



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**T E S I S**

**INFLUENCIA DE DOS DOSIS DE HIDROGEL Y DOS NIVELES  
DE COMPOST EN LA INSTALACIÓN INICIAL DE GRANADO  
(*Punica granatum* L.) EN EL DISTRITO DE SAMEGUA  
PROVINCIA MARISCAL NIETO - MOQUEGUA**

**PRESENTADA POR**

**BACH. UBER MERCY MAMANI RAMOS**

**ASESOR**

**ING. ALEJANDRO FUENTES HUAMAN**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2022**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Contenido.....	iv
CONTENIDO DE TABLAS.....	ix
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xii
CONTENIDO DE APÉNDICES.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2 Definición del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.4.1. Justificación económica.....	3
1.4.2. Justificación social.....	3

1.4.3. Justificación ambiental. ....	4
1.5. Alcances y limitaciones .....	4
1.5.1. Alcances.....	4
1.5.2. Limitaciones. ....	4
1.6. Variables .....	4
1.6.1. Variables independientes. ....	4
1.6.2. Variables dependientes. ....	4
1.6.3. Variables intervinientes. ....	5
1.6.4. Operacionalización de variables. ....	5
1.6.5. Definición conceptual de las variables. ....	5
1.7. Hipótesis de la investigación.....	7
1.7.1. Hipótesis general. ....	7
1.7.2. Hipótesis específicas.....	7

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la investigación .....	9
2.2. Marco teórico .....	11
2.2.1. El cultivo del granado. ....	11
2.2.2. Compost.....	20
2.2.3. El proceso de compostaje .....	21
2.2.4. Beneficios del Compost.....	22
2.2.5. Hidrogel. ....	23
2.2.6. Suelo .....	27
2.2.7. Sanidad del cultivo .....	28

2.2.8. Producción de granada.....	29
-----------------------------------	----

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

3.1. Tipo de la investigación .....	31
3.2. Diseño de la investigación .....	31
3.2.1. Factores en estudio. ....	32
3.2.2. Combinación de factores. ....	32
3.2.3. Distribución de tratamientos.....	33
3.3. Población y muestra.....	33
3.3.1. Población. ....	33
3.3.2. Muestra. ....	33
3.3.3. Características del campo experimental. ....	33
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos .....	35
3.4.1. Herramientas.....	35
3.4.2. Equipos e insumos .....	35
3.4.3. Técnicas de recolección de datos.....	35
3.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.4.6. Hipótesis Estadística. ....	38
3.5. Manejo agronómico del experimento .....	38
3.5.1. Preparación de compost.....	38
3.5.2. Nivelación de terreno.....	39
3.5.3. Medición y distribución de tratamientos .....	39
3.5.4. Adquisición de plántones.....	39
3.5.5. Preparación de sustrato .....	39

3.5.6. Plantación y aplicación de hidrogel.....	40
3.5.7. Variedad Wonderful .....	40
3.5.8. Riegos. ....	41
3.5.9. Manejo de malezas. ....	41
3.5.10. Nutrición. ....	41
3.5.11. Manejo fitosanitario. ....	41
3.5.12. Temperatura .....	41

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Presentación de resultados .....	43
4.1.1. Incremento de altura de planta.....	43
4.1.2. Longitud de entrenudos .....	46
4.1.3. Incremento de diámetro de tallo .....	49
4.1.4. Área foliar.....	52
4.1.5. Longitud de raíz lateral .....	53
4.1.6. Longitud de raíz a profundidad.....	56
4.2. Contratación de hipótesis .....	58
4.3. Discusión de resultados.....	60
4.3.1. Incremento de altura de planta.....	61
4.3.2. Longitud de entrenudos .....	61
4.3.3. Incremento de diámetro de tallo .....	62
4.3.4. Área foliar.....	63
4.3.5. Longitud de la raíz lateral .....	63
4.3.6. Aspectos botánicos .....	64

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	66
5.2. Recomendaciones .....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
APÉNDICES .....	78
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	89
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	90

## CONTENIDO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Operacionalización de variables .....	5
Tabla 2 Estado fenológico de la granada .....	17
Tabla 3 Valores característicos del contenido de humedad - tipos de suelo.....	28
Tabla 4 Producción de granada a nivel nacional según región 2018 .....	29
Tabla 5 Producción de granada por mes a nivel nacional según región 2018 .....	30
Tabla 6 Producción de granada en la región Moquegua.....	30
Tabla 7 Combinación de factores.....	32
Tabla 8 Esquema del análisis de varianza.....	38
Tabla 9 Análisis de varianza para la variable incremento de altura de planta .....	43
Tabla 10 Análisis de efectos simples en la variable de altura de planta .....	44
Tabla 11 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B1 del factor hidrogel en la variable incremento de altura de planta .....	44
Tabla 12 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A1 del factor compost en la variable incremento de altura de planta .....	45
Tabla 13 Análisis de varianza para la variable longitud de entrenudos .....	46
Tabla 14 Análisis de efectos simples en la variable longitud de entrenudos .....	47
Tabla 15 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B1 del factor hidrogel en la variable longitud de entrenudos .....	47

Tabla 16 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A1 del factor compost en la variable longitud de entrenudos .....	48
Tabla 17 Análisis de varianza para la variable incremento de diámetro de tallo..	49
Tabla 18 Análisis de efectos simples en la variable incremento de diámetro de tallo .....	50
Tabla 19 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B3 del factor hidrogel en la variable incremento de diámetro de tallo.....	50
Tabla 20 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A2 del factor compost en la variable incremento de diámetro de tallo.....	51
Tabla 21 Análisis de varianza para la variable área foliar .....	52
Tabla 22 Análisis de varianza para la variable longitud de raíz lateral .....	53
Tabla 23 Análisis de efectos simples en la variable longitud de raíz lateral.....	53
Tabla 24 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B1 del factor hidrogel en la variable longitud de raíz lateral .....	54
Tabla 25 Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A1 del factor compost en la variable longitud raíz lateral .....	55
Tabla 26 Análisis de varianza para la variable raíz a profundidad .....	56
Tabla 27 Prueba de significación de Tukey para los efectos principales del factor compost en la variable longitud de raíz a profundidad .....	56



Tabla 28 Prueba de significación de Tukey para los efectos principales del  
factor hidrogel en la variable longitud de raíz a profundidad ..... 57

## CONTENIDO DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Distribución de los tratamientos en campo.....	33
Figura 2. Ubicación georreferenciada del trabajo de investigación.....	34
Figura 3. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable incremento de altura de planta. ....	45
Figura 4. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable incremento de altura de planta. ....	46
Figura 5. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable longitud de entrenudos. .	48
Figura 6. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable longitud de entrenudos. .	49
Figura 7. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable incremento de diámetro de tallo. ....	51
Figura 8. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable incremento de diámetro de tallo. ....	52
Figura 9. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable longitud de raíz lateral. .	54
Figura 10. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable longitud de raíz lateral. .	55

Figura 11. Promedios de los efectos principales del factor compost en la variable longitud de raíz a profundidad.....	57
Figura 12. Promedios de los efectos principales del factor hidrogel en la variable longitud de raíz a profundidad.....	58

## CONTENIDO DE APÉNDICES

APÉNDICE A .....	77
Tabla A1 Medias de la variable incremento de altura de planta (m). .....	77
Tabla A2 Medias de la variable longitud de entrenudos (cm). .....	77
Tabla A3 Medias de la variable incremento de diámetro de tallo (mm).....	78
Tabla A4 Medias de la variable área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	78
Tabla A5 Medias de la variable longitud de raíz lateral (cm).....	78
Tabla A6 Medias de la variable longitud de raíz a profundidad (cm). .....	79
APÉNDICE B .....	80
Fotografía B1. Trazado de terreno .....	80
Fotografía B2. Preparación del terreno .....	80
Fotografía B3. Hoyado y distribución de tierra de chacra más compost .....	81
Fotografía B4. Pesado y aplicación de Poliacrilato de potasio .....	81
Fotografía B5. Plantación del granado .....	82
Fotografía B6. Plantación terminada.....	82
Fotografía B7. Plantación de granado en desarrollo .....	83
Fotografía B8. Verificación del sistema de riego.....	83
Fotografía B9. Medición de incremento de diámetro de tallo .....	84
Fotografía B10. Medición de incremento de altura de planta.....	84
Fotografía B11. Medición de longitud de entrenudos.....	85
Fotografía B12. Medición de intensidad de exploración radicular .....	85
Fotografía B13. Medición de área foliar .....	86
Fotografía B14. Última evaluación del trabajo de investigación.....	86
Fotografía B15. Finalización del trabajo de investigación.....	87

APÉNDICE C Análisis de suelo ..... 88

## RESUMEN

El establecimiento de plantaciones de granado en la presente investigación en el fundo “Quebrada del Cementerio” de propiedad de la Universidad José Carlos Mariátegui ubicado en el sector Selva Alegre, del distrito de Samegua, con sistema de riego por goteo siendo su objetivo determinar la influencia de dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost en la instalación inicial del cultivo de granado; se empleó el diseño experimental de bloque completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 3, con seis tratamientos y 3 bloques, constituida por 90 plantas con un total de 18 unidades experimentales, teniendo como factores el compost de 20 t/ha. y 30 t/ha; Hidrogel de 0, 20 y 40 g/planta. En los resultados, se halló diferencias estadísticas para interacción entre factores hidrogel y compost, donde la mejor combinación fue la de 20 g/planta de hidrogel y 20 t/ha de compost, obtuvo los mayores promedios en las variables: incremento de altura de planta 1,33 m; longitud de entrenudos 5,32 cm y longitud de raíz lateral 53,17 cm. Con excepción de la variable diámetro de tallo donde el mayor promedio 10,87 mm, con dosis de 40 g/planta de hidrogel y 30 t/ha de compost. En la variable longitud de raíz, los factores actuaron de forma independiente registrando los mayores promedios con la dosis de 40 g/planta de hidrogel obtuvo 35,00 cm y con 30 t/ha de compost 33,56 cm. Se concluyó que, dosis de hidrogel y compost tienen una influencia favorable en la instalación del cultivo.

*Palabras clave:* Granado, hidrogel, compost, instalación de cultivo.

## **ABSTRACT**

The establishment of pomegranate plantations in the present investigation in the "Quebrada del Cementerio" farm owned by the Universidad José Carlos Mariátegui located in the Selva Alegre sector of the Samegua district, with a drip irrigation system, with the objective of determining the influence of two doses of hydrogel and two levels of compost in the initial installation of the pomegranate crop; The experimental design used was a randomized complete block experimental design (DBCA) with a 2 x 3 factorial arrangement, with six treatments and 3 blocks, consisting of 90 plants with a total of 18 experimental units, having as factors the compost of 20 t/ha. and 30 t/ha; hydrogel of 0, 20 and 40 g/plant. In the results, statistical differences were found for interaction between hydrogel and compost factors, where the best combination was 20 g/plant of hydrogel and 20 t/ha of compost, obtained the highest averages in the variables: increase in plant height 1.33 m; internode length 5.32 cm and lateral root length 53.17 cm. With the exception of the variable stem diameter, where the highest average was 10.87 mm, with doses of 40 g/plant of hydrogel and 30 t/ha of compost. In the variable root length, the factors acted independently, registering the highest averages with the dose of 40 g/plant of hydrogel obtained 35.00 cm and with 30 t/ha of compost 33.56 cm. It was concluded that the doses of hydrogel and compost have a favorable influence on crop establishment.

*Keywords:* Pomegranate tree, hydrogel, compost, cultivation facility.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de granando, se ha posesionado en los últimos años como una alternativa importante para la agricultura del país, lo que se demuestra con el hecho de que: en 1998, el MINAGRI reportó una extensión de 95 ha. (55 ha., en Ica; 20 ha., en La Libertad; 11ha., en Arequipa; 4 ha., en Moquegua; 3 ha., en Tacna y 2 ha. En Lambayeque; para el 2018 haber llegado a 2 350 ha., con una producción total de 46 382,9 t (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

Siendo una especie de adaptación amplia, no presenta mayores problemas de su establecimiento, si los suelos presentan mínimas condiciones agronómicas. Sin embargo, al igual que la mayoría de los cultivos, puede presentar limitaciones en el establecimiento inicial ocasionado por suelos pobres en materia orgánica y con déficits hídricos, requiriendo para ello adaptaciones que le permitan iniciar su cultivo en mejores condiciones.

La materia orgánica es el mejorador de suelos por excelencia, siendo el compost uno de los principales compuestos utilizados para ello, de este modo el cultivo encuentra condiciones edafológicas para su desarrollo inicial.

De igual modo los hidrogeles vienen siendo utilizados como mejoradores de retención de agua, particularmente en suelos que permite sea drenable y con limitados aportes hídricos, existiendo diversos trabajos, como el ensayo realizado en el fundo Emagrin, en la localidad Huando - Huaral, Lima en el cultivo de Palto (*Persea americana* Mill.) se encontró que con 35 g/planta de Hidrosorb, el campo soportó el stress hídrico a pesar de la sequía tan prolongada (Fenómeno del Niño 2017), alcanzando las plantas en promedio una altura de 1,40 m., con 0 % mortandad (HIDROSORB, 2020).



El objetivo de este trabajo fue identificar dos niveles de compost y dos dosis de hidrogel, en el establecimiento inicial de cultivos de granada, en condiciones del distrito de Samegua de la provincia de Mariscal Nieto en la región de Moquegua.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Descripción de la realidad del problema**

Debo indicar que en el mundo la preocupación mundial es la inseguridad hídrica para el desarrollo económico, siendo el agua de mucha importancia para la producción de alimentos.

Los problemas importantes que se presenta son: sobre explotación e inadecuado uso de agua, reducción de las fuentes de agua, uso de las aguas de mineras, el crecimiento poblacional los que demandan agua y la presencias de sequias. Lo que ocasionará que se reduzca las áreas de cultivo, siendo el motivo que se recurra a nuevas tecnologías de riego.

El Perú, ante sucesos climáticos se ubica entre los 10 países con mayor vulnerabilidad, debido a que algunas regiones mantienen una relación de alta dependencia a los entornos sensibles al cambio climático, como por ejemplo el sector agrícola y el pesquero (Vargas, 2009). Por lo que existe un probabilidad alta de que algunos o varios cultivos agrícolas puedan resultar perjudicados en la disponibilidad de agua para la satisfacción de sus necesidades hídricas ante circunstancias de sequía, como ha acontecido a nivel de la costa peruana.

El Programa Sub sectorial de Irrigaciones (PSI) mencionan que, el agua destinada al riego en la costa peruana siempre ha sido de carácter escaso, debido a esto, el recurso hídrico constituye como el elemento limitante de primer orden, en la producción agrícola. Obligando a todo agricultor, usuario y/o productor a utilizar con racionalidad y eficiencia el agua de riego

Es así, que el hidrogel también conocido como lluvia sólida es un acumulador de agua, que puede establecer una alternativa tecnológica que ayude a la protección de cosechas en condiciones de sequía o cuando se den condiciones limitantes en el agua y este afecte verdaderamente en el establecimiento de plantaciones de granado y garantizar la producción posterior.

## **1.2 Definición del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuál es la influencia de dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost que absorba el agua de riego y ponga a disposición de la planta en la instalación inicial de granado (*Punica granatum* L.) en el distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto - Moquegua?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

¿Cuál es la influencia de dos dosis de hidrogel que absorba el agua de riego y ponga a disposición de la planta en la en la instalación inicial del cultivo de granado?

¿Cómo es la influencia de dos niveles de compost en el desarrollo agro botánico en la instalación inicial del cultivo de granada?

¿Qué influencia tiene la interacción de dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost que absorba el agua de riego y ponga a disposición de la planta en la instalación inicial del cultivo de granado?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar la influencia de dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto - Moquegua.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

Identificar la influencia de dos dosis de hidrogel en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto – Moquegua.

Determinar la influencia de dos niveles de compost en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto – Moquegua.

Determinar la influencia que tiene la interacción de dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto – Moquegua.

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación económica.**

El Trabajo facilita el prendimiento y garantiza el crecimiento y producción del granado con potencial agroexportador con el uso de hidrogel y compost. Es probable que el productor tenga una alternativa de solución por la falta de agua y tenga la oportunidad de mejorar sus ingresos económicos.

#### **1.4.2. Justificación social.**

La instalación del cultivo de granado con potencial agroexportador permite al productor insertarse en una actividad rentable lo que permitirá generar puestos de trabajo y una mejora económica.

### **1.4.3. Justificación ambiental.**

La utilización y recuperación de suelos sedimentarios marginales con la utilización hidrogel y compost, donde se adapta el cultivo de granado, constituye una posibilidad de mejora ambiental, ocupando espacios que son de difícil utilización por otras actividades.

