



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DE POLIMERO HIDRORETENEDOR EN EL SUELO Y
LA CAIDA DE FRUTOS DE PALTO Var. HASS
(*Persea americana* Mill.) EN EL VALLE DE ICA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. BERNARDO QUISPE CONDORI

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2017



DEDICATORIA

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo mi felicidad.

Le doy gracias a mi padre Flavio Quispe y mi Madre Bertha Condori por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida. Por darme la oportunidad de haber estudiado esta carrera, por ser ejemplo de vida, por promover el desarrollo y la unión de nuestra familia.

A mis hermanas, Pilar y Yaneth por su apoyo moral, por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mi abuelita Sabina que en paz descanse, por haber inculcado educación en sus hijos.

A mis compañeros de trabajo que con su colaboración y apoyo me ayudaron a crecer profesionalmente.

Bernardo Quispe



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, y docentes que inculcaron en mi vida profesional.

A mis asesores, Ing. M.Sc. Elisban U. Huanca Quiroz, Dr. Alí Canaza Cayo, y Ing. M.Sc. Marilú Chanini Quispe por sus ayudas de asesoría, ofrecidas durante el proceso de la ejecución de la tesis a quienes doy mis sinceros agradecimientos.

A los jurados revisores del trabajo de investigación Ing. M.Sc. Isaac Ticona Zúñiga, Dr. Evaristo Mamani Mamani y Ing. M.Sc. Francis Miranda Choque, por sus sugerencias acertadas para la mejora del presente trabajo de investigación.

A la empresa Agrícola Chapi S.A. por su acogida y brindarme la oportunidad de consolidarme profesionalmente y disponer todo lo necesario para desarrollar el presente trabajo de investigación.

Y a todas aquellas personas que me ayudaron de manera directa e indirectamente para la culminación del trabajo de investigación.

Bernardo Quispe



INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN 11

ABSTRACT..... 12

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 14

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 14

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 16

2.2. MARCO TEÓRICO..... 18

2.2.1. Características botánicas del palto 18

2.2.2. Ubicación taxonómica: 19

2.2.3. Características de la variedad Hass y el patrón Antillano..... 20

2.2.4. Factores climáticos, edáficos e hídricos para el cultivo del palto 21

2.2.5. Ciclo fenológico del palto 24

2.2.6. Comportamiento floral del palto 25

2.2.7. Influencia de los factores climáticos en la floración. 26

2.2.8. Polinización y Cuaja 26

2.2.9. Efecto de caída de Frutos de Palto 27



2.2.10. Propiedades físicas del suelo.....	28
2.2.11. Características de los polímeros.....	32
2.2.12. Costos de producción	32
2.2.13. Rentabilidad	34

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MEDIO Y MATERIAL EXPERIMENTAL.....	35
3.1.1. Climatología y ecología.	35
3.1.2. Producto químico y su descripción.	36
3.1.3. Materiales de aplicación del polímero	37
3.1.4. Materiales de Evaluación	38
3.2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	38
3.2.1. Análisis estadístico y diseño experimental	38
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	39
3.4. FACTORES DE ESTUDIO	39
3.5. PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	40
3.5.1. Adquisición del producto	40
3.5.2. Seguimiento fenológico e identificación de las parcelas	40
3.5.3. Aplicación del producto	42
3.5.4. Recolección de las muestras de suelo	43
3.5.5. Procesamiento y determinación de datos de humedad del suelo	44
3.5.6. Conteo de frutos post cuaja.....	46
3.5.7. Análisis económico	47
3.6. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	48



3.6.1. Ámbito de estudio	48
3.6.2. Duración del proyecto	48
3.6.3. Características del cultivo experimental	48
3.6.4. Características del suelo y agua de riego	48
3.6.5. Características del clima	50
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. DETERMINACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL HIDRORETENEDOR (HIDROSOIL) EN LA RETENCIÓN DE AGUA EN EL SUELO	53
4.1.1. Humedad gravimétrica del suelo en el perfil de 0 a 15 cm del suelo	53
4.1.2. Humedad gravimétrica del suelo en el perfil de 15 a 30 cm del suelo	57
4.1.3. Humedad volumétrica del suelo en el perfil de 0 a 15 cm del suelo.....	59
4.1.4. Humedad volumétrica del suelo en el perfil de 15 a 30 cm del suelo.....	62
4.2. DETERMINACIÓN DE EFECTO DE HIDRORETENEDOR SOBRE LA CAÍDA DE FRUTOS EN POST CUAJA	64
4.3. EVALUACION DEL COSTO DE USO DEL PRODUCTO HIDROSOIL..	70
V. CONCLUSIONES.....	74
VI. RECOMENDACIONES:.....	75
VII. BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS.....	81

ÁREA: Tropicultura

TEMA: Manejo Agronómico De Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29 de agosto de 2017



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de valores de la textura y su relación con otras propiedades físicas del suelo.....	31
Tabla 2. Características del polímero hidroretenedor (Hidrosoil)	37
Tabla 3. Distribución de tratamientos	39
Tabla 4. Desarrollo fenológico del palto.....	41
Tabla 5. Caracterización física química del suelo.....	49
Tabla 6. Característica química del agua de riego.	50
Tabla 7. Información meteorológica promedio (Periodo 2005-2016).....	51
Tabla 8. Información meteorológica campaña agrícola (Periodo 2015-2016)	52
Tabla 9. Análisis estadístico de humedad gravimétrica en el perfil de 0 a 15 cm del suelo.	54
Tabla 10. Prueba de Tukey para medición de humedad gravimétrica del suelo de 0 a 15 cm.....	55
Tabla 11. Análisis estadístico de humedad gravimétrica en el perfil de 15 a 30 cm del suelo.	57
Tabla 12. Análisis estadístico de humedad volumétrica en el perfil de 0 a 15 cm del suelo.	60
Tabla 13. Prueba de Tukey para medición de humedad volumétrica del suelo de 0 a 15 cm.....	61
Tabla 14. Contenido de humedad volumétrica en el suelo de 0 a 15cm.....	61
Tabla 15. Análisis estadístico de humedad volumétrica en el perfil de 15 a 30 cm del suelo.	62
Tabla 16. Contenido de humedad volumétrica en el suelo de 15 a 30cm.....	63



Tabla 17. Análisis estadístico del número de frutos por árbol después de la primera caída.	65
Tabla 18. Análisis estadístico del número de frutos por árbol después de la segunda caída.	65
Tabla 19. Análisis económico	73
Tabla 20. ANVA para la humedad gravimétrica del suelo de 0 a 15cm.....	81
Tabla 21. ANVA para la humedad gravimétrica del suelo de 15 a 30cm.....	81
Tabla 22. Prueba de Tukey para medición de humedad gravimétrica del suelo de 15 a 30 cm.....	81
Tabla 23. ANVA para la humedad volumétrica del suelo de 0 a 15cm.....	82
Tabla 24. ANVA para la humedad volumétrica del suelo de 15 a 30cm.....	82
Tabla 25. Prueba de Tukey para medición de humedad volumétrica del suelo de 15 a 30 cm.....	82
Tabla 26. ANVA para el número de frutos por árbol después de la primera caída.	82
Tabla 27. Prueba de Tukey para conteo de frutos después de la primera caída.....	83
Tabla 28. ANVA para el número de frutos por árbol después de la segunda caída. ...	83
Tabla 29. Prueba de Tukey para conteo de frutos después de la segunda caída.....	83
Tabla 30. Densidad aparente del suelo experimental del perfil de 0 a 15cm.....	84
Tabla 31. Densidad aparente del suelo experimental del perfil de 15 a 30cm.....	84
Tabla 32. Capacidad de campo del suelo experimental de 0 a 15cm.....	84
Tabla 33. Capacidad de campo del suelo experimental de 15 a 30cm.....	85
Tabla 34. Lámina de riego del cultivo experimental	85
Tabla 35. Costos de producción del palto.	86
Tabla 36. Dosis de fertilización del palto	87
Tabla 37. Datos de humedad gravimétrica de 0 a 15 cm del suelo.....	88



