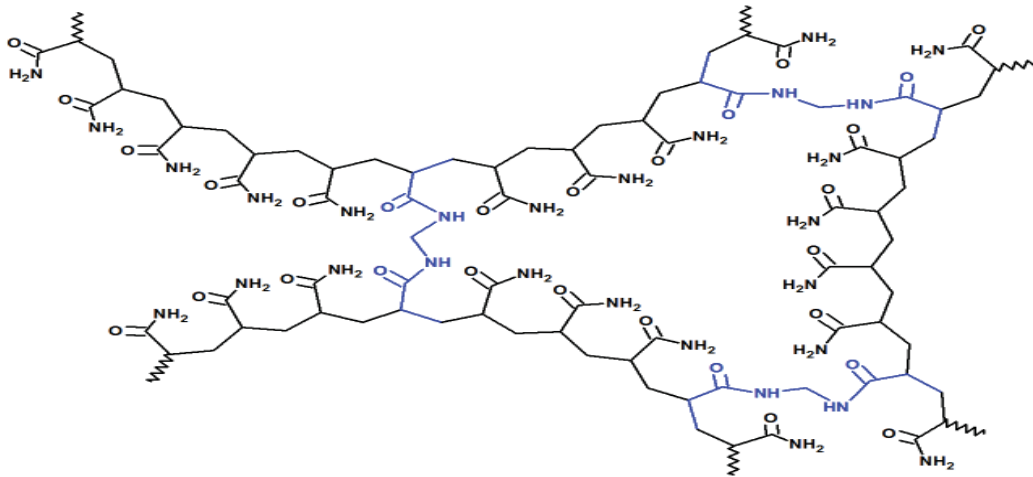
4.3.1. Estructura de composición del hidrogel

Cerdeira S. et al (2000), señalan que el hidrogel es un polímero que está compuesto por sustancias en estado coloidal con apariencia sólida como la albúmina, coagulada por el calor o el colágeno gelificado por enfriamiento.

Escobar G. et al (2002), mencionan que la hidrofilia de estos geles es debido a grupos como: -OH, -COOH, -CONH₂, y -SO₃H.

Tornado Distribuidora Comercializadora (2012), menciona que el Hidrogel está compuesto por una gama de polímeros aniónicos de poliacrilamida súper absorbentes. Son copolímeros reticulados de acrilato de potasio y acrilamida, que son insolubles en agua. Como características de acrilato de potasio 93%; humedad 6,63% y tiene la capacidad de absorber agua hasta 500 veces de su peso.

Representación esquemática del hidrogel de poli (acrilamida): acrilato de potasio.



Fuente: Tornado Distribuidora Comercializadora (2012)

4.3.2. Propiedad característica del hidrogel.

Cerdeira S. et al (2000), mencionan que una propiedad característica del hidrogel es la capacidad de hincharse y aumentar su volumen por absorción de agua y sustancias disueltas en ella, cuando entra en contacto con el agua, forma polímeros entrecruzados con una estructura 3D.

Figura N° 4. Polímeros entrecruzados con una estructura 3D



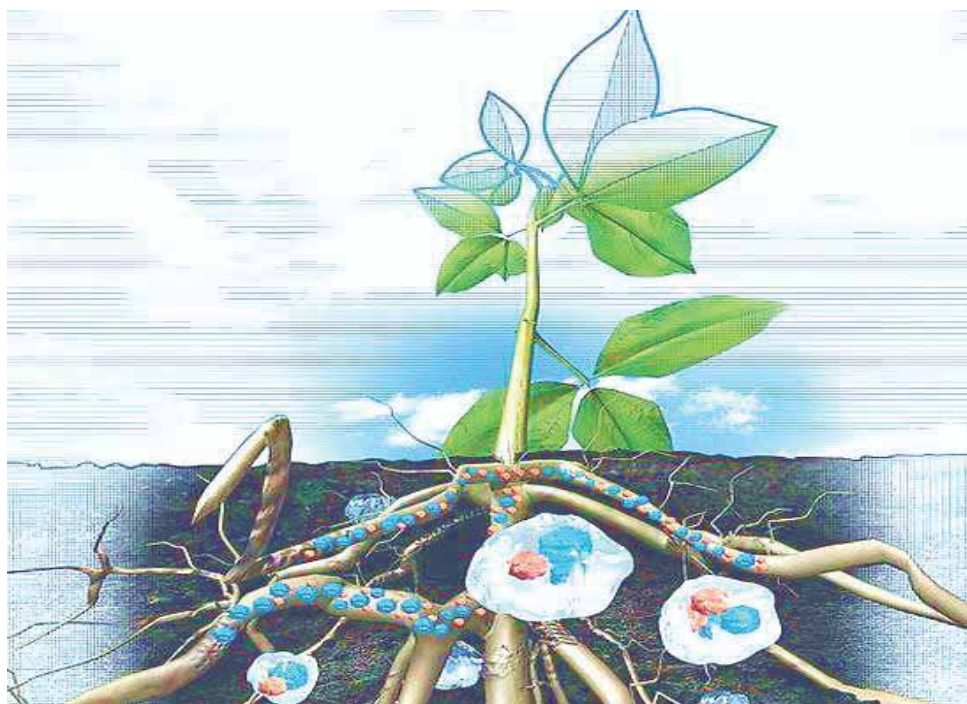
Fuente:<https://www.textoscientificos.com/polimeros/clasificacion>

Soler y Rodríguez (2010), Mencionan que el hinchamiento del hidrogel se manifiesta debido a las estructuras reticuladas en agua o en fluidos biológicos que contienen agua.

Akelah A. (2013), dice que el hidrogel son polímeros hidrófilos, reticulados, insolubles y tienen la capacidad para retener el agua, muchas veces el doble de su propio peso en función de su estructura, también tienen la capacidad de liberar el agua absorbida en el medio ambiente.

Tornado distribuidora y comercializadora (2012), refiere que el hidrogel es un retenedor de agua que, cuando se incorpora en un suelo o un sustrato, absorbe y retiene grandes cantidades de agua y nutrientes si estos son solubles. A diferencia de la mayoría de los productos a los que se hidratan, el hidrogel tiene la propiedad de absorber el agua y nutrientes, que permite que la planta disponga de estos a voluntad, en función de los ciclos de absorción – liberación.

Figura N° 5. Aplicación de hidrogeles como retenedor de agua en agroforestería (2014).



Fuente: Tornado distribuidora y comercializadora (2012).

Ramos G. et al (2009), mencionan que el hidrogel se utiliza para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo y para espaciar las frecuencias de riego. El hidrogel no tiene efectos sobre las características físicas del agua ni sobre la porosidad total del suelo, pero sí sobre la retención de agua (aumentándola) y la capacidad de aireación (disminuyéndola). Absorben agua durante el riego y la liberan a medida que el suelo se seca alrededor del polímero, constituyendo una reserva hídrica que permite aprovechar mejor el agua de lluvia y disminuir las frecuencias de riego.

4.4. SINONIMIA DEL HIDROGEL

Gonzales, J. (2011), menciona que el hidrogel también es llamado, suelo cristalino, perlas de gel o gel para plantas.

Tornado distribuidora y comercializadora (2012), menciona que el hidrogel es conocido como silos de agua, es un retenedor de humedad que cuando se incorpora en un suelo o un sustrato, absorbe y retiene grandes cantidades de humedad y nutrientes si estos son solubles.

Flor de planta, (2014) dice que el hidrogel, también se les conoce con el nombre de retenedor de agua o hidroretenedor, son polímeros que tienen la capacidad de absorber y ceder grandes cantidades de agua y otras soluciones acuosas sin disolverse.

Figura N° 6. Favorece el crecimiento de las plantas.



Fuente: Fotografía por MF Rural, disponible en la página web:

<http://comprar-vender.mfrural.com.br/detalhe/gel-hidrogel-condicionador-de-solo-e-absorvente-de-agua-143776.aspx>.

4.5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DEL HIDROGEL

Gonzales, J. (2011), dice que un kilo de hidrogel puede contener entre "330 y 440" litros de agua.

Figura N° 7. Partículas de hidrogel.



Fuente: Disponible en la página web:

<http://monterrey.anunciosya.com.mx/hidrogel-barato-en-monterrey-TB26>

Tornado distribuidora y comercializadora (2012), menciona que el hidrogel al entrar en contacto con el agua comienza su absorción del vital líquido hasta 200 litros de agua por cada kilo (dependiendo la pureza de esta). Cuando en la tierra se empieza a perder humedad, el hidrogel comienza a liberar agua, de acuerdo a las necesidades de la raíz, manteniéndola siempre hidratada, esto sucede en todo tipo de plantas, permitiendo un importante ahorro de agua y una menor frecuencia de riego.

Rodríguez I. (2012), refiere que el hidrogel tiene aplicación en la agricultura, invernaderos y viveros, el sector forestal y la arquitectura paisajista puede reducir el uso de agua hasta en más del 50%.

4.6. HIDROGEL EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

Cerdeira S. et al (2000), consideran que los cristales del hidrogel mejoran la retención y disponibilidad de agua, la infiltración, aireación, reduce la compactación y mejora la calidad del sustrato.

Plantamejor (2013), dice que el Hidrogel mejora las características del suelo, como son la retención y la disponibilidad del agua, la aireación y la descompactación.

Ramos G. et al. (2009), mencionan que una mezcla de hidrogel con suelo logra aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y también se consigue disminuir su evaporación, estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros mejora la estructura del suelo y de la aireación del mismo.

Barón C. et al. (2007), refieren que se establece la opción de los hidrogeles como

alternativa válida para la conservación de recursos hídricos del suelo y disminuye el consumo de agua

Acuagel, (2011), indica que un Hidrogel tiene la propiedad de absorber agua cientos de veces su peso y la proporciona paulatinamente a las raíces de todo tipo de plantas además mejora las características del suelo, reduce la falta de hierro, mejora el contenido bacteriano y de microflora del suelo, adecuando las condiciones del desarrollo de las plantas.

Flor de Planta, (2014), refiere que los hidroabsorbentes tienen la capacidad de absorber agua y la va liberando paulatinamente a las raíces de todo tipo de plantas a medida que la humedad del sustrato va disminuyendo. De esta forma, los hidrogeles no sólo contribuyen a reducir el uso del agua de riego hasta la mitad de lo habitual, sino que también ayudan a mejorar las características del suelo, como son la retención y disponibilidad de humedad, la aireación, y la descompactación, son capaces de retener los nutrientes que se encuentran en el sustrato y que de otra forma se perderían al ser arrastrados por el agua de riego sobrante.

Akelah A. (2013), menciona que los materiales poliméricos se añaden a los suelos para la recuperación y mejora en cuanto a su composición y estructura, reduce la demanda de agua, especialmente en suelos arenosos, también evita la erosión mediante la alteración de la estructura mecánica, y mejora la friabilidad, reduce el estrés hídrico en la planta y aumentan los rendimientos de los cultivos.

Terra-sorb, (1998), dice que el hidrogel no es tóxico para las plantas y es compatible a la presencia de elementos sólidos y solubles aplicados al suelo, reteniéndolos, además que son eficientes a la absorción agua sin desaprovechar nutrientes que se lixivian gradualmente con la aplicación de riegos. Asimismo, por

tener efecto de constante expansión, airea y drena la rizófora evitando ser vehículo de patógenos, por lo que se considera un excelente mejorador de suelos.

4.7. EL HIDROGEL EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Rifat. H y Safdar. A, (2004) indican que la condición física del suelo es un factor que puede limitar la producción de cultivos. Condiciones adversas pueden restringir la entrada de agua al suelo y subsecuentemente el movimiento, desarrollo de las raíces de la planta y aireación del suelo. Estos problemas pueden ser evitados en parte, por la utilización de buenas prácticas de manejo, pero también existen productos que pueden mejorar las condiciones físicas del suelo. Tales productos son llamados acondicionadores de suelos llamados hidrogel.

Thomas, B. et al., (2003), mencionan que la función de los polímeros o hidrogel súper absorbentes en el suelo consiste en absorber agua proveniente de la precipitación atmosférica o de riego, y liberarla lentamente para satisfacer las necesidades de crecimiento de las plantas. La humedad retenida por los hidrogeles es descargada más lentamente que el grado de pérdida por evapotranspiración normal del sistema suelo - planta. Esto minimiza las pérdidas en periodos de sequía, optimizando la recuperación por parte de las plantas y mejorando notoriamente la eficiencia en la producción de peso fresco por unidad de agua administrada.

Rifat. H y Safdar. A, (2004), dicen que el empleo de hidrogeles súper absorbentes en agricultura y horticultura es una de las más importantes aplicaciones de este tipo de material, ya que proporciona la oportunidad de transformar áreas desertizadas en tierras fértiles. En este tipo de aplicación es muy importante controlar el tamaño de las partículas del hidrogel. El diámetro de

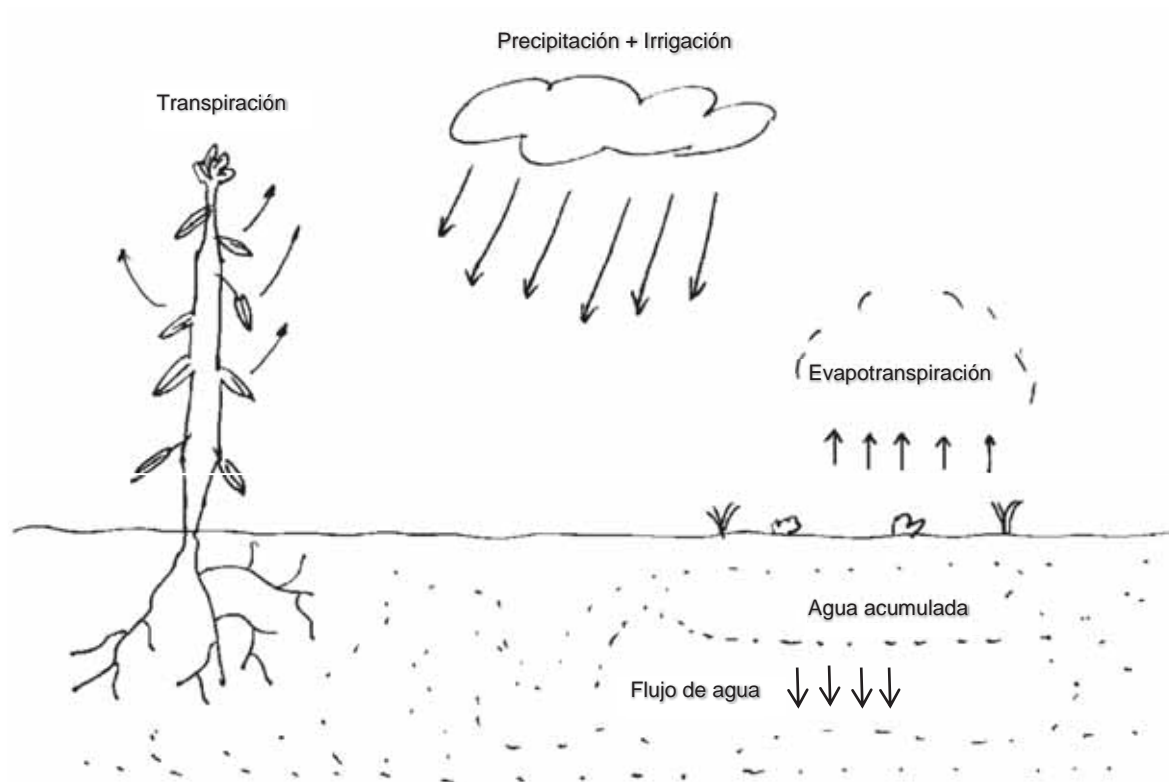
las partículas de hidrogel que se emplean en aplicaciones higiénicas, de las que se han tratado anteriormente, es del orden de los 300 mm, aunque en este caso es más útil emplear partículas mayores, con diámetros que oscilen entre 1 y 3 mm y pueden aplicarse en forma seca o hinchados. En general, los procesos de hinchamiento-deshinchamiento son proporcionales al cuadrado del diámetro de la partícula. Pero resulta que cuanto mayor es el tamaño de la partícula mayor capacidad de absorción tendrían los hidrogeles, pero al mismo tiempo, antes perderán el agua que contiene. Para resolver esta contradicción es necesario modificar convenientemente la estructura molecular del hidrogel. Asimismo, es necesario que las propiedades mecánicas del hidrogel sean mayores, ya que, si las partículas de los hidrogeles son pequeñas y blandas, éstas penetran en el suelo de forma más eficaz e impiden un mayor drenaje del agua y una más fácil penetración de las raíces. Por idénticos motivos, también es muy importante el porcentaje de hidrogel que se mezcla con la tierra. En la práctica se suele emplear alrededor del 0,1% en peso de hidrogel en este tipo de aplicaciones.

Rojas de G. et al. (2006), indican que por todos es conocida la función que tiene el agua en la vida de las plantas. En pocas palabras se puede decir que el agua transporta los nutrientes minerales, mantiene la presión celular responsable de que la planta crezca verticalmente y finalmente, y no menos importante, participa en el proceso de fotosíntesis, mecanismo que proporciona la suficiente biomasa para que crezca la planta, es decir, lo que al final es más importante, para el crecimiento de la cosecha.

Katime I. et al. (2004), refieren que normalmente las plantas sólo pueden utilizar eficientemente una pequeña parte del agua que se encuentra en la tierra. Por ejemplo, para producir un gramo de biomasa en el proceso de fotosíntesis, se

requieren entre 0,3 a 1 kg de agua. La mayor parte del agua que se encuentra en el suelo desaparece por vías no productivas como ocurre, por ejemplo, en las tierras arenosas.

Figura N° 8. Esquema de los principales componentes que intervienen en el balance de agua en el suelo.



Fuente: Katime I. *et al.* (2004).

Tornado Distribuidora Comercializadora, (2012), dice que el Hidrogel también ha demostrado su eficacia en la agricultura a gran escala, especialmente en el momento de la germinación y el desarrollo de la red de raíces, debido a una buena aireación del suelo.

Freitas A. *et al* (2002), mencionan que el uso de hidrogel en el campo de la agricultura pone de manifiesto el beneficio de este polímero como acondicionador del suelo, mejora las propiedades físicas e hidráulicas, es un buen retenedor de

agua en el suelo, ayuda a la disminuir la lixiviación de nutrientes, aumenta la capacidad de intercambio cambio catiónico, mejora la disponibilidad de agua para las plantas y se obtiene un efecto positivo en el cultivo.

Terra-sorb, (1998), refiere que el hidrogel es un polímero que reduce significativamente los costos relacionados con el riego, así como el mantenimiento de cultivo, maximiza el potencial productivo de las plantas y acorta el tiempo de maduración del fruto para una cosecha continua. Una sola aplicación permanece de forma efectiva para los siguientes ciclos productivos, requiriendo reponer únicamente 20% en el siguiente ciclo

4.8. DOSIFICACIÓN Y APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA

Barvenik, F.W. (1994), dice que los productos de poliacrilamida están disponibles en forma de solución, secos y en emulsión inversa, sin embargo, es la forma seca la más práctica de aplicar. En esta forma la mayoría del agua de la poliacrilamida ha sido eliminada y el contenido de polímero es de 75 a 95%, siendo esta forma la más práctica y concentrada. La única desventaja es que para su disolución se requiere de una gran cantidad de tiempo.