## **1.5. Alcances y limitaciones**

### **1.5.1. Alcances.**

El resultado del presente trabajo investigación tiene implicaciones directas en la estrategia de inserción del nuevo cultivo de granado que se ha instalado con el uso de hidrogel y compost en la primera etapa de la plantación. Resultado que estarán a disponibilidad de los productores de la región Moquegua.

### **1.5.2. Limitaciones.**

Las limitaciones del trabajo se tuvo el manejo del déficit del recurso hídrico y la pobre calidad de suelo en nutrientes y retención de humedad en el sector instalado. También no se tiene información sobre el uso del hidrogel en los cultivos de frutales en la región de Moquegua.

## **1.6. Variables**

### **1.6.1. Variables independientes.**

Dosis de hidrogel

Niveles de compost

### **1.6.2. Variables dependientes.**

Incremento de altura de planta

Longitud de entrenudos nuevos

Incremento de diámetro de tallo

Área foliar

Intensidad de exploración radicular

Aspectos botánicos

### 1.6.3. Variables intervinientes.

Humedad del suelo

Sanidad del cultivo

### 1.6.4. Operacionalización de variables.

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicadores	U medida	Instrumentos
Independiente:	Dosis hidrogel	Dosis	g/pta.	Aplicación
	Nivel de compost	Dosis	t/pta.	Aplicación
Dependientes:	Incremento altura	Longitud	Cm	Medición
	Longitud entrenudos	Tiempo	Mm	Medición
	Incremento diámetro tallo	Longitud	Mm	Medición
	Área foliar	Radio	mm <sup>2</sup>	Medición
	Intensidad explor radicular	Intensidad	Índice	Determinación
	Aspectos botánicos	Características	Características	Observación
Intervinientes	Humedad del suelo	Humedad	H°	Medición
	Sanidad del cultivo	Fito sanidad	Signo/síntoma	Evaluación

### 1.6.5. Definición conceptual de las variables.

#### 1.6.5.1. Variables independientes.

##### a. Hidrogel.

Está conformada por poliméricos hidrofílicos constituido por una malla tridimensional con la capacidad de absorber recurso hídrico en grandes cantidades, inflándose e incrementando copiosamente su cuerpo sin sufrir alguna

transformación respecto a su forma inicial, hasta obtener su mayor grado de hidratación o índice de hinchamiento (Ramírez, Benítez, Rojas y Rojas, 2016).

*b. Compost.*

Abono orgánico, resultante de la desintegración de los remanentes de origen vegetal y animal, en presencia de humedad y ambiente cálido y aireado; y presencia de Microorganismos (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014, p. 5).

**1.6.5.2. Variables dependientes.**

*a. Incremento de altura de planta.*

Diferencia entre la longitud base de la planta, tomada al inicio del experimento desde la base del árbol; y la longitud lograda al final de la evaluación que ocurrirá a los 4 meses desde la plantación.

*b. Longitud de entrenudos.*

Extensión de los entrenudos nuevos logrados durante el periodo de evaluación.

*c. Incremento de diámetro de tallo.*

Diferencia entre el diámetro base de la planta, tomada al inicio del experimento a 25 cm de la base del árbol; y el diámetro logrado al final de la evaluación que ocurrirá a los cuatro meses desde la plantación.

*d. Área foliar.*

Corresponde al área total lograda por las plantas al final del periodo de evaluación. Para esta evaluación utilizaremos el método del sacabocado.

*e. Intensidad de exploración radicular.*

Para evitar un método invasivo destructivo del sistema radicular, se determinará un método semi invasivo, que corresponderá al espacio alcanzado por las raíces en

el sentido lateral y de profundidad de exploración de las raíces. Para esta evaluación se utilizarán chorros de agua de diferente presión, exponiendo las raíces para su inmediata cuantificación (Portal Frutícola, 2016).

*f. Aspectos botánicos*

Determinación características morfológicas considerados significativos en el crecimiento de la planta de granada.

**1.6.5.3. Variables intervinientes.**

*a. Humedad del suelo.*

Ha sido monitoreada para asegurar un estado de capacidad de campo, evitando los excesos o déficit, que puedan afectar el cultivo.

*b. Sanidad del cultivo.*

Para garantizar la sanidad del cultivo se mantuvo el monitoreo fitosanitario permanente, a fin de actuar de forma preventiva o inmediata.

**1.7. Hipótesis de la investigación**

**1.7.1. Hipótesis general.**

Las dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost tienen influencia positiva en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia de Mariscal Nieto - Moquegua.

**1.7.2. Hipótesis específicas.**

Las dos dosis de hidrogel tienen influencia positiva en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia de Mariscal Nieto - Moquegua.

Los dos niveles de compost favorecen en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia de Mariscal Nieto - Moquegua.



La interacción de dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost influyen positivamente en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia de Mariscal Nieto – Moquegua.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Huaripaucar y Romero (2019) en su estudio titulado “Efecto de la aplicación de los coloides órgano - mineral sobre las propiedades fisicoquímicas de un suelo arenoso bajo riego por goteo; con un cultivo de granado (*Punica granatum* L.) var. Wonderful en Ica”; cuyos objetivos fueron, determinar la conducta de la humedad del suelo por la adición de coloides, orgánicos minerales en el desarrollo del cultivo de granado en condiciones de invernadero; evaluar el comportamiento físico del suelo la relación entre la capacidad de humedad retenida y el desarrollo del cultivo, evaluar la mejora química de un suelo arenoso mejorado con materia orgánica y Arcilla Bentonita y su producción de biomasa total. Esta investigación fue realizada en condiciones de vivero en el Distrito de Chincha Alta, teniendo como resultados que las fuentes de materia orgánica (humus de lombriz y guano de invernadero), en dosis de 15, 20 y 25 toneladas de arcilla causaron un gran efecto en la obtención de biomasa radicular y desarrollo de plantas.

Alfaro (2016) en su trabajo “Efecto del uso de un hidrogel (PAK) en las propiedades físicas de suelo y en el potencial xilemático en vid” tuvo como objetivos evaluar el efecto del hidrogel poliacrilato de potasio. La aplicación fue de manera directa al suelo, realizando tres pruebas, dos en terreno (suelo franco arenoso; y franco arcilloso) y el tercero fue realizado en 48 recipientes con tres clases texturales. En las tres pruebas se emplearon plantas de vid de la variedad Crimson Seedless, se administraron tres dosis distintas del producto adicional de un testigo y se valoraron los efectos en las propiedades físicas del suelo; se realizaron mediciones de efectos en la planta (potencial xilemático). Dando como resultado que no se existe una relación directa entre el uso del hidrogel PAK y los cambios presentados en las variables del estudio. Por otro lado, se observó que el hidrogel PAK produce una deducción en la resistencia a la penetración en el ensayo de terreno. Así mismo, se descubrió que el hidrogel PAK acrecienta la cantidad de agua retenida en el suelo después de haber realizado un riego, por un tiempo más prolongado que el suelo sin el producto. En conclusión, el hidrogel PAK no es una alternativa de solución posible, en los huertos de frutas.

Chapilliquen (2018) en su trabajo de tesis titulado “Polímeros súper absorbentes agrícolas e industriales reciclados para la supervivencia de mango (*Mangifera indica* L.) bajo estrés hídrico, Moropon, Piura, Fase 2018”, realizado en el caserío de Sancor, provincia de Morropón, con el objetivo evaluación del uso de polímeros absorbentes de agua industriales y agrícolas recicladas afecta la conservación de las plantaciones de mango en condiciones de escasez de agua. El diseño utilizado fue completamente al azar (DCA) utilizando un experimento factorial 3 x 2., A: Polímeros hidro absorbente: a1: polímero agrícola; a2: Polímero

industrial reciclada (pañales desechables) y a<sub>3</sub>: Testigo (sin polímeros); y B: Laboreo de suelo b<sub>1</sub>: parcela con maleza (sin trabajo realizado) y b<sub>2</sub>: parcela sin maleza (con trabajo realizado). Luego de realizado el análisis estadístico observa que: los mejores resultados de acrecentamiento en altura (cm) se da en el tratamiento con polímero agrícola y parcela con maleza (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>: 1,863 cm); el acrecentamiento del diámetro (cm) se dan en el tratamiento con polímero agrícola + parcela con maleza (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>: 0,0325 cm); en producción de brotes (unidad) es superior con el tratamiento con polímero agrícola + parcela con maleza (a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>: 1,845 brotes por planta); en número de hojas destaca el tratamiento con polímero agrícola + parcela con maleza ((a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>: 1,937 hojas por planta); en número de hojas amarillas y/o secas se dan en el tratamiento con polímero agrícola + parcela con maleza ((a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>: 0,313 hojas secas por planta); finalmente concluye que, los indicadores de recolección de datos de las plantas en su totalidad, el procedimiento empleado si interviene de manera significativa y el tipo de parcela por lo general no interviene de manera significativa en el crecimiento de las plantas de mango.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. El cultivo del granado.**

El cultivo del granado (*Punica granatum* L.) tiene su origen en medio oriente (Irán y sus alrededores) de donde se extendió a la región mediterránea, Asia central y Sur, a España y luego América, con la conquista. Su cultivo tradicional en el Perú data de la época colonial, cultivándose en los valles de Huaral y Chilca con la variedad Mollar y en los años más próximos de manera comercial en los departamentos de Ica y La Libertad, con la variedad Wonderful (Uribe, 2016, p. 3). El granado produce un fruto de cascara roja y gruesa considerado exótico, cuya

parte comestible, que rodea cada una de las semillas, es denominada arilo, (Lama y Tezén, 2017, p. 22).

Es una especie de cultivo alternativo, especialmente para lugares en las cuales las condiciones del suelo no son favorables o donde la calidad del agua de riego escasea impidiendo el aprovechamiento de manera rentable de otros frutales; no por ello los resultados serían negativos si se cultiva en mejores condiciones (Gurovich, 1985).

### ***2.2.1.1. Botánica del cultivo de granado.***

Es un arbusto perteneciente a la familia Lythraceae, cuya altura varía entre 1,5 a 5 m de altura, presenta ramas de características irregulares y espinosas, hojas verdes resplandeciente, comportándose como un caducifolio en condición de climas subtropicales y como perennifolia en condiciones tropicales (Shaygannia et al., 2016, citados por Aguilera, Lombo, Burbano y Orduz, 2013, p. 2).

El tallo con tendencia basítona, su comportamiento tiende a poseer varios tallos, tiene la función de soporte y transporte de savia, de crecimiento derecho y con ramificaciones, con ramas alternativamente abiertas y espinosas en el ápice, corteza de color grisáceo que se agrieta al envejecer (Fernández, 2013. p. 6).

Cuando las raíces son superficiales, en forma de huso, muy ramificadas y pueden viajar grandes distancias horizontalmente (Franck, 2010, p. 12).

Las hojas son de color verde de forma alargada, con superficie llana y resplandeciente, levemente ondulada (López, López y Palou, 2010, p. 65); oblongas, a ovals de 2,5 a 3 cm., opuestas o casi opuestas y agrupadas en ramitas pequeñas (Fernández, 2013, p. 7).

Las flores son hermafroditas (estigma en los estambres) o masculinas (muy llamativas en estilo corto), aparecen en las puntas de las ramas anuales o en ramas de más de 2 años, y pueden estar solas o en grupos de 3 o 4. Por lo general, algunas las flores florecen en una temporada, la primera es un tallo corto, la segunda es un tallo largo y la tercera es un tallo temprano. Cada uno de ellos puede producir frutos, pero el primer fruto en cuajar es el que alcanza el diámetro máximo. Los sépalos son carnosos, cerosos, tubulares, anaranjados a rojos, con 5-7 sépalos. La corola se compone de pétalos de color blanco a rojo brillante, tiene forma de lanza y tiene el mismo número de sépalos. Numerosos estambres (más de 300 por flor) insertados en la pared interna del cáliz, más cortos que los pétalos. Los ovarios están formados por 7 a 15 carpelos. La polinización es posible de manera cruzada por insectos polinizadores, o se puede dar por auto-polinización (Franck, 2010, p. 13).

El fruto, botánicamente denominado balausta, es una baya de piel gruesa, de forma globosa, envuelto completamente por el tálamo (Fernández, 2013, p. 8). El fruto inicia su crecimiento a raíz de un ovario inferior, es carnoso y firme en el ápice por un cáliz resistente. El interior del fruto está dividido por membranas (septos), formadas por un tejido blanco, esponjoso y de sabor amargo que encierra las cámaras de las semillas (Franck, 2010, p. 13). En condiciones naturales la maduración se produce de 5 a 7 meses desde la floración (Aguilera et al., 2013, p. 3).

Las semillas tienen una cubierta externa (arilo), que es la parte succulenta y comestible de la fruta, y una cubierta interna (endopleura). Los cotiledones son rígidos y enrollados en espiral (Franck, 2010, p. 13).

Existen más de 500 variedades de granado en el mundo, de las que unas 50 son las cultivadas y estas principalmente son las que presentan epidermis y arilos rojos, tanto para fruta fresca como para la producción de arilos, dentro de estas destaca la variedad californiana Wonderful (Franck, 2010, p. 13).

Melgarejo (1993), considera 17 estados fenológicos del cultivo de granada e indica a continuación los estados fenológicos siguientes:

- a. *Yema en reposo invernal*: Es representativo por la etapa de reposo invernal, la yema es completamente parda, se encuentra totalmente encerrada, enlazada a la madera del árbol y afilada en su extremo distal.
- b. *Yema hinchada*: Se inflama y toma característica redonda, causando un continuo acrecimiento de tamaño, obtiene una tonalidad más clara, al término de esta etapa las escamas se empiezan a separar.
- c. *Punta roja*: La yema sigue inflándose y se rompe hasta exhibir el joven brote, de manera en punta de lanza con su extremo terminal rojo.
- d. *Salida de las primeras hojas*: Surgen las hojas iniciales, apretujadas unas con otras, de color verde claro en el nervio central y la parte restante de la hoja de color rojo brillante.
- e. *Separación de las hojas*: Las hojas juveniles se distancian unas de otras.
- f. *Crecimiento de las hojas*: Se ocasiona un incremento de las hojas en anchura y longitud, traspasando de la tonalidad de rojo brillante a verde claro.
- g. *Alargamiento de entrenudos*: Se caracteriza por el estiramiento de los entrenudos y por un incremento de tamaño rápido de los brotes.
- h. *Aparición de los brotes florales*: Los botones florales surgen en medio de las hojas de los brotes, poseen una tonalidad verdosa al inicio, cambiando en pocos

días a la rojiza y visualizando los sépalos que se encuentran unidos. Los botones surgen en números impares, dando el mismo ramo uno, tres, cinco o siete flores.

- i. Cáliz hinchado:* Los capullos incrementan de tamaño, obteniendo como forma de pera. Las diferencias se visualizan entre flores hermafroditas y masculinas, donde pistilo es asequible al encontrarse atrofiado, por la forma y color del cáliz.
- j. Apertura del cáliz:* Los sépalos se separan creando un agregado carnosos, los sépalos de color rojo son replegados en su interior. Al término de esta etapa los pétalos se extienden y se visualiza las anteras de los estambres de color amarillo pálido y el pistilo de color verde claro.
- k. Flor abierta:* El cáliz se abre completamente, extendiéndose los pétalos que destacan, rugosos y de color purpura, por encima de los sépalos, se incrustan en la intersección de la unión de cada dos sépalos de manera interior, originando una imagen de variación entre los sépalos y pétalos. Las anteras de los estambres cambian la coloración a un intenso amarillo cuando el polen está maduro y es apto para la fecundación.
- l. Caída de pétalos:* Los pétalos envejecen y caen, ya habiendo ocurrido la fecundación. A continuación, ocurre un cambio de coloración del cáliz del tono rojizo al rojonaranja y las anteras del amarillo al amarillo-pardo, los estambres en su extremo libre se curvan hacia el eje longitudinal de la flor. Se produce el secamiento de la parte final del estilo.
- m. Fruto cuajado:* El ovario previamente fecundado crece en su tamaño, causando rápido engrosamiento de la base del cáliz. Se marchitan los estambres



cambiando las anteras al color parduzco. La corteza del fruto cambia de coloración rojo-naranja al marrón-verdoso.