Tabla 38. Datos de humedad gravimétrica de 15 a 30 cm del suelo.....	89
Tabla 39. Datos de humedad volumétrica de 0 a 15 cm del suelo.....	90
Tabla 40. Datos de humedad volumétrica de 15 a 30 cm del suelo.....	91
Tabla 41. Datos de conteo de frutos en el árbol después de la primera caída.....	92
Tabla 42. Datos de conteo de frutos en el árbol después de la segunda caída.	93
Tabla 43. Registro de datos meteorológicos	94



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fenológica típica de paltos (Sedgley, 1987)	25
Figura 2: Información meteorológica, Fundo Don Ernesto, Ica, (período 2005 – 2016)	36
Figura 3: Estructura química del “Hidrosoil”	37
Figura 4: Yema Hinchada.....	41
Figura 5: Identificación de tratamientos	42
Figura 6: Promedio de velocidad del viento.....	67
Figura 7: Planificación de riego del cultivo de palto.....	70
Figura 8: Pesado del “Hidrosoil”.....	96
Figura 9: Equipamiento del personal de aplicación.....	96
Figura 10: Hidratación del Hidrosoil.....	97
Figura 11: Preparación de materiales para la extracción de las muestras de suelo.	97
Figura 12: Codificación de los cubos de muestreo.....	98
Figura 13: Preparación de calicata para muestreo de suelos.	98
Figura 14: Extracción de muestras de suelo.	99
Figura 15: Muestra de suelo preparado para su extracción.	99
Figura 16: Muestras de suelo extraído.....	100
Figura 17: Pesado de la muestra de suelo húmedo.....	100
Figura 18: Secado de las muestras de suelo en “Termobalanza electrónica”.....	101
Figura 19: Conteo de frutos de palto	102
Figura 20: Cobertura de “Hidrosoil” en la superficie del suelo	102
Figura 21: Mapa del Fundo Don Ernesto y ubicación del experimento.....	103
Figura 22: Mapa del experimento.....	104
Figur 23: Mapa-Ubicación del experimento.....	105



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Empresa Agrícola Chapi S.A. ubicado en el distrito Santiago, provincia y región Ica, ubicado en las coordenadas UTM: 430641E 8430002N, a 420 m.s.n.m. cuyos objetivos fueron: a) Determinar la dosis del polímero “Hidrosoil” con mayor efectividad de retención de agua en el suelo, b) Contabilizar las frutas que permanezcan en el árbol después de la ocurrencia de caída, y c) Evaluar el costo de uso de la tecnología del producto. El experimento se ha conducido bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales. El trabajo de investigación empezó el 10 de setiembre de 2015 y culminó el 14 de agosto del 2016. Los tratamientos fueron: dosis de “Hidrosoil” 50 gr/planta, 150 gr/planta, 300 gr/planta y un testigo. Las evaluaciones se realizaron en dos perfiles del suelo de cada repetición, donde, se determinó el porcentaje de humedad gravimétrico y volumétrico, así mismo se contabilizó el número de frutos que permanecieron en el árbol después de la ocurrencia de caída. Los resultados fueron: a) La dosis de “Hidrosoil” 300 gr/planta, logró retener 21.7% de humedad gravimétrica en el suelo; por tanto, fue más efectivo en la retención de agua en el perfil del suelo de 0 a 15cm con respecto a los tratamientos con dosis menores y el tratamiento control. b) Ninguno de las dosis de polímero mostró diferencia estadística significativa en la reducción de caída de fruta cuajada, tanto para la primera y segunda caída de frutos, a pesar de la mayor retención de agua en el suelo de 0 a 15 cm. c) La rentabilidad económica del uso de “Hidrosoil” promovió en el testigo un índice de +61%, y una relación B/C 1.61; seguido por la aplicación de polímero de 50 gr/planta con un índice de +55%, y una relación B/C 1.55; mientras que la aplicación de 150 gr/planta tuvo un índice de +55%, y una relación de B/C 1.55; con la aplicación de polímero de 300 gr/planta se tuvo un índice de +47%, y una relación B/C de 1.47.

Palabras clave: Palto, Polímero, Humedad del suelo, caída de frutos, beneficio costo.



ABSTRACT

This research work was carried out at the Empresa Agrícola Chapi S.A. located in the Santiago district, Ica province and region, located at UTM coordinates: 430641E 8430002N, at 420 m.a.s.l. whose objectives were: a) To determine the dose of the polymer "Hydrosoil" with greater effectiveness of retention of water in the soil, b) To count the fruits that remain in the tree after the occurrence of fall, and c) To evaluate the cost of use of product technology. The experiment has been conducted under a completely randomized design with four treatments, three repetitions, making a total of 12 experimental units. The research work began on September 10, 2015 and ended on August 14, 2016. The treatments were: doses of "Hydrosoil" 50 gr/plant, 150 gr/plant, 300 gr/plant and a control. The evaluations were carried out in two soil profiles of each repetition, where the percentage of gravimetric and volumetric humidity was determined, as well as the number of fruits that remained on the tree after the occurrence of fall. The results were: a) The dose of "Hydrosoil" 300 gr/plant, managed to retain 21.7% of gravimetric humidity in the soil; therefore, it was more effective in retaining water in the soil profile from 0 to 15cm with respect to the treatments with lower doses and the control treatment. b) None of the polymer doses showed a significant statistical difference in the reduction of fruit set drop, both for the first and second fruit drop, despite the greater retention of water in the soil from 0 to 15 cm. c) The economic profitability of the use of "Hydrosoil" promoted an index of +61% in the control, and a B/C ratio of 1.61; followed by the application of polymer at 50 gr/plant with an index of +55%, and a B/C ratio of 1.55; while the application of 150 gr/plant had an index of +55%, and a B/C ratio of 1.55; With the application of polymer of 300 gr/plant, an index of +47% was obtained, and a B/C ratio of 1.47.

Keywords: Avocado, Polymer, Soil moisture, fruit drop, cost benefit.



CAPITULO I

INTRODUCCION

La agricultura comercial del Perú se desarrolla principalmente en la costa, que, a diferencia de las otras regiones, como la sierra y la selva, depende exclusivamente del riego, y a su vez, de la disponibilidad de agua en la vertiente del pacífico, en donde se ubica la costa, que cuenta con apenas el 1.7% del agua a nivel nacional, frente al 98% de disponibilidad con que cuenta la vertiente del atlántico Chacaltana (2007). Las fuentes hídricas en la costa son el agua superficial, obtenida por la derivación de los ríos alimentados por lluvias, nevados o lagunas de la cordillera, y el agua subterránea.