Uno de los aspectos a tomar en cuenta en la dosificación de hidrogeles es el tipo de suelo. La aplicación normalmente se realiza mezclando en seco el producto con el fertilizante recomendado. No aplicar en conjunto con fertilizantes que contengan calcio ya que hay una saturación de cargas del polímero por este catión divalente que impide que dicho hidrogel se hidrate en su máximo potencial. Según ficha técnica de hidrogel retenedor de stockosorb recomienda la siguiente dosis en cultivo de papa:

- Cultivo de papa 40 – 60 kg/ha.

4.9. CULTIVO DE PAPA

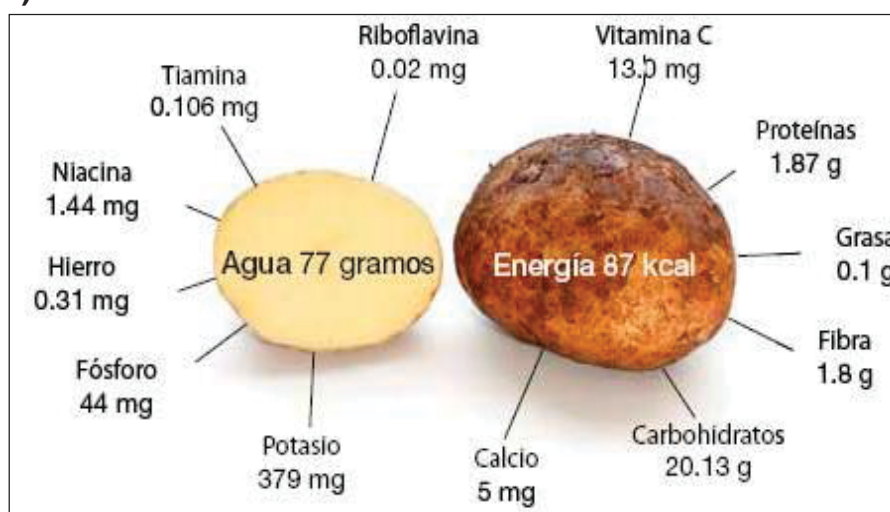
4.9.1. Origen

FAO. (2008), menciona que la historia de la papa comienza hace unos 8,000 años, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, en la frontera de Bolivia y Perú. Ahí, según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7.000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago.

4.9.2. Utilización y valor nutritivo

FAO (2008), afirma que la papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos, es popular en todo el mundo y se prepara y sirve en una gran variedad de formas. Recién cosechada, contiene un 80 % de agua y un 20 % de materia seca. Entre el 60 % y el 80 % de esta materia seca es almidón. Respecto a su peso en seco, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos.

Figura N° 9. Nutrientes de la papa (Por 100 g de papa hervida y pelada antes del consumo)



Fuente: FAO (2008).

4.9.3. Clasificación taxonómica.

Igusquiza, R. (2014), menciona que La papa se clasifica sistemáticamente de la siguiente forma:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub Clase	:	Asteridae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	Solanum L.
Especie	:	<i>Solanum tuberosum</i> L.

Egusquiza B.R. (2000), afirma que la papa forma parte de una familia muy numerosa de especies agrupadas en categorías según su grado de semejanzas.

Las especies de papa se pueden agrupar en silvestres y cultivadas.

Especies silvestres: Crece en forma natural solamente en America, existiendo poco más de 250 especies silvestres.

Especies cultivadas: Son aquellas que tienen uso alimenticio. Existen nueve (9) especies cultivadas. Cada especie cultivada tiene diferentes variedades.

En el Perú las variedades cultivadas se clasifican en nativas y modernas.

4.9.4. Morfología del tubérculo de papa

La FAO (2008), menciona que la papa (***Solanum tuberosum* L.**) es una planta herbácea anual que alcanza una altura de un metro, produce tubérculos con abundante contenido de almidón ocupando el tercer en importancia como alimento a nivel mundial, después del trigo y arroz. La papa pertenece a la familia

de las solanáceas y al género *Solanum*, que incluye por lo menos mil especies como el tomate y berengena. La papa ***Solanum tuberosum*** se divide en dos subespecies apenas diferentes:

Andígena, adaptada a condiciones de días cortos, cultivada principalmente en los andes sudamericanos, requiere frío para tuberizar.

Tuberosum: variedad que se cultiva en todo el mundo, se piensa que proviene de una pequeña introducción en Europa de papas *andígenas*, adaptadas a climas más largos y tolerantes al calor.

Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002), indican que la papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, son de forma angular y por lo general de color rojo púrpura o verde. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0,60 a 1,50 m. Las hojas son compuestas y dignadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en variedades mejoradas. Por otro lado, las plantas de cultivo comercial se originan de tallos laterales que emergen de un brote proveniente de tubérculos usados como semilla.

4.9.5. Descripción botánica de la planta

Ochoa, C.M. (2003), menciona que (***Solanum tuberosum***) es una planta herbácea, tuberosa, perenne a través de sus tubérculos, de tallo erecto o semi-decumbente, que puede medir hasta 1m.de altura.

Hoja

Las hojas son compuestas, eón 7 a 9 foliolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos. Son bifaciales, ambas epidermis están compuestas por células de paredes sinuosas en vista superficial. Presentan pelos o tricómas en su superficie, en grado variable dependiendo del cultivar considerado. Los tricómas pueden ser uniseriados, glandulares y con una cabeza pluricelular más o menos esférica.

Tallos

Los tallos de la planta son de formas variadas de acuerdo al cultivar, presentan algunos médula rellena o hueca, en la inserción de tallos laterales se notan unas hojas que abrazan este tallo denominadas alas, más o menos pronunciadas, rectas, onduladas o aserradas. Los tallos pueden o no presentar pigmentación purpúrea. El crecimiento de los tallos, de acuerdo a variedad son erectos decumbentes o semidecumbentes, y pueden tener entre 50 a 120cm de altura.

Tallos Aereos

Estos tallos, que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo utilizado como semilla, son herbáceos, suculentos y pueden alcanzar de 0.6 a 1.0 m de longitud; además, son de color verde, aunque excepcionalmente pueden presentar un color rojo purpúreo. Pueden ser erectos o decumbentes, siendo lo normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo en la medida que avanza la madurez de la planta. Los entrenudos son alargados en la subespecie *andigena* y más bien cortos en la subespecie *tuberosum*. En la etapa final del desarrollo de las mismas, los tallos aéreos pueden tornarse relativamente leñosos en su parte basal.

Estolón

Estos tallos rizomatosos están formados por brotes laterales más o menos largos que nacen de la base del tallo aéreo. Nacen alternadamente desde subnudos ubicados en los tallos aéreos y presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo. Cada rizoma, en tanto, a través de un engrosamiento en su extremo distal, genera un tubérculo.

Tubérculos

Es el tercer tipo de tallo de la papa es subterráneo y se halla engrosado como una adaptación para funcionar como órgano de almacenamiento de nutrientes, el tubérculo. Los rizomas presentan una zona meristemática sub-apical, de donde se originan los tubérculos mediante un engrosamiento radial, producto del alargamiento de las células parenquimatosas y la pérdida de la polaridad de las mismas. Durante la formación del tubérculo, el crecimiento longitudinal del estolón se detiene y las células parenquimáticas de la corteza, de la médula y de regiones perimedulares sufren divisiones y alargamiento. En tubérculos maduros, existen pocos elementos conductores y no hay un cambium vascular continuo.

Raíz

El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que permita una adecuada formación de raíces y de rizomas. A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el

momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento.

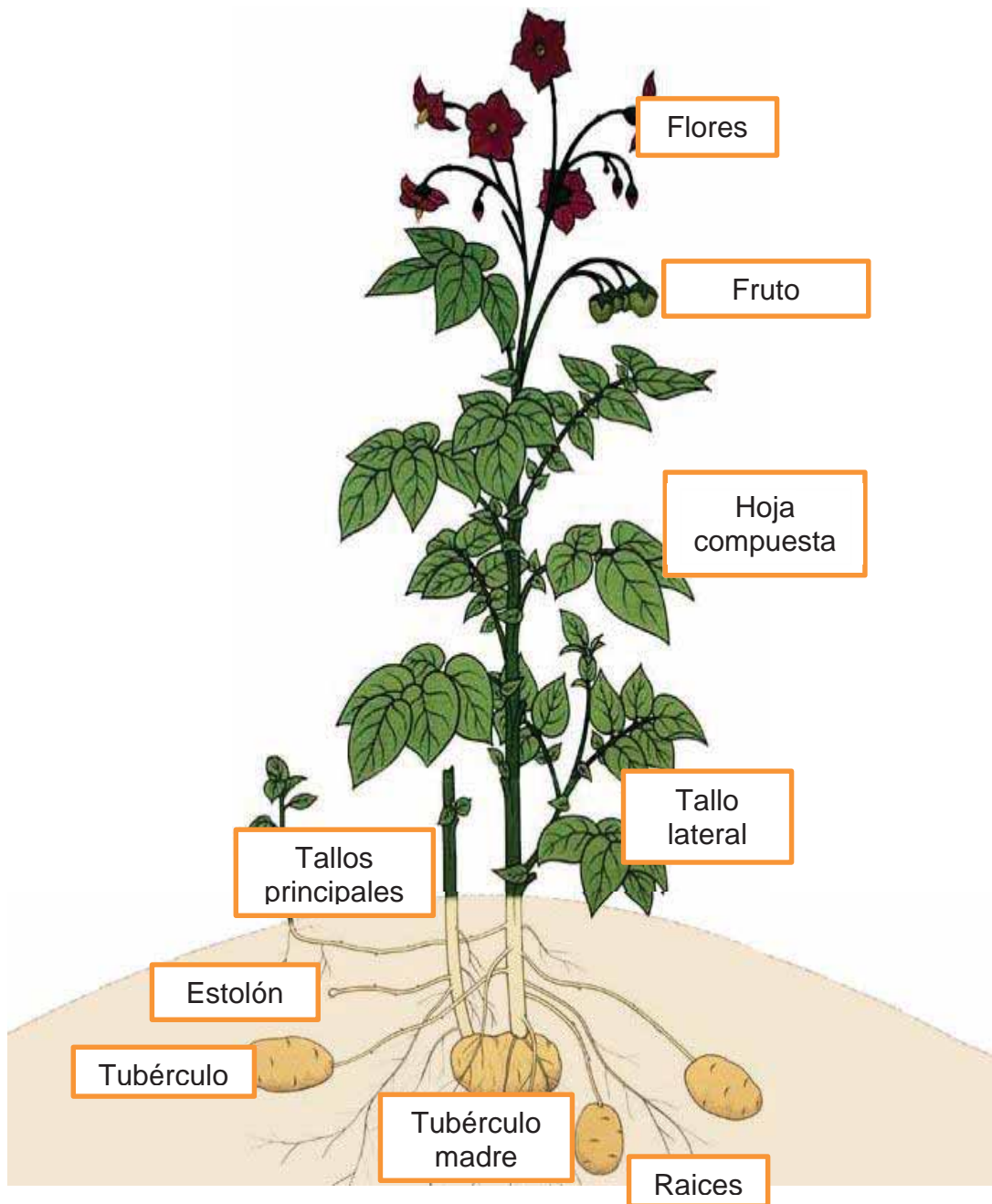
Inflorescencia y flor

La inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde 1 hasta 30, siendo lo más usual entre 7 a 15. El número de inflorescencias por planta y el número de flores por inflorescencia están altamente influenciadas por el cultivar. Aproximadamente en el momento en que la primera flor está expandida, un nuevo tallo desarrolla en la axila de la hoja proximal, el cual producirá una segunda inflorescencia. Las flores tienen de 3 a 4 cm de diámetro, con 5 pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella. Las 5 anteras se hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo y presentan una longitud de 5 a 7 mm. Dependiendo de la variedad pueden ser la corola puede ser de color blanco o una mezcla más o menos compleja de azul y púrpura dependiendo del tipo y cantidad de antocianinas presentes.

Fruto y semilla

El fruto de la planta de papa es una baya, de forma semejante a un tomate, pero mucho más pequeña, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica. Su diámetro generalmente fluctúa entre 1 y 3 cm, y su color puede variar de verde a amarillento, o de castaño rojizo a violeta. Las bayas presentan dos lóculos y pueden contener aproximadamente entre 200 y 400 semillas. Las bayas se presentan agrupadas en racimos terminales, los cuales se van inclinando progresivamente en la medida que avanza el desarrollo de los frutos. Las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arriñonada, y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas.

Figura N° 10. Aspecto morfológico de la papa.



Fuente: FAO 2008.

4.10. CULTIVO DE PAPA VARIEDAD ÚNICA

Revista Latinoamericana de la Papa (2007), menciona que son tubérculos de forma oblonga alargada, color de la piel rojo pálido, el color de la carne crema, los tallos y hojas tiene un color verde oscuro y la flor es violeta y color que predomina en el brote es violeta.

4.10.1. Generalidades

Única es una variedad que fue seleccionada y evaluada por el CIP durante más de 7 años, sembrada en experimentos en más de 20 localidades. Tiene atributos de resistencia y precocidad que la hacen atractiva para los agricultores involucrados en el cultivo de papa. La adaptación de la ÚNICA a diferentes ambientes permite una amplia distribución geográfica, en regiones de la Costa y Sierra del Perú. Las buenas características para el consumo en fresco y para el procesamiento en tiras, representan una alternativa de mejores ingresos para los agricultores por la demanda que puede generar en el mercado.

4.10.2. Características morfológicas

En general, la planta de la variedad única es herbácea con hábito de crecimiento erecto, los tallos son gruesos de color verde oscuro, alcanzando una longitud entre 0,90 a 1,20 metros Las hojas son compuestas y se distribuyen en espiral sobre el tallo. La forma de la hoja es disectada, con cinco pares de folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre los peciolulos. Tiene floración moderada entrada la temporada de primavera en Costa, escasa floración en el invierno en Costa y ausencia de floración en condiciones de Sierra (mayor a 2.000 msnm); las flores son violetas y no forman bayas en épocas con bajas temperaturas. Los estolones son alargados en el invierno o bajo condiciones de Sierra; ligeramente cortos y pegados al tallo en la primavera. Los tubérculos son oblongos y

alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semi-profundo. La piel del tubérculo es de color rosado.

4.10.3. Comportamiento del cultivo

El clon identificado con el código del investigador o campo: C92.140 y con el código del CIP No. 392797.22, posteriormente fue denominado la variedad UNICA. El proceso iniciado el año 1991, tuvo tres fases (Mendoza et al., 2003): 1. Por resistencia a virus PVY (Potato Virus Y) y PVX (Potato Virus X), 2. Por tolerancia al virus PLRV (Potato Leaf Roll Virus) y al nematodo RKN (Root Knot Nematode) y. Tolerante a heladas.

4.10.4. Características agronómicas

El período de dormancia de la semilla alcanza los 40 a 50 días, presenta ligera dominancia apical. El período vegetativo es precoz (70 a 90 dds) en condiciones de trópico alto o Sierra (2.000 a 3.800 msnm) para fines de multiplicación de semilla. Presenta características de semi-precoz (90 a 110 dds) en condiciones de trópico bajo como la Costa o los Valles Interandinos (0 a 1.500 msnm), Alto rendimiento potencial (50 tn/ha). Para el invierno en zonas de Costa Peruana (trópico bajo) y en épocas húmedas de la zona Sierra (trópico alto) se puede alcanzar el rendimiento potencial. En la primavera y en la época seca de las respectivas zonas se reduce el rendimiento. Comercialmente se pueden lograr rendimientos promedios de hasta 40 tn/ha.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. TIPO DE INVESTIGACION: CUANTITATIVO

5.2. LUGAR Y UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

5.2.1. Ubicación espacial

El presente estudio se realizó en campo abierto en la comunidad campesina de Puiso perteneciente al distrito de San Jerónimo y Provincia de Andahuaylas de la Región de Apurímac.

Ubicación política

- ✧ Región : Apurímac.
- ✧ Provincia : Andahuaylas.
- ✧ Distrito : San Jerónimo.
- ✧ Sector : Puiso.

Ubicación geográfica : Coordenadas UTM

- ✧ Número de zona : 18L
- ✧ Este : 0672447
- ✧ Norte : 8488672
- ✧ Altitud : 2870 m

Ubicación hidrográfica:

- ✧ Cuenca : Pampas
- ✧ Sub Cuenca : Chumbao
- ✧ Micro cuenca : Andahuaylas

Ubicación ecológica según Holdridge

- ✧ Zona de vida : Montano bajo
- ✧ Humedad relativa promedio anual : 59.5%
- ✧ Precipitación anual : 1443.3 - 1575.5 mm

✧ Temperatura media : 16.1°C

Zona de vida: según Holdridge, L. R. (1967).

✧ Bosque húmedo templado frío.

Parámetros climatológicos de la zona de estudio

La zona de estudio presenta un clima variado, generalmente desde frío a ligeramente templado, las temperaturas promedio pueden llegar desde los -10 °C hasta los 26,4°C como mínimo y máximo respectivamente, en cuanto a la humedad también se encontró una humedad mínima de 45% y una humedad máxima de 74 % como promedios durante el periodo de la investigación.

Precipitación

La Precipitación promedio es mayor, en el mes de enero con 121.14 mm, menor en el mes de Julio con 6.30 mm. Precipitación al 75%, Es mayor en el mes de enero con 102.97 mm y menor en el mes de Julio con 5.35 mm. En una lluvia determinada solo un porcentaje de la misma cumple esta función pues se produce pérdidas por escorrentía, evaporación y por percolación profunda.

Ecología

Clasificado Ecológicamente como Bosque Sierra Sub Tropical Media Alta.

Suelo

Estos suelos se encuentran en la microcuenca del río Chumbao, situado en una terraza media de origen aluvial, formado por un conglomerado de arena, limo, arcilla y roca.

5.2.2. Ubicación temporal

El presente estudio tuvo una duración 04 meses, iniciándose en el mes de agosto del 2017 y se finalizó en diciembre del año 2017, y comprende dos fases: pre experimental y experimental.

Fase pre experimental

Se realizó en el mes de julio hasta el mes de agosto y consiste en la adquisición de semillas, adquisición de hidrogel, preparación de terreno e instalación de la parcela, distribución de los tratamientos en base al diseño experimental planteado y la preparación de las dosis experimentales.

Fase experimental

En esta fase se realizó la toma de datos de las muestras que se determinó en el diseño experimental. Tuvo una duración de 122 días (agosto hasta diciembre del año 2017).