- n. Fruto joven:* Se ocasiona un crecimiento rápido del fruto, cambiando su color marrón verdoso, prevaleciendo ahora la coloración verde.
- o. Fruto en crecimiento:* En esta etapa, se incrementa el volumen de las células ya formadas, reflejando el engrosamiento del fruto hasta lograr su tamaño casi final. Los sépalos forman una corona, que incrementa de tamaño con el crecimiento del fruto, y los estambres secos se localizan en su interior.
- p. Maduración del fruto:* Se ocasionan una sucesión de cambios bioquímicos en la parte interna del fruto, dando como resultado las características organolépticas inmejorables para su consumo. Entre los cambios internos más significativos se encuentra el cambio de la tonalidad de las semillas carnosas de blanco al rosado rojizo o rojo. En la parte externa la corteza del fruto cambia del verde al amarillo verdoso, tornándose al final del color amarillo marrón con algunas zonas más o menos extensas de color rojizo, o totalmente rojo según la variedad.
- q. Cosecha:* la corteza del fruto es completamente rojo y el cáliz toma una tonalidad marrón claro.
- r. Caída de hojas:* En la estación de otoño ocurre el amarillamiento de las hojas que de manera progresiva terminando su caída, empezando con el término de un nuevo periodo invernal.

**Tabla 2***Estado fenológico de la granada*

Estado Fenológico	Código		Duración (Días)	Unidades de calor (° C)
	Fleckinger	BBCH		
Yema en reposo invernal	A	00	61	
Yema hinchada	B	1	11	12
Punta roja	C	9	6	25
Salida de las primeras hojas	D	10	6	21
Separación de hojas	D2	10	4	20
Hojas en crecimiento	D3	10	12	44
Alargamiento de entrenudos	D4	31	119	1.228
Aparición de botones florales	E	51	3	21
Cáliz hinchado	E2	55	11	88
Apertura de cáliz	E3	59	3	24
Flor abierta	F	61	6	59
Caída de pétalos	G	67	2	27
Fruto cuajado	H	69	10	129
Fruto joven	I	71	17	182
Desarrollo de fruto	J	73	90	1,323
Segunda movida de los brotes	K	39	45	700
Maduración de frutos	L	81.85	35	366
Caída de las hojas	M	93	57	

Fuente: Melgarejo, 1993

Según Hogdson (1917), citado por Franck, (2010), la clasificación taxonómica del granado pertenece a:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magoliopsida

Orden: Myrtales

Familia: Lythraceae

Género: Punica

Especie: Punica granatum

Nombre científico: *Punica granatum*

Las variedades se diferencian por color de pericarpio y sabor de los arilos son: de pulpa sabor agridulce y piel roja (Wonderful, Bají, Saveh); pulpa agridulce de piel amarilla (Ferdos); sabor dulce con piel rosada (Shirin) y sabor dulce con piel rosado-amarillo (español) (Fernández, 2013, p. 23). En el Perú, además de las variedades criollas, se ensayaron variedades como: Smith, Kamel, Acco y Wonderful; con buenos resultados agronómicos y de calidad; sin embargo, la condición del mercado de exportación se ha preferido a la variedad Wonderful, incluso aunque las variedades Smith y Acco sean tempranas y de un sabor cautivador (Bustamante, 2019, p. 5).

#### ***2.2.1.1. Aspectos agronómicos del cultivo de granado.***

Las plantas de granado son tolerantes a la salinidad moderada del agua, pudiendo resistir hasta 4,2 dS/m., y tolerar déficit significativo de agua.

La propagación de granado es principalmente por medio vegetativo, recurriendo mayormente al estaquillado, del cual surgen plantas con idénticas características a la planta madre (Fernández, 2013, p. 33).

##### *a. Plantación.*

Se recomienda utilizar un marco de plantación amplio para granadas, desde 3,5 x 4 hasta 4 x 6 m. La plantación de alta densidad ha mostrado problemas de emboscada que requieren poda severa y la consiguiente eliminación de madera productiva y rendimientos reducidos (Franck, 2010, p. 14).

Llerena (2017) establece que las densidades de siembra pueden variar de 280 a 1000 plantas por hectárea, ya que en suelos fértiles pueden ser menos densas, aunque la tendencia actual es reducir el área buscando sembrar árboles más

pequeños cuando la producción se inicia temprano; tener plantaciones comerciales en España 6 x 3; 6 x 4 o 5 x 3 m. Existen plantaciones de muy alta densidad con distanciamientos de 5 m entre calles x 2 m entre plantas, que utilizando la fertirrigación en clima semiárido, pueden producirse aproximadamente 2,5 veces más frutos que aquellos sistemas convencionales, sin embargo, podrían dificultar su coloración en la cosecha. Para la plantación se apertura hoyos de 60 x 60 x 60 cm y aplicando una dosis de 20 kg de materia orgánica por planta y se procede a la plantación.

*b. Manejo del cultivo.*

Respecto a nutrición, el granado desarrolla bien tanto en suelos de baja fertilidad, aunque para una producción comercial satisfactoria, es necesario la restitución de nutrientes (macro y micronutrientes). La recomendación por hectárea necesaria en unidades elementales es: 33,6 de N; 6 kg de P; 52,2 kg de K; 13,6 kg de Ca; 2 kg de Mg; 4,4 kg de S; 55 g de Fe; 28.5 g de Mn; 78 g de Zn y 38,8 g de Cu (Chandra et al., 2011, citados por Aguilera et al., 2013, p. 5). Fernández (2013) recomienda: 216 de N; 150 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; y 416 K<sub>2</sub>O de unidades elementales (p. 35).

La poda de formación se iniciará desde los 6 a 15 meses de plantado (Aguilera et al., 2013, p. 5). Se corta a unos 50 cm., de altura y se elige tres o cuatro brotes para formar la estructura del árbol; eliminando brotes de la base de la planta, que dificultan su formación de no ser eliminadas (Fernández, 2013, p. 35).

Entre las variaciones del tamaño de formación: algunos autores recomiendan formación de árboles con múltiples ejes (autoportantes), generalmente entre 4 y 7 ejes; otros prefieren formaciones de un solo eje, 1530 cm de corto o más de 80 cm de largo. El tallo largo tiene la ventaja de mantener la madera frutal más

alejada del suelo, pero es más sensible a la pérdida total del árbol (en todos los casos, se recomienda eliminar todo el cuajado dentro de los primeros tres años), lo que permite el desarrollo de una estructura de tronco fuerte. En los sistemas de un solo eje, se requiere una estructura de soporte, que permita el apoyo de la fruta arqueada, que puede llegar al suelo. Por otro lado, las plantaciones de varios ejes pueden ser autosuficientes (posiblemente ejes colgantes debido a cargas pesadas de fruta). En Israel, para evitar la apertura excesiva de ramas, se utiliza una banda compuesta que encierra toda la copa del árbol de aproximadamente 1,5 m de altura (Franck, 2010, p. 14).

Si bien las plantas de granado consiguen tolerar la ausencia de agua, para lograr rendimientos en cantidad y calidad adecuados es preciso realizar la práctica de riego; debiendo asegurar una buena humedad durante cuaja (Período crítico de 60-120 días post cuaja). La cantidad de agua a aplicar en huertos adultos es cercana a 5000 m<sup>3</sup>. ha. por año (Llerena, 2017, p. 12).

### **2.2.2. Compost.**

El compostaje es un proceso biológico, que lo realizan microorganismos principalmente de tipo aeróbico, bajo condiciones de humedad controlada, temperatura y aireación, en el que se transforman los restos de origen vegetal y animal, en un producto estable denominado compost. El compost es una enmienda orgánica, formado por materia orgánica estable, con restos minerales, libre de patógenos y de sustancias que puedan producir perjuicio al suelo o a las plantas (Silbert, Campitelli, Suárez y Garrido, 2018, p. 7).

### **2.2.3. El proceso de compostaje.**

#### *a. Fase mesolítica.*

Sztern y Pravia (1999), citado por Cochachi (2008), nos señala que en esta fase la temperatura se da de 10° a 40°C tiene una duración de un aproximado de dos semanas, en esta fase el pH va disminuir descendiendo a valores de 5.5 y los microbios se encuentran adecuándose al medio pútrido y empieza a reproducirse, tiene una duración de dos a cuatro días y se desarrollan bien a estas temperaturas, los microorganismos como, oomicetos, zigomicetos, ascomicetos, basiodomicetos y hongos imperfectos se van multiplicando de manera rápida por las actividades metabólicas, en esta etapa las sustancias carbonadas son atacadas fácilmente oxidándose como los glúcidos, almidón, aminoácidos y proteínas solubles.

#### *b. Fase termófila.*

Ramírez y Restrepo (2007), citados por Naranjo (2013), menciona que la población mesófila, es sustituida por la fase termófila en ambientes entre 50 a 70°C, en estas temperaturas en condiciones de estrés térmico crecen patógenos, larvas, e inclusive semillas de las malezas. El proceso demora de una a ocho semanas va depender mucho el ritmo de fermentación puede ser lento o acelerado, depende de los especímenes que entran al medio, el pH es alcalino, a los 60°C los hongos termófilos desaparecen y luego aparecen otras bacterias esporíferas y actinomicetos que va descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas, luego la temperatura disminuye a los 40°C.

#### *c. Fase de enfriamiento.*

Se da cuando la materia orgánica es transformada, la temperatura comienza a disminuir y de nuevo los microorganismos, como los mesófilos van actuando

degradando la celulosa y las ligninas restantes, de esta forma dará lugar a una sustancia llamado humos, en este proceso el PH se estabiliza y el oxígeno se reduce.

*d. Fase de maduración.*

En esta etapa, se caracteriza por conservar una fermentación más lenta, el microorganismo termófilo desciende, sin embargo, surgen otros microorganismos como por ejemplo los basidiomicetos lo encargados de desintegran las ligninas y los actinomicetos la celulosa, en este último proceso ocurre la síntesis coloidal, hormonal, húmico vitamínico, y de antibióticos u otros compuestos (Naranjo, 2003).

**2.2.4. Beneficios del Compost.**

Fundación Hogares Juveniles Campesinos, (2002) nos menciona que el compost presenta los siguientes beneficios:

*a. Mejorador de propiedades físicas de los suelos.*

El compost beneficia la estabilidad de las estructuras de los agregados en suelos agrícolas, disminuye la densidad aparente, va aumentar la porosidad y la permeabilidad, aumentara su capacidad de detención de agua en los suelos, los suelos se convierten más esponjosos con más aireación y con mayor retención de agua, ayuda a descompactar los suelos.

*b. Mejorador las propiedades químicas de suelo.*

Incrementará la cantidad de macronutrientes N, P, K, y los micronutrientes, aumenta la capacidad del intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente de almacén de nutrientes para los cultivos. Por otro lado, los compuestos húmicos que están en la materia orgánica crean complejos y quelatos estables, lo cual acrecientan la posibilidad de ser aprovechados por la planta.

*c. Mejora la actividad biológica en los suelos*

Es un soporte de alimento para los microorganismos debido a que viven gracias al compost y aportan a su mineralización, si hay población microbiana eso nos indica que hay fertilidad de los suelos

*d. Dosificación y aplicación del compost.*

La aplicación del compost puede ser semimaduro (en su etapa mesófila II) o maduro, en su estado semimaduro posee una elevada actividad biológica con un porcentaje de nutrientes de fácil aprovechamiento por la planta, es superior que el compost maduro, por otra parte, al poseer un pH que no es constante aun teniendo la acidez, puede tener efectos de manera negativa a las germinaciones, es por ello que este compost no se recomienda su uso en la germinación de semillas, ni en plantas sensibles, las aplicaciones en la agricultura del compost semimaduro es normal una aplicación en primavera de 4 a 5 kg/m<sup>2</sup> en terrenos preliminarmente labrados la coliflor, en un cultivo extenso, la aplicación debe ser 7 a 10 T/ha de compost, el compost maduro se debe usar en su mayoría en plántulas, jardineras y macetas (Vélez, 2008).

**2.2.5. Hidrogel.**

Para mejorar las condiciones del suelo, para acondicionarlos a las exigencias del cultivo se han ensayado retenedores de humedad de origen natural (Composta) y los sintéticos (hidrogel de poliacrilamida que son copolímeros, poseen gran capacidad de absorción y retención de humedad y nutrientes del suelo) (Pedroza, Yáñez, Sánchez y Samaniego, 2015).



La absorción de agua de los hidrogeles se debe a que su estructura tiene grupos funcionales hidrofílicos, y su resistencia a la disolución se la confiere la fuerza cohesiva que produce el entrecruzamiento de la molécula. Estas cohesiones se deben a diferentes tipos de interacciones, como interacciones electrostáticas, hidrofóbicas, dipolo-dipolo o enlaces de hidrógeno (Palacios, Rodríguez; Prieto, Meza, Razo y Hernández, 2016, p. 81).

#### ***2.2.5.1. Formas de aplicación del hidrogel.***

Sandoval (1998), señala las diferentes maneras de las aplicaciones de los retenedores de agua comercialmente denominados hidrogel son: añadir al medio del cultivo de manera seca o expandido en forma hidratada o en gel para el traspaso de las raíces tubérculos y semillas, en sustratos para viveros incorporar antes de la siembra de las plántulas, si se aplica fertilizante, es posible realizarlo de manera simultánea, porque el hidrogel tiene las propiedades de solubilizar los fertilizantes de la misma manera que los hace aprovechables por las plantas y los retiene por más tiempo en los suelos, impidiendo las lixiviaciones, el hidrogel puede producir resultados de mayor significancia si es aplicado al suelo y en paralelo a la raíz-suelo.

#### ***2.2.5.2. Vida útil del hidrogel.***

Su vida útil del hidrogel es por un espacio mínimo de tres años; así también para los cultivos perennes que fueron instaurados se debe colocar en los arboles torno a las raíces secundarias en los orificios que han sido realizados en los suelos. La cantidad de hidrogel que se requiere del producto va depender mucho del diámetro del tallo o de la altura del árbol, esto va depender de si son arboles forestales o frutales (Portal Frutícola, 2015).

#### ***2.2.5.3.Efectos residuales de hidrogel.***

Barreto (2011), nos indica que los retenedores cuando son aplicados en el suelo no son considerados como contaminantes del medio ambiente, debido a que, tiene un pH neutro, que no contiene toxicidad y no genera contaminación los suelos ni el agua u organismos, en su desintegración no existe residuos tóxicos, no es volátil y es un producto biodegradable.

#### ***2.2.5.4.Ventajas de la aplicación de hidrogel como retenedores de agua.***

Trujillo (2009), citado por Patricio (2014), refiere las ventajas al emplear hidrogel en los establecimientos de plantaciones son:

- Posibilita mejorar el crecimiento de la planta en lugares donde es escasa la lluvia.
- Permite la siembra de cultivos en tierras en condiciones desfavorables de clima y suelos.
- Proporciona a la planta un complemento regular de humedad.
- Disminuye los ciclos de riego y las cantidades del uso de las aguas empleadas.
- Aumenta el almacenamiento de las aguas de los suelos por muchos más años.
- Disminuye a la tercera parte las pérdidas de los nutrientes en los suelos.
- Incrementa la aireación de los suelos compactos, ya que al hidratarse mejorara la circulación de aire.
- Los fertilizantes están más tiempo disponibles para la planta, por lo que va liberando los nutrientes en forma retardado.

#### ***2.2.5.5.Beneficios en el sector agrícola.***

El método convencional que se dan las siembras, la mayoría de los abonos orgánicos y nutrientes que se incorporan a la planta se va por filtración de manera

directa a los subsuelos y va contaminando; por estas causas de esta pérdida hay que incorporar en cantidades grandes fertilizantes o abonos, esto elevara los costos de producción, si al sustrato de le aplica hidrogel, esto ayudara a absorber los nutrientes de los fertilizantes y otros agroquímicos que son solubles en agua, disminuyendo la lixiviación, por otra parte la eficiencia de los fungicidas se ve beneficiada, nematicidas, bactericidas, y del riego, persistiendo activo por el tiempo de mayor a 4 años, las ensayos en campo han manifestado que al añadir hidrogel a los cultivos agrícolas, las cosechas han incrementado hasta un 30 % y con una mejora de la calidad, de la misma forma nos menciona que la capacidad de absorción del agua que posee el hidrogel y siendo proporcionada de forma lenta, genera la mejora lenta de algunas propiedades de los suelos, tales como retención de la humedad nutrientes, la disponibilidad del agua, aireación y la disminución de la compactación de los suelos (Idrobo, Rodríguez y Díaz, 2010).

Tornado (2012), citado por Gómez (2014), nos indica que el hidrogel actúa como un conservador de agua y es apropiado para aplicar en: suelos arenosos y en la reparación de suelos que han sufrido contaminación y degradación, recuperación de suelos que fueron utilizados como vertedero por las minas, además el hidrogel cuenta con la capacidad de retención del agua de las lluvias o riego, retrasa el punto de marchitez, además los hidrogeles fueron diseñados para optimizar el crecimiento vegetal en los suelos áridos.