La región Ica se caracteriza por ser una zona potencialmente agrícola de clima muy favorable y altamente demandante de agua. En los últimos años la agricultura de la región de Ica ha tenido un crecimiento productivo importante, el cual ha significado también mayor uso de agua. Actualmente la agricultura moderna intensiva en Ica depende de los acuíferos, el 80% de la agricultura es dependiente de los pozos, siendo insostenible para la agricultura a largo plazo.

Frente a este problema es fundamental desarrollar nuevas técnicas eficaces de uso de agua, soluciones que ayuden al uso eficiente del agua. Una alternativa para enfrentar este problema podría ser el uso de “Hidrosoil”, que es un producto caracterizado para absorber agua y retener por mayor tiempo, cuando hay una deficiencia de agua en el suelo, la planta aprovecha cuando tenga la necesidad para continuar su desarrollo vegetativo evitando pérdidas por evaporación y percolación profunda.



En este estudio se aplicó, tres diferentes dosis del producto “Hidrosoil” en cultivos de paltos de 8 años, con el objetivo de buscar su efectividad en la retención de humedad en el suelo procurando lograr un mayor aprovechamiento.

En el valle de la región Ica, los suelos son de textura franco arenoso con muy poca capacidad de retención de agua, donde la velocidad de infiltración es muy rápida. Uno de los principales cultivos de exportación de esta región es el palto que tiene una alta necesidad hídrica para su producción y de buena calidad. Esta especie tiene una particularidad importante, requiere que la humedad que se mantenga cercana a la capacidad de campo en zona de mayor actividad radicular (entre 0 y 30 cm del suelo), precisamente donde se dispone la mayor cantidad de raíces absorbentes.

El palto es de ciclo anual, la etapa fenológica más crítica es post cuaja de frutos donde la sensibilidad a la caída de la fruta cuajada es muy alta, probablemente por estrés hídrico, por tanto, es básico lograr mantener la humedad próximo a la capacidad de campo a nivel de 0 a 30 cm de manera que se reduzca el estrés hídrico en este perfil de mayor actividad radicular. Los suelos arenosos del valle de la región Ica tienen poca capacidad de retención de agua en el suelo, el cual afecta en la etapa post cuaja de frutas de palto.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del polímero hidroretenedor en la situación hídrica del suelo y caída de frutos de palto variedad Hass (*Persia americana* M.) en el valle de Ica.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar la dosis del polímero hidroretenedor con mayor efectividad de retención de agua en el suelo.



- b. Contabilizar las frutas que permanezcan en el árbol después de la ocurrencia de caída.

- c. Evaluar el costo de uso de la tecnología del producto.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

André et al. (2011), llevaron a cabo un estudio en la granja experimental fundación pro-café de Brasil. El objetivo fue evaluar el efecto del polímero hidrorretenedor (hidrogel) en plántulas de café sembradas en macetas. El experimento consistió en cuatro dosis de polímero 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 litros por maceta, las plántulas se plantaron en macetas con estos polímeros y se pesaron diariamente durante 87 días para el monitoreo de masa total, en donde se concluyó que el uso de polímero en la siembra de plántulas de café proporciona mayor desarrollo de las plantas, y la mejor respuesta obtenida fue con la dosis más alta de 2,0 L.

Captura (2009), en el año 1997, estableció dos ensayos de forestación con (*Eucalyptus gunnii*) en la localidad de Chile chico, XI Región de Aysén, que se caracteriza por sus escasas precipitaciones anuales, 287 mm, vientos en periodo estival y temperaturas inferiores a los 10°C bajo cero en periodo invernal donde se aplicaron el gel hidratante Stockosorb (5g/planta); donde se procuró determinar la respuesta de (*Eucalyptus gunnii*) ante diferentes métodos de cultivo, donde se planteó 7 tratamientos dispuestos completamente al azar, el más recomendable resultó ser aquel donde se utilizó una protección lateral de plástico, con el fin de controlar la excesiva evapotranspiración producida por el viento.

Cutipá (2013), desarrolló una investigación con el objetivo de determinar el efecto de hidroabsorbente 10kg/ha, hidrosorb 12kg/ha y estiércol en trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.) 5000 kg/ha en la localidad de Camacani, departamento de Puno, en el cual



concluyó que la mejor fuente en la retención de humedad, que se tradujo en los rendimientos de materia verde y seca, fue con la aplicación de polímero Hidrosorb con 2 130 kg/ha de materia verde; mientras que en la producción de materia seca fue ligeramente superior el estiércol con 2138.51 kg/ha frente a 2021.87 kg/ha de polímero Hidrosorb.

Orozco (2010), experimentó cuatro dosis de Hidroretenedor Luquasorb y tres tipos de sustrato en la plantación de Guarango (*Caesalpinea espinosa* Mol) en el Canton Guano Riobamba Ecuador; dando como resultado que mediante la utilización de Luquasorb en dosis 15, 30 y 60 gramos por planta en los tipos de sustrato conformados por: el 50% de tierra del lugar en estudio + 25% de Humus + 25% de tierra negra, y el sustrato constituido por tierra del lugar en estudio 100% alcanzaron el 100% de prendimiento en la plantación de Guarangos a los 60, 120 y 180 días después del trasplante.

Vadán (2007), llevo a cabo una investigación donde estudió el efecto de un hidroretenedor de humedad a dosis de 200 gr./planta, 300 gr./planta y 400 gr./planta sobre el prendimiento de plántulas de dos especies forestales, se condujo en Cantón Macará, provincia de Loja, Ecuador. El objetivo fue, contribuir a la reforestación y recuperación de la cubierta vegetal del bosque seco, donde concluyó que los hidrogeles por tener una capacidad de absorción y retención del agua es indispensable en zonas de sequía prolongada. Los suelos con textura franco arenoso, con una capacidad de campo de 19.14%, punto de marchitez permanente de 7,36 % y una densidad aparente de 1.45 gr/cm³.; son suelos que tienen una capacidad de almacenamiento de agua de 83.25 mm/planta, tomando en cuenta las dimensiones del hoyo de 25 cm de diámetro y 30 cm de profundidad.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Características botánicas del palto

Raíz

Gil (1997), manifiesta que el palto posee una raíz pivotante y ramificada, por otro lado, las raíces secundarias y terciarias, se desarrollan en los 60 cm iniciales, la raíz principal puede superar el metro de profundidad, posee un sistema radicular superficial. También son considerados como un sistema compuesto de raíces largas, raíces cortas y pelos radicales. Las raíces largas forman la mayor parte del sistema permanente, son generalmente leñosas y tienen crecimiento radial cambial. Las raíces cortas, a su vez, son de efímera existencia (máximo dos años), no tienen actividad cambial y al comienzo son tiernas y blanquecinas, pero luego se tornan suberizadas, de color pardo.