5.3. MATERIALES Y MÉTODOS PARA LA INVESTIGACIÓN

5.3.1. Materiales

Para el experimento de campo:

- Picos
- Rastrillos
- Cordel
- Estacas
- Madera (triplay)
- Rafia
- Manguera de riego de 1 pulgada.

Para la evaluación en campo:

- Balanza
- Cinta métrica
- Cuaderno de campo

Material de escritorio o gabinete:

- Computadora
- Calculadora
- Lapiceros
- Impresora

- Útiles de escritorio
- Papel bond A-4

5.3.2. Material biológico

Se utilizó 216 tubérculos - semillas de (*Solanum tuberosum*) var. Única.

5.3.3. Insumos

Para el presente estudio se emplearon fertilizantes como Urea, fosfato di amónico, cloruro de potasio, abono foliar y adherentes, pesticidas (fungicidas e insecticidas) para control de enfermedades fungosas e insectos.

5.4. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

5.4.1. Tratamientos evaluados

Cuadro N° 2: Tratamientos evaluados

Tratamientos	Descripción	Simbología
T1	suelo arenoso franco/con hidrogel	SAF/DB
T2	suelo arenoso franco/con hidrogel	SAF/DM
T3	suelo arenoso franco/con hidrogel	SAF/DA
T4	suelo arenoso franco/sin hidrogel (testigo)	SAF/D0
T5	suelo franco arenoso/con hidrogel	SFA/DB
T6	suelo franco arenoso/con hidrogel	SFA/DM
T7	suelo franco arenoso/con hidrogel	SFA/DA
T8	suelo franco arenoso/sin hidrogel (testigo)	SFA/D0

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2. Dosis de hidrogel por tratamiento

Cuadro N° 3: Dosis de los tratamientos

Tratamientos	Dosis de aplicación (por hectárea)	Dosis de aplicación (por tratamiento)	Descripción
T1	50.00 Kg	14 g	Dosis baja de hidrogel
T2	70.00 Kg	20 g	Dosis media de hidrogel
T3	90.00 Kg	26 g	Dosis alta de hidrogel
T4	0.00 Kg	0 g	Dosis cero de hidrogel (testigo)
T5	50.00 Kg	14 g	Dosis baja de hidrogel
T6	70.00 Kg	20 g	Dosis media de hidrogel
T7	90.00 Kg	26 g	Dosis alta de hidrogel
T8	0.00 Kg	0 g	Dosis cero de hidrogel (testigo)

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3. Variables de la investigación

Variables dependientes

Rendimiento del cultivo de papa

Retención de agua en el suelo.

Variables independientes

Dosis de hidrogel

Tipo de suelo

Capacidad de retención de humedad

5.4.4. Indicadores

Así mismo tenemos los siguientes indicadores:

❖ Factores Precocidad

Número de días a la emergencia

Número de días floración

❖ Factores Rendimiento

Altura de planta

Número de tallos por planta

Número de tubérculos por planta

Rendimiento de peso de tubérculos por categorías/planta en la cosecha

❖ Factores capacidad de retención de humedad

Frecuencia de riego

Dosis de hidrogel

5.4.5. Diseño experimental

El diseño que se empleó en la presente investigación, es de un **Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo Bifactorial** Combinatorio de (2x3)

+ 2, con 08 tratamientos por bloque y tres repeticiones, haciendo un total de 24 parcelas distribuidas completamente al azar.

El modelo aditivo lineal para el análisis simple del DBCA:

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + B_k + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = es la observación perteneciente al k ésimo nivel del factor B , al j ésimo nivel del factor A , en la réplica i .

μ = es la media general.

R_i = es el efecto del i ésimo bloque o réplica.

A_j = es el efecto debido al j ésimo nivel del factor A .

B_k = es el efecto debido al k esimo nivel del factor B .

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el i esimo nivel del factor B y el j esimo nivel del factor A .

e_{ijk} = es el término del error experimental.

5.4.6. Análisis de la información

5.4.6.1. Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza, utilizado para este ensayo fue el siguiente:

Tratamientos = 08

Repeticiones = 03

Cuadro N° 4: Análisis de Varianza para el diseño experimental

Fuente de Variación (F.V)	Grados de Libertad (G.L)		
GL total	24	1	23
GL tratamiento	8	1	7
GL bloques	3	1	2
GL suelo	2	1	1
GL dosis	4	1	3
GL suelo x dosis	4	1	3
GL error	23	9	14

CV. (coeficiente de variación %)

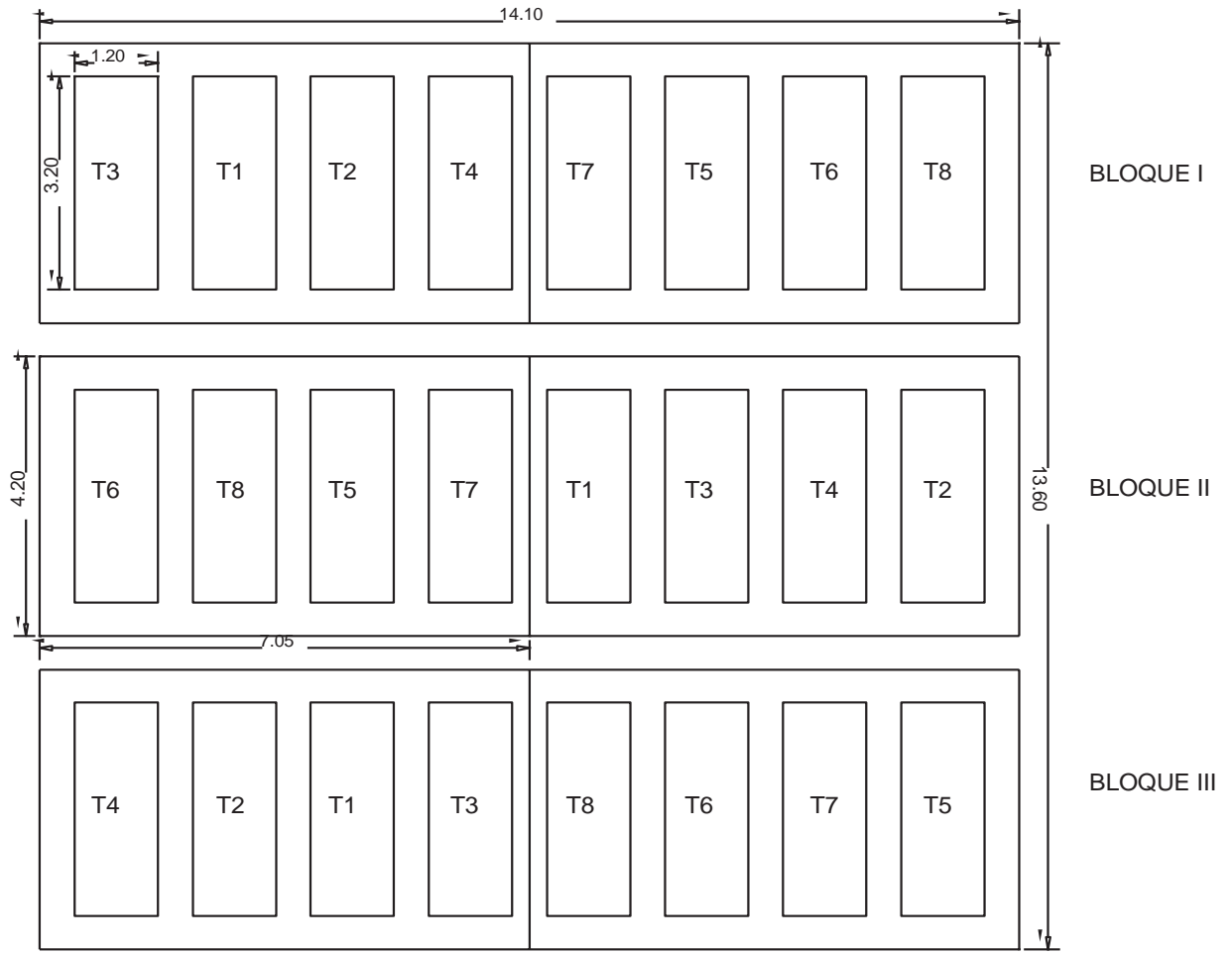
Fuente: Elaboración propia

5.4.6.2. Análisis funcional

Para el intervalo o número de riego, número de ramas, número de tubérculos y rendimiento de peso de tubérculos se utilizó la prueba de Tukey al 5 % para determinar la significancia de los tratamientos.

5.4.7. Distribución del campo experimental

Croquis N° 01: Distribución de los tratamientos



Fuente: Elaboración propia.

5.4.7.1. Características del campo experimental

Cuadro N° 5: Descripción del campo experimental

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Forma del campo experimental	Rectangular
Área total del campo experimental	191.76 m ²
Área total neta del campo experimental	177.66 m ²
Largo del bloque	14.10 m
Ancho del bloque	13.60 m
Área de la unidad experimental	3.84 m ²
Largo de la unidad experimental	3.20 m
Ancho de la unidad experimental	1.20 m
Ancho de los caminos	1.00 m
Distancia entre surcos	0.80 m
Distancia entre plantas	0.40 m
Número de bloques en el campo experimental	03 unid
Número de unidades experimentales por bloque	08 unid
Número total de unidades experimentales	24 unid
Número total de surcos por unidad experimenta	03 unid
Número de plantas por suco	03 plantas
Cantidad de plantas por unidad experimental	09 plantas
Cantidad de plantas evaluadas por bloque	24 plantas
Cantidad total de plantas en todo el campo experimental	216 plantas
Cantidad de plantas a evaluarse por unidad experimental	03 plantas
Cantidad de plantas evaluadas en el experimento	72 unid

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8. Metodología para la evaluación

5.4.8.1. Variables agronómicas

Es la característica en el cual se evaluó los efectos de los tratamientos. Las variables respuestas que proporcionan las mediciones del experimento a continuación se detallan los siguientes:

✓ **Altura de planta**

Se evaluaron 3 plantas del cultivo de papa elegidas al azar de cada unidad experimental, esta actividad se realizó a los 95 días en plena floración donde alcanzó su máximo desarrollo foliar se midió del cuello de la planta hasta la yema apical o punta de la planta, cuya medición fue cm/planta como término cuantitativo.

✓ **Numero de tallos**

De la misma manera, se evaluaron 3 plantas del cultivo de papa elegidas al azar de cada unidad experimental, esta actividad se realizó a los 95 días en plena floración donde alcanzó su máximo desarrollo foliar se contó solo los tallos principales.

✓ **Número de tubérculos.**

Se evaluó posterior a la cosecha, clasificando por categorías según como exige el mercado local (primera, segunda y tercera) y se hicieron los conteos correspondientes para encontrar el número de tubérculos por planta.

✓ **Peso de tubérculo.**

Se tomaron las medidas de peso de tubérculos en kilogramos, clasificando por categorías (primera, segunda y tercera).

✓ **Frecuencia de riegos**

Esta actividad se determinó mediante la evaluación o prueba empírica de capacidad de campo para suelos de textura arenosa. Detalles que fueron indicadas en variables agronómicas.

Disponibilidad de agua en el suelo A (capacidad máxima 100 %). Al comprimir, no brotan gotas de agua en la superficie de la muestra, pero sí queda en la mano el contorno húmedo de la bola.

De acuerdo a la evaluación empírica el suministro de riego para cada tratamiento se aplicó cuando la disponibilidad de agua en el suelo fluctúa (25 a 50%). Según el aforo de agua de riego se tuvo 12 litros por minuto, o sea cada unidad experimental se regó por tres minutos lo que equivale a 36 litros ó 0.036 m³ de volumen por unidad experimental para cada riego.

5.4.9. Manejo de la parcela experimental

5.4.9.1. Preparación del terreno

La preparación de suelo para la presente investigación se realizó en la comunidad campesina de Puiso el cual consistió con la preparación de dos tipos de suelo, el tipo de suelo areno franco fue trasladado en carretillas a la parcela experimental hasta alcanzar una profundidad de siembra de 20 cm de altura y el tipo de suelo franco arenoso se realizó una preparación manual profunda con la finalidad de tener un suelo suelto para favorecer el mejor crecimiento de las raíces.

5.4.9.2. Desinfección de semilla

Se desinfectaron la semilla común con el producto llamado **Parachupadera 740 PM** cuyo ingrediente activo es (Flutolanil + Captan), para no tener problemas con hongos que causan “Chupadera” como Rhizoctonia, Sclerotium, Fusarium y Pythium esto durante la germinación de la semilla. Esta actividad se realizó de la siguiente forma: Se lavó las 216 semillas con agua limpia, luego en un cilindro se preparó 10 litros de agua con 50 gramos del producto **parachupadera** para luego someter en una malla la semilla durante 2 minutos, seguidamente se retiró la semilla para el oreado, quedando así listo para la siembra.

5.4.9.3. Surcado

El surcado se realizó de forma manual con las herramientas de campo a una distancia de 0.80 cm.

5.4.9.4. Siembra

La siembra se realizó en forma manual en distancias de 0.40 cm entre planta y planta, y 0.80 cm entre surcos, para lo cual se utilizó la semilla común desinfectado.

5.4.9.5. Fertilización

Como práctica de fertilización se utilizaron fertilizantes de mayor importancia en la zona conocidos como NPK. Siendo el nivel de fertilización de 182-230-150 de NPK, tomando como fórmula tipo de la zona de Andahuaylas. Los fertilizantes utilizados fueron los siguientes: fosfato di amónico, cloruro de potasio y urea. Donde en la siembra se aplicaron el 100% fósforo y el potasio (la mezcla de fosfato di amónico con cloruro de potasio) y la aplicación de Nitrógeno (N) ha sido fraccionado en la siembra 49 % (nitrógeno que deriva de fosfato di amónico) y en primer apoque el 51 % (nitrógeno de urea).

5.4.9.6. Cantidad de hidrogel

El requerimiento de hidrogel se calculó para cada tratamiento y planta, teniendo en cuenta la cantidad de hidrogel en gramos, ya que la siembra se realizó en surcos y por golpe. El cálculo realizado fue de la siguiente manera:

✓ **Cálculo de cantidad de semilla de papa por hectárea:**

$$\frac{10000 \text{ m}^2}{0.4 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}} = \frac{10000 \text{ m}^2}{0.32 \text{ m}^2} = 31,250 \text{ plantas por } 1.0 \text{ hectárea}$$

✓ **Cálculo de hidrogel dosis baja 50 kg por hectárea:**

31,250 plantas ----- 50 kg (tratamientos **T1** y **T5**)

9 plantas ----- x kg (cantidad de plantas por dosis)

$$\frac{9 \cancel{\text{plantas}} \times 50 \text{ kg}}{31,250 \cancel{\text{plantas}}} = \frac{450}{31,250} = 14 \text{ gr/trat.} = 1,6 \text{ gr/planta}$$

✓ **Cálculo de hidrogel dosis media 70 kg por hectárea:**

31,250 plantas ----- 70 Kg (tratamientos **T2** y **T6**)

9 plantas ----- x Kg (cantidad de plantas por dosis)

$$\frac{9 \cancel{\text{plantas}} \times 70 \text{ Kg}}{31,250 \cancel{\text{plantas}}} = \frac{630}{31,250} = 20 \text{ g/tratamiento} = 2,2 \text{ g/planta}$$

✓ **Cálculo de hidrogel dosis alta 90 Kg por hectárea:**

31,250 plantas ----- 90 Kg (tratamientos **T3** y **T7**)

9 plantas ----- x Kg (cantidad de plantas por dosis)

$$\frac{9 \cancel{\text{plantas}} \times 90 \text{ Kg}}{31,250 \cancel{\text{plantas}}} = \frac{810}{31,250} = 26 \text{ g/tratamiento} = 2,9 \text{ g/planta}$$

✓ **Cálculo de hidrogel dosis cero 00 Kg por hectárea:**

31,250 plantas ----- 90 Kg (tratamientos **T4** y **T8**)

54 plantas ----- x Kg (cantidad de plantas por dosis)

$$\frac{9 \cancel{\text{plantas}} \times 00 \text{ Kg}}{31,250 \cancel{\text{plantas}}} = \frac{0.00}{31,250} = 0.00 \text{ kg} = 0.00 \text{ g/tratamiento} = 0 \text{ g/planta}$$

5.4.9.7. Primer aporque

Se realizó cuando las plantas alcanzaron entre 25 y 30 cm de altura, esto el 06 de setiembre 2017. En la cual el aporque se hizo dependiendo de las condiciones

climatológicas (se realizó cuando el suelo se encontraba con humedad apropiada).

En el primer aporque se realizó la fertilización con urea agrícola, cubriéndolo con tierra para evitar la volatilización.

5.4.9.8. Riego

El riego aplicado fue sólo en momentos críticos del cultivo, y que permiten un sustancial ahorro del agua sin merma de producción, principalmente en las etapas del crecimiento de la planta, sobre todo en la etapa de tuberización. En cuanto a la técnica de riego utilizado fue el riego localizado con manguera reforzada de 3 capas con conexiones latón de $\frac{3}{4}$ ", el primer riego se aplicó a todos los tratamientos por igual con una duración de 3 minutos, que equivale 36 litros ó 0.036 m^3 para cada unidad experimental por cada riego y para los posteriores riegos de cada tratamiento se aplicó mediante el método de capacidad de campo para analizar el punto de marchitez el mismo que consiste en: presionar con el puño cerrado la tierra de la base de la planta de una profundidad de 10 cm de suelo, así mismo se evaluó a simple vista la turgencia de foliolos de la planta; este método se utilizó para determinar la frecuencia de riego para cada tratamiento.

El suministro de riego se realizó de acuerdo al tipo de suelo y dosis de hidrogel según lo evaluado para cada tratamiento.

5.4.9.9. Manejo de malezas

En el área experimental se encontraron varias especies de malezas, predominando el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), atacco (*Amaranthus hybridus*) y el trébol carretilla (*Medicago sativa*). Las malezas o malas hierbas son otras plantas que compiten con las plantas del cultivo papa en el uso del espacio, agua y nutrientes; por otro lado, las malezas pueden ser hospederos de

patógenos que causan daños al cultivo de papa. Es por ello que en las parcelas de investigación se realizaron labores culturales para el manejo de las malezas, el cual se controló manualmente y con herramientas de campo en el primer y segundo aporque.

5.4.9.10. Control fitosanitario

Los controles fitosanitarios se realizaron en prevención de ataque de algunas enfermedades como: **Rhizoctonia solani** para el control y/o prevención se utilizó un fungicida de nombre comercial Aliette el cual tiene como ingrediente activo (fosetil de aluminio), la aplicación se realizó al 100% de emergencia de las plantas.

De igual manera contra **Alternaria solani** se utilizó un fungicida de nombre comercial ópera, el cual tiene como ingrediente activo (epoxiconazole + piraclostrobin); este producto se aplicó en el primer aporque y segundo aporque para no tener problemas posteriores. Para el control de plagas como **Diabrotica sp, Epitrix sp**, se utilizó un insecticida de nombre comercial Ciperklin el cual tiene como ingrediente activo (Cipermetrina).