#### ***2.2.5.6. Capacidad de retención de agua del hidrogel.***

Gonzales (2011), citado por Gómez (2014), nos menciona que 1 kg de hidrogel tiene la capacidad de llegar a retener desde 330 a 440 litros de agua.

Tornado (2012), citado por Gómez (2014), nos dice que cuando el agua entra en contacto con el hidrogel comienza a absorber hasta 200 litros de agua por cada kilo, cuando en los suelos se empieza a perder humedad, el hidrogel inicia la liberación del agua, de acuerdo a las necesidades de la raíz, manteniendo siempre hidratada, esto para las plantas vegetales de todo tipo.

#### **2.2.5.7. Aplicación, dosificación.**

Las masas de la raíz de las plántulas pueden ser sumergidas en una suspensión de hidrogel súper absorbente, que actuará como aglutinante y mantiene las raíces húmedas, para ello la dosis que se debe considerar en pino es de 4 gramos, en eucalipto, 2 gramos, en otras especies de 4 a 12 gramos de hidrogel en seco (Doane, 1984; citado por Gómez, 2014).

#### **2.2.6. Suelo.**

Medina (2019), menciona que el crecimiento de la granada se puede dar en cualquier tipo de suelo, siendo los más óptimos suelos profundos y drenados. Soportan un suelo alcalino, incluso hasta 15 % de cal activa, presenta tolerancia a la salinidad y al mal drenaje adaptándose a suelos pobres. En Israel el crecimiento del granado se fa en un suelo con pH de 7,8 a 8,5; siendo mejor los pH más ácidos.

El granado, es un cultivo de características de zonas áridas y semiáridas originario de Asia Menor, es un frutal de gran resistencia a la sequía, siendo una variedad que se adapta a diversos climas con temperaturas entre -12 y 40 °C y en suelos poco exigentes como salinos, alcalinos o pedregosos (García, 2011; citado por Franck, 2010)

De León y Martos (2012), mencionan que, se puede desarrollar una programación de riego con el objetivo de lograr un elevado grado de eficacia a

través de la información combinada del estado hídrico de la planta, la demanda evaporativa de la atmósfera y la evolución del contenido de humedad del suelo. Asimismo, esta metodología ha permitido la elaboración de un primer modelo general de riego para el cultivo de granado.

Torrán (2007), quien indica que los valores de estos límites, y como consecuencia de la disponibilidad del agua, cambian de acuerdo con el tipo de suelo y se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Valores característicos del contenido de humedad - tipos de suelo*

<b>Textura del suelo</b>	<b>Capacidad de campo %</b>	<b>Punto de marchitez %</b>	<b>Agua disponible %</b>
Arenoso	9	3	7
Arenoso – Franco	14	4	10
Franco arenoso - limoso	23	9	14
Franco arenoso+ materia orgánica	29	10	19
Franco	34	12	22
Franco arcilloso	30	16	14
Arcilloso	38	34	4
Arcilloso con buena estructura	50	30	20

Fuente: Torrán, 2007

### **2.2.7. Sanidad del cultivo.**

#### **2.2.7.1. Enfermedades.**

Quiroz (2009), citado por Chinchazo (2012), describe las enfermedades de mayor frecuencia e importancia son el escaldado, planchado o el podrido del tronco, producido por *Phytophthora spp.*, cuya característica principal es causar el decaimiento general de la planta acontecido a una descomposición a nivel del cuello de la planta; la bacteria *Xanthomonas campestris pv. punicae*, que aqueja al follaje y causa un mal aspecto a los frutos, manchándolos, esto se da en zonas de excesiva humedad ambiental.

### 2.2.7.2. Plagas.

Quiroz (2009), citado por Chinchazo (2012), menciona en Chile existe una avispa que causa la destrucción completa de los frutos, empezando su ataque al inicio de la madurez, también se presenta los chanchitos blancos, *Pseudococcus spp*, los cuales buscan alojarse en la parte calicinal de los frutos, pero también se observa en las zonas de unión de frutos muy juntos. Además, el granado es considerado como un hospedero de la mosquita blanca y de conchuelas negras de olivo (*Saissetia oleae* Olivier)

### 2.2.8. Producción de granada.

De acuerdo con la tabla la producción de granada la región de Ica tiene la mayor área del cultivo seguido por Lambayeque, Lima y La Libertad como se muestra en la Tabla 4 y el Tabla 5 la producción mensualizada.

**Tabla 4**

*Producción de granada a nivel nacional según región 2018*

Región	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
Ancash	12.00	122.00	1.61
Apurímac	1.00	12.00	0.80
Arequipa	77.00	3,072.00	2.99
Ica	1,905.00	39,359.00	2.87
La libertad	107.00	441.00	3.08
Lambayeque	123.00	1,842.00	3.00
Lima	109.00	1,346.00	1.82
Moquegua	5.00	28.00	2.63
Tacna	14.00	98.00	1.34

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2019

**Tabla 5***Producción de granada por mes a nivel nacional según región 2018*

<b>Región</b>	<b>Total</b>	<b>ene</b>	<b>feb</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>oct</b>	<b>nov</b>	<b>dic</b>
Nacional	46,310	210	4,420	13,669	14,547	11,676	1,707	2	4	23	0	8	44
Ancash	122	22	24	24	20								32
Apurímac	12			1	3	3	3						2
Arequipa	3,072		1,044	2,024	4								
Ica	39,349	175	2,361	10,359	13,764	11,187	1,503						
La libertad	441		2	30	120	126	134	2	4	23			
Lambayeque	1,842		970	872									
Lima	1,346	13	13	273	602	360	67					8	10
Moquegua	28		6	11	11								
Tacna	98			75	23								

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2019

En la región de Moquegua la producción del cultivo se muestra que existe un área de 5 has instaladas en los distritos de Moquegua y Quinistaquillas

**Tabla 6***Producción de granada en la región Moquegua*

<b>Región/prov./distrito</b>	<b>Año 2020</b>			
	<b>Superficie</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Producción</b>	<b>Precio</b>
	<b>ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>t</b>	<b>S/ x kg</b>
Región Moquegua	5.00	5,760.00	28.80	2.76
Prov. Mariscal Nieto	2.00	5,680.00	14.40	2.90
Distrito Moquegua	2.00	5,680.00	14.40	2.90
Prov. General Sánchez Cerro	3.00	5,813.00	17.40	2.67
Quinistaquillas	3.00	5,813.00	17.40	2.67

Fuente: Gerencia Regional de Agricultura Moquegua, 2020

## CAPÍTULO III

### MÉTODO

#### 3.1. Tipo de la investigación

La presente investigación es de tipo experimental cuantitativa y explicativa, que busco determinar las causas de fenómenos, con un sentido de entendimiento, estructurado y basado en conteos y determinación de magnitudes; propondrá una hipótesis y un marco teórico preciso, por lo cual requerirá de un buen manejo de los instrumentos metodológicos; cuyos resultados, permitirán contrastar las hipótesis (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

#### 3.2. Diseño de la investigación

Para el trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de bloque completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 3, con seis tratamientos y 3 repeticiones, con el siguiente modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1 \dots r; \quad j = 1 \dots a; \quad k = 1, \dots, b$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es el valor de la variable respuesta observada con el j-ésimo nivel del factor a, k-ésimo del factor B, -ésima repetición.

$\mu$  = Es el efecto de la media general



$\rho_i$  = Verdadero efecto de la i-ésima repetición (bloque)

$\alpha_j$  = Es el efecto del j-ésimo nivel del factor A

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza con una probabilidad  $\alpha = 0,05$  y  $0,01$ . Y para la comparación de medias se empleó la prueba de significación de Tukey a una probabilidad  $\alpha = 0,05$ .

### 3.2.1. Factores en estudio.

*Factor A: Compost*

A1: 20 t/ha.

A2: 30 t/ha.

*Factor B: Hidrogel*

B1: 0 g/planta

B2: 20 g/planta

B3: 40 g/planta

### 3.2.2. Combinación de factores.

**Tabla 7**

*Combinación de factores*

Variables		Combinación	Tratamiento
Compost	Hidrogel		
$a_1$	$b_1$	$a_1b_1$	$T_1$
	$b_2$	$a_1b_2$	$T_2$
	$b_3$	$a_1b_3$	$T_3$
$a_2$	$b_1$	$a_2b_1$	$T_4$
	$b_2$	$a_2b_2$	$T_5$
	$b_3$	$a_2b_3$	$T_6$

### 3.2.3. Distribución de tratamientos.

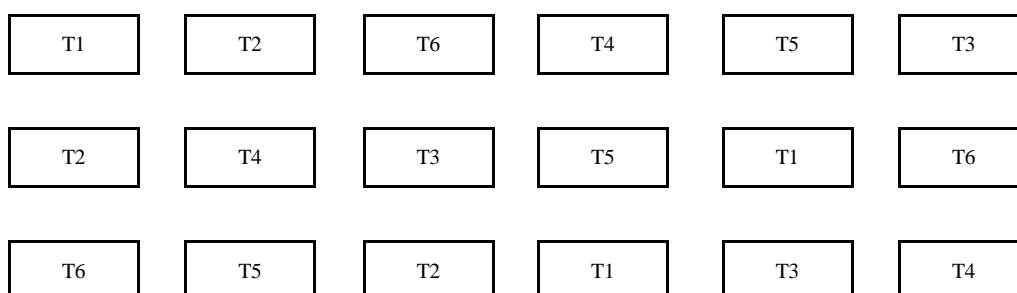


Figura 1. Distribución de los tratamientos en campo

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población.

Está constituida 90 plantas, que corresponde a los 6 tratamientos y tres bloques, haciendo un total de 18 unidades experimentales, y cinco plantas por unidad experimental.

#### 3.3.2. Muestra.

La muestra estuvo constituida por 5 plantas por tratamiento, y en caso de la variable de exploración radicular y el área foliar se consideró 2 plantas por tratamiento en los cuales se evaluaron las variables en estudio

#### 3.3.3. Características del campo experimental.

##### 3.3.3.1. Área total.

Largo : 75,0 m

Ancho : 13,5 m

Área : 1012,5 m<sup>2</sup>

##### 3.3.3.2. Área del bloque.

Largo : 75,0 m

Ancho : 4,5 m

Área: 337,5 m<sup>2</sup>

### 3.3.3.3. Área de la unidad experimental.

Largo : 12,5 m

Ancho : 4,5 m

Área : 56,25 m<sup>2</sup>

### 3.3.3.4. Lugar de ejecución.

El presente trabajo de investigación se ejecutó en terrenos denominado “Quebrada del Cementerio” de propiedad de la Universidad José Carlos Mariátegui ubicado en el sector Selva Alegre, del distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto, en la región Moquegua, cuya ubicación geográfica en coordenadas UTM es:

Altitud: 1502 msnm, latitud: 17,192621, longitud: 70,916411.

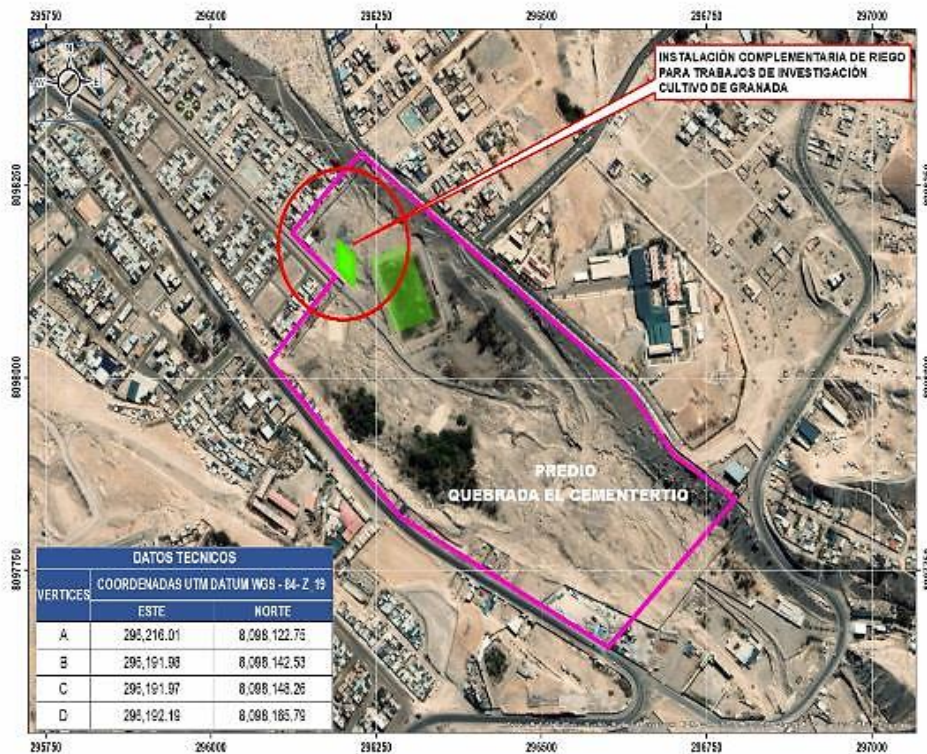


Figura 2. Ubicación georreferenciada del trabajo de investigación

Fuente: Google, 2020

### **3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos**

#### **3.4.1. Herramientas.**

Material de escritorio

Cuaderno de campo: colección de datos

Cinta métrica: para tomar medidas

Lampa, pico, barreta: uso en las excavaciones

Vernier: instrumento de medida

#### **3.4.2. Equipos e insumos.**

Cámara digital: recoger evidencias e imágenes del desarrollo de la planta

Balanza: medida de peso de hidrogel y compost

Laptop: para elaborar el trabajo

Compost

Hidrogel

#### **3.4.3. Técnicas de recolección de datos.**

##### ***3.4.3.1. Observación directa.***

Esta técnica se desarrolló directo en campo, la recolección de los datos fue en un cuaderno de campo de la altura de planta, longitud de entrenudos, incremento de diámetro de tallo, área foliar área foliar y exploración radicular.

##### ***3.4.3.2. Incremento de altura de planta.***

A los plantones que se instaló en campo definitivo se le realizó una poda a una altura de 40 cm., desde el inicio de la emisión de los nuevos brotes hasta la parte superior de los brotes se tomó la medida en 5 plantas, de las cuales se obtuvo el promedio de altura del brote para esto se utilizó una cinta métrica.

#### ***3.4.3.3. Longitud de entrenudos nuevos.***

Este parámetro se evaluó tomando como muestra 5 plantas, para ello se ha elegido el tallo principal y un entrenudo al azar, se registró los datos y se promedió por cada tratamiento para la obtención del resultado final, se empleó una wincha métrica.

#### ***3.4.3.4. Incremento de diámetro de tallo.***

El diámetro de tallo fue a los 4 meses, se evaluó 5 plantas por tratamientos, esta medida se ejecutó a los 25 cm de la base del tallo de la planta, para ello se utilizó como instrumento de medida el Vernier que mide en milímetros.

#### ***3.4.3.5. Área foliar.***

Para el área foliar se tomó como muestra 2 plantas la evaluación fue a los 140 días, se utilizó como instrumento el sacabocado, para ello se hizo un conteo total de toda la hoja de la muestra, con el sacabocado se extrajo una circunferencia la parte media de la hoja se tomó la medida del área foliar y con una regla de tres simples se determinó el área foliar de la planta.

#### ***3.4.3.6. Intensidad de exploración radicular.***

Se realizó una excavación hasta alcanzar la raíz profunda en la parte lateral de la planta, se usó el método semi invasivo, utilizando chorros de agua con una manguera hasta despejar la raíz, luego se realizó la inmediata medición como instrumento se utilizó una wincha métrica.

#### ***3.4.3.7. Aspectos botánicos.***

La evaluación se realizó mediante la observación directa de las características botánicas de cada etapa fenológica que desarrollo las plantas de la granada, desde el momento que los plántones iniciaron sus primeros signos de hinchamiento de las

yemas hasta los 140 días de finalizado la evaluación, para ello se llevó un registro cada 15 en un cuaderno de campo.

#### **3.4.3.8. Observación indirecta.**

Para esta técnica se realizó el suelo y el sustrato en un laboratorio.

#### **3.4.3.9. Análisis del suelo.**

Se tomó la muestra de cinco puntos de la zona del lugar de la investigación ubicado en el fundo selva alegre Universidad José Carlos Mariátegui para el laboratorio para su caracterización.