Tronco

Calabrese (1992), manifiesta que el tronco del palto es de color gris o castaño, áspero y agrietado. Las ramas, angulosas y finalmente velludas, tienen al principio color verde y se vuelven castañas con el tiempo. Los árboles espontáneos de palto pueden alcanzar hasta 20 metros de altura, con un diámetro de tronco muy superior a un metro.

Hojas

Hernández (1991), sostiene que las hojas del palto son alternas de forma ovalada y un tamaño de 9-25 x 5-9 cm, con el borde liso, el extremo corto y la base aguda; presentan el haz liso, y el envés con pelos en las nervaduras. Los peciolos, de color verde amarillento, miden de 12 a 32 mm de longitud.



Flores

Rodríguez (1982), afirma que las flores tienen una coloración verde o amarilla, y se agrupan en panículas laterales o en los extremos de las ramas jóvenes. Los pétalos y los sépalos, de aspecto similar, aparecen en número de seis y tienen una longitud de unos 5mm. En las flores hay de nueve a doce estambres, de unos 3mm de largo, y un ovario globoso y velludo. Se trata de una planta alógama (de fecundación cruzada)

Frutos

Rodríguez (1982), indica que los frutos consisten en bayas carnosas, periformes o globulosas, de hasta 20 cm de longitud y 15 cm de diámetro. Contienen una semilla ovalada o elíptica color castaño, entre 5 a 6 cm de diámetro, a la que rodea una pulpa oleaginosa, verde o amarillenta.

2.2.2. Ubicación taxonómica:

Según Rodríguez (1982), el palto se clasifica de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lurales
Familia	Lauraceae
Tribu	Perseae
Género	Persea
Especie	<i>Persea americana</i> M.



2.2.3. Características de la variedad Hass y el patrón Antillano.

Cautín (1996), señala que la variedad Hass pertenece a la raza Guatemalteca, por lo cual es muy afectada por las heladas, llegando a existir daño con temperaturas de poco más de -1°C . Es una variedad con un mejor comportamiento productivo, menos añera y presenta un índice de precocidad interesante, lográndose cosechas al segundo o tercer año.

Esta variedad se originó desde una semilla sembrada en el sur de California. En general es un árbol de desarrollo mediano, con crecimiento en altura, pero no en forma piramidal, de acuerdo con ello se le puede plantar a distancias medias, pero considerando su precocidad es posible trabajar en altas densidades. Su calidad organoléptica es de excelencia, pudiendo alcanzar un contenido de aceite entre 15 a 20%, su producción puede alcanzar como promedio 12 ton/ha después de 6 a 8 años desde la plantación.

Gardiazabal (1998), describe al fruto del palto de forma piriforme a ovoide, de 180-360 gr, su cascara es cueruda, algo rugosa, de color verde a negruzca en el árbol, luego de cosechada se va poniendo negra a medida que madura. Posee semilla pequeña, madura desde septiembre a marzo, pero la fruta se puede dejar hasta más tarde en el árbol sin cosechar y sin que caiga.

Vivero Blanco (2016), Según afirma que el patrón antillano de palto tiene las siguientes características:

- Originario de Israel.
- Porta injertos muy vigoroso.
- Proporciona plantaciones muy homogéneas.
- Puede ser cultivado en suelos muy alcalinos donde otros patrones no sobrevivirían.



- Tolera aguas muy salinas superiores a los 500 mg de cloruros.
- La variedad Hass es muy productiva sobre este patrón, dando calibres gruesos.
- Ingreso a producción a los 3 años.

2.2.4. Factores climáticos, edáficos e hídricos para el cultivo del palto

2.2.4.1. Clima

Herrera (2011), indica que los paltos se cultivan desde el nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m.; la temperatura y la lluvia son los factores de mayor incidencia en el cultivo. La temperatura influye en la producción del palto, según la raza y calidad del patrón dependerá la resistencia al frío extremo.

En la región andina es necesario 1200 mm de lluvia y distribuida en el año; las sequías prolongadas afectan el cultivo. El exceso de lluvia en floración o cuajado de frutos causa su pérdida y enfermedades.

2.2.4.2. Suelo

Herrera (2011), recomienda suelos profundos, franco arenoso, textura liviana con pH 5.6 a 6.5, los suelos arcillosos con buen drenaje son adecuados. Para superar los suelos con deficiente estructura, se cultiva el palto en camellones con 80 cm de altura y con riego tecnificado, para lograr eficiencia nutricional. Los paltos son originarios de suelos macro porosos y aireados favoreciendo a las plantaciones de palta para producir 25 Tm/Ha y la diferencia de otras plantaciones con suelo poco aireados; compactos pH 5,6 a 6 producen solo 9 Tm/ha.



2.2.4.3. Riego

Herrera (2011), señala que los períodos más importantes de necesidad de agua sin afectar la producción de palta son durante el proceso de floración y cuaja. Los 100 primeros días post cuajado. Las temperaturas 20°C en los primeros estados de desarrollo de la fruta ayuda a la reducción de la caída de la fruta. Empleo de láminas de riegos con 9 mm en 24 horas. En campos productivos adultos, se distribuye el mayor número de puntos en contacto para mantener húmeda la superficie bajo la copa del árbol con líneas de gotero 2 litros/hora cada una. La retención de la fruta se logra con fertilización cuidadosa, prácticas de riego adecuadas y la mantención de un sistema radicular sano.

Whiley et al. (1988), manifestaron que un fenómeno conocido como anillado del pedúnculo estaría relacionado con períodos de estrés hídrico durante el desarrollo del fruto. Este desorden fisiológico se manifiesta como una lesión corchosa en la unión del pedicelo y el pedúnculo, pero puede ocurrir entre el pedicelo y la unión con la fruta, o donde el pedúnculo se une a la rama, siendo todos estos sitios lugares naturales de abscisión.

Shalhevet (1999), señala que el 80% de la absorción del agua se produce dentro de los primeros 60 cm de profundidad, y que la mayor proporción de esta absorción se registra dentro de los primeros 30 cm de profundidad.

Osiadacz (1994), sostiene que la distribución de las raíces del palto está influenciada por el volumen de suelo mojado, como también por la frecuencia de riego y la cantidad de agua aplicada, además esta distribución está altamente correlacionada con el método de riego empleado.



Salazar y Cortez (1986), observaron que, para suelos de texturas arenosas y arcillosas, la mayor concentración de raíces se ubica entre los 0 y 60 cm de profundidad. Por otra parte, Gardiazabal (1998) indica que, para suelos de textura media a pesada, aproximadamente el 50% de las raíces absorbentes se ubican en los primeros 30 cm del perfil y alrededor de un 30 y 40% de ellas se localizan entre los 30 y 60 cm de profundidad, y a mayor profundidad se encuentra sólo entre un 10 a 20% de las raíces.

Mendoza (2000), manifiesta que la presencia de sales en la solución del suelo produce una disminución en el potencial osmótico de éste, por lo que a su vez se reduce el contenido de agua disponible para la planta.

Gregoriou (1980), alegado por Cardemil (1999), describe a la raíz del palto como imperfecto en cuanto a absorción de agua. Ubicado a escasa profundidad de la superficie del suelo, generalmente entre 15 y 30 cm, se divide bajo condiciones adecuadas de crecimiento en ramificaciones, las cuales van asumiendo posiciones laterales.