Cuadro N° 6: Aplicación de pesticidas en el control de plagas y enfermedades del campo experimental.

Nombre común	Nombre científico	Control	Dosis
Pudrición radicular (chupadera)	Rizoctonia sp Pythim sp Fusarium sp	Aliette (Fosetil de aluminio)	500 g/cil. (200 lt de agua)
Tizón temprano (alternaria)	Alternaria solani	Opera (epoxiconazole + piraclostrobin)	125 ml/cil. (200 lt de agua)
Pulgones	Myzus sp	Ciperklin (Cipermetrina)	250 ml/cil. (200 lt de agua)

Fuente: Elaboración propia.

5.4.9.11. Segundo aporque

El segundo aporque se realizó con la finalidad de cubrir con tierra los tubérculos a fin de reducir el verdeamiento y reducir la densidad de malezas, esto se realizó el 27 de setiembre del 2017.

5.4.9.12. Corte o eliminación de área foliar

La eliminación de área foliar se realizó previo a una evaluación, esto dos semanas antes de la cosecha de tubérculos para que la piel se adhiera firmemente a la pulpa y así facilitar la cosecha.

5.4.9.13. Cosecha

El escarbe o cosecha se realizó para la extracción de los tubérculos. La modalidad de cosecha fue manual, una vez llegado al estado de madurez comercial, es decir cuando los tubérculos presentaron las características de madurez (piel firmemente adherida a la pulpa).

5.4.9.14. Selección

La selección se hizo para clasificar según e categorías que exige el mercado local de la provincia de Andahuaylas (primera, segunda y tercera), para el conteo del número de tubérculos y peso de los mismos.

5.4.10. Población, muestra y muestro

Población

Está constituido por la totalidad de plantas de papa, que son 216.

Muestra

Está constituida por 3 plantas por parcela experimental haciendo un total de 72 plantas de papa (matas).

Muestreo

Probabilístico, en forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque todas las plantas de papa, tendrán la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

5.4.11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Altura de planta

Se realizó al alcanzar su máximo crecimiento en la floración a los 95 días, se midió desde el cuello de la planta hasta la punta de la yema apical superior la medición se realizó con cinta métrica (cm).

Número de tallos por planta

El conteo se realizó cuando la planta alcanzó su máximo crecimiento durante la floración a los 95 días; haciendo el conteo de número de tallos principales por planta.

Número de tubérculo por planta.

Esta labor se realizó al finalizar la cosecha haciendo un conteo total de tubérculos por planta.

Peso de tubérculo por planta

Se determinó el peso total de tubérculo por planta y por categoría (primera, segunda y tercera) después de la cosecha utilizando una balanza analítica.

Número de riego

Se realizó el riego por tratamiento desde el inicio de siembra hasta la cosecha la unidad de medida fue en números de riego por campaña.

Frecuencia de riego

Esta actividad se determinó mediante la evaluación de capacidad de campo para suelos de textura arenosa el mismo que consistió en:

Disponibilidad de agua en el suelo (0 a 25 %). Seco, suelto, fluye entre los dedos.

Disponibilidad de agua en el suelo (25 a 50 %). Parece seco, no se forma bola con la presión.

Disponibilidad de agua en el suelo (50 a 75 %). No se forma bola con la presión o tiende a formar bola, pero rara vez se mantiene compacta.

Disponibilidad de agua en el suelo (75 hasta capacidad máxima 100 %). Tiende a aglutinarse o forma bola de poca consistencia, se desmenuza fácilmente y nunca queda lisa.

Disponibilidad de agua en el suelo (A capacidad máxima 100 %). Al comprimir, no brotan gotas de agua en la superficie de la muestra, pero sí queda en la mano el contorno húmedo de la bola.

El suministro de riego para cada tratamiento se aplicó cuando la disponibilidad de agua en el suelo fluctúa (25 a 50%).

Procedimiento de recolección de datos.

Se realizó mediante la utilización de los materiales como cuaderno de apunte, cinta métrica, lapicero, balanza analítica, observaciones directas diarias en el campo experimental. Posteriormente de la siembra correspondiente en el mismo sistema diseñado y los datos se tomaron en toda la fenología del cultivo de acuerdo a las variables planteadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. RENDIMIENTO.

6.1.1. Rendimiento de peso de tubérculo total.

Cuadro N° 7: Datos de rendimiento de tubérculo total por tratamiento en (kg).

Tipos de suelo	Tratamientos.	Bloques			Σ (trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
suelo arenoso franco	T1	27.80	28.00	28.00	83.80	27.93
	T2	31.00	29.00	32.00	92.00	30.67
	T3	24.32	25.60	20.60	70.52	23.51
	T4	21.75	23.50	26.45	71.70	23.90
suelo franco arenoso	T5	19.00	17.85	22.00	58.85	19.62
	T6	20.00	18.77	17.47	56.24	18.75
	T7	18.10	19.40	20.69	58.19	19.40
	T8	19.10	19.80	19.00	57.90	19.30
	Σ (Bloq.)	181.07	181.92	186.21	549.20	22.88

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 8: Análisis de varianza para rendimiento de peso de tubérculo total por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1/
Bloque	2	1.90	0.95	0.30	3.74	6.51	ns	ns
Tratamiento	7	420.86	60.12	19.27	2.76	4.28	*	*
Tipo suelo	1	314.22	314.22	100.69	4.6	8.86	**	**
Dosis	3	46.90	15.63	5.01	3.34	5.56	*	ns
Interacción (suel. x dos.)	3	59.74	19.91	6.38	3.34	5.56	*	*
Error	14	43.69	3.12					
Total	23	466.44						
CV.	7.72%							

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de variabilidad

$$CV\% = \frac{\sqrt{CM_{err}}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{3.12}}{22.88} \times 100 \quad CV = 7.72 \%$$

Del cuadro 08 del ANVA para peso de papa se muestra que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad es de 7.72% esto indica que los

datos analizados para el procesamiento de estas variables expresan confiabilidad en sus resultados. Para la F calculada de tratamientos e interacción tipo de suelo por dosis de hidrogel muestran diferencias significativas entre sí. Por lo que se procede a realizar la comparación de medias a través de la prueba de tukey.

Cuadro N° 9: Prueba de Tukey para los tratamientos en rendimiento de peso de tubérculo total (kg) al ($\alpha= 5\%$).

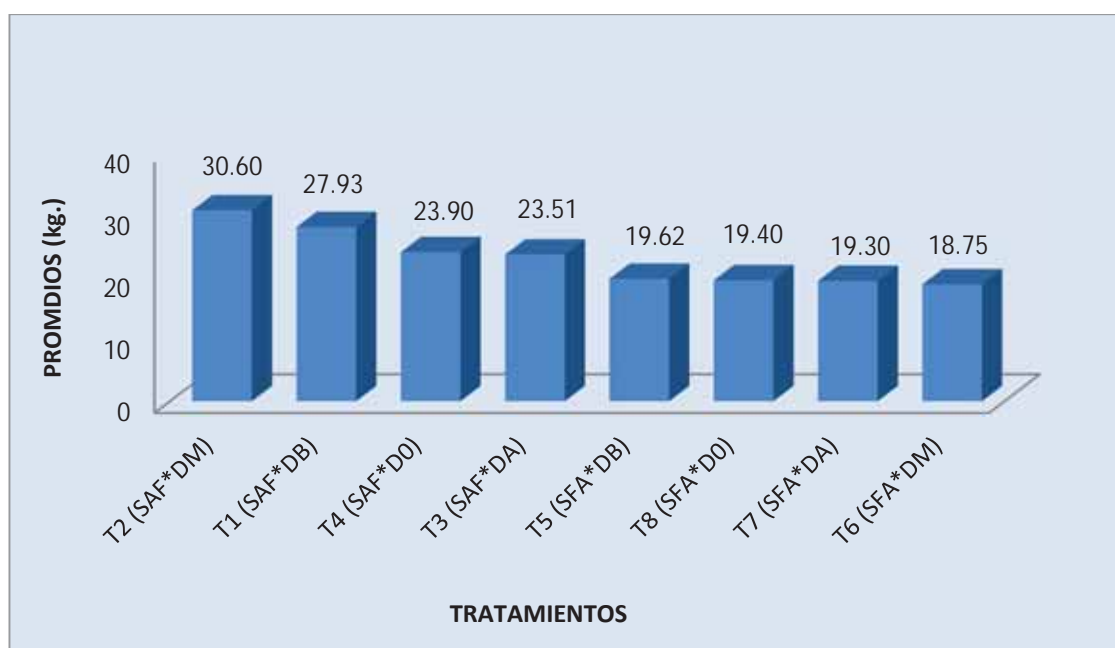
Tratamientos	Interacción	Promedios (kg)	Rango
T2	suelo arenoso franco * dosis media de hidrogel	30.60	a
T1	suelo arenoso franco * dosis baja de hidrogel	27.93	ab
T4	suelo arenoso franco * dosis cero de hidrogel	23.90	bc
T3	suelo arenoso franco * dosis alta de hidrogel	23.51	bc
T5	suelo franco arenoso * dosis baja de hidrogel	19.62	bc
T8	suelo franco arenoso * dosis cero de hidrogel	19.40	bc
T7	suelo franco arenoso * dosis alta de hidrogel	19.30	bc
T6	suelo franco arenoso * dosis media de hidrogel	18.75	bc

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de Tukey, se puede afirmar que los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas clasificándose de la siguiente manera: en el rango A determinada por tratamiento **T2** (suelo arenoso franco * dosis media de hidrogel) que tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 30.60 kilogramos. En el rango AB, determinada por el tratamiento **T1** (suelo arenoso franco* dosis baja de hidrogel) que tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 27.93 kilogramos. Asimismo, en el rango BC, determinada por los tratamientos **T4, T3, T5, T8, T7 y T6** (suelo arenoso franco * dosis cero de hidrogel, suelo arenoso franco * dosis alta de hidrogel, suelo franco arenoso * dosis baja de hidrogel, suelo franco

arenoso * dosis cero de hidrogel, suelo franco arenoso * dosis alta de hidrogel y suelo franco arenoso * dosis media de hidrogel) respectivamente, que tienen rendimiento de peso de tubérculo desde 18.75 kilogramos hasta 23.90 kilogramos.

Gráfico N° 1: Promedio de rendimiento de tubérculo para los tratamientos en (kg.)



Fuente: Elaboración propia

Para promedio de rendimiento de peso de tubérculo total para los tratamientos, se observa que el tratamiento **T2** (suelo arenoso franco x dosis media de hidrogel) es el que presentó mayor rendimiento de peso de tubérculo total y que el tratamiento **T6** (suelo franco arenoso x dosis media de hidrogel) es el que menos peso de tubérculo total presentó.

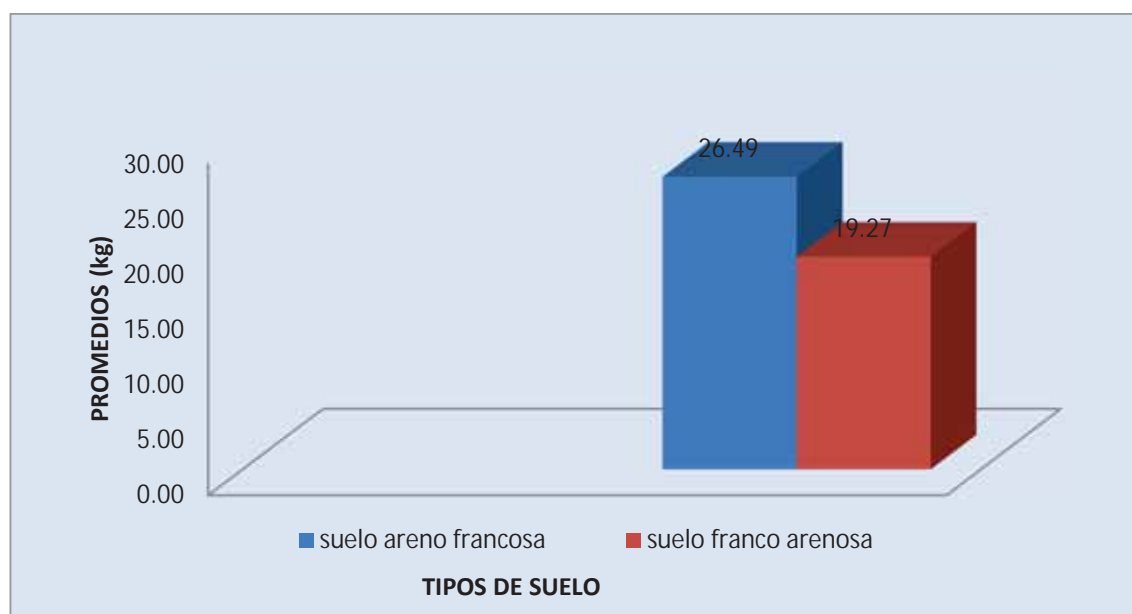
Cuadro N° 10: Prueba de Tukey para tipos de suelo rendimiento de peso de tubérculo total al ($\alpha= 5\%$).

Orden de merito	Tipos de suelo	Promedio (kg)	Rango
1°	suelo arenoso franco	26.49	a
2°	suelo franco arenoso	19.27	b

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de Tukey, se puede afirmar que los tipos de suelo tienen diferencias estadísticas significativas formando un rango estadístico que comprende: rango A, formado por el tipo de suelo arenoso franco, que tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 26.49 kilogramos. Mientras el rango B formado por el tipo de suelo franco arenoso tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 19.27 kilogramos.

Grafico N° 2: Promedio de rendimiento de peso de tubérculo total para tipo de suelo en (kg.)



Fuente: Elaboración propia

Para el promedio de rendimiento de peso de tubérculo total para el tipo de suelo se observa que el tipo de suelo arenoso franco es el que presentó mayor rendimiento de peso de tubérculo total y el tipo de suelo franco arenoso es el que menos rendimiento de peso de tubérculo total presentó.

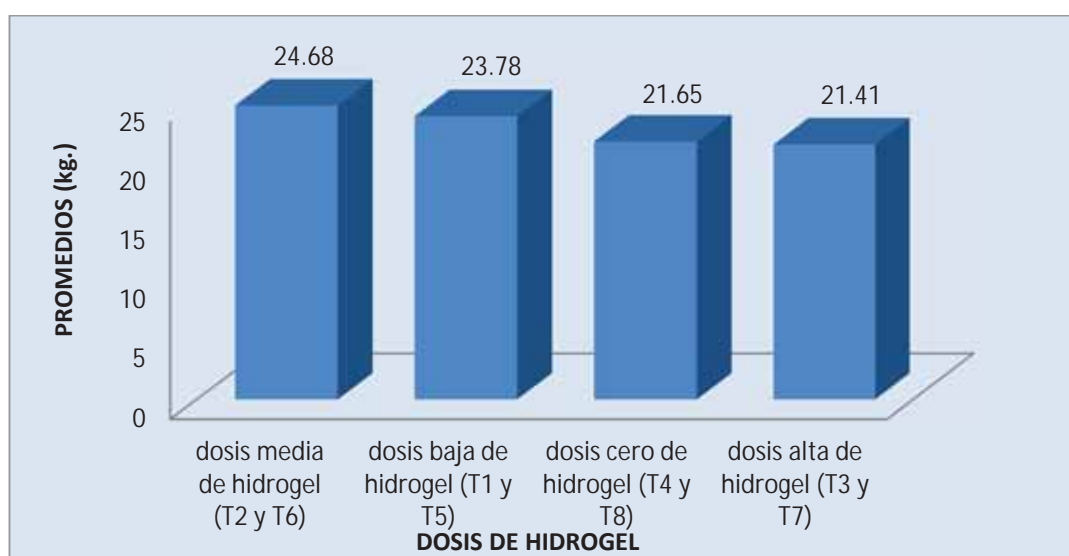
Cuadro N° 11: Prueba de Tukey para dosis de hidrogel en rendimiento de peso de tubérculo total al ($\alpha= 5\%$).

Orden de merito	Dosis de hidrogel	Promedio (kg)	Rango
1°	dosis media de hidrogel	24.68	a
2°	dosis baja de hidrogel	23.78	a
3°	dosis cero de hidrogel	21.65	a
4°	dosis alta de hidrogel	21.41	a

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de Tukey, se puede afirmar que las dosis de hidrogel no tienen diferencias estadísticas significativas formando un rango estadístico que comprende: rango A, determinado por las dosis de (dosis media, dosis baja, dosis cero y dosis alta), que tiene un rendimiento de peso de tubérculo total entre 21.41 kilogramos hasta 24.68 kilogramos.

Grafico N° 3: Promedio de rendimiento de peso de tubérculo total para dosis de hidrogel en (kg.)



Fuente: Elaboración propia

Para promedio de rendimiento de peso de tubérculo total para dosis de hidrogel se observa que los tratamientos T2 y T6 (dosis media de hidrogel) es el que presentó mayor rendimiento de peso de tubérculo total y que los tratamientos T3 y

T7 (dosis alta de hidrogel) es el que menos rendimiento de peso de tubérculo total presentó.

6.1.2. Rendimiento de peso de tubérculo categoría primera

La presente investigación considero la evaluación en medición rendimiento de peso de tubérculo de planta del cultivo de papa variedad Única consecuencia de la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel producidos en dos tipos de suelo, en ese sentido se presentan los resultados y análisis estadísticos de categoría primera.

Cuadro N° 12: Datos de rendimiento de peso de tubérculo categoría primera por tratamiento.

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
SUELO ARENO FRANCOSA	T1	22.70	24.60	25.95	73.25	24.42
	T2	27.45	25.75	29.60	82.80	27.60
	T3	20.90	22.50	18.00	61.40	20.47
	T4	18.70	20.50	24.50	63.70	21.23
SUELO FRANCO ARENOSA	T5	16.40	14.70	18.30	49.40	16.47
	T6	17.70	15.15	15.10	47.95	15.98
	T7	16.10	16.90	19.00	52.00	17.33
	T8	15.80	17.00	16.26	49.06	16.35
	Σ (Bloq.)	155.75	157.10	166.71	479.56	19.98

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 13: Análisis de varianza para rendimiento de peso de tubérculo categoría primera por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	8.93	4.46	1.30	3.74	6.51	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Tratamiento	7	384.09	54.87	16.00	2.76	4.28	**	**
Suelo	1	285.25	285.25	83.18	4.60	8.86	**	**
Dosis	3	36.42	12.14	3.54	3.34	5.56	*	<i>Ns</i>
Interacción (suel. x dos.)	3	62.43	20.81	6.07	3.34	5.56	*	*
Error	14	48.01	3.43					
Total	23	441.03						
CV.	9.27							

Fuente: Elaboración propia

Coeficiente de variabilidad

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMerr}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{3.43}}{19.98} \times 100 \quad CV = 9.27 \%$$

Análisis de varianza para rendimiento de peso de tubérculo categoría primera, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 9.27 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (83.18) es mayor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (3.54) es mayor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (6.07) es mayor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son diferentes entre sí.