Según el análisis de suelo realizado que se muestra en apéndice C, la textura indica que es un suelo areno franco (Arena 66%, Arcilla 10 % y limo 12 %), carbonato (CO<sub>3</sub>) son menores a 1,90 %, Materia orgánica 1,97 %, N=Nitrógeno total 0,16%, CE=Conductividad eléctrica 2,98 P=Fosforo disponible 6,40 ppm, K=potasio disponible 84 ppm, Ca<sub>2+</sub>=Calcio cambiabile 3,90 me/100 g de suelo, Mg=Magnesio 1,10 me/100 g de suelo, K<sub>-</sub>=Potasio cambiabile 0,010 me/100 g de suelo, Na<sub>+</sub> =Sodio cambiabile 0,08 me/100 g de suelo y CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico 1,90 me/100g.

#### **3.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Para el procesamiento de datos de las variables se utilizarán programas de SPSS y Microsoft Excel.

##### **3.4.4.1. Análisis de varianza y prueba de significación.**

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), con pruebas F a niveles de significancia de 0,05 y 0,01 para comparaciones múltiples de medias, y la prueba de significancia de Tukey a probabilidades de  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 8***Esquema del análisis de varianza*

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>
Factor A (a-1)	1	SC A	SC A/GI A	CM A/CM error
Factor B (b-1)	2	SC B	SC B/GI B	CM B/CM error
A x B (a-1) (b-1)	2	SC A x B	SC AB/GI AB	CM AB/CM error
Bloques (Bloques – 1)	2	SC Bloq	SC Bloq/GLBloq	CM Bloq/CM Error
Error (a,b-1) (n – 1)	10	SC error	SC error	
Total (a,b) (n) – 1	17	SC total		

Fuente: Vásquez, 2014

**3.4.6. Hipótesis Estadística.**- *Para los factores.*H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre los promedios de los factores.H<sub>1</sub>: Si existen diferencias significativas entre los promedios de los factores.- *Para la interacción.*H<sub>0</sub>: No existe interacción entre factores.H<sub>1</sub>: Si existe interacción entre factores.- Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$  y  $0,01$ 

- Regla de decisión:

 $F_c \leq F_{0,05}$  se acepta la  $H_0$  $F_{0,05} < F_c < F_{0,01}$  se rechaza la  $H_0$ , representándola por: \* $F_c > F_{0,01}$  se rechaza la  $H_0$  representándola por: \*\***3.5. Manejo agronómico del experimento****3.5.1. Preparación de compost.**

Para la preparación del compost, se habilitó un espacio en un ambiente libre, se trasladó abono de alpaca, con esto se procedió a poner una mezcla de 50 % de restos

vegetales como hojas secas y 50 % de guano de alpaca se procedió a poner capas entre estiércol y restos vegetales con un riego frecuente de dos veces por semana, se realizó un movimiento de la mezcla cada 30 días por tres veces, todo esto fue por tres meses hasta su descomposición.

### **3.5.2. Nivelación de terreno.**

Se ejecutó nivelación y ampliación del terreno se utilizó maquinaria pesada retroexcavadora por 4 horas, posterior a ello se retiró de rocas pesadas dejando habilitado un área de 1023,5 metros cuadrados.

### **3.5.3. Medición y distribución de tratamientos.**

Esta labor se ejecutó con la ayuda de un equipo topográfico, posterior a ello se colocó estacas en los puntos de referencia, con un cordel y se usó yeso se marcó el área del experimento y los puntos de los tratamientos que es 4,5 m entre calles y 2,5 m entre plantas. Por tratamiento se consideró 5 plantas haciendo un total de 90 plantas

### **3.5.4. Adquisición de plántones.**

Los plántones fueron adquiridos del vivero del INIA- Moquegua, la variedad wonderfull, son plantas francas que no necesitan ser injertadas por su rusticidad, y que fueron propagadas y embolsados directamente en el vivero de dicha estación experimental que garantiza la sanidad, las estacas de esta variedad fueron adquiridas de la misma parcela demostrativa del INIA que tiene un área de 0.3 hectáreas específicamente para propagación de plántones.

### **3.5.5. Preparación de sustrato.**

La preparación del sustrato se ejecutó de forma individual, para cada planta; se procedió haciendo hoyos de 80 cm de ancho x 80 cm de profundidad. La tierra que



fue extraída se zarandó con una (Malla de ¼”) se retiró todas las piedras con la ayuda de una carretilla para evitar el exceso de piedras, se mezcló el mismo con la cantidad de compost asignada según tratamiento del factor A.1 es (22,5 kg por planta, en el primer nivel y en segundo nivel del factor A.2 es 33,7 kg. por planta) Posteriormente se procedió al rellenó los hoyos y se realizó la nivelación procediendo a un remojo del suelo.

### **3.5.6. Plantación y aplicación de hidrogel.**

Una vez remojado el suelo se procedió a la apertura de un hoyo de 40 cm. con una previa eliminación de la bolsa, se colocó el cepellón en el centro del hoyo, procediendo a rellenar con una mezcla de una parte de la tierra extraída con la cantidad de hidrogel correspondiente, según tratamiento (0 g., en el nivel uno; 20 g en el segundo nivel y 40 g., en el tercer nivel) y se procedió del siguiente modo: La mitad de la mezcla se coloca en el fondo del hoyo, con el otro 50 % de la mezcla se llenó en los lados del cepellón, comprimiendo ligeramente, hasta 5 cm., antes de la superficie, que se rellenará con tierra pura.

El producto comercial que se utilizó para esta investigación AGUAGEL su composición es hidrogel su función es absorber, retener y entregar agua a la planta luego de mezclada en el suelo (AGUAGEL, 2020).

### **3.5.7. Variedad Wonderful.**

Medina (2019), señala que es procedente de Florida, llegando por primera vez a California en 1896, siendo de manera comercial la variedad principal a nivel mundial y con una gran expansión en los países de mayor desarrollo del cultivo. Es un fruto más grande de lo normal, sus principales características son: sabor más agradable, de pulpa roja, jugosa con un sabor agudo. Es una variedad tardía, debido

a que empiezan a dar frutos a partir del mes de septiembre, logrando rendimientos de 40 t ha.

#### **3.5.8. Riegos.**

Una vez ejecutado la plantación se procedió con un riego pesado, mediante un riego por goteo, posterior a ello se efectuó los riegos dos veces por semana, por un tiempo de tres horas.

#### **3.5.9. Manejo de malezas.**

Durante el desarrollo de las plantas se desarrollaron malas hiervas como el pasto de miel, enredadera, gramilla dulce, Para su eliminación recurrimos al método manual, eliminando dichas malezas alrededor de los plantones con la ayuda de una lampa, esto se ejecutó una vez al mes, para evitar una competencia con la planta, teniendo, cuidando con sistema radicular superficial.

#### **3.5.10. Nutrición.**

Para la nutrición de la planta solo se usó compost en la instalación inicial de la plantación.

#### **3.5.11. Manejo fitosanitario.**

Se ha ejecutado un monitoreo permanente de plagas y enfermedades, y en el transcurso del desarrollo del cultivo no se presentó plagas ni enfermedades, que pudieran limitar el desarrollo normal de las plantas

#### **3.5.12. Temperatura.**

El granado es un cultivo que se desarrolla en climas templados con veranos secos y sin presencia de lluvias durante la cosecha, también se adapta en climas subtropicales donde su comportamiento presenta tolerancia a la sequía, siendo el clima semiárido el más adecuado; prefiere un clima templado e inclusive caluroso;

se pueden desarrollar entre los 800 y 1000 msnm La especie tolera temperaturas de 40° C en fase vegetativa (Medina, 2019).

Los promedios de temperatura y precipitación desde el mes de noviembre del 2020 al mes de febrero del 2021 en la región Moquegua, durante la ejecución del proyecto de tesis fueron los siguientes: temperatura máxima 26,9 ° C y mínima 12,73° C.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

##### 4.1.1. Incremento de altura de planta.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza para la variable incremento de altura de planta*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A	1	0,084	0,084	5,545	4,960	10,040	*
B	2	0,189	0,094	6,231	4,100	7,560	*
A x B	2	0,155	0,077	5,104	4,100	7,560	*
Bloque	2	0,067	0,033	2,203	4,100	7,560	ns
E. E.	10	0,152	0,015				
Total	17	0,646					

*Nota:* C.V. = 9,986 %; ns = No significativo; \* = Significativo

En la tabla 10, del análisis de varianza para la variable incremento de altura de planta, podemos observar que hay diferencias significativas en la interacción entre los factores A (compost) y el factor B (hidrogel). De la misma manera, se puede apreciar que existen diferencias significativas para los efectos principales de los factores A y B.

El coeficiente de variabilidad fue de 9,986 %, según este resultado se considera confiable para el experimento desarrollado en campo (Rustom, 2012).

**Tabla 10***Análisis de efectos simples en la variable de altura de planta*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A en B <sub>1</sub>	1	0,235	0,235	15,520	4,960	10,040	**
A en B <sub>2</sub>	1	0,001	0,001	0,070	4,960	10,040	ns
A en B <sub>3</sub>	1	0,002	0,002	0,164	4,960	10,040	ns
B en A <sub>1</sub>	2	0,342	0,171	11,287	4,100	7,560	**
B en A <sub>2</sub>	2	0,001	0,001	0,048	4,100	7,560	ns
E. E.	10	0,152	0,015				

*Nota:* ns = No significativo; \*\* = Altamente significativo

En la tabla 11 del análisis de efectos simples, para la variable incremento de altura de planta., podemos observar la existencia de diferencias altamente significativas para el factor A en relación al nivel B<sub>1</sub>, pero para los niveles B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> no hubo diferencias significativas. En el caso del factor B en relación del factor A, se demuestra que existen diferencias altamente significativas para el nivel A<sub>1</sub>. Sin embargo, para el nivel A<sub>2</sub> no se encontraron diferencias significativas.

**Tabla 11**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B1 del factor hidrogel en la variable incremento de altura de planta*

N°	Compost (t/ha)	Hidrogel (g/planta)	Promedio (m)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	A <sub>2</sub> : 30	B <sub>1</sub> : 0	1,29	a	1°
2	A <sub>1</sub> : 20	B <sub>1</sub> : 0	0,89	b	2°

En la tabla 12, se muestra que para el nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta) del factor hidrogel, la mejor dosis de compost fue de 30 t/ha (nivel A<sub>2</sub>), con un promedio de incremento altura de planta de 1,29 m.

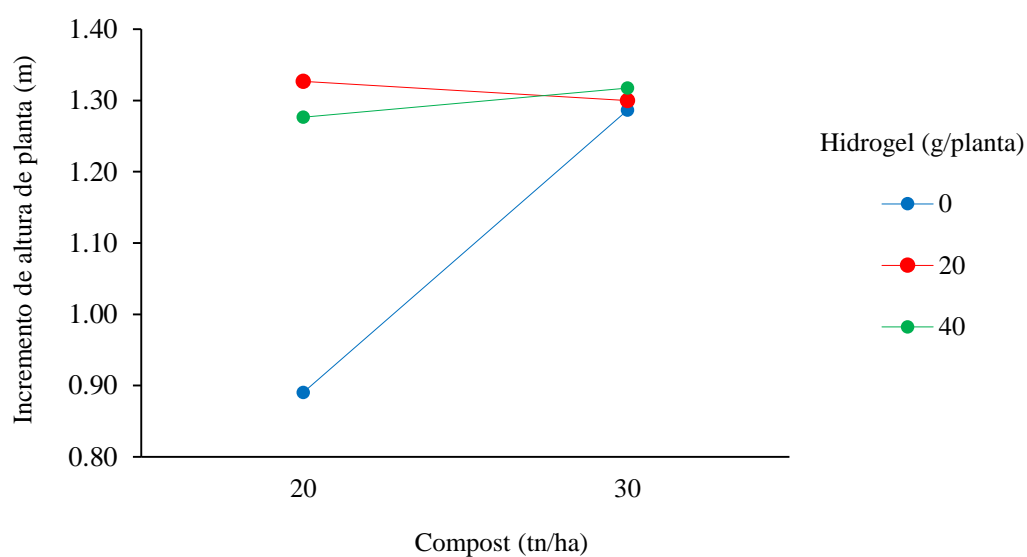


Figura 3. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable incremento de altura de planta.

**Tabla 12**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A1 del factor compost en la variable incremento de altura de planta*

Nº	Hidrogel (g/planta)	Compost (t/ha)	Promedio (m)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	B <sub>2</sub> : 20	A <sub>1</sub> : 20	1,33	a	1º
2	B <sub>3</sub> : 40	A <sub>1</sub> : 20	1,28	a	1º
3	B <sub>1</sub> : 0	A <sub>1</sub> : 20	0,89	b	2º

En la tabla 13, podemos visualizar que para el nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha) del factor compost, el mejor incremento de altura de planta, se alcanzó con los niveles B<sub>2</sub> (20 g/planta) y B<sub>3</sub> (40 g/planta), del factor hidrogel, con promedios de 1,33 y 1,28 m respectivamente, diferenciándose estadísticamente del nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta), que logró un promedio de 0,89 m.

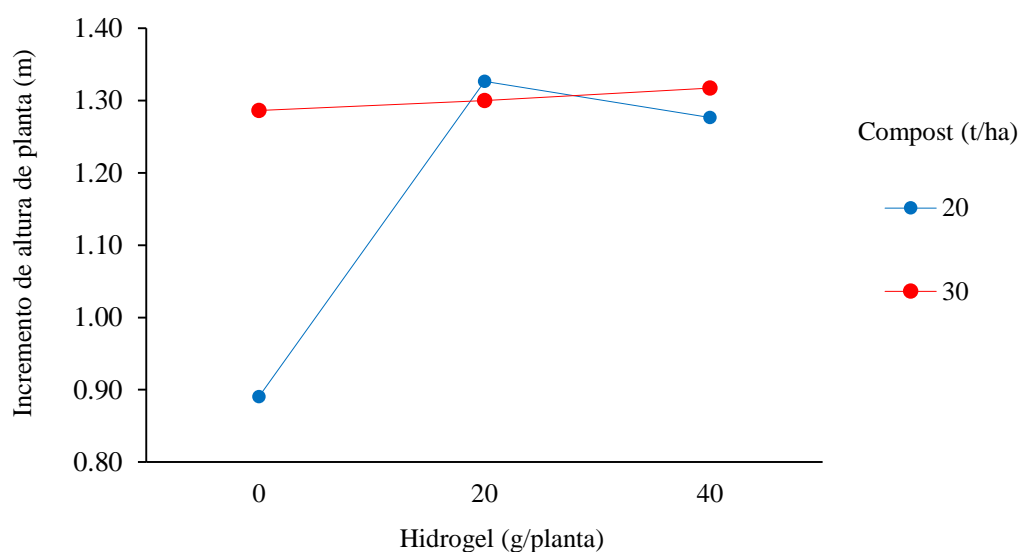


Figura 4. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable incremento de altura de planta.

#### 4.1.2. Longitud de entrenudos.

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable longitud de entrenudos

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A	1	0,785	0,785	3,080	4,960	10,040	ns
B	2	3,240	1,620	6,353	4,100	7,560	*
A x B	2	2,383	1,191	4,671	4,100	7,560	*
Bloque	2	0,425	0,213	0,834	4,100	7,560	ns
E. E.	10	2,550	0,255				
Total	17	9,384					

Nota: C.V. = 10,250 %; ns = No significativo; \* = Significativo

La tabla 14, se puede apreciar la existencia de interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel). Para los efectos principales del factor A, no encontramos diferencias significativas. Sin embargo, para el factor B, hallamos diferencias significativas.

El coeficiente de variabilidad fue de 10,250 %, confiable para las condiciones del experimento desarrollado en campo (Rustom, 2012).

**Tabla 14***Análisis de efectos simples en la variable longitud de entrenudos*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A en B <sub>1</sub>	1	3,139	3,139	12,310	4,960	10,040	**
A en B <sub>2</sub>	1	0,010	0,010	0,038	4,960	10,040	ns
A en B <sub>3</sub>	1	0,019	0,019	0,076	4,960	10,040	ns
B en A <sub>1</sub>	2	5,569	2,784	10,918	4,100	7,560	**
B en A <sub>2</sub>	2	0,054	0,027	0,107	4,100	7,560	ns
E. E.	10	2,550	0,255				

*Nota:* ns = No significativo; \*\* = Altamente significativo

En la tabla 15, del análisis de efectos simples, para la variable longitud de entrenudos, se puede visualizar la existencia de diferencias altamente significativas para el factor A con respecto al nivel B<sub>1</sub>, lo que no ocurrió en los niveles B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> donde no hubo diferencias significativas. En el caso del factor B para cada de nivel del factor A, observamos que existen diferencias altamente significativas para el nivel A<sub>1</sub>. Sin embargo, para el nivel A<sub>2</sub> no se hallaron diferencias significativas.