Whiley et al. (1988), manifestaron que el palto presenta una estructura radicular superficial, extensamente suberizada, relativamente ineficiente en la absorción de agua, baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radiculares, lo cual puede producir una variación diurna excesiva en el contenido de agua del árbol, debido a que la pérdida por transpiración no logra ser satisfecha en su totalidad, lo que puede tener como consecuencia una pérdida de frutos durante las etapas críticas del desarrollo como la floración.

Michelakis et. al. (1993) citado por Cardemil (1999), sostiene que el crecimiento radicular es mayor con contenidos volumétricos de agua de 20 a 30%, lo que corresponde a potenciales matrices del suelo de -5 a -30 KPa para los suelos franco arenosos.



2.2.4.4. Fertilización

Cisneros (2003), señala que las necesidades nutricionales en la producción de palta son variables y dependerá de la edad de la planta, características y análisis de suelo para determinar la dosificación real de los fertilizantes que se aplicará a la plantación. Para producir 14,386 kilos de pulpa de palta por 1 hectárea se extrae: 60 Kg. (K₂O), 40 Kg. (N), 25Kg. (P₂O₅), 9.2 kg. (Mg); 11.2 Kg. (Ca) Se dosifican por el sistema por goteo o el método tradicional ubicando los abonos en la proyección de la copa de los árboles. Además, debe considerarse los tratamientos vía foliar.

Gonzales (2002), El palto es conocido por su alta exigencia energética y su relativamente baja exigencia mineral (comparado con especies cítricas y de hoja caduca), sin embargo, para producciones de 15 a 20 Tn/Ha. la demanda de nutrientes en el suelo es significativa y debe ser reforzada con fertilización mineral.

2.2.5. Ciclo fenológico del palto

Palma (1991), señala que la aproximación fenológica de los eventos evidencia una interacción permanente del crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo. Se puede observar que la floración, cuaja y brotación son eventos que se desarrollan en forma simultánea.

Berrios (1995), menciona que la floración parte en forma conjunta con el crecimiento vegetativo de primavera, originándose períodos de traslape y competencia intensa por carbohidratos, elementos minerales y agua en el árbol.

2.2.6. Comportamiento floral del palto

Rodríguez (1982), sostiene que el palto presenta un comportamiento floral conocido como dicogamia. La dicogamia es el comportamiento general de las flores de una planta, donde la apertura y cierre de los órganos sexuales (gineceo y androceo), no se realizan simultáneamente, sino que lo hacen a un destiempo característico.

Gardiazabal y Rosenberg (1991), afirman que la dicogamia del tipo protogínea que presenta el palto es un proceso de sincronización diurna, que en esta especie determina un doble ciclo de apertura. La sincronización es diurna debido a que cada árbol es femenino en una parte del día, y funcionalmente masculino en otra parte del día.

Sedgley (1987), manifiesta que el palto produce un gran número de flores de las cuales sólo una pequeña proporción cuaja y llega a fruta madura. El grado de abscisión de frutos puede ser enorme. Se ha reportado que árboles maduros de palto (sobre 20 años de edad) producen sobre 1,6 millones de flores, pero la cuaja de fruta varía entre 0,001 a 0,23 % equivalente a aproximadamente a 1 fruto cuajado por cada 1000 flores.

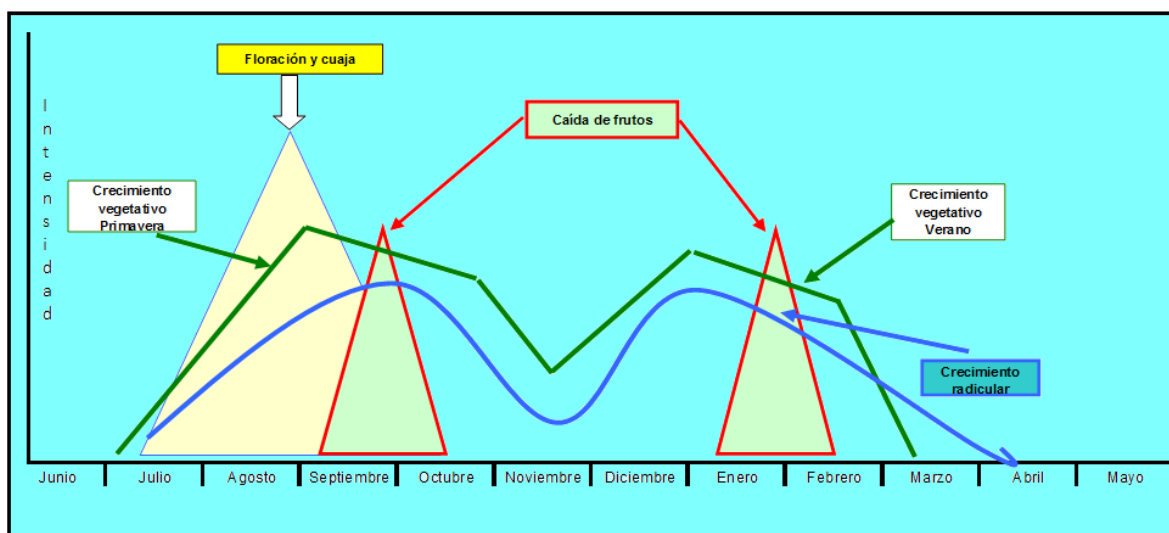


Figura 1: Fenológica típica de paltos (Sedgley, 1987)



Gardiazabal y Rosenberg (1991), señalan que en general, esta dicogamia tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios. De cierta forma, la planta trata de que no cuaje la flor por su mismo polen y por eso que supera la madurez del estambre a la del pistilo.

Nirody (1922), Observó que las flores del palto presentan doble apertura (diantesis); en una de las aperturas, las flores se comportan como femeninas en un tiempo y en otras como masculinas.

Stout (1923), Clasifica a las variedades de palto en dos grupos, A y B, cuya sincronización de estados masculinos y femeninos permite que ocurra una polinización cruzada. Esta clasificación se basa en el comportamiento de las flores, con relación al tiempo en que las flores presentan la dehiscencia de las anteras y la receptividad del estigma.

2.2.7. Influencia de los factores climáticos en la floración.

Palma (1991), relacionó el comportamiento floral del cultivar Hass respecto de la temperatura, mencionando que la dicogamia es afectada por la temperatura, observándose alta correlación entre la temperatura y la apertura de flores definen como la temperatura diurna ideal para la floración, polinización y cuaja del palto en cultivares tipo "B" (Fuerte), como 25°C durante el día y 20 °C durante la noche. Con estas temperaturas, mencionan, se asegura un traslape de los estados femeninos y masculinos.

2.2.8. Polinización y Cuaja

Sedgley (1987), sostiene que la producción en paltos depende de una exitosa inducción, diferenciación, y también de la polinización y cuaja. Cualquier problema que



se presente en alguno de estos procesos tendrá un efecto detrimental en la producción, no pudiendo remediarse, una vez producido el daño con algún manejo alternativo.

Cuando las flores han abierto y se da una coincidencia en los estados sexuales, ocurre lo que se denomina polinización, que es el arribo del polen (desde la parte masculina del ciclo reproductivo), sobre el estigma del pistilo (parte femenina de las flores). Esta labor es mediada por insectos.