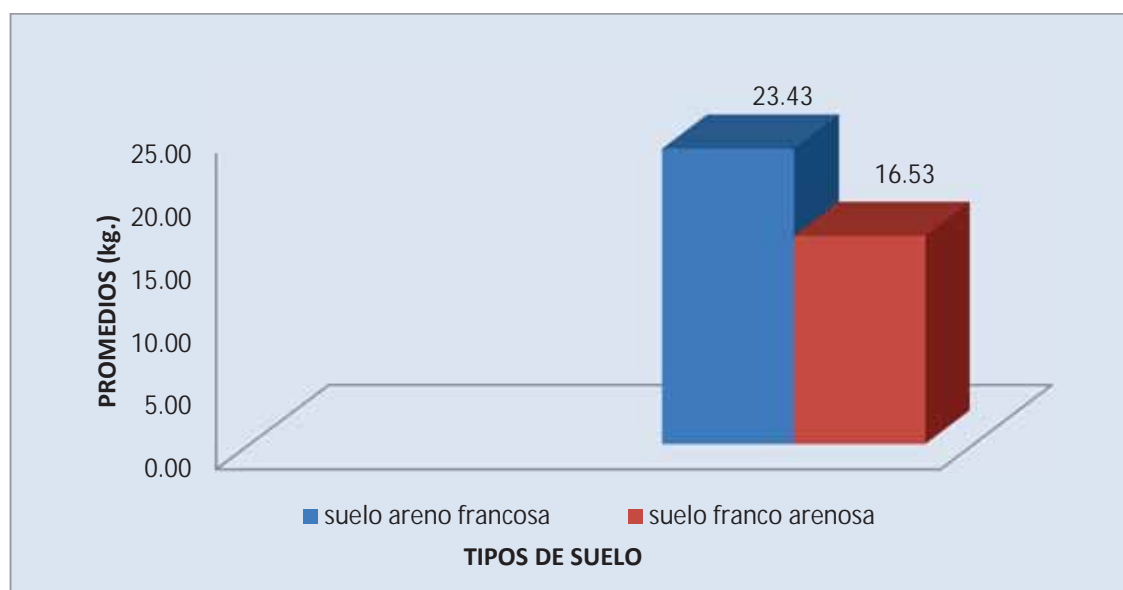
Cuadro N° 14: Prueba de Tukey, promedio de rendimiento de peso de tubérculo para categoría primera para el tipo de suelo en (kg) al ($\alpha= 5\%$).

Orden de merito	Tipos de suelo	Promedio (kg)	Rango
1°	suelo arenoso franco	23.43	a
2°	suelo franco arenoso	16.53	b

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de Tukey, se puede afirmar que los tipos de suelo tienen diferencias estadísticas significativas. El rango A, formado por el tipo de suelo arenoso franco tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 23.43 Kilogramos y el rango B, formado por el tipo de suelo franco arenoso tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 16.53 Kilogramos.

Grafico N° 4: Promedio de rendimiento de tubérculo categoría primera para el tipo suelo en (kg.)



Fuente: Elaboración propia

Para promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría calibre primera para el tipo de suelo se observa que el tipo de suelo arenoso franco es el que presento mayor rendimiento de peso de tubérculo de categoría primera y el tipo de suelo franco arenoso es el que menos rendimiento de peso de tubérculo de categoría primera presentó.

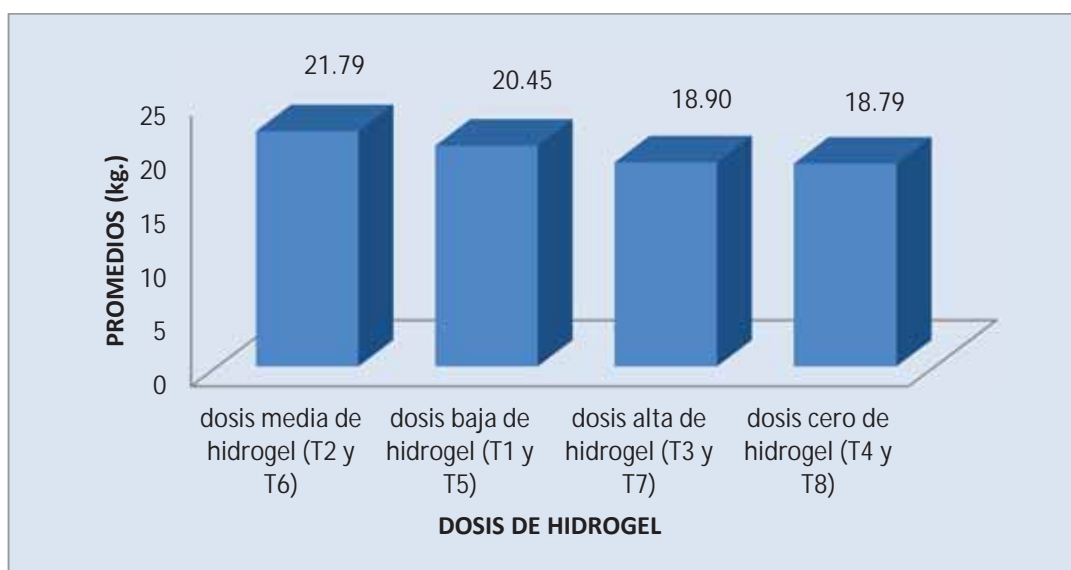
Cuadro N° 15: Prueba de Tukey, promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría primera para la dosis de hidrogel en (kg) al ($\alpha= 5\%$).

Orden de merito	Dosis de hidrogel	Promedio (kg)	Rango
1°	dosis media de hidrogel	21.79	A
2°	dosis baja de hidrogel	20.45	A
3°	dosis alta de hidrogel	18.90	A
4°	dosis cero de hidrogel	18.79	A

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de Tukey, se puede afirmar que las dosis de hidrogel no tienen diferencias estadísticas significativas. El rango A, formado por las dosis de hidrogel (dosis media, dosis baja, dosis alta y dosis cero), que tienen rendimiento de peso de tubérculo entre 18.79 Kilogramos hasta 21.79 Kilogramos.

Grafico N° 5: Promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría calibre primera para la dosis de hidrogel en (kg.)



Fuente: Elaboración propia

Para promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría primera para dosis de hidrogel se observa que los tratamientos T2 y T6 (dosis media de hidrogel) es el que presento mayor rendimiento de peso de tubérculo de categoría primera y que los tratamientos T4 y T8 (testigo con dosis cero de hidrogel) es el que menos rendimiento de peso de tubérculo de categoría primera presentó.

Cuadro N° 16: Prueba de Tukey, promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría primera para tratamientos en (kg) al ($\alpha=5\%$).

Tratamientos	Interacción	Promedios	Rango
T2	suelo arenoso franco * dosis media de hidrogel	27.60	a
T1	suelo arenoso franco * dosis baja de hidrogel	24.42	ab
T4	suelo arenoso franco * dosis cero de hidrogel	21.23	b
T3	suelo arenoso franco * dosis alta de hidrogel	20.47	b
T7	suelo franco arenoso * dosis alta de hidrogel	17.33	b
T5	suelo franco arenoso * dosis baja de hidrogel	16.47	b
T8	suelo franco arenoso * dosis cero de hidrogel	16.35	b
T6	suelo franco arenoso * dosis media de hidrogel	15.98	b

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de tukey, se puede afirmar que los tratamientos tienen diferencias estadísticas significativas clasificándose de la siguiente manera: en el rango A, determinada por el tratamiento **T2** (la interacción suelo arenoso franco x dosis media de hidrogel) que tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 27.60 kilogramos. Para el rango AB, determinada por el tratamiento **T1** (la interacción suelo arenoso franco x dosis baja de hidrogel) que tiene un rendimiento de peso de tubérculo de 24.42 kilogramos. Para el rango B, determinada por los tratamientos **T4, T3, T7, T5, T8 y T6** (suelo arenoso franco x dosis cero de hidrogel, suelo arenoso franco x dosis alta de hidrogel, suelo franco arenosa x dosis alta de hidrogel, suelo franco arenosa x dosis baja de hidrogel, suelo franco arenosa x dosis cero de hidrogel y suelo franco arenosa x dosis media de hidrogel) respectivamente que tienen rendimientos de peso de tubérculo categoría primera desde 15.98 kilogramos hasta 21.23 kilogramos.

Grafico N° 6: Promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría primera para los tratamientos en (kg.)



Fuente: Elaboración propia

Para promedio de rendimiento de peso de tubérculo categoría calibre primera para los tratamientos, se observa que el tratamiento **T2** (suelo arenoso franco x dosis media de hidrogel) es el que presento mayor rendimiento de peso de tubérculo de categoría calibre primera y que el tratamiento **T6** (suelo franco arenoso x dosis media de hidrogel) es el que menos rendimiento de peso de tubérculo de categoría primera presentó.

6.1.3. Rendimiento de peso del tubérculo categoría segunda

La presente investigación considero la evaluación en medición de rendimiento de tubérculo de planta del cultivo de papa variedad Única consecuencia de la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel producidos en dos tipos de suelo, en ese sentido se presentan los resultados y análisis estadísticos de categoría segunda.

Cuadro N° 17: Datos de rendimiento de peso del tubérculo categoría Segunda por tratamiento.

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	4.30	2.80	1.65	8.75	2.92
	T2	3.00	2.50	1.60	7.10	2.37
	T3	2.95	2.20	2.30	7.45	2.48
	T4	2.55	2.80	1.30	6.65	2.22
Suelo franco arenosa	T5	2.10	2.60	3.00	7.70	2.57
	T6	2.05	2.77	1.82	6.64	2.21
	T7	1.90	2.50	1.20	5.60	1.87
	T8	3.10	2.60	2.50	8.20	2.73
	Σ (Bloq.)	21.95	20.77	15.37	58.09	2.42

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 18: Análisis de varianza para rendimiento de peso del tubérculo categoría segunda por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	3.08	1.54	4.28	3.74	6.51	*	<i>Ns</i>
Tratamiento	7	2.29	0.33	0.91	2.76	4.28	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Suelo	1	0.14	0.14	0.38	4.60	8.86	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Dosis	3	1.10	0.37	1.02	3.34	5.56	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Interacción (suel. x dos.)	3	1.05	0.35	0.98	3.34	5.56	<i>ns</i>	<i>Sn</i>
Error	14	5.04	0.36					
Total	23	10.40						
CV.	24.78							

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza para el rendimiento de peso de tubérculo categoría calibre segunda, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 24.78 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (0.38) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (1.02) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.98) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde los tratamientos son iguales entre sí.

6.1.4. Rendimiento de peso del tubérculo categoría tercera

La presente investigación considero la evaluación en medición de rendimiento en kilogramos de tubérculo de planta del cultivo de papa variedad Única consecuencia de la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel producidos en dos tipos de suelo, en ese sentido se presentan los resultados y análisis estadísticos de categoría tercera.

Cuadro N° 19: Datos de rendimiento del tubérculo categoría tercera por tratamiento en (kg.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	0.80	0.60	0.40	1.80	0.60
	T2	0.55	0.75	0.80	2.10	0.70
	T3	0.47	0.90	0.30	1.67	0.56
	T4	0.50	0.20	0.90	1.60	0.53
Suelo franco arenosa	T5	0.50	0.55	0.70	1.75	0.58
	T6	0.25	0.85	0.55	1.65	0.55
	T7	0.10	0.00	0.49	0.59	0.20
	T8	0.20	0.20	0.24	0.64	0.21
	Σ (Bloq.)	3.37	4.05	4.38	11.80	0.49

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 20: Análisis de varianza para peso del tubérculo categoría tercera por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	0.07	0.03	0.56	3.74	6.51	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Tratamiento	7	0.71	0.10	1.73	2.76	4.28	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Suelo	1	0.27	0.27	4.57	4.60	8.86	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Dosis	3	0.33	0.11	1.87	3.34	5.56	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Interacción (suel. x dos.)	3	0.11	0.04	0.64	3.34	5.56	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Error	14	0.82	0.06					
Total	23	1.60						
CV.	49.33							

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza para el rendimiento de peso de tubérculo categoría calibre tercera, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 49.33 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (4.57) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (1.87) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.64) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio. Tal es que se

acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde los tratamientos son iguales entre sí.

6.1.5. Número de tubérculos total.

La presente investigación considero la evaluación de número de tubérculo total por planta del cultivo de papa consecuencia de la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel en dos tipos de suelo, en ese sentido se presentan los resultados y análisis estadísticos.

Cuadro N° 21: Datos de número total de tubérculos por tratamiento (unid.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	112.00	99.00	71.00	282.00	94.00
	T2	85.00	97.00	90.00	272.00	90.67
	T3	113.00	111.00	73.00	297.00	99.00
	T4	81.00	100.00	84.00	265.00	88.33
Suelo franco arenosa	T5	89.00	59.00	62.00	210.00	70.00
	T6	78.00	88.00	64.00	230.00	76.67
	T7	70.00	68.00	74.00	212.00	70.67
	T8	75.00	77.00	55.00	207.00	69.00
	Σ (Bloq.)	703.00	699.00	573.00	1975.00	82.29

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 22: Análisis de varianza para número total de tubérculos (unid.) por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	1366.33	683.17	4.88	3.74	6.51	*	Ns
Tratamiento	7	3052.29	436.04	3.11	2.76	4.28	*	Ns
Suelo	1	2752.04	2752.04	19.65	4.60	8.86	**	*
Dosis	3	129.46	43.15	0.31	3.34	5.56	ns	Ns
Interacción (suel. x dos.)	3	170.79	56.93	0.41	3.34	5.56	ns	Ns
Error	14	1960.33	140.02					
Total	23	6378.96						
CV.	14.38							

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza para número total de tubérculos, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 14.38 %, nos indica que para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.41) es menor que la F

tabulada al 5% (3.34), por tanto, no es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde los tratamientos son iguales entre sí.

6.1.6. Número de tallos

La presente investigación considero la evaluación de número de tallos principales por planta del cultivo de papa consecuencia de la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel en dos tipos de suelo, en ese sentido se presentan los resultados y análisis estadísticos.

Cuadro N° 23: Datos de número de tallos por tratamiento (unid.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	15.00	12.00	15.00	42.00	14.00
	T2	18.00	20.00	15.00	53.00	17.67
	T3	25.00	16.00	12.00	53.00	17.67
	T4	15.00	12.00	14.00	41.00	13.67
Suelo franco arenosa	T5	18.00	17.00	19.00	54.00	18.00
	T6	21.00	15.00	16.00	52.00	17.33
	T7	16.00	16.00	19.00	51.00	17.00
	T8	16.00	20.00	20.00	56.00	18.67
	Σ (Bloq.)	144.00	128.00	130.00	402.00	16.75

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 24: Análisis de varianza para número de tallos (unid.) por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	19.00	9.50	1.01	3.74	6.51	ns	Ns
Tratamiento	7	73.17	10.45	1.11	2.76	4.28	ns	Ns
Suelo	1	24.00	24.00	2.54	4.60	8.86	ns	Ns
Dosis	3	10.83	3.61	0.38	3.34	5.56	ns	Ns
Interacción (suel. x dos.)	3	38.33	12.78	1.35	3.34	5.56	ns	Ns
Error	14	132.33	9.45					
Total	23	224.50						
CV.	18.36							

Fuente: Elaboración propia

Análisis de varianza para número de tallos, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 18.36 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (2.54) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (0.38) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (1.35) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son iguales entre sí.

6.1.7. Altura de planta

La presente investigación considero la evaluación de altura de planta o de cultivo de papa consecuencia de la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel en dos tipos de suelo, en ese sentido se presentan los resultados y análisis estadísticos.

Cuadro N° 25: datos para altura de planta (cm.) por tratamiento.

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	98.33	95.33	103.00	296.66	98.89
	T2	102.00	107.33	105.67	315.00	105.00
	T3	99.00	96.33	95.33	290.66	96.89
	T4	94.33	100.67	110.67	305.67	101.89
suelo franco arenosa	T5	96.67	104.33	97.67	298.67	99.56
	T6	101.33	108.33	107.67	317.33	105.78
	T7	102.33	102.00	108.33	312.66	104.22
	T8	104.67	104.00	99.67	308.34	102.78
	Σ (Bloq.)	798.66	818.32	828.01	2444.99	101.87

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 26: Análisis de varianza para altura de planta por tratamiento.

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	55.91	27.95	1.66	3.74	6.51	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Tratamiento	7	211.49	30.21	1.79	2.76	4.28	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Suelo	1	35.07	35.07	2.08	4.60	8.86	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Dosis	3	128.05	42.68	2.53	3.34	5.56	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Interaccion (suel. x dos.)	3	48.37	16.12	0.95	3.34	5.56	<i>ns</i>	<i>Ns</i>
Error	14	236.46	16.89					
Total	23	503.85						
CV.	4.03							

Fuente: Elaboración propio

Análisis de varianza para altura de planta, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 4.03 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (2.08) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (2.53) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.95) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son iguales entre sí.

6.1.8. Frecuencia de riego y volumen de agua.

La presente investigación consideró la evaluación de frecuencia de riego de cultivo de papa por la utilización de tres diferentes dosis de hidrogel en dos tipos de suelo, los cuales se presentan los siguientes resultados:

Cuadro N° 32: Datos de frecuencia de riego por tratamiento en los 122 días.

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
SUELO ARENOSO FRANCO	T1	35.00	35.00	35.00	105.00	35.00
	T2	40.00	40.00	40.00	120.00	40.00
	T3	44.00	44.00	44.00	132.00	44.00
	T4	15.00	14.00	14.00	43.00	14.33
SUELO FRANCO ARENOSA	T5	40.00	40.00	40.00	120.00	40.00
	T6	43.00	43.00	43.00	129.00	43.00
	T7	49.00	49.00	49.00	147.00	49.00
	T8	15.00	15.00	15.00	45.00	15.00
	Σ (Bloq.)	281.00	280.00	280.00	841.00	35.04

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 33: Análisis de varianza para frecuencia de riego por tratamiento en los 122 días

FV	GL	SDC	CM	F cal.	F tab.		Sign.	
					5%	1%	5%	1%
Bloque	2	0.08	0.04	1.00	3.74	6.51	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Tratamiento	7	3654.29	522.04	12529.00	2.76	4.28	**	**
Suelo	1	70.04	70.04	1681.00	4.60	8.86	**	**
Dosis	3	3565.13	1188.38	28521.00	3.34	5.56	**	**
Interacción (suel. x dos.)	3	19.13	6.38	153.00	3.34	5.56	**	**
Error	14	0.58	0.04					
Total	23	3654.96						
CV.	0.58							

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de varianza frecuencia de riego, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 0.58 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (1681.00) es mayor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (28521.00) es mayor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (153.00) es mayor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son diferentes entre sí.

Cuadro N° 34. Prueba de tukey para frecuencia de riego por tratamiento en días ($\alpha= 5\%$).