**Tabla 15**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B<sub>1</sub> del factor hidrogel en la variable longitud de entrenudos*

N°	Compost (t/ha)	Hidrogel (g/planta)	Promedio (cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	A <sub>2</sub> : 30	B <sub>1</sub> : 0	5,05	a	1°
2	A <sub>1</sub> : 20	B <sub>1</sub> : 0	3,61	b	2°

En la tabla 16, podemos observar que para el nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta) del factor hidrogel, la mayor longitud de entrenudos se logró con el nivel A<sub>2</sub> (30 t/ha), con un promedio de 5,50 cm, diferenciándose estadísticamente del nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha), que alcanzó un promedio de 3,61 cm



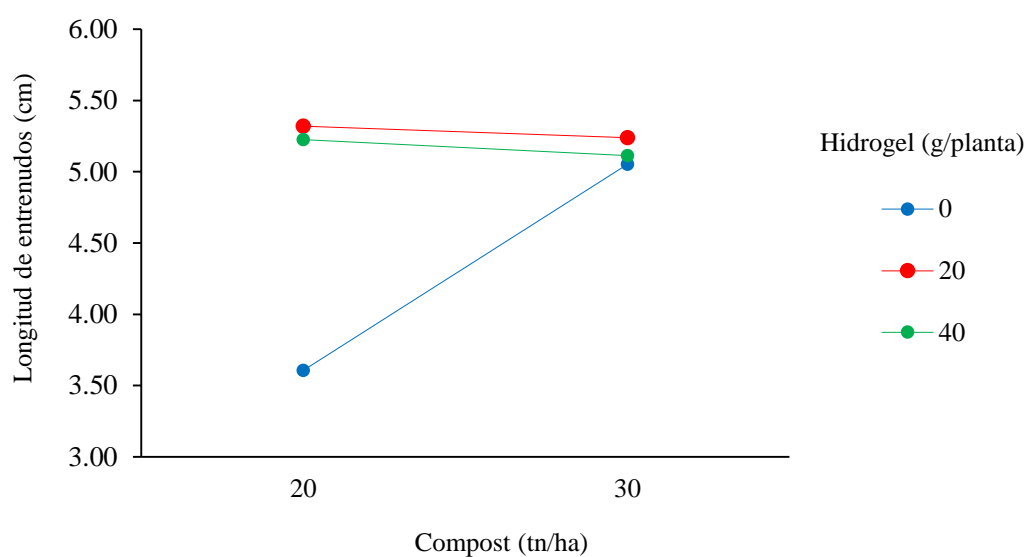


Figura 5. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable longitud de entrenudos.

**Tabla 16**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A1 del factor compost en la variable longitud de entrenudos*

N°	Hidrogel (g/planta)	Compost (t/ha)	Promedio (cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	B <sub>2</sub> : 20	A <sub>1</sub> : 20	5,32	a	1°
2	B <sub>3</sub> : 40	A <sub>1</sub> : 20	5,23	a	1°
3	B <sub>1</sub> : 0	A <sub>1</sub> : 20	3,61	b	2°

En la tabla 17, observamos que para el nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha) del factor compost, la mayor longitud de entrenudos, se alcanzó con los niveles B<sub>2</sub> (20 g/planta) y B<sub>3</sub> (40 g/planta), del factor hidrogel, que lograron promedios de 5,32 y 5,23 cm respectivamente, ambos diferenciándose estadísticamente del nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta), que obtuvo un promedio de 3,61 cm.

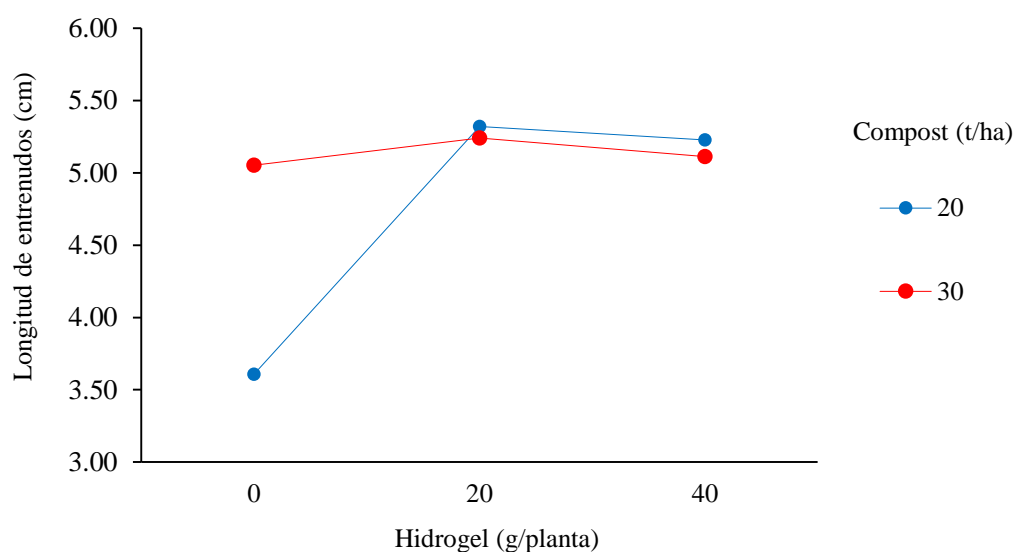


Figura 6. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable longitud de entrenudos.

#### 4.1.3. Incremento de diámetro de tallo.

La tabla 18, nos indica existe interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel). En cuanto los efectos principales del factor A, no encontramos diferencias significativas. Por otro lado, para los efectos principales del factor B, hallamos diferencias significativas.

El coeficiente de variabilidad fue de 10,799 %, confiable para las condiciones de un experimento desarrollado en campo (Rustom, 2012).

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable incremento de diámetro de tallo

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A	1	2,896	2,896	3,371	4,960	10,040	ns
B	2	10,578	5,289	6,156	4,100	7,560	*
A x B	2	8,629	4,315	5,022	4,100	7,560	*
Bloque	2	2,826	1,413	1,645	4,100	7,560	ns
E. E.	10	8,592	0,859				
Total	17	33,520					

Nota: C.V. = 10,799 %; ns = No significativo; \* = Significativo

**Tabla 18***Análisis de efectos simples en la variable incremento de diámetro de tallo*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A en B <sub>1</sub>	1	0,304	0,304	0,354	4,960	10,040	ns
A en B <sub>2</sub>	1	0,714	0,714	0,831	4,960	10,040	ns
A en B <sub>3</sub>	1	10,507	10,507	12,230	4,960	10,040	**
B en A <sub>1</sub>	2	3,033	1,517	1,765	4,100	7,560	ns
B en A <sub>2</sub>	2	16,173	8,087	9,412	4,100	7,560	**
E. E.	10	8,592	0,859				

*Nota: ns = No significativo; \*\* = Altamente significativo*

En la tabla 19, se puede evindciar que existen diferencias altamente significativas para el factor A con respecto al nivel B<sub>3</sub>, en cuanto a los niveles B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub> no hubo diferencias significativas. Con respecto al factor B para cada de nivel del factor A, observamos que existen diferencias altamente significativas para el nivel A<sub>2</sub>. Sin embargo, para el nivel A<sub>1</sub> no se encontraron diferencias significativas.

**Tabla 19**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B<sub>3</sub> del factor hidrogel en la variable incremento de diámetro de tallo*

N°	Compost (t/ha)	Hidrogel (g/planta)	Promedio (mm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	A <sub>2</sub> : 30	B <sub>3</sub> : 40	10,87	a	1°
2	A <sub>1</sub> : 20	B <sub>3</sub> : 40	8,23	b	2°

En la tabla 20, observamos que para el nivel B<sub>3</sub> (40 g/planta) del factor hidrogel, el mayor incremento de diámetro de tallo se alcanzó con el nivel A<sub>2</sub> (30 t/ha), con un promedio de 10,87 mm, diferenciándose estadísticamente del nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha), que logró un promedio de 8,23 mm.

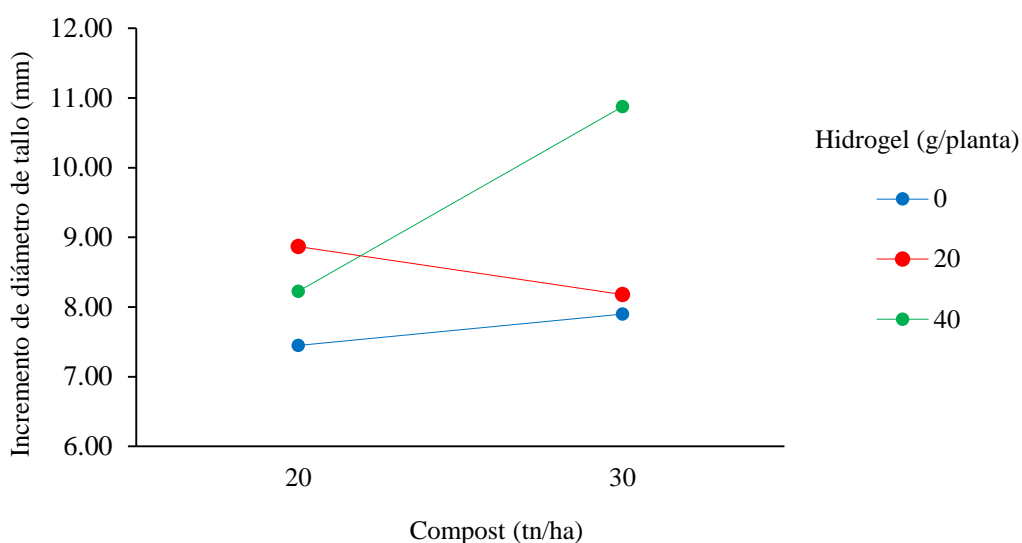


Figura 7. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable incremento de diámetro de tallo.

En la tabla 21, podemos observar que para el nivel A<sub>2</sub> (30 t/ha) del factor compost, el mayor incremento de diámetro de tallo, se alcanzó con el nivel B<sub>3</sub> (40 g/planta) del factor hidrogel, con un promedio de 10,87 mm, diferenciándose estadísticamente de los niveles B<sub>2</sub> (20 g/planta) y B<sub>1</sub> (0 g/planta), que obtuvieron promedios de 8,18 y 7,90 mm, respectivamente.

**Tabla 20**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A<sub>2</sub> del factor compost en la variable incremento de diámetro de tallo*

N°	Hidrogel (g/planta)	Compost (t/ha)	Promedio (mm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	B <sub>3</sub> : 40	A <sub>2</sub> : 30	10,87	a	1°
2	B <sub>2</sub> : 20	A <sub>2</sub> : 30	8,18	b	2°
3	B <sub>1</sub> : 0	A <sub>2</sub> : 30	7,90	b	2°

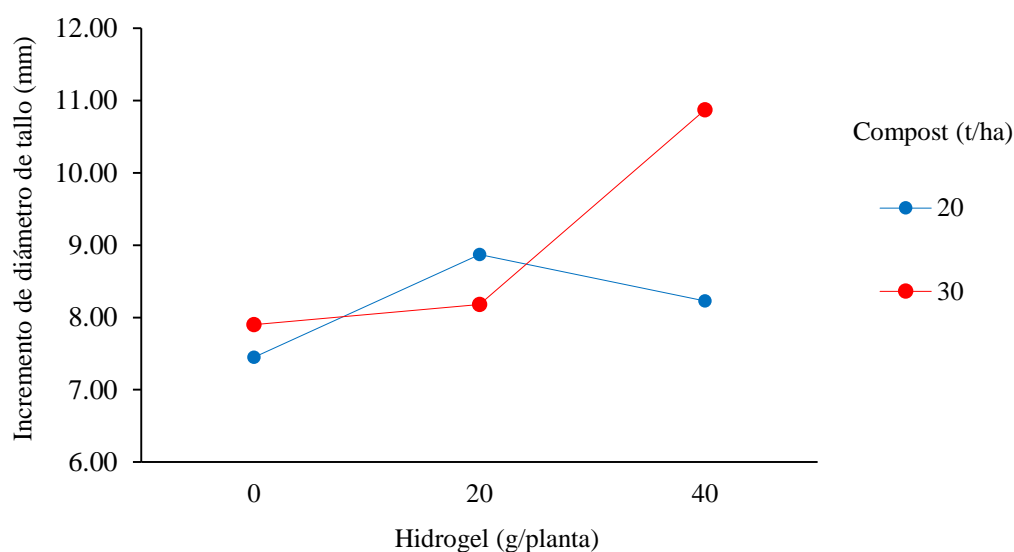


Figura 8. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable incremento de diámetro de tallo.

#### 4.1.4. Área foliar.

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable área foliar

FV	GL	SC	CM	FC	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
A	1	0,053	0,053	0,013	4,960	10,040	ns
B	2	0,690	0,345	0,083	4,100	7,560	ns
A x B	2	2,652	1,326	0,320	4,100	7,560	ns
Bloque	2	24,236	12,118	2,919	4,100	7,560	ns
E. E.	10	41,508	4,151				
Total	17	69,139					

Nota: C.V. = 18,570 %; ns = No significativo

La tabla 22, nos muestra que no hay interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel). En cuanto los efectos principales, tanto para el factor A como para el factor B, no encontramos diferencias significativas.

El coeficiente de variabilidad fue de 18,570 %, aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo (Rustom, 2012).

#### 4.1.5. Longitud de raíz lateral.

La tabla 23, nos muestra que existe interacción entre el factor A (compost) y el factor B (hidrogel). En cuanto los efectos principales del factor A y del factor B hallamos diferencias significativas para ambos.

El coeficiente de variabilidad fue de 8,218 %, confiable para las condiciones del experimento desarrollado en campo (Rustom, 2012).

**Tabla 22**

*Análisis de varianza para la variable longitud de raíz lateral*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A	1	120,125	120,125	7,123	4,960	10,040	*
B	2	240,111	120,056	7,119	4,100	7,560	*
A x B	2	145,333	72,667	4,309	4,100	7,560	*
Bloque	2	5,028	2,514	0,149	4,100	7,560	ns
E. E.	10	168,639	16,864				
Total	17	679,236					

*Nota:* C.V. = 8,218 %; ns = No significativo; \* = Significativo

Debido a que se encontró interacción entre los dos factores se procedió a realizar el análisis de efectos simples que podemos observar en la siguiente tabla:

**Tabla 23**

*Análisis de efectos simples en la variable longitud de raíz lateral*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A en B <sub>1</sub>	1	260,042	260,042	15,420	4,960	10,040	**
A en B <sub>2</sub>	1	0,375	0,375	0,022	4,960	10,040	ns
A en B <sub>3</sub>	1	5,042	5,042	0,299	4,960	10,040	ns
B en A <sub>1</sub>	2	378,389	189,194	11,219	4,100	7,560	**
B en A <sub>2</sub>	2	7,056	3,528	0,209	4,100	7,560	ns
E. E.	10	168,639	16,864				

*Nota:* ns = No significativo; \*\* = Altamente significativo

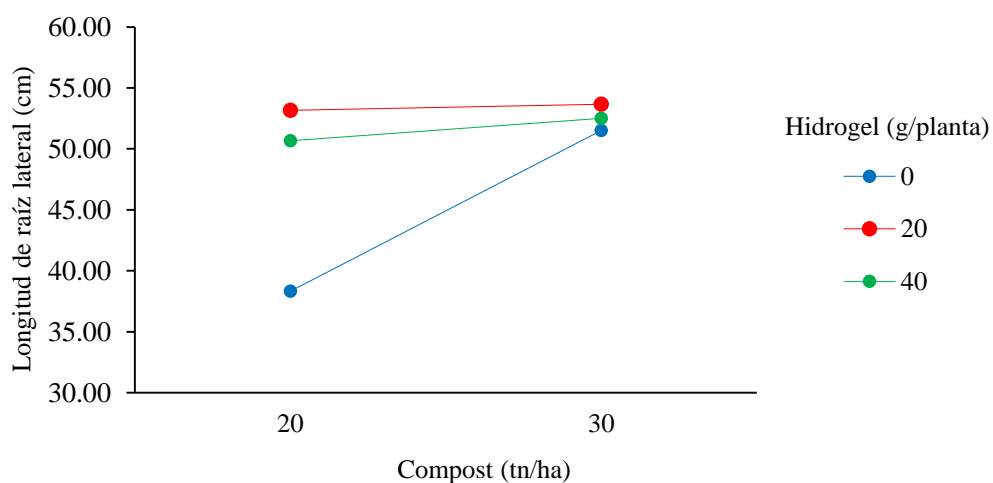
En la tabla 24, del análisis de efectos simples, para la variable longitud de raíz lateral, podemos apreciar que existen diferencias altamente significativas para el factor A con respecto al nivel B<sub>1</sub>, lo que no ocurrió en los niveles B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> donde no se encontró diferencias significativas. En lo que respecta al factor B para cada de nivel del factor A, observamos que existen diferencias altamente significativas para el nivel A<sub>1</sub>. Sin embargo, para el nivel A<sub>2</sub> no hubo diferencias significativas.