La temperatura tiene un efecto marcado en todos los aspectos de desarrollo de la cuaja en paltos; bajas temperaturas durante la floración han sido encontradas correlacionadas con baja cuaja. Bajo condiciones óptimas, el polen germina y se produce el desarrollo del tubo polínico hacia el estigma del estilo, y el tejido del ovario, al óvulo que contiene el huevo. La fusión del huevo y el espermatozoide es la fertilización.

Razeto (1987), da a conocer que la flor del palto presenta la particularidad de abrir dos veces. La primera vez se abre por 2 a 3 horas cuando el estigma se encuentra receptivo, pero los estambres aún no están maduros. Luego cierra, para abrir unas cuantas horas por segunda vez al día siguiente cuando el polen es liberado por los estambres; pero el estigma, ya ha dejado de ser receptivo. Allí se cierra nuevamente, para no abrir más. Por lo tanto, una flor no puede auto polinizarse. La fecundación del óvulo, ocurre solamente cuando un grano de polen es llevado desde una flor en estado masculino hasta una con estigma receptivo. Sin embargo, esto no es fácil, especialmente cuando las temperaturas son altas, pues todas las flores de un árbol e incluso de una variedad presentan sus flores en el mismo estado sexual.

2.2.9. Efecto de caída de Frutos de Palto

Razeto (1987), afirma que inmediatamente después de la cuaja, hay una caída de frutos que han sido pobremente polinizados, con una alta proporción de fruta que parece



bastante normal. Esta caída de frutas coincide con el crecimiento vegetativo de primavera, cuando ambos están compitiendo por la fuente limitada de recursos, ya reducidos por la floración. El hecho más importante de crecimiento reproductivo es la segunda caída de frutas que se produce temprano. Igualmente, está asociado con el mayor crecimiento vegetativo que ocurre en esta época donde ambos compiten por los recursos del árbol. Estos hechos identifican a los dos periodos de competencia en el ciclo de crecimiento que afectan directamente a la productividad.

Tapia (1993), analizando la caída de frutos del cv. Hass en la zona de Quillota, determinó sólo una época de caída de fruta, la que se extendió desde noviembre hasta fines de diciembre. La ausencia de la segunda caída la atribuye al atraso y menor intensidad del segundo periodo de crecimiento vegetativo, al compararlo con el de primavera, lo que se traduciría en menor competencia por nutrientes. Cabe mencionar, eso sí, que, según los resultados de su ensayo, en ese momento el desarrollo radicular llega a su máximo, convirtiéndose en un importante consumidor de agua y nutrientes que podría llegar a tener influencia en los crecimientos reproductivos y vegetativos.

2.2.10. Propiedades físicas del suelo

Cisneros (2003), define los conceptos de las propiedades del suelo de la siguiente forma:

a. Textura: es una de las propiedades más importantes del suelo y que incide en muchas otras características o propiedades de los suelos. En el riego y el drenaje, la textura juega un papel fundamental, en el cálculo de láminas de riego, de lavado, en el proyecto y diseño de sistemas de riego y de drenaje. Se refiere específicamente a los porcentajes de arcilla, del limo y de las arenas de menos de 2 mm de diámetro. Si las partículas mayores de 2 mm



están presentes en cantidades significativas, al nombre de la textura se le agregará el adjetivo de gravoso o pedregoso según sea el caso.

b. Estructura: desde el punto de vista morfológico, es el grado, forma o modo en que las partículas integrantes de un suelo, se asocian entre sí, formando en forma natural grupos unidos sin la intervención del hombre. Los agregados son unidades secundarias o gránulos de muchas partículas de suelo enlazadas o cementadas por sustancias orgánicas, óxidos de hierro, carbonatos, arcillas o sílice. Los agregados naturales se denominan peds (granos) y varían su estabilidad en el agua; los terrones son masas coherentes de suelo, de cualquier forma, que se han quebrado por un medio artificial como la labranza.

c. Densidad aparente: La densidad aparente de un suelo, se define como el cociente que resulta de dividir el peso de suelo seco entre el volumen total, incluyendo los poros.

Usualmente se expresa en gr/cm^3 .

d. Densidad real: La densidad real de un suelo, es la relación que existe entre el peso de éste, en seco y el volumen real o sea el volumen de sus partículas. Usualmente se expresa

en gr/cm^3 .

e. Porosidad: La porosidad se define como el porcentaje del volumen total de suelo que está ocupado por los poros.

f. Infiltración: La infiltración es una propiedad física muy importante en relación con el manejo del agua de riego en los suelos. Se refiere a la velocidad de entrada del agua en el suelo. La velocidad de infiltración es la relación entre la lámina de agua que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo, se expresa generalmente en cm/hr o cm/min . La cantidad de agua que se infiltra en un suelo en una unidad de tiempo, bajo condiciones de campo, es máxima al comenzar la aplicación del agua en el suelo y disminuye conforme aumenta



la cantidad de agua que ya ha entrado en él, los factores principales que determinan la magnitud del movimiento del agua por infiltración son:

- Textura.
- Estructura.
- Cantidad de materia orgánica.
- Profundidad del suelo a una capa endurecida “hardpan”,
- Cantidad de agua en el suelo
- Temperatura del suelo.
- Cantidad de organismos vivos.

g. Permeabilidad: Cualitativamente la permeabilidad del suelo se refiere a la facilidad con que éste conduce o transmite los fluidos (aire o agua). En su forma cuantitativa, se define la permeabilidad como la propiedad del medio poroso que es independiente del fluido usado para medirlas y por consiguiente de la viscosidad del mismo. La permeabilidad se ve afectada por presencia de capas endurecidas, cambios texturales, presencia de materia orgánica, actividad microbiológica, paso de arado, etc. La labranza continua y con un uso excesivo de maquinaria se reduce la permeabilidad, mientras que el uso de la labranza de conservación, con la utilización de técnicas de aprovechamiento de agua, incorporación de residuos vegetales, estiércoles y otras técnicas, la permeabilidad se ve incrementada y la retención de agua se ve mejorada, por consiguiente, habrá un mayor uso racional del agua y de los recursos relacionados con la agricultura.

h. Percolación: es el movimiento del agua a través de una columna de suelo. Los estudios de percolación son importantes por dos razones. Las aguas que percolan son la única

fuentes del agua de manantiales y pozos. Las aguas percolantes arrastran nutrientes de las plantas que se sitúan fuera del alcance de las raíces.

Tabla 1. Rangos de valores de la textura y su relación con otras propiedades físicas del suelo.

TEXTURA	If (cm/hr)	Pd %	Da (gr/cm³)	C.C. %	P.M.P. %	H.D. (cm/m)
Arenoso	5 (2.5 - 25.5)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1-80)	9 (6-12)	4 (2-6)	8 (7-10)
Franco arenoso	2.5 (1.3-7.6)	43 (40-47)	1.5 (1.4-1.6)	14 (10-20)	6 (4-8)	12 (9-15)
Franco	1.3 (0.8-2.0)	47 (43-49)	1.4 (1.35-1.40)	22 (18-26)	10 (8-12)	17 (14-19)
Franco arcilloso	0.8 (0.25-1.5)	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)	27 (23-31)	13 (11-15)	19 (17-22)
Arcillo arenoso	0.25 (0.03-0.5)	51 (49-53)	1.3 (1.25-1.35)	31 (27-35)	15 (13-17)	21 (18-23)
Arcilloso	0.5 (0.01-0.1)	53 (51-55)	1.25 (1.10-1-30)	35 (31-39)	17 (15-19)	23 (20-25)

Fuente: Cisneros (2003)

Dónde:

If: velocidad de infiltración (cm/hr.)