Tratamientos	Interaccion	Promedios	Rango
T7	suelo franco arenoso * dosis alta de hidrogel	49.00	a
T3	suelo arenoso franco * dosis alta de hidrogel	44.00	a
T6	suelo franco arenoso * dosis media de hidrogel	43.00	a
T2	suelo arenoso franco * dosis media de hidrogel	40.00	a
T5	suelo franco arenoso * dosis baja de hidrogel	40.00	ab
T1	suelo arenoso franco * dosis baja de hidrogel	35.00	b
T8	suelo franco arenoso * dosis cero de hidrogel	15.00	b
T4	suelo arenoso franco * dosis cero de hidrogel	14.33	b

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la prueba de Tukey, se puede afirmar que los tratamientos o interacción tipo de suelo x dosis de hidrogel tienen diferencias estadísticas significativas formando en un rango estadístico que comprende: el rango A, formado por los tratamientos **T7, T3, T6 y T2** que tienen un frecuencia de riego cada 49, 44, 43 y 40 días respectivamente, el rango AB formado por el tratamiento **T5** que tiene un frecuencia de riego cada 40 días, el rango B formado por los tratamientos **T1, T8, y T4** que tienen un frecuencia de riego cada 31, 15 y 14.33 días respectivamente.

Gráfico N° 10. Promedio de frecuencia de riego por tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Para promedio frecuencia de riego para los tratamientos o la interacción tipo de suelo x dosis de hidrogel se observa que el tratamiento T7 (suelo franco arenoso x dosis alta de hidrogel) es superior a todos los tratamientos siendo la frecuencia de riego cada 49 días y el tratamiento T4 (suelo arenoso franco x dosis cero de hidrogel) es inferior a todos los tratamientos siendo la frecuencia de riego cada 14.33 días.

6.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En el trabajo de investigación realizado en la Comunidad Campesina de Puiso del Distrito de San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas y Región Apurímac

Al Determinar la eficacia de tres dosis de hidrogel en la producción del cultivo papa (*Solanum tuberosum*) var. Única, en dos tipos de suelo en el distrito de San Jerónimo - Andahuaylas.

De 72 muestras evaluadas totales 03 por tratamiento, con 08 tratamientos y 03 repeticiones los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

6.2.1. Rendimiento de peso de tubérculo total por tratamiento.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para peso total de tubérculos, se encontró el mejor resultado en cuanto a la dosis de hidrogel, es la dosis media 20 gr/tratamiento con un peso de tubérculo de 24.68 kilogramos, en cuanto el mejor resultado para el tipo de suelo es el suelo arenoso franco con un peso de tubérculos de 26.49 kilogramos y el mejor resultado para la interacción tipo de suelo x dosis de hidrogel se obtuvo en el tratamiento **T2** (suelo arenoso franco x dosis media de hidrogel) con un peso de tubérculo de 30.60 kilogramos por tratamiento, que representa 106,25 tn/ha.

Análisis de varianza para rendimiento de peso de tubérculo total, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 7.72 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (100.69) es mayor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (5.01) es mayor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (6.38) es mayor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son diferentes entre sí.

Revista Latinoamericana de la Papa (2007), menciona que se obtiene el rendimiento de 50 tn/ha en la costa y 40 tn/ ha en la sierra.

6.2.2. Rendimiento de peso de tubérculo Categoría primera.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para rendimiento de peso de tubérculo categoría calibre primera, se encontró el mejor resultado en cuanto a la dosis de hidrogel, es la dosis media de hidrogel (20 gr/tratamiento) con un peso de tubérculo de 21.79 kilogramos, en cuanto el mejor resultado para

el tipo de suelo es el suelo arenoso franco con un rendimiento de peso de tubérculo de 23.43 kilogramos y el mejor resultado para la interacción tipo de suelo x dosis de hidrogel se obtuvo en el tratamiento **T2** (suelo arenoso franco x dosis media de hidrogel) con un peso de tubérculo de 27.60 kilogramos.

Análisis de varianza para rendimiento de peso de tubérculo categoría primera, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 9.27 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (83.18) es mayor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (3.54) es mayor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (6.07) es mayor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son diferentes entre sí.

6.2.3. Rendimiento de peso de tubérculo Categoría segunda.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para peso de tubérculos categoría segunda es lo siguiente:

Análisis de varianza para el rendimiento de peso de tubérculo categoría segunda, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 24.78 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (0.38) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (1.02) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.98) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde los tratamientos son iguales entre sí.

De acuerdo a los datos obtenidos para peso del tubérculo categoría segunda (kg.) por tratamiento en el experimento alcanzó un promedio general de **2.42** (kg.) observándose valores que van desde 1.2 kg hasta 4.30 kg por tratamiento.

6.2.4. Rendimiento de peso de tubérculo Categoría tercera.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para peso de tubérculos categoría tercera es lo siguiente:

Análisis de varianza para el rendimiento de peso de tubérculo categoría tercera, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 49.33 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (4.57) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (1.87) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.64) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de suelos, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde suelos, dosis y los tratamientos son iguales entre sí.

De acuerdo a los datos obtenidos para peso del tubérculo categoría tercera (kg.) por tratamiento en el experimento alcanzó un promedio general de **0.49** (kg.) observándose valores que van desde 0.00 kg hasta 0.90 kg por tratamiento.

6.2.5. Número de tubérculo total

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para número de tubérculos total es lo siguiente:

Análisis de varianza para número total de tubérculos, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 14.38 %, nos indica que para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.41) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto, no es significativo entre los promedios de los

tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde los tratamientos son iguales entre sí.

De acuerdo a los datos obtenidos para el número del tubérculo total (und.) por tratamiento en el experimento alcanzó un promedio general de **82.29** (und.) observándose valores que van desde 55 unidades hasta 113 unidades por tratamiento.

6.2.6. Altura de planta.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para altura de planta es lo siguiente:

Análisis de varianza para altura de planta, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 4.03 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (2.08) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (2.53) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (0.95) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son iguales entre sí.

De acuerdo a los datos obtenidos para altura de planta (cm) por tratamiento en el experimento alcanzó un promedio general de **101.87** (cm) observándose valores que van desde 94.33 cm hasta 110.67 cm por tratamiento.

Revista Latinoamericana de la Papa (2007), menciona que altura de planta de variedad Única varía de 90 a 120 cm.

6.2.7. Numero de tallos.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para número de tallos es lo siguiente:

Análisis de varianza para número de tallos, claramente nos muestra que se tuvo un coeficiente de variabilidad de 18.36 %, también nos indica que para el factor suelo la F calculada (2.54) es menor que la F tabulada al 5% (4.60), para el factor dosis la F calculada (0.38) es menor que F tabulada al 5% (3.34) y para los tratamientos o la interacción suelo x dosis la F calculada (1.35) es menor que la F tabulada al 5% (3.34), por tanto no es significativo entre los promedios de suelo, dosis y los tratamientos en estudio. Tal es que se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, en donde suelo, dosis y los tratamientos son iguales entre sí.

De acuerdo a los datos obtenidos para el numero tallos (und.) por tratamiento en el experimento alcanzó un promedio general de **16.75** (und.) observándose valores que van desde 12 unidades hasta 25 unidades por tratamiento.

6.2.8. Numero de riegos.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación para número de riegos, se encontró el mejor resultado en cuanto a la dosis de hidrogel, es la dosis alta con un numero de riego de 3 veces, en cuanto el mejor resultado para el tipo de suelo es el suelo franco arenosa con un numero de riego de 4 veces y el mejor resultado para los tratamientos o la interacción tipo de suelo x dosis de hidrogel se obtuvo en el tratamiento **T7** (suelo franco arenoso x dosis alta de hidrogel) con un numero de riego de 3 veces durante el periodo del cultivo de papa.

6.2.9. Frecuencia de riego y volumen de agua.

Según los resultados obtenidos mejor resultado para los tratamientos o la interacción tipo de suelo x dosis de hidrogel se obtuvo en el tratamiento **T7** (suelo franco arenoso x dosis alta de hidrogel) con frecuencia para cada riego cada 49

días o 3 riegos durante todo el periodo del cultivo de papa y volumen de agua suministrado fue de 08 litros ó 0.108 m³.

6.3. Evaluación económica

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el análisis económico para la producción de papa variedad Única con dosis cero de hidrogel (testigo) (Anexo N° 04) se tiene una utilidad neta estimada de S/. 2.23 soles y un índice de rentabilidad de 0.0166 % por m².

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el análisis económico para la producción de papa variedad Única con dosis baja de hidrogel ó 14 gr/tratamiento (Anexo N° 05) se tiene una utilidad neta estimada de S/. 2.37 soles y un índice de rentabilidad de 0.0153 % por m².

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el análisis económico para la producción de papa variedad Única con dosis media de hidrogel ó 20 gr/tratamiento (Anexo N° 06) se tiene una utilidad neta estimada de S/. 2.43 soles y un índice de rentabilidad de 0.0147 % por m².

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el análisis económico para la producción de papa variedad Única con dosis alta de hidrogel ó 26 gr/tratamiento (Anexo N° 06) se tiene una utilidad neta estimada de S/. 1,78 soles y un índice de rentabilidad de 0.0101 % por m².

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio se concluye en:

- ✓ El mejor rendimiento de peso de tubérculo en (kg) de la papa var. Única en los tratamientos o la interacción del tipo de suelo por dosis de hidrogel es lo siguiente: **T2**, el tipo de suelo arenoso franco por dosis media de hidrogel (20 gr/ tratamiento), se obtuvo un peso de tubérculo total de 30.60 kg/Tratamiento, equivalente a 106.25 tn/ha
- ✓ El mejor rendimiento de peso de tubérculo en (kg) de la papa var. Única con **dosis media** de hidrogel (20 gr/tratamiento), se obtuvo un peso de tubérculo total 24.68 kg/Tratamiento, equivalente a 85.69 tn/ha y el mejor rendimiento de la papa var. Única en el tipo de suelo fue **arenoso franco**, se obtuvo un peso de tubérculo total de 26.49 kg/Tratamiento, equivalente 91.98 tn/ha.
- ✓ El mejor rendimiento de número de tubérculos se presentó en el **T3** suelo arenoso franco x dosis alta de hidrogel (26 gr/tratamiento), con un promedio de 99 unidades que equivale a 11 unidades por planta; en cuanto a número de tallos se presentó en el **T8** suelo franco arenoso x dosis cero de hidrogel (testigo) con un promedio de 18.67 unidades equivalente a 2.07 unidades por planta; mientras para la altura de planta se presentó en el **T6** suelo franco arenoso x dosis media de hidrogel 20 gr/tratamiento con un promedio de 105. 78 cm por planta.
- ✓ La mejor frecuencia de riego se presentó en **T7** suelo franco arenoso x dosis alta de hidrogel (26gr/tratamiento) con frecuencia de riego cada 49

días y 108 litros ó 0.108 m³ como volumen de agua por cada unidad experimental.

- ✓ Al realizar el análisis económico (costo - beneficio), utilizando las diferentes dosis de hidrogel todos son positivos; pero teniendo en cuenta la escasez de agua en época de estiaje en zona de estudio, al considerar frecuencia de riego y mejor rendimiento el costo – beneficio que mejor se tiene es: dosis baja de hidrogel ó 14 gr/tratamiento (Anexo N° 05) se tiene una utilidad neta estimada de S/. 2.37 soles y un índice de rentabilidad de 0.0153 % por m² y como opción 2 costo – beneficio de dosis media de hidrogel ó 20 gr/tratamiento (Anexo N° 06) se tiene una utilidad neta estimada de S/. 2.43 soles y un índice de rentabilidad de 0.0147 % por m².

7.2. SUGERENCIAS

- ✓ Se recomienda utilizar para la producción del cultivo de papa var. Única el tratamiento **T2** (tipo de suelo arenoso franco por dosis media de hidrogel), del cual se obtuvo un peso de tubérculo total de 30.60 kg/Tratamiento, equivalente a 65 tn/ha.
- ✓ Se recomienda utilizar para la producción del cultivo de papa var. Única el tipo de suelo arenoso franco donde se mostró un mejor resultado en cuanto al rendimiento.
- ✓ Se recomienda utilizar para la producción del cultivo de papa var. Única dosis media de hidrogel ó 20 gr/tratamiento que equivale a 70 kg/ha.
- ✓ Se recomienda efectuar trabajos de investigación con otras variedades comerciales y tipos de suelo con semillas mejoradas.
- ✓ Realizar la difusión de la presente investigación a los agricultores de la región y del país, para la obtención de mejores rendimientos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- 1) **Acuagel (2011)**. Agua en forma de gel. Idea COM International Consulting.
Disponible en: <http://www.ideacominternational.com/hidrogel-agua-en-forma-de-gel/>.
- 2) **Agrogel Chile (2009)**. Agrogel agrícola y su aplicación. Disponible en la página web <http://agrogel.blogspot.mx/2009/10/agrogel-agricola.html>
- 3) **Aguilera. C.M. y Martinez. E.R. (1980)**. Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. 2ª. Ed. Departamento de Irrigacion. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- 4) **Akelah A. (2013)**. Functionalized Polymeric Materials in Agriculture and the Food Industry, Springer Science Business Media New York.65-118 pp.
Disponible en: <http://www.springer.com/food+science/book/978-1-4614-7060-1>
- 5) **Barvenik, F. W. (1994)**. Polyacrylamide characteristic related tos oil applications. Soil Sci 158. 235-243 pc.
- 6) **Barreto N., I. (2011)**. “Evaluación del Efecto de Retenedores de Agua en el Establecimiento y Crecimiento Inicial de *Juniperus fláccida Schlechtendal* en Ixcateopán, Gro.” Chapingo, México. 47 p. Disponible en la página web: http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2011/barreto_nila_israel_2011.pdf
- 7) **Barón C., et al. (2007)**. Evaluación de Hidrogeles para Aplicaciones Agroforestales. Ingeniería de Investigación. Universidad Nacional de Colombia. Colombia 1-20 p.
- 8) **Baver, L. D. Gardner, W. H. Y Gardner, W. R. (1980)**. Física de Suelos. Editorial UTEHA S. A. De C. V. México, D.F.
- 9) **Buchholz, F. L.; Graham, A.T. (1998)**. Modern superabsorbent polymer technology, Wiley-VCH.

- 10) Cerdeira S. et al. (2000).** Polímeros II: hidrogeles. Departamento de Química. Argentina. http://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml_get_5ca690bf-c851-11e0-8274-e7f760fda940/index.htm
- 11) Devlin, R.M. (1976).** Fisiología Vegetal. Ediciones Omega, S.A. Barcelona España.
- 12) Egúsquiza, B.R. (2000).** La papa, producción, transformación y comercialización. Proyecto MSP. UNALM/ADEX. USAID. Lima Perú. 192p
- 13) Escobar G., et al. (2002).** Hidrogeles. Principales Características en el Diseño de Sistemas de Liberación Controlada de Fármacos 1p. <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/publicados/escobar2.pdf>
- 14) Estrada G., J. (2014).** Evaluación de Diferencias de Dosis de Hidrogel en la Producción de Plantas de *Abies vejari* Martínez, en Invernadero. Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 1-45 pp.
- 15) Estrada R, (2012).** Hidrogel Biopoliméricos Aplicados en la Agricultura. Departamento de Física y Matemáticas. Universidad Iberoamericana 2 p. Disponible en: <http://www.slideshare.net/IberoPosgrados/hidrogeles-biopolimricos-aplicados-enagricultura>.
- 16) FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2008).** Año Internacional de la papa 2008. Disponible en la página web: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/origenes.html>.
- 17) FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2005).** Optimización de la humedad del suelo para la

producción vegetal, el significado de la porosidad de suelo. Bolitin de suelos de la FAO 79.

18)Francisco F. et al. (2012). Inmovilización De Trichoderma harzianum en Hidrogeles de Quitosano y su Uso en Tomate (*Solanum lycopersicum*). Terra Latinoamericana, vol. 30, núm. 1 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México pp. 47-57.

19) Freitas A., et al. (2002). Uso de Hidrogel en la Agricultura. Revista do Programa de Ciencias Agro-Ambientales, Alta Floresta, v.1, n.1, p.23-31.

20) Flor de planta (2014). Página oficial: <http://www.flordeplanta.com.ar>. Disponible en:
<http://www.flordeplanta.com.ar/mantenimiento-jardin/hidrogeles-el-uso-deretentores-de-agua-para-mejorar-la-calidad-del-suelo/>. Citado el 27 de marzo de 2014.

21)Gelonch, M. (2005) Buscan evitar problemas de sequía y desertificación. Ámbito financiero.

[Disponible en: www.ambitoweb.com/edicionesanteriores/afinanciero]

22)González, J. (2011). Hidroponía. Uso del hidrogel y sus Ventajas Generales en las Plantas. Disponible en:

<http://hidroponiamex.blogspot.mx/2011/07/hidrogel.html>

23)Gutiérrez, E. V. (2012). Manejo del hidrogel. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Ciudad de México. 1-10 pp.