**Tabla 24**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor compost con respecto al nivel B<sub>1</sub> del factor hidrogel en la variable longitud de raíz lateral*

N°	Compost (t/ha)	Hidrogel (g/planta)	Promedio (cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	A <sub>2</sub> : 30	B <sub>1</sub> : 0	51,50	a	1°
2	A <sub>1</sub> : 20	B <sub>1</sub> : 0	38,33	b	2°

En la tabla 25, observamos que para el nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta) del factor hidrogel, la mayor longitud de raíz lateral, se obtuvo con el nivel A<sub>2</sub> (30 t/ha), con un promedio de 51,50 cm, diferenciándose estadísticamente del nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha), que logró un promedio de 38,33 cm.



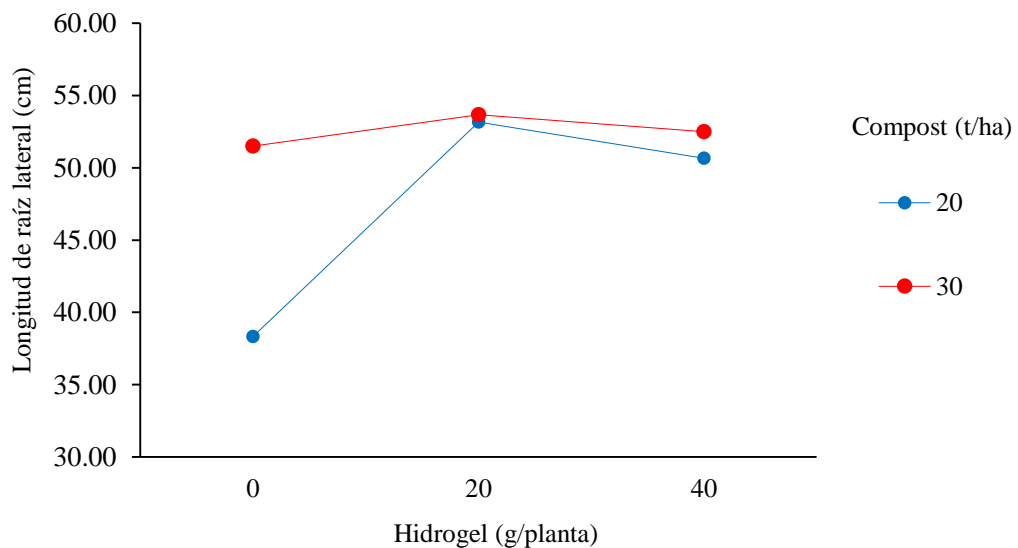
*Figura 9. Promedios de los efectos simples del factor compost con respecto a los niveles del factor hidrogel en la variable longitud de raíz lateral.*

**Tabla 25**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos simples del factor hidrogel con respecto al nivel A1 del factor compost en la variable longitud raíz lateral*

N°	Hidrogel (g/planta)	Compost (t/ha)	Promedio (cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	B <sub>2</sub> : 20	A <sub>1</sub> : 20	53,17	a	1°
2	B <sub>3</sub> : 40	A <sub>1</sub> : 20	50,67	a	1°
3	B <sub>1</sub> : 0	A <sub>1</sub> : 20	38,33	b	2°

En la tabla 26, podemos observar que para el nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha) del factor compost, la mayor longitud de raíz lateral, se alcanzó con los niveles B<sub>2</sub> (20 g/planta) y B<sub>3</sub> (40 g/planta), del factor hidrogel, que obtuvieron promedios de 53,17 y 50,67 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente del nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta), que logró un promedio de 38,33 cm.



*Figura 10. Promedios de los efectos simples del factor hidrogel con respecto a los niveles del factor compost en la variable longitud de raíz lateral.*



#### 4.1.6. Longitud de raíz a profundidad.

**Tabla 26**

*Análisis de varianza para la variable raíz a profundidad*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
A	1	30,681	30,681	5,185	4,960	10,040	*
B	2	85,583	42,792	7,232	4,100	7,560	*
A x B	2	9,194	4,597	0,777	4,100	7,560	ns
Bloque	2	37,000	18,500	3,127	4,100	7,560	ns
E. E.	10	59,167	5,917				
Total	17	221,625					

*Nota:* C.V. = 7,542 %; ns = No significativo; \* = Significativo

En la tabla 27, observamos que no hay interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel). Sin embargo, para los efectos principales del factor A y del factor B, encontramos diferencias significativas.

El coeficiente de variabilidad fue de 7,542 %, confiable para las condiciones del experimento desarrollado en campo (Rustom, 2012).

**Tabla 27**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos principales del factor compost en la variable longitud de raíz a profundidad*

Nº	Compost (t/ha)	Promedio (cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	A <sub>2</sub> : 30	33,56	a	1º
2	A <sub>1</sub> : 20	30,94	b	2º

En la tabla 28, se observa que la mayor longitud de raíz a profundidad se alcanzó con el nivel A<sub>2</sub> (30 t/ha), con un promedio de 33,56 cm, logrando diferenciarse estadísticamente del nivel A<sub>1</sub> (20 t/ha), que registro un promedio de 30,94 cm.

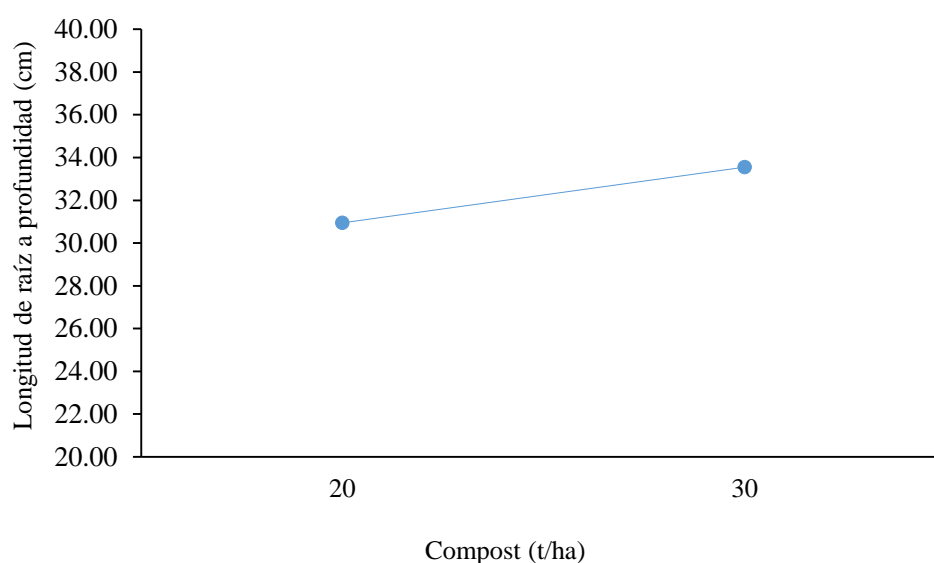


Figura 11. Promedios de los efectos principales del factor compost en la variable longitud de raíz a profundidad.

**Tabla 28**

*Prueba de significación de Tukey para los efectos principales del factor hidrogel en la variable longitud de raíz a profundidad*

N°	Hidrogel (g/planta)	Promedio (cm)	Sig. $\alpha = 0,05$	Orden de mérito
1	B <sub>3</sub> : 40	35,00	a	1°
2	B <sub>2</sub> : 20	32,08	ab	2°
3	B <sub>1</sub> : 0	29,67	b	3°

En la tabla 25, observamos que la mayor longitud de raíz a profundidad se alcanzó con el nivel B<sub>3</sub> (40 g/planta), que logró un promedio de 35,00 cm, diferenciándose estadísticamente del nivel B<sub>1</sub> (0 g/planta), que obtuvo un promedio de 29,67 cm.

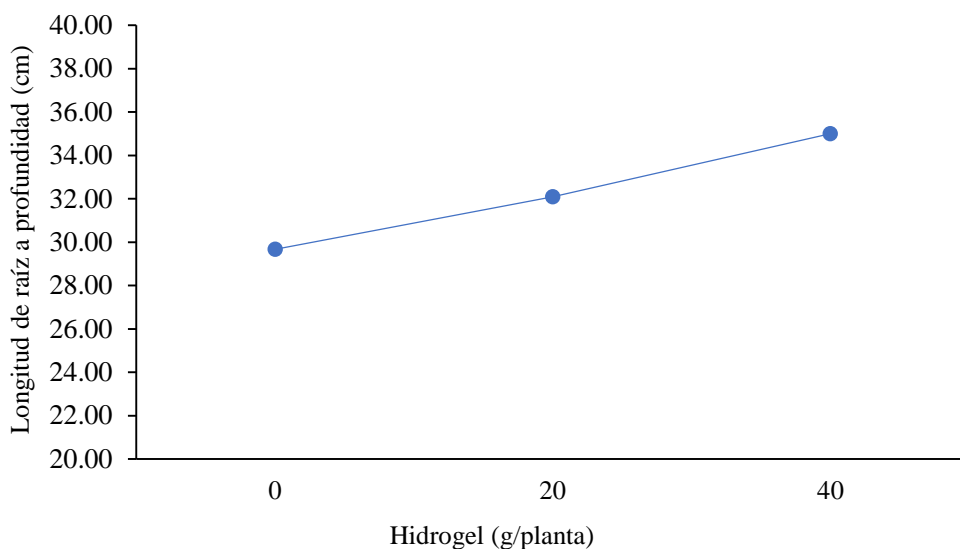


Figura 12. Promedios de los efectos principales del factor hidrogel en la variable longitud de raíz a profundidad.

#### 4.2. Contratación de hipótesis

En base a los resultados obtenidos del análisis de varianza, considerando los estadísticos de prueba y la regla de decisión, se concluye que:

En la variable, incremento de altura de planta, se rechaza la  $H_0$ , tanto para el efecto de interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel), como para los efectos principales de cada factor; debido a que  $F_c$  supera a  $F_\alpha$  (0,05). Esto nos muestra que existe interacción entre los factores en estudio y que hay diferencias significativas para los niveles de cada factor.

Para la variable longitud de entrenudos, se rechaza la  $H_0$ , para el efecto de interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel) y para los efectos principales del factor B, puesto que  $F_c$  supera a  $F_\alpha$  (0,05). Esto nos indica que hay interacción entre los factores en estudio y que existen diferencias significativas entre los niveles del factor B. Sin embargo, para los efectos principales del factor

A, no se rechaza la  $H_0$ , debido a que  $F_c < F_\alpha (0,05)$ , mostrando que no existen diferencias significativas entre los niveles del factor A.

En cuanto a la variable incremento de diámetro de tallo, tanto para el efecto de interacción entre los factores A (compost) y B (hidrogel) y para los efectos principales del factor B, se rechaza la  $H_0$ , puesto que  $F_c$  supera a  $F_\alpha (0,05)$ . Esto nos muestra que existe interacción entre los factores en estudio y que hay diferencias significativas entre los niveles del factor B. No obstante, para los efectos primordiales del factor A, se acepta la  $H_0$ , debido a que  $F_c < F_\alpha (0,05)$ , revelando que no hay diferencias significativas entre los niveles del factor A.

Para la variable área foliar, tenemos resultados que nos permiten aceptar la  $H_0$  en todas las fuentes de variabilidad, ya que para el efecto de interacción  $F_c < F_\alpha (0,05)$ , de manera similar para los efectos principales de los factores A (compost) y B (hidrogel)  $F_c < F_\alpha (0,05)$ , el mismo nos muestra que hay uniformidad en los resultados, sin diferencias estadísticamente significativas.

En la variable, longitud de raíz lateral, tanto para el efecto de interacción como para los efectos principales de los factores A (compost) y B (hidrogel), se rechaza la  $H_0$ , debido a que  $F_c$  supera a  $F_\alpha (0,05)$ . Esto nos muestra que hay interacción entre los factores en estudio y que existen diferencias significativas para los niveles de cada factor.

En cuanto a la variable longitud de raíz a profundidad, se rechaza la  $H_0$ , para los efectos principales los factores A (compost) y B (hidrogel), puesto que  $F_c$  supera a  $F_\alpha (0,05)$ . Esto nos indica que hay diferencias significativas entre los niveles de cada factor. Sin embargo, para el efecto de interacción, no se rechaza la  $H_0$ , debido

a que  $F_c < F_\alpha$  (0,05), mostrando que no existe interacción entre los factores en estudio.

### **4.3. Discusión de resultados**

La compactación del suelo ocurrirá de manera más recurrente en los suelos que son con contenido bajo en materia orgánica. Según los análisis de suelo en el terreno realizado el trabajo tiene un 1,97 % de materia orgánica tiene un bajo contenido.

El hidrogel, pueden reducir la cantidad de sal en el suelo, especialmente en suelos sódicos (Malik et al., 1991, citado por Hernández, 2007)

Katime (2004), citado por Hernández (2007), quien en su trabajo indica que el incremento en la capacidad de intercambio catiónico. En ausencia de hidrogel, el suelo se seca de manera rápida, paralizando el proceso de germinación. El líquido con el cual el hidrogel se aumenta su tamaño suele contener, sales disueltas. La naturaleza y cantidad va depender de los componentes del estrato, el grado de salinidad, el tipo de agua e incluso de los fertilizantes empleados. Generalmente la mayor cantidad de componentes suelen ser cationes alcalinos ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ) y aniones como  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Se debe tener en consideración que los electrolitos disueltos ejercen una gran influencia en el grado de hinchamiento del hidrogel. Haciendo necesario utilizar una cantidad mayor de hidrogel, lo que implica una disminución del rendimiento económico del proceso.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, es posible observar los efectos beneficiosos de la aplicación de hidrogel y compost en la siembra inicial de cultivos de granada. Seguidamente, se describen los resultados alcanzados para cada variable estudiada.

#### **4.3.1. Incremento de altura de planta.**

En la variable, incremento de altura de planta, encontramos que los mayores promedios se encontraron con la dosis más alta de compost (30 t/ha), con un incremento de 1,29 m. Huaripaucar y Romero (2019), encontraron resultados similares en altura de plantas de lúcumo a los 90 días del trasplante (entre 1,27 y 1,36 m), con la aplicación de compost y bentonita. De la misma manera Vásquez y Maraví (2017) encontraron una respuesta favorable en la altura de planta con la aplicación de 10 t/ha de compost, en plantas de morera (*Morus alba* L.), concluyendo que el aporte de materia orgánica al suelo proporciona una ventaja significativa durante el establecimiento de las plantaciones en campo.

Por otro lado, se encontró que con una dosis de 20 t/ha de compost, el mayor incremento de altura de planta se logró con las dosis de 20 y 40 g/planta, de hidrogel, con promedios de 1,33 y 1,28 m. respectivamente. Lo que concuerda con el estudio realizado por Bartieres et al. (2016) quienes encontraron, con la aplicación de hidrogel + fertilizante un incremento de altura de plantas de eucalipto del 11,4%, en comparación con el tratamiento control. Asimismo, determinaron que cuando se combina el hidrogel con la fertilización, se intensifica el crecimiento, promoviendo una mayor altura de plantas.

#### **4.3.2. Longitud de entrenudos.**

Para la variable longitud de entrenudos, se encontró el mayor promedio con la dosis de 30 t/ha de compost, con 5,50 cm. Además, para la dosis de 20 t/ha de compost, las mayores longitudes de entrenudos se alcanzaron con las dosis de 20 y 40 g/planta de hidrogel, con promedios de 5,32 y 5,23 cm respectivamente. Estos resultados guardan relación con Gallardo (2004), quien registro mayor desarrollo de plantas

de romero con la aplicación de compost en comparación con el testigo, esto influiría también en la longitud de los entrenudos. Asimismo, Rosas (2019), determinó que la aplicación de hidrogel y de fertilizantes al momento de la plantación puede mejorar el establecimiento y crecimiento inicial de plantas.

Las fluctuaciones en el crecimiento de las plantas indican una dependencia de los fertilizantes orgánicos, los cuales tienen un impacto directo al aumentar la aplicación de fertilizantes (Pentón, 2007).

#### **4.3.3. Incremento de diámetro de tallo.**

En cuanto a la variable incremento de diámetro de tallo, se observó que con la dosis de 40 g/planta de hidrogel, el mayor incremento de diámetro de tallo se obtuvo con la mayor dosis de compost (30 t/ha), con un promedio de 10,87 mm. De manera similar Ramírez (2016) y Lok y Suárez (2014) en experimentos realizados para la evaluación del efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleífera*, visualizaron que el diámetro de tallo, en los tratamientos donde se emplearon combinaciones de compost y fertilizantes minerales consiguieron los mayores valores.