Pd: espacio poroso total (%)

Da: densidad aparente (gr/cm³)

C.C.: capacidad de campo (%)

P.M.P.: punto de marchitez permanente (%)



H.D.: humedad total aprovechable (cm/m)

Nota: los intervalos normales son señalados entre paréntesis

2.2.11. Características de los polímeros

Hermida (2008), define a los polímeros como moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados fundamentalmente por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.).

Los polímeros sintéticos se producen mediante un proceso denominado polimerización. En este proceso se produce la reacción de miles de monómeros que pasan a formar parte de una larga cadena macromolecular. Existen dos tipos de polimerización: de adición o crecimiento de cadena y de condensación o crecimiento por pasos. La polimerización por crecimiento de cadena se caracteriza porque los intermediarios del proceso (radicales libres, iones o complejos metálicos) son transitorios y no pueden aislarse. La polimerización por pasos se produce por reacciones entre moléculas que tienen grupos funcionales. A los compuestos intermediarios de peso molecular bajo se les llama oligómeros, y se pueden aislar. Se le puede describir como una reacción química sencilla que se efectúa repetidamente.

2.2.12. Costos de producción

Sánchez (2002), menciona que los costos son gastos en los que incurre durante el desarrollo de los procesos de ejecución de un agronegocio, desde su concepción hasta la comercialización del producto final.



Cotacallapa (1999), menciona que corrientemente se emplea el término de costos de producción para referirse a los gastos monetarios efectuados por la empresa; de tal modo que su estructura está determinada por la función de producción, depreciaciones y cálculos necesarios de acuerdo a la naturaleza de la producción.

2.2.12.1. Costos fijos

Arlette (2003), los costos fijos son aquellos que no se pueden modificar durante cierto tiempo y son totalmente independientes de la cantidad de producción que no se puede modificar en un corto plazo.

Sánchez (2009), menciona que los costos fijos son aquellos gastos que no pueden ser cargados a una sola actividad, se puede realizar haya o no haya producción y por tanto no depende del volumen de producción.

Alonso (2011), los costos fijos son definidos para un periodo de tiempo dado (una semana, un mes, un año) como aquel costo en que incurre la empresa con independencia de su producción. Es decir, se produzca mucho, poco o, incluso, aunque no se produzca nada. Por ejemplo, el alquiler de un almacén por seis meses origina un coste fijo durante esos seis meses.

2.2.12.2. Costos variables

Sánchez (2009), costos variables, son gastos cargados a una actividad productiva (agronegocio) según la cantidad de producción obtenida, aumenta conforme aumenta la producción, cambia directamente en función al volumen de producción.

Cotacallapa (1999), afirma que los gastos variables son los gastos que varían con los cambios de la producción a mayor producto mayor costo; es decir son funciones del producto o cantidad productiva. Los costos variables a diferencia de los costos fijos y tal



como su nombre indica, aumentan con cada unidad adicional de producto; estos son generados por los factores de producción que se pueden modificar en el corto plazo, finalmente el costo total (CT) de corto plazo se define como la suma de los costos fijos y los costos variables.

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable}$$

2.2.13. Rentabilidad

Alonso (2011), La rentabilidad económica es la tasa de devolución producida por un beneficio económico al capital total, incluyendo todas las cantidades prestadas y el patrimonio neto (que sumados forman el activo total). Además, es totalmente independiente de la estructura financiera de la empresa.

Cotacallapa (1999), indica que la diferencia del ingreso y el costo total da como resultado el ingreso o la utilidad neta. La relación entre la utilidad promedio anual, con el capital invertido, indica la utilidad obtenida por unidad de capital empleado.

Sánchez (2002), La rentabilidad económica o de la inversión es una medida, referida a un determinado periodo de tiempo, del rendimiento de los activos de una empresa con independencia de la financiación de los mismos. De aquí que, según la opinión más extendida, la rentabilidad económica sea considerada como una medida de la capacidad de los activos de una empresa para generar valor con independencia de cómo han sido financiados, lo que permite la comparación de la rentabilidad entre empresas sin que la diferencia en las distintas estructuras financieras, puesta de manifiesto en el pago de intereses, afecte al valor de la rentabilidad.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MEDIO Y MATERIAL EXPERIMENTAL

3.1.1. Climatología y ecología.

El valle de la región Ica, posee un clima cálido y seco, con una temperatura media anual que varía entre 15.1 y 23.8°C, máxima entre 24.3 y 32.7°C y mínima de 10.4 a 18.9°C (Figura 2).

Una característica de su clima se relaciona a los fuertes vientos denominados "paracas", que suelen levantar grandes nubes de arena, que además logran alcanzar hasta los 100 km/hr. La evapotranspiración potencial promedio anual acumula es de 1380 mm/año, alcanzando picos de 5 mm/día durante periodos de verano. Los principales ríos de la región son San Juan, Pisco, Ica y Río Grande con ellos se logra irrigar una importante área cultivada de las zonas circundantes, además la recarga de la napa friática es una vez al año.

En la (Figura 2), se presenta el gráfico de la curva anual de las condiciones de temperatura máxima, mínima y media, así como la evapotranspiración potencial; registrados durante 11 años consecutivos, la información fue obtenida de la estación agrometeorológica ubicada a 1100 metros del lugar del experimental.

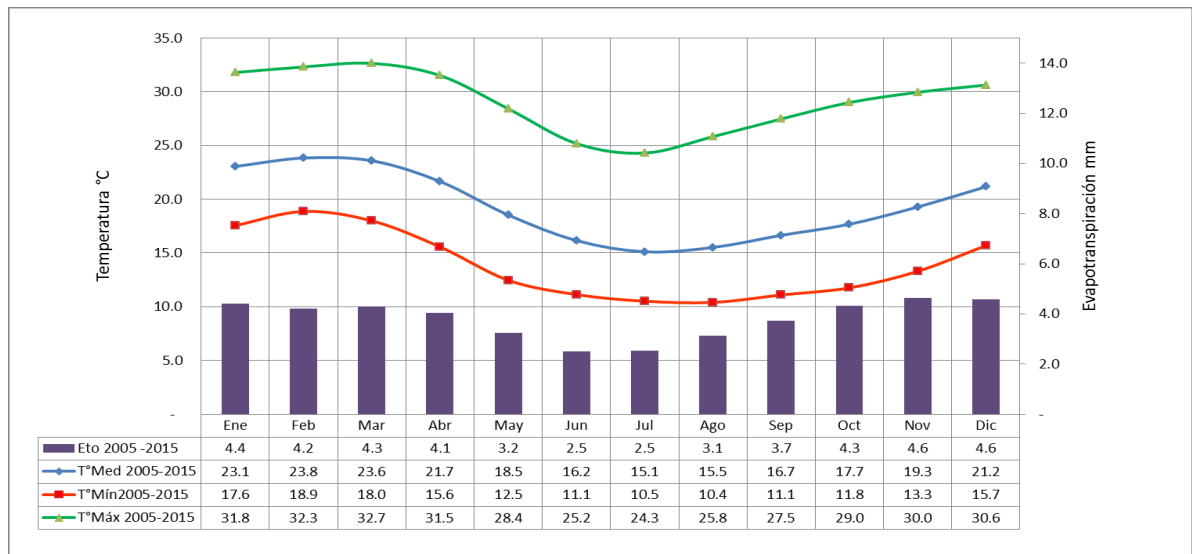


Figura 2: Información meteorológica, Fundo Don Ernesto, Ica, (período 2005 – 2016)

Fuente: Estación agrometeorológica automática Agrícola Chapi S.A.