24)Hamblin, A.P. (1985). The influence of soil structure on watr movement, crop root growth and water uptake. Advances in agronomy. 38:95-158

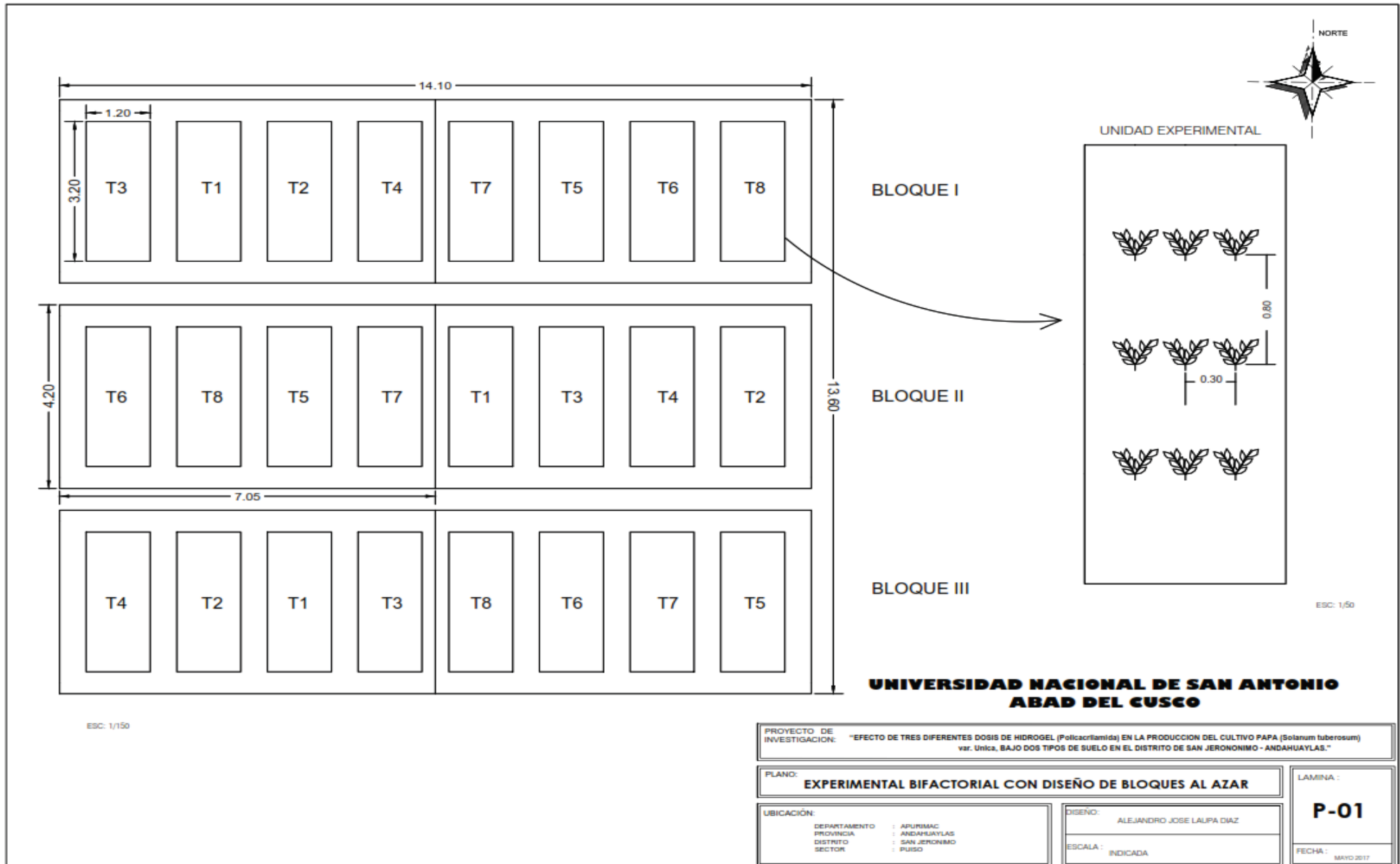
- 25) Junior I., H. Rodríguez A. M. Díaz O., J., E. (2010).** Comportamiento del Hidrogel en Suelos Arenosos. Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad del Valle, Colombia. 33-37pp.
- 26) Katime I. et al. (2004).** Materiales inteligentes: Hidrogeles Macromoleculares. Algunas aplicaciones Biomédicas. Departamento de Químicas Físicas, Facultad de Ciencia y Tecnología, Campus de Lejona. Universidad del país Vazco. Vazco, 1.15 pp.
- 27) López S., J A. (2014).** Impacto del Hidrogel en la Germinación y Desarrollo de *Taxodium macronatum* Tenore, en Condiciones de invernadero. Departamento forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 1-40 pp.
- 28) Lopez E., et al. (2013).** Evaluación de un polímero hidrofílico en Chile Anaheim (*Capsicum annum* L.) cultivado en invernadero. Evaluation of a hydrophilic polymer in Anaheim Pepper (*Capsicum annum* L.). Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Mexico 1-23pp.
- 29) Meristem, (2000).** Catálogo General. MONCADA - VALENCIA. 27 pc.
- 30) Nissen M, J. y San Martín R, K (2004).** Uso de Poliácridamidas y el Riego en el Manejo Hídrico de Lechugas (*Lactuca sativa* L.). Universidad Austral de Chile, Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, casilla 567, Valdivia, Chile. 1-12 p.
- 31) Ochoa, C.M. (2003).** Las Papas del Perú: base de datos 1947–1997. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.

- 32)Plantamejor (2013).** Hidrogel para Agricultura y Jardenería. Jalisco, Guadalajara, México. Disponible en:
<http://insumos-agropecuarios.vivanuncios.com.mx/ganaderos-agricolas+guadalajara-y-area-met/hidrogel-para-agricultura-y-jardeneria--costal-de-25-kg--/69919952>
- 33)Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002).** El cultivo de la papa en Ecuador. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - Centro Internacional de la Papa (CIP).
- 34)Ramírez. (2004).** Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo hidrogeles. Revista Iberoamericana de Polímeros. Hidrogeles y Agricultura. Volumen 5(1). Sucre, Venezuela. 17-27 pc.
- 35)Ramos G, et al. (2009).** Atrapamiento de sustancias húmicas en hidrogeles de gelatina con aplicación en agricultura. Departamento de Polímeros. Facultad de Ciencias Químicas. México .1p.
- 36)Revista Latinoamericana de la Papa. (2007).** UNICA: variedad peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. 14(1): 41-50.
- 37)Rifat Hayat and Safdar Ali, (2004),** Water absorption and its effects on soil properties and Tomato yield Int. J. Agri. Biol., vol.6, No.6.
- 38)Rodríguez I. (2012).** La Aplicación de Hidrogel un Oasis en el Desierto. México. 1p. disponible en:
[http://www.manufactura.mx/tecnologia/2012/01/24/hidrogel-un-oasis-en-el-desierto.](http://www.manufactura.mx/tecnologia/2012/01/24/hidrogel-un-oasis-en-el-desierto)

- 39)Rojas de G. et al. (2006).** Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. Revista Iberoamericana de Polímeros. Volumen 7(3). Aplicación de los hidrogeles. Sucre, Venezuela. 199-210 pc.
- 40)Rubira G. (2013).** El Hidrogel en Cultivos Agrícolas, Cítricos y Frutícolas. Actualidad del Campo Agropecuario. Congreso internacional CEA. 53 y 54 p. Disponible en: http://issuu.com/adca/docs/campo_149_noviembre13.
- 41)Silva, H. J. (2005).** Efecto de una poliacrilamida en la retención de humedad y suministro de nutrimentos en la producción de trigo. UACH. Departamento de Suelos. Chapingo, México. 73 pp.
- 42)Soler y Rodriguez. (2010).** Metodología para Caracterizar Membranas de Hidrogel. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. San José de las Lajas, La Habana. Cuba 1 p. disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/metodologia-caracterizar-membranas-hidrogel/metodologia-caracterizar-membranas-hidrogel.pdf>
- 43)Terra-sorb (1998).** Especificaciones Técnicas: PHC-TERRA-SOR. Hidroponia Conensa. México. 1-7 pp. Disponible en la página web:
<http://www.agroquimicos-organicospim.com/phc-terra-sorb-hidrogel-1646-9#inici>
- 44)Thomas, B. et al., (2003).** Superabsorbent polymer composite (SAPCs) materials and their industrial and high-tech applications. Technischen Universität Bergakademie, Freiberg. 140 p.
- 45)Tornado Distribuidora Comercializadora (2012).** Usos de hidrogel, Cristales Inteligentes, Diponible en: http://hidrogelmex.com/usos_de_hidrogel.html

ANEXO

ANEXO N° 01: Plano de la parcela experimenta



ANEXO N° 02: Ficha de registro de datos.

Datos de peso total del tubérculo por tratamiento (kg.).

Tipos de suelo	Tratamientos.	Bloques			Σ (trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
SUELO ARENOSO FRANCO	T1	27.80	28.00	28.00	83.80	27.93
	T2	31.00	29.00	32.00	92.00	30.67
	T3	24.32	25.60	20.60	70.52	23.51
	T4	21.75	23.50	26.45	71.70	23.90
SUELO FRANCO ARENOSA	T5	19.00	17.85	22.00	58.85	19.62
	T6	20.00	18.77	17.47	56.24	18.75
	T7	18.10	19.40	20.69	58.19	19.40
	T8	19.10	19.80	19.00	57.90	19.30
	Σ (Bloq.)	181.07	181.92	186.21	549.20	22.88

Datos de peso del tubérculo categoría primera por tratamiento (kg.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
SUELO ARENOSO FRANCO	T1	22.70	24.60	25.95	73.25	24.42
	T2	27.45	25.75	29.60	82.80	27.60
	T3	20.90	22.50	18.00	61.40	20.47
	T4	18.70	20.50	24.50	63.70	21.23
SUELO FRANCO ARENOSA	T5	16.40	14.70	18.30	49.40	16.47
	T6	17.70	15.15	15.10	47.95	15.98
	T7	16.10	16.90	19.00	52.00	17.33
	T8	15.80	17.00	16.26	49.06	16.35
	Σ (Bloq.)	155.75	157.10	166.71	479.56	19.98

Datos de peso del tubérculo categoría segunda por tratamiento (kg.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{x}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	4.30	2.80	1.65	8.75	2.92
	T2	3.00	2.50	1.60	7.10	2.37
	T3	2.95	2.20	2.30	7.45	2.48
	T4	2.55	2.80	1.30	6.65	2.22
Suelo franco arenosa	T5	2.10	2.60	3.00	7.70	2.57
	T6	2.05	2.77	1.82	6.64	2.21
	T7	1.90	2.50	1.20	5.60	1.87
	T8	3.10	2.60	2.50	8.20	2.73
	Σ (Bloq.)	21.95	20.77	15.37	58.09	2.42

Datos de peso del tubérculo categoría tercera por tratamiento (kg.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	0.80	0.60	0.40	1.80	0.60
	T2	0.55	0.75	0.80	2.10	0.70
	T3	0.47	0.90	0.30	1.67	0.56
	T4	0.50	0.20	0.90	1.60	0.53
Suelo franco arenosa	T5	0.50	0.55	0.70	1.75	0.58
	T6	0.25	0.85	0.55	1.65	0.55
	T7	0.10	0.00	0.49	0.59	0.20
	T8	0.20	0.20	0.24	0.64	0.21
	Σ (Bloq.)	3.37	4.05	4.38	11.80	0.49

Datos de número total de tubérculos en (unid.) por tratamiento

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	112.00	99.00	71.00	282.00	94.00
	T2	85.00	97.00	90.00	272.00	90.67
	T3	113.00	111.00	73.00	297.00	99.00
	T4	81.00	100.00	84.00	265.00	88.33
Suelo franco arenosa	T5	89.00	59.00	62.00	210.00	70.00
	T6	78.00	88.00	64.00	230.00	76.67
	T7	70.00	68.00	74.00	212.00	70.67
	T8	75.00	77.00	55.00	207.00	69.00
	Σ (Bloq.)	703.00	699.00	573.00	1975.00	82.29

Datos para altura de planta (cm.) por tratamiento

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
SUELO ARENOSO FRANCO	T1	98.33	95.33	103.00	296.66	98.89
	T2	102.00	107.33	105.67	315.00	105.00
	T3	99.00	96.33	95.33	290.66	96.89
	T4	94.33	100.67	110.67	305.67	101.89
SUELO FRANCO ARENOSA	T5	96.67	104.33	97.67	298.67	99.56
	T6	101.33	108.33	107.67	317.33	105.78
	T7	102.33	102.00	108.33	312.66	104.22
	T8	104.67	104.00	99.67	308.34	102.78
	Σ (Bloq.)	798.66	818.32	828.01	2444.99	101.87

Datos de número de tallos por tratamiento (unid.)

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	15.00	12.00	15.00	42.00	14.00
	T2	18.00	20.00	15.00	53.00	17.67
	T3	25.00	16.00	12.00	53.00	17.67
	T4	15.00	12.00	14.00	41.00	13.67
Suelo franco arenosa	T5	18.00	17.00	19.00	54.00	18.00
	T6	21.00	15.00	16.00	52.00	17.33
	T7	16.00	16.00	19.00	51.00	17.00
	T8	16.00	20.00	20.00	56.00	18.67
	Σ (Bloq.)	144.00	128.00	130.00	402.00	16.75

Datos de número de riego por tratamiento.

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
Suelo arenoso franco	T1	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00
	T2	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00
	T3	3.00	3.00	3.00	9.00	3.00
	T4	9.00	10.00	10.00	29.00	9.67
Suelo franco arenosa	T5	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00
	T6	3.00	3.00	3.00	9.00	3.00
	T7	3.00	3.00	3.00	9.00	3.00
	T8	9.00	9.00	9.00	27.00	9.00
	Σ (Bloq.)	39.00	40.00	40.00	119.00	4.96

Datos de frecuencia de riego por tratamiento en los 122 días.

Tipos de suelo	Tratamientos	Bloques			Σ (Trat.)	\bar{X}
		I	II	III		
SUELO ARENOSO FRANCO	T1	35.00	35.00	35.00	105.00	35.00
	T2	40.00	40.00	40.00	120.00	40.00
	T3	44.00	44.00	44.00	132.00	44.00
	T4	15.00	14.00	14.00	43.00	14.33
SUELO FRANCO ARENOSA	T5	40.00	40.00	40.00	120.00	40.00
	T6	43.00	43.00	43.00	129.00	43.00
	T7	49.00	49.00	49.00	147.00	49.00
	T8	15.00	15.00	15.00	45.00	15.00
	Σ (Bloq.)	281.00	280.00	280.00	841.00	35.04

ANEXO N° 03: Costos de producción de papa var. Única con 0.00 kg/ha de hidrogel.

COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA VAR. UNICA CON DOSIS 0.00 KG/HA DE HIDROGEL O DOSIS CERO				
ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	45.00	270.00
- Incorporación materia orgánica	Jor.	4	45.00	180.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	45.00	90.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	45.00	540.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	45.00	180.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	45.00	90.00
1.4 Labores Culturales				0.00
- Aporque 1	Jor.	20	45.00	900.00
- Aporque 2	Jor.	12	45.00	540.00
- Riegos	Jor.	16	45.00	720.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	45.00	360.00
1.6 Cosecha				0.00
- Corte de follaje	Jor.	2	45.00	90.00
- Desaporque	Jor.	25	45.00	1,125.00
- Recolección y selección	Jor.	10	45.00	450.00
- Encostado y carguío	Jor.	8	45.00	360.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		131		5,895.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Hora	6	50.00	300.00
2.2 Cruza	Hora	4	50.00	200.00
2.3 Rastra	Hora	2	50.00	100.00
2.4 Surcado	Hora	4	50.00	200.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		800.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	1.00	1,500.00
3.2 Fertilizantes (182-230-150)				
- Úrea	Kg.	200	1.28	256.00

- Fosfato Di Amónico	Kg.	500	1.68	840.00
- Cloruro de Potasio	Kg.	250	1.48	370.00
- Hidrogel	Kg.	0	45.00	0.00
3.3 Estiércol	Kg.	4000	0.27	1,080.00
3.4 Pesticidas				
- Cyperclin	Lt.	1	60.00	60.00
- parachupadera	Kg.	1	100.00	100.00
- fosetil de aluminio	Kg.	1	120.00	120.00
- Mancozeb	Kg.	2	37.00	74.00
- epoxiconazole + piraclostrobin	Kg.	0.5	300.00	150.00
- Abono Foliar	Kg.	4	20.00	80.00
3.5 Costo de riego	dias	8	20.00	160.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				4,790.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			1,148.50	1,148.50
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			1,148.50	1,148.50
TOTAL, DE COSTOS DIRECTOS				12,633.50
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)				199.61
TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS				798.44
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				13,431.94
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA				
A. Rendimiento Probable (kg/ha.)				75,174.00
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				0.50
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)				37,587.00
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION				
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	3758.7		1,879.35
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	71415.3		35,707.65
C. Utilidad Neta Estimada				22,275.71
VI.- ANALISIS ECONOMICO				
Valor Bruto de la Producción				37,587.00
Costo Total de la Producción				13,431.94
Utilidad Bruta de la Producción				24,155.06
Precio Promedio Venta Unitario				0.50
Costo de Producción Unitario				0,21
Margen de Utilidad Unitario				0,29
Utilidad Neta Estimada				22,275.71
Índice de Rentabilidad (%)				166

ANEXO N° 04: Costos de producción de papa var. Única con 50.00 kg/ha de hidrogel.

COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA VAR. UNICA CON 50 KG/HA DE HIDROGEL O DOSIS BAJA				
ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	45.00	270.00
- Incorporación materia orgánica	Jor.	4	45.00	180.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	45.00	90.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	45.00	540.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	45.00	180.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	45.00	90.00
1.4 Labores Culturales				0.00
- Aporque 1	Jor.	20	45.00	900.00
- Aporque 2	Jor.	12	45.00	540.00
- Riegos	Jor.	7	45.00	315.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	45.00	360.00
1.6 Cosecha				0.00
- Corte de follaje	Jor.	2	45.00	90.00
- Desaporque	Jor.	25	45.00	1,125.00
- Recolección y selección	Jor.	10	45.00	450.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	45.00	360.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		122		5,490.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Hora	6	50.00	300.00
2.2 Cruza	Hora	4	50.00	200.00
2.3 Rastra	Hora	2	50.00	100.00
2.4 Surcado	Hora	4	50.00	200.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		800.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	1.00	1,500.00
3.2 Fertilizantes (182-230-150)				

- Úrea	Kg.	200	1.28	256.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	500	1.68	840.00
- Cloruro de Potasio	Kg.	250	1.48	370.00
- Hidrogel	Kg.	50	45.00	2,250.00
3.3 Estiércol	Kg.	4000	0.27	1,080.00
3.4 Pesticidas				
- Cyperclin	Lt.	1	60.00	60.00
- parachupadera	Kg.	1	100.00	100.00
- fosetil de aluminio	Kg.	1	120.00	120.00
- Mancozeb	Kg.	2	37.00	74.00
- epoxiconazole + piraclostrobin	Kg.	0.5	300.00	150.00
- Abono Foliar	Kg.	4	20.00	80.00
3.5 Costo de riego	días	3.5	20.00	70.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				6,950.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			1,324.00	1,324.00
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			1,324.00	1,324.00
TOTAL, DE COSTOS DIRECTOS				14,564.00
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)				230.11
TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS				920.44
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				15,484.44
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA				
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)				82,569.00
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				0.50
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)				41,284.50
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION				
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	4128.45		2,064.23
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	78440.55		39,220.28
C. Utilidad Neta Estimada				23,735.83
VI.- ANALISIS ECONOMICO				
Valor Bruto de la Producción				41,284.50
Costo Total de la Producción				15,484.44
Utilidad Bruta de la Producción				25,800.06
Precio Promedio Venta Unitario				0.50
Costo de Producción Unitario				0,21
Margen de Utilidad Unitario				0,29
Utilidad Neta Estimada				23,735.83
Índice de Rentabilidad (%)				153

ANEXO N° 05: Costos de producción de papa var. Única con 70.00 kg/ha de hidrogel.

COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA VAR. UNICA CON 70 KG/HA DE HIDROGEL DOSIS MEDIA				
ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	45.00	270.00
- Incorporación materia orgánica	Jor.	4	45.00	180.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	45.00	90.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	45.00	540.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	45.00	180.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	45.00	90.00
1.4 Labores Culturales				0.00
- Aporque 1	Jor.	20	45.00	900.00
- Aporque 2	Jor.	12	45.00	540.00
- Riegos	Jor.	6	45.00	270.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	45.00	360.00
1.6 Cosecha				0.00
- Corte de follaje	Jor.	2	45.00	90.00
- Desaporque	Jor.	25	45.00	1,125.00
- Recolección y selección	Jor.	10	45.00	450.00
- Encostado y carguío	Jor.	8	45.00	360.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		121		5,445.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Hora	6	50.00	300.00
2.2 Cruza	Hora	4	50.00	200.00
2.3 Rastra	Hora	2	50.00	100.00
2.4 Surcado	Hora	4	50.00	200.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		800.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	1.00	1,500.00
3.2 Fertilizantes (182-230-150)				
- Úrea	Kg.	200	1.28	256.00

- Fosfato Di Amónico	Kg.	500	1.68	840.00
- Cloruro de Potasio	Kg.	250	1.48	370.00
- Hidrogel	Kg.	70	45.00	3,150.00
3.3 Estiércol	Kg.	4000	0.27	1,080.00
3.4 Pesticidas				
- Cyperclin	Lt.	1	60.00	60.00
- parachupadera	Kg.	1	100.00	100.00
- fosetil de aluminio	Kg.	1	120.00	120.00
- Mancozeb	Kg.	2	37.00	74.00
- epoxiconazole + piraclostrobin	Kg.	0.5	300.00	150.00
- Abono Foliar	Kg.	4	20.00	80.00
3.5 Costo de riego	días	3	20.00	60.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				7,840.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			1,408.50	1,408.50
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			1,408.50	1,408.50
TOTAL, DE COSTOS DIRECTOS				15,493.50
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)				244.80
TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS				979.19
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				16,472.69
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA				
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)				85,729.00
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				0.50
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)				42,864.50
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION				
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	4286.45		2,143.23
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	81442.55		40,721.28
C. Utilidad Neta Estimada				24,248.59
VI.- ANALISIS ECONOMICO				
Valor Bruto de la Producción				42,864.50
Costo Total de la Producción				16,472.69
Utilidad Bruta de la Producción				26,391.81
Precio Promedio Venta Unitario				0.50
Costo de Producción Unitario				0,21
Margen de Utilidad Unitario				0,29
Utilidad Neta Estimada				24,248.59
Índice de Rentabilidad (%)				147

ANEXO N° 06: Costos de producción de papa var. Única con 90.00 kg/ha de hidrogel.

COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE PAPA VAR. UNICA CON DOSIS 90 KG/HA DE HIDROGEL O DOSIS ALTA				
ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	45.00	270.00
- Incorporación materia orgánica	Jor.	4	45.00	180.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	45.00	90.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	45.00	540.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	45.00	180.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	45.00	90.00
1.4 Labores Culturales				0.00
- Aporque 1	Jor.	20	45.00	900.00
- Aporque 2	Jor.	12	45.00	540.00
- Riegos	Jor.	6	45.00	270.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	45.00	360.00
1.6 Cosecha				0.00
- Corte de follaje	Jor.	2	45.00	90.00
- Desaporque	Jor.	25	45.00	1,125.00
- Recolección y selección	Jor.	10	45.00	450.00
- Encostado y carguío	Jor.	8	45.00	360.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		121		5,445.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Hora	6	50.00	300.00
2.2 Cruza	Hora	4	50.00	200.00
2.3 Rastra	Hora	2	50.00	100.00
2.4 Surcado	Hora	4	50.00	200.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		800.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	1.00	1,500.00
3.2 Fertilizantes (182-230-150)				
- Úrea	Kg.	200	1.28	256.00

- Fosfato Di Amónico	Kg.	500	1.68	840.00
- Cloruro de Potasio	Kg.	250	1.48	370.00
- Hidrogel	Kg.	90	45.00	4,050.00
3.3 Estiércol	Kg.	4000	0.27	1,080.00
3.4 Pesticidas				
- Cyperclin	Lt.	1	60.00	60.00
- parachupadera	Kg.	1	100.00	100.00
- fosetil de aluminio	Kg.	1	120.00	120.00
- Mancozeb	Kg.	2	37.00	74.00
- epoxiconazole + piraclostrobin	Kg.	0.5	300.00	150.00
- Abono Foliar	Kg.	4	20.00	80.00
3.5 Costo de riego	días	3	20.00	60.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				8,740.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			1,498.50	1,498.50
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			1,498.50	1,498.50
TOTAL, DE COSTOS DIRECTOS				16,483.50
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)				260.44
TOTAL, DE COSTOS INDIRECTOS				1,041.76
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				17,525.26
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA				
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)				74,340.00
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				0.50
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)				37,170.00
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION				
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	3717		1,858.50
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	70623		35,311.50
C. Utilidad Neta Estimada				17,786.24
VI.- ANALISIS ECONOMICO				
Valor Bruto de la Producción				37,170.00
Costo Total de la Producción				17,525.26
Utilidad Bruta de la Producción				19,644.74
Precio Promedio Venta Unitario				0.50
Costo de Producción Unitario				0,21
Margen de Utilidad Unitario				0,29
Utilidad Neta Estimada				17,786.24
Índice de Rentabilidad (%)				101

ANEXO N° 07: Ficha técnica de urea agrícola.



FICHA TÉCNICA

UREA AGRICOLA

Composición:	CO(NH ₂) ₂
Aspecto:	Gránulos blancos.
Solubilidad (aproximada a 20°C):	105 kg en 100 L de agua pura.
Nitrógeno Total (N):	46 %
Presentación:	Sacos de polietileno de 50kg
Uso:	Fertilizante para aplicación directa al suelo y fertirriego

Av. Los Ingenieros 154, Urb. Santa Raquel 2da Etapa Ate, Lima.
Telf.: 512-3370, Fax: 348-0637.

ANEXO N° 08: Ficha técnica de fosfato diamónico.



FICHA TÉCNICA

FOSFATO DIAMÓNICO

Composición:	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Aspecto:	Gránulos oscuros, marrones a negros.
Solubilidad (aprox. 20 °C):	66.1 kg en 100 L de agua
Nitrógeno (N):	18%
Fósforo (P_2O_5):	46%
Presentación:	Sacos de polietileno de 50 kg.
Uso:	Fertilizante para aplicación directa al suelo.

Av. Los Ingenieros 154, Urb. Santa Raquel 2da Etapa, Ate, Lima. Telf.: 512-3370, Fax: 348-0637.

ANEXO N° 09: Ficha técnica de cloruro de potasio.



FICHA TÉCNICA

CLORURO DE POTASIO ROJO GRANULAR

Composición:	KCl
Aspecto:	Gránulos rojos y cristalinos.
Solubilidad (aprox):	35 kg en 100 L de agua a 20° C.
Potasio (K ₂ O):	60 (+/-1) %
Presentación:	Sacos de polietileno de 50 kg.
Uso:	Fertilizante para aplicación directa al suelo.

Av. Los Ingenieros 154, Urb. Santa Raquel 2da Etapa, Ate, Lima. Telf.: 512-3370, Fax: 348-0637.

ANEXO N° 10: Análisis de suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS

N00578-17-LAQ

SOLICITANTE: ALEJANDRO JOSE DIAZ LAUPA
TESIS : EFECTO DE TRES DIFERENTES DOSIS DE HIDROGEL POLIACRILAMIDA, EN LA PRODUCCION DE CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD UNICA BAJO DOS TIPOS DE SUELO, EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS.
MUESTRA : SUELO UCHUY CORRAL
 1.- SUELO A
 2.- SUELO B
DISTRITO : SAN JERONIMO
PROVINCIA : ANDAHUAYLAS
REGION : APURIMAC
FECHA : 0/13/09/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO HIDRODINAMICO:

	1	2
pH	6.78	6.42
C.E. mmhos/cm	0.43	0.47
Materia Orgánica %	0.90	6.20
Nitrógeno %	0.028	0.29
Fosforo ppm P ₂ O ₅	0.80	10.80
Potasio ppm K ₂ O	91.00	130.20
C.I.C. meq/100	5.10	13.20
C.C. %	11.15	25.60
H.E. %	8.70	27.36
P.M.P. %	6.02	13.81
d.a. g/cc	1.755	1.496
d.r. g/cc	2.370	2.183
Textura:		
Arena %	84	69
Limo %	14	28
Arcilla %	2	3

Cusco, 20 de Setiembre 2017

Responsable del Laboratorio de Análisis Químico

ANEXO N° 11: Ficha técnica de hidrogel



XILEMAGEL ® está diseñado especialmente para su uso como acondicionador de suelos para la retención de agua y nutrientes en paisajismo urbano, forestación, reforestación, revegetación, horticultura y agricultura intensiva y extensiva.

PARA USO AGRÍCOLA

- Económico; incrementa la capacidad de retención de agua utilizable del suelo y mezclas de suelo.
- Reduce la frecuencia de riego y evita el lavado de valiosos nutrientes.
- Incrementa el rendimiento de suelos y sustratos.
Vida útil de varios años en cultivos perennes y semi-perennes.

DESCRIPCIÓN

XILEMAGEL ®, es un polímero retenedor de agua, absorbe cientos de veces su peso en agua y se hincha para formar un gel cristalino duradero, posee las siguientes características:

- **Apariencia:** Cristales blancuzcos, gránulos de flujo libre. Promedio de tamaño de partícula es de 0.8 – 2 m. Contenido de polvo menor a 225 mesh.
- **Densidad:** 700g/l (cristales sin compactar)
- **Absorción:** Hasta 300 litros de agua por kilogramo (dependiendo de la calidad del agua).
- **Toxicología / Ecología:** No es tóxico a plantas, organismos del suelo y agua del subsuelo.

MODO DE EMPLEO Y APLICACIÓN

- Hoyo de siembra: 30 – 120 g (árboles, arbustos)
- Relleno: Mezcle Hidrogel con el relleno.
- Camas de Siembra y engramados: 5 - 7 kg. / 100 m² (Flores de corte, vegetales, semillas de grama).
- Aditivo de materia orgánica (Estiércol, compost): 1 - 3 kg/m³
Sustrato: 2 - 4 kg/m³
- Aplicación al voleo: Riegue XILEMAGEL ® a mano o con un dispensador de fertilizante antes de la siembra. Are el suelo. Profundidad de incorporación 15 cm. Dosificación: 80 – 100kg por hectárea.
- Aplicación en surcos: Coloque los gránulos secos en conjunto con el fertilizante en surco de la semilla/planta (equipo de dosificación) Dosificación 20 – 25 kg por hectárea.

DESPACHO Y ALMACENAMIENTO

XILEMAGEL ®, Se despacha en presentaciones de 1 kilo, 5 kilos y 25 kilogramos. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco. Mantener los envases cerrados para evitar la hidratación.

MANEJO Y SEGURIDAD

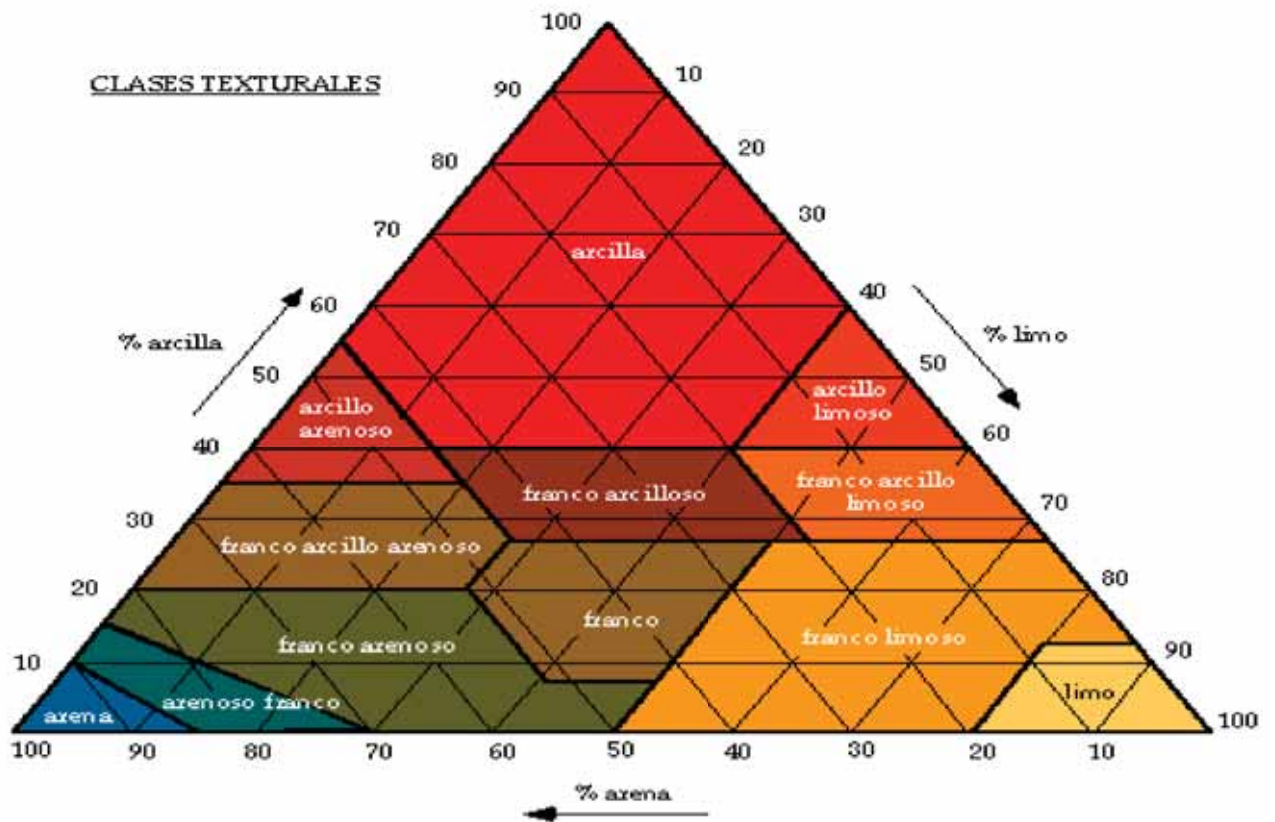
XILEMAGEL ® No presenta riesgos en su manejo. Como todo producto químico, evite el contacto con piel y ojos. No lo ingiera. En caso de contacto con los ojos, piel y ropa, lavarse con mucha agua. Si se presenta irritación en los ojos, acudir inmediatamente a un médico.

Celular – Wsp: 941362624 / 940389559

Correo: Ventas@xilemaperu.com

Facebook: Xilemaperu

ANEXO N° 12: Interpretación de tipo de suelo A.

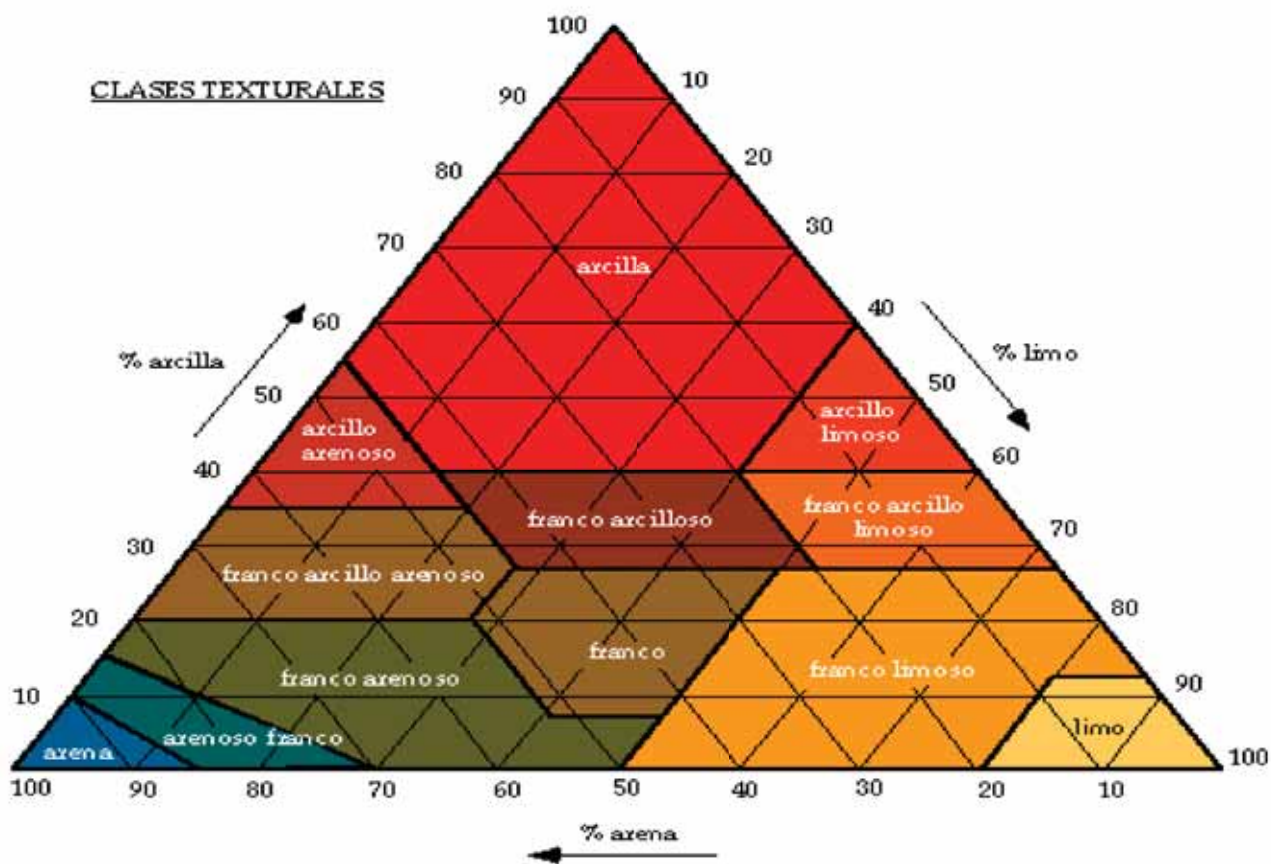


Fuente: Norma internacional USDA.

INTERPRETACION DEL TIPO DE SUELO

ARENA	84%	SUELO =	ARENOSO FRANCO
LIMO	14%		
ARCILLA	2%		

ANEXO N° 13: Interpretación del tipo de suelo B.



Fuente: Norma internacional USDA.

INTERPRETACION DEL TIPO DE SUELO

ARENA	69%		
LIMO	28%	SUELO =	FRANCO ARENOSO
ARCILLA	3%		

ANEXO 14: Registro fotográfico.

Fotografía N° 01: Traslado de tierra arenoso franco para preparación de terreno del campo experimental.



Fotografía N° 02: Distribución de los tratamientos en el campo experimental.



Fotografía N° 03: Pesaje de dosis de hidrogel.



Fotografía N° 04: Evaluación de los tratamientos para riego y para primer aporque.



Fotografía N° 05: Riego de uno de los tratamientos.



Fotografía N° 06: Riego a los tratamientos evaluados.



Fotografía N° 07: Visita del asesor para evaluación de plagas y enfermedades.



Fotografía N° 08: Evaluación para eliminar el área foliar.



Fotografía N° 09: Eliminación de follaje o área foliar.



Fotografía N° 10: Evaluación para hacer el escarpe del tubérculo.



Fotografía N° 11: Cosecha (escarpe del tubérculo).



Fotografía N° 12: Selección del tubérculo por categorías (primera, segunda y tercera) para realizar conteo de número de tubérculo y peso.



Fotografía N° 13: Recolección de tubérculos para mercado local.



Fotografía N° 14: Recolección de tubérculos para mercado local.