Por otro lado, se determinó que para la dosis de 30 t/ha de compost, el mayor incremento de diámetro de tallo se logró con la dosis de 40 g/planta de hidrogel, con un promedio de 10,87 mm. Esto concuerda con Bartieres et al. (2016) que determinaron que la asociación de hidrogel + fertilización aumentó significativamente el diámetro del tallo de plantas de eucalipto, alcanzando un incremento del 18%, a los 240 días después del trasplante, en comparación con el tratamiento control. El beneficio del hidrogel posiblemente está asociado con el efecto sobre la retención de los nutrientes y con su liberación de manera gradual.

#### **4.3.4. Área foliar.**

Para la variable área foliar, no se encontró influencia con la aplicación de hidrogel ni de compost, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Rivera (2020) que no encontró diferencias significativas en el área foliar de plantas de lechuga, con la aplicación de hidrogel en comparación con el testigo. Sin embargo, Gomes (2017), encontró una respuesta favorable sobre el área foliar de plántulas de granado (108,1 cm<sup>2</sup>/plántula), empleando un sustrato orgánico (80% de tierra, 7% de aserrín y 13% de estiércol). Malta et al. (2011) mencionan que el área foliar es uno de los parámetros más importantes crecimiento, ya que retrata el tamaño del aparato asimilatorio de la planta.

#### **4.3.5. Longitud de la raíz lateral.**

En la variable, longitud de raíz lateral, se observó que la mayor longitud de raíz lateral se obtuvo con la dosis de 30 t/ha de compost, con un promedio de 51,50 cm. Asimismo para la variable longitud de raíz a profundidad, para el factor compost, se determinó que el mayor promedio se alcanzó con la dosis de 30 t/ha, con un promedio de 33,56 cm. Estos resultados son cercanos a los obtenidos por Huaripaucar y Romero (2019), que registraron mayores valores en la longitud de raíces de plantas granado (62,60 cm), con la aplicación de compost, en comparación con otros abonos orgánicos.

Por otro lado, se encontró que para la dosis de 20 t/ha de compost, la mayor longitud de raíz lateral se alcanzó con las dosis de 20 y 40 g/planta, de hidrogel, con promedios de 53,17 y 50,67 cm respectivamente. Además, se observó que la mayor longitud de raíz a profundidad, para el factor hidrogel se alcanzó con dosis de 40 g/planta, que logró un promedio de 35,00 cm. Estos resultados guardan relación con



Solís et al. (2020), que comprobaron que el uso de hidrogel influye favorablemente en el volumen de raíz de las plantas de café, debido a que las distintas dosis de hidrogel que utilizaron produjeron mejores efectos que el testigo. Al obtener un mayor volumen de raíz se incrementa el área radicular, es decir, la planta posee más capacidad de absorción de agua y nutrientes, optimizando el desarrollo de toda la planta.

#### **4.3.6. Aspectos botánicos.**

A los 15 días se observaron que las yemas iniciaron el hinchazón e emitió brotes de color rojizo, posterior a ello las hojitas jóvenes se convirtieron en color verde dando una forma lanceolada, en el transcurso de su crecimiento las hojas tomaron un color verde brillante con los bordes enteros y agrupadas entre 2 a 3 hojas por nudo, tomando una forma lanceolada, en su crecimiento del tallo principal iniciaron a emitir varios brotes laterales dando inicio a un alargamiento de los entrenudos convirtiéndose en color grisáceo, entre ellos desarrollaron espinas en el tallo y en su trascendencia iniciaron a emitir chupones en la base del tallo, estas características tienen relación con Franck (2010). Donde nos menciona que el granado es un arbusto espinoso cuyo tronco es grisáceo con una madera dura, que contiene ramas torcidas, las hojas alargadas con una superficie lisa y es brillante leve mente ondulado, cuando alcanzan su madures se torna amarillas, las ramas tiene en forma de espinas, con una copa extendida.

Usar hidrogeles con compost tiene grandes beneficios para los cultivos y no solo permite conseguir una mayor retención de agua en el suelo, sino que el humus producido promueve bacterias que ayudan a fijar el nitrógeno, lo que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas. De igual forma beneficia la economía del

agricultor al equilibrarla con fertilizantes aplicados al suelo, y teniendo en cuenta el origen del hidrogel, ya sea natural, sintético o semisintético, brinda mayores beneficios (Zambrano y Macay, 2021).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

**Primera.** Las dos dosis de hidrogel y dos niveles de compost tienen una influencia favorable en la instalación inicial del cultivo de granado en el distrito de Samegua, provincia Mariscal Nieto - Moquegua.

**Segunda.** La aplicación de las dos dosis de hidrogel 20 g/planta tuvo una influencia positiva en la instalación, obteniendo mejores promedios en las variables: incremento de altura de planta 1,31 m, longitud de entrenudos 5,28 cm, incremento de diámetro de tallo 9,55 mm, longitud de raíz lateral 53,42 cm y longitud de raíz a profundidad 35,00 cm.

**Tercera.** La utilización de los dos niveles compost mostró una influencia favorable en la instalación inicial del cultivo de granado sobresaliendo la dosis de 30 t/ha: incremento de altura de planta 1,30 m, longitud de raíz lateral 52,56 cm y longitud de raíz a profundidad 33,56 cm.

**Cuarta.** Los factores hidrogel de 20 g/planta y compost 20 t/ha. tienen una interacción positiva, obteniendo mayores promedios en las variables: incremento de altura de planta 1,33 m, longitud de entrenudos 5,32 cm y

longitud de raíz lateral 53,17 cm. En la variable de diámetro de tallo el mayor promedio fue de 10.87 mm, con las dosis de 40 g/planta de hidrogel y 30 t/ha de compost.

## **5.2. Recomendaciones**

**Primera.** De los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda la aplicación del hidrogel en combinación con compost, para el establecimiento de distintos cultivos en la región Moquegua.

**Segunda.** Para futuras investigaciones se recomienda evaluar el efecto del hidrogel y el compost sobre la retención del agua en suelo, en cultivos en zonas áridas, ya que diversos estudios han demostrado que ambos factores presentan un efecto favorable en este aspecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUAGEL. (2020). *¿Qué es AGUAGEL?* Recuperado de <https://www.aguagel.cl/que-es-aguagel>
- Aguilera, G., Lombo, D., Burbano, E., y Orduz, J. (2013). Granado (Punica granatum L.) un cultivo con potencial productivo: Revisión y situación en Colombia. *Tropical and Subtropical. Agroecosystems*, 23(27), 1-15. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/340163661>
- Alfaro, G. (2016). *Efecto del uso de un hidrogel (PAK) en las propiedades físicas de suelo y en potencial xilemático en vid* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150779/Efecto-del-uso-de-un-hidrogel-%28pak%29-en-las-propiedades-fisicas-de-suelo-y-en-el-potencial-xilematico-en-vid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barreto, N. (2011). *Evaluación del efecto de retenedores de agua en el establecimiento y crecimiento inicial de Juniperus flácida schlechtendal en Ixcateopan, Gro. Chapingo – México*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Bartieres, E., Carnevali, N., Lima, E., Carnevali, T., y Mallmann, V. (2016). Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(86), 145-151.
- Bustamante, G. (2019). *Evaluación de la producción de granada, Punica granatum L. En el valle de Chíncha como alternativa rentable y sostenible* (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú. Recuperado de

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4129/MAS\\_AGRO\\_1901.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4129/MAS_AGRO_1901.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Chapilliquen, J. (2018). *Polímeros hidroabsorbentes agrícolas e industriales reciclados para la supervivencia de mango (Mangifera indica L.), bajo condiciones de estrés hídrico, Morropón, Piura, Periodo 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28012>

Chinchazo, E. (2012) *Evaluación cualitativa y cuantitativa de frutos de granado (punica granatum L.) en el primer año de producción variedad wonderful en la Irrigación San Camilo.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú. Recuperado de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4460>

Cochachi, E. (2008). *Determinación del efecto de la relación C/N y la humedad en la calidad de compost obtenido a partir del tratamiento de residuos orgánicos del Distrito de San Pedro de Saño mediante el proceso de degradación aerobia a nivel laboratorio.* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/228>

De León, L. y Martos, J. (2012). Aproximación a la pauta de riego óptimo en granado. *Horticultura global*, 5(301), 22.

Fernández, J. (2013). *Manejo agronómico del cultivo de granado (Punica granatum L.) en Virú – La Libertad* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

- Franck, N. (2010). ABC del Cultivo del Granado. *Aconex*, 105(7) 11-19.  
Recuperado de [http://www.gira.uchile.cl/descargas/Franck\\_Aconex.pdf](http://www.gira.uchile.cl/descargas/Franck_Aconex.pdf)
- Fundación Hogares Juveniles Campesinos. (2002). *Manual agropecuario tecnologías orgánicas de la granja integral*. Bogotá, Colombia: Editorial Limeria S. A.
- Gallardo, B. (2004). *Estudio de sustratos con compost urbanos para el cultivo del romero*. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Sevilla, España. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/36156874.pdf>
- Gerencia Regional de Agricultura Moquegua. (2020). *Anuario estadístico agropecuario*. Recuperado de [https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/anuarios/Anuario\\_Estadistico\\_Agropecuario\\_2020\\_Moquegua.pdf](https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/anuarios/Anuario_Estadistico_Agropecuario_2020_Moquegua.pdf)
- Gomes, C. (2017). *Crecimiento inicial de plántulas de Punica granatum L. sobre distintos sustratos* (tesis de pregrado). Universidad Federal da Paraíba, Paraíba, Brasil.
- Gomez, P. (2014). *Aplicación del Hidrogel como retenedores de agua en la agroforestería*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Google. (2020). *El globo terráqueo más detallado del mundo. Imagen 2020*. Recuperado de <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- Gurovich, L. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. San José, Costa Rica: Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA.

- Hernández, O. (2007). *Hidrogeles mejoradores de cultivos agrícolas*. Centro de Investigación en química aplicada -CIQA. Sotillo, Coahuila – México. Recuperado de <https://fdocuments.ec/document/hidrogeles-mejoradores-de-cultivos-agrcolas-caso-2018-05-10-abrazos-nimos.html?page=1>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México DF, México: McGRAW-HILL.
- HIDROSORB (2020). *¿Qué es el hidrosorb?*. Recuperado de <http://www.hidrosorb.com/>
- Huaripaucar, D., y Romero, D. (2019). *Efecto de la aplicación de los coloides órgano-mineral sobre las propiedades fisicoquímicas de un suelo arenoso bajo riego por goteo; con un cultivo de granado (Punica granatum L.) var.: Wonderful en Ica*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú.
- Idrobo, H., Rodríguez, A. y Díaz, J. (2010). Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 45(9), 33-37 Universidad del Valle Cali, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231116434004.pdf>
- Lama, D. y Tezén, P. (2017). *Estudio de prefactibilidad de la implementación de una empresa procesadora de arilos de granada y jugo concentrado de maracuyá para su exportación al mercado europeo* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Llerena, G. (2017). *Efecto de la intensidad lumínica y espectro de luz en calidad del fruto de granado (Punica granatum) var. wonderful en la irrigación San Camilo – Arequipa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San



- Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4575>
- Lok, S. y Suárez, Y. (2014). Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de Moringa oleífera y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 399-403.
- López, O., López, A. y Palou, E. (2010). Granada (*Punica granatum L.*) una fuente de antioxidantes de interés actual. *Revista Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 4(1), 64-73.
- Malta, A., Lima, F., Ataíde, E., Silva, S., Araújo, W. y Días, B. (2011) Avaliação dos Parâmetros Agronômicos do Arroz Vermelho (*Oriza sativa L.*), Sobre Influencia da Adubação Orgânica. *Revista Educação Agrícola Superior Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior*, 26(2), 101-107.
- Medina, P. (2019). *Manejo cultural del cultivo de granado (Punica granatum) var. Wonderful para la exportación realizado en Agrícola Pampa Baja SAC*. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11160>
- Melgarejo, P. (1993). *Selección y tipificación varietal de granado (Punica granatum L.)*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. b
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2014). *Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos*. Ecuador. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-elaboraci%C3%B3n-de-abonos-org%C3%A1nicos.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *La granada: Nueva estrella de las agroexportaciones peruanas*. Lima, Perú. Recuperado de

<https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/27444-la-granada-nueva-estrella-de-las-agroexportaciones-peruanas>

- Naranjo, E. (2003). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5310/Tesis52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%20173.pdf?sequence=1>
- Palacios, A., Rodríguez, R., Prieto, F., Meza, J., Razo, R. y Hernández, M. (2016). Hidrogel como mitigador de estrés hídrico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(5), 80-90. Recuperado de <http://www.reibci.org/publicados/2016/oct/1700103.pdf>
- Patricio, H. (2014). *Evaluación de Tres Dosis de Hidrogel en la Supervivencia y Desarrollo de Pinus arizonica Engelm. stormiae Martínez Plantado Bajo condiciones de Sequía Extrema*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Pedroza, A., Yáñez, L., Sánchez, I. y Samaniego, J. (2015). Efecto del hidrogel y vermicomposta en la producción de maíz. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(4), 375-381. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802015000400005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000400005)
- Pentón, G. (2007). Comportamiento productivo de la morera sometida a dos alternativas de fertilización orgánica. Pastos y Forrajes. *Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*, 30(4), 449-454. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119701004.pdf>

- Portal Frutícola. (2016). *Guía técnica de campo para la evaluación visual de los suelos*. Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/12/14/guia-tecnica-de-campo-para-la-evaluacion-visual-de-los-suelos/>
- Portal Frutícola. (2015). *Cómo hacer y utilizar polímeros de hidrogel para retener la humedad en el suelo*. Recuperado de <https://agroalimentando.com/nota/8399>
- Ramírez, A., Benítez, J., Rojas, L. y Rojas, B. (2016). Materiales polímeros de tipo hidrogeles: revisión sobre su caracterización mediante ftir, dsc, meb y met. *Revista LatinAm. Metal Mater*, 36(2), 108-130. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0255-69522016000200002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522016000200002)
- Ramírez, F. (2016). *Efecto de la fertilización orgánica y mineral en el cultivo de la Moringa (Moringa oleífera Lam)*. (Tesis de pregrado). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.
- Rivera, J. (2020). *Evaluación del comportamiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) y eficiencia del uso de agua utilizando poliacrilato de potasio en la Granja Experimental La Pradera, Imbabura*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Imbabura, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10465>
- Rosas, F. (2019). *Poliacrilatos de potasio como retenedores de humedad y medio de fertilización en plantas de Pinus cembroides subsp. Orizabensis*. (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Texcoco, México.

- Rustom, A. (2012). *Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia. Una visión conceptual y aplicada*. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. Recuperado de [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom\\_Antonio\\_Estadistica\\_descriptiva.pdf](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120284/Rustom_Antonio_Estadistica_descriptiva.pdf)
- Sandoval, C. (1998). *Investigación cualitativa*. Bogotá, Colombia: Editorial Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, ICFES.
- Silbert, V., Campitelli, P., Suárez, M y Garrido, G. (2018). *Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño*. Córdoba, Argentina: Editorial Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI.
- Solís, F., Méndez, J., Huevo, Y., Rodríguez, E., y Solano, N. (2020). Evaluación de cuatro dosis de poliacrilato de potasio en el desarrollo de la planta de café (*Coffea arábica* L.) y en la conservación de humedad. *Revista Agrociencia*, 15(3), 30-45.
- Torrán, E. (2007). *Impacto de las plantaciones de Eucalyptus grandis sobre el contenido de humedad del suelo, Análisis de un caso en el Noreste de la Provincia de Entre Ríos*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica nacional, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/401>
- Uribe, J. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una empresa productora de granada (Punica granatum L. var. wonderful) para su comercialización en el mercado internacional*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

- Vargas, P. (2009). *El cambio climático y sus efectos en el Perú*. Banco Central de Reserva del Perú. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>
- Vásquez, H. y Maraví, C. (2017). Efecto de fertilización orgánica (biol y compost) en el establecimiento de morera (*Morus alba* L.). *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal*, 1(1), 33-39.
- Vásquez, V. (2014). *Diseños experimentales con SAS*. Lima, Perú: Editorial Concytec.
- Vélez, M. (2008). *Rendimiento del cultivo de Col Quintal (Brásica oleracea), utilizando dos tipos de abonos orgánicos (Humus y Biol) en la parroquia el airo, del cantón espíndola*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5869/1/VELEZ%20RAMOS%20YONI.pdf>
- Zambrano, J. y Macay, L. (2021). *Efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x P. Glaucum) en época seca*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria, Calceta, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1437/TTA15D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>