3.1.2. Producto químico y su descripción.

Bartex Supplier E.I.R.L. (2015), el polímero “Hidrosoil” es un retenedor de agua de tecnología Europea a base de potasio acrilato, diseñado específicamente para incrementar la capacidad de absorción y retención de agua por parte del suelo.

El polímero “Hidrosoil”, actúa al contacto con el agua, los cristales absorben agua aumentando su volumen hasta en 300 gramos por cada gramo del producto. Los cristales hidratados se convierten en un gel granulado que queda a disposición de las raíces de la planta como una reserva de agua y nutrientes, evitando su pérdida por evaporación e infiltración en el suelo, además aumenta la capacidad de retención de agua de los suelos, reduce la evaporación del agua del suelo, reduce el impacto de las sequías y la contaminación de las aguas subterráneas.

Reticulado acrilamida copolímero - potasio acrilato

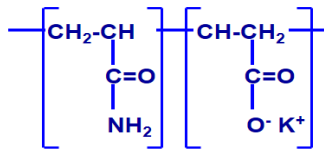


Figura 3: Estructura química del “Hidrosoil”

Tabla 2. Características del polímero hidroretenedor (Hidrosoil)

Características	
Tamaño de las partículas	<1 mm
Apariencia (color)	Polvo blanco
Absorción teórica (g por 1 g)	450
Absorción Práctico (g por 1 g)	300
La absorción de agua de mar (g por 1 g)	30
pH del agua absorbida	Neutral
Peso específico (g/cm ³)	1,1
Peso específico aparente	0,8
Tiempo de absorción de 60% de equilibrio (en minutos)	25
Estabilidad de producto seco (en años)	5
Estabilidad del producto hinchada en el suelo de arena (en años)	De 1 a 5

3.1.3. Materiales de aplicación del polímero

- Mochila manual de 20 litros.
- Cilindro con capacidad de 200 L
- Equipo de protección personal completo EPP
- Balanza de gramos



- Lampa
- Cuchillo

3.1.4. Materiales de Evaluación

- Balanza de gramos
- Termo balanza
- Cubos de muestreo de suelo
- Cartilla de registro de datos
- Mazo

3.2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.2.1. Análisis estadístico y diseño experimental

El análisis de los datos se desarrolló mediante el software Excel 2007. Para la determinación del porcentaje de retención de humedad se planteó el diseño completamente al azar con tres tratamientos y un testigo, cada tratamiento con tres repeticiones. En total se desarrolló 12 unidades experimentales. Para la determinación de humedad, en cada unidad experimental se construyó una calicata para el recojo de 14 muestras de suelo en dos perfiles del suelo. Para la determinación de la cantidad de frutos que permanecieron en el árbol después de las caídas se contó la carga de fruta en las 8 plantas de cada unidad experimental.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = variable de respuesta de la ij - ésima unidad experimental.

u = media general de la variable de respuesta.

t_i = efecto del i – ésimo tratamiento.

e_{ij} = error experimental asociado a la ij – esima unidad experimental.

Tabla 3. Distribución de tratamientos

Item	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
Dosis	Testigo	Hidrosoil	Hidrosoil	Hidrosoil
		50 gr/planta	150 gr/planta	300 gr/planta
Repetición	3	3	3	3
Plantas por repetición	8	8	8	8
Plantas por tratamiento	24	24	24	24

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- **Campo experimental**
 - Largo : 50 m
 - Ancho : 98 m
 - Área total : 4900 m²
- **Parcela experimental**
 - Número de parcelas : 12
 - Largo de cada parcela : 50 m
 - Ancho de cada parcela : 7 m
 - Área total de la parcela : 350 m²

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

- Determinación de humedad en el suelo aplicando “Hidrosoil”
 - Contenido de humedad gravimétrica (%)



- Contenido de humedad volumétrica (%)
- Número de frutos por árbol que permanecen después de la caída de otros.

3.5. PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO

3.5.1. Adquisición del producto

Bartex Supplier E.I.R.L. la empresa comercializadora ha proveído 12 kilos del producto “Hidrosoil” para la realización del experimento. El producto fue entregado del almacén días previos a su aplicación.

3.5.2. Seguimiento fenológico e identificación de las parcelas

Antes del inicio de la ejecución del experimento se procedió con el seguimiento fenológico del campo experimental, con la finalidad de determinar el momento ideal para la aplicación del “Hidrosoil”; para el cual se evaluó el grado de floración a medida que el árbol avanzaba con el evento de floración y cuaja. Para la evaluación se usó una escala subjetiva expresada en porcentaje de la copa que se encuentra en floración o cuaja con respecto al total de ésta. La (Tabla 4), demuestra los eventos fenológicos según lo ocurrido.

Tabla 4. Desarrollo fenológico del palto

Mes	sep-15					oct-15				nov-15				dic-15				ene-16			
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Grado de floración				1	3	4	5	4													
Grado de cuaja							1	4	5	4											
Primera caída de frutos																					
Segunda caída de frutos																					

Dónde:

Grado 1: 0 -20% de floración o cuaja

Grado 2: 21 -40% de floración o cuaja

Grado 3: 41 -60% de floración o cuaja

Grado 4: 61 -80% de floración o cuaja

Grado 5: 81 -100% de floración o cuaja

Para la identificación de las parcelas se elaboraron tableros indicando el nombre del producto y la dosis, de la parcela experimental (Figura 5).



Figura 4: Yema Hinchada



Figura 5: Identificación de tratamientos

3.5.3. Aplicación del producto

La aplicación del producto se realizó en la fenología de yemas hinchadas Figura 4 en el árbol, el cual fue a los 15 días del mes de setiembre.

Para la ejecución de la aplicación se siguió los siguientes pasos:

- Provisión del personal aplicador con equipo de protección completo (gorro, lentes, máscara, camisa, pantalón, botas y guantes) en cumplimiento de las BPA (buenas prácticas agrícolas) Figura 8 del anexo.
- Calibración del ritmo de aplicación de trabajo del personal que aplica el producto, esta operación se realizó utilizando solo agua en la mochila manual.
- El “Hidrosoil” se pesó según tratamiento a aplicar (Figura 9 del anexo).
- El “Hidrosoil” se hidrató en cilindros de 200 litros de capacidad, durante 30 minutos (Figura 10 del anexo).
- Se abasteció la mochila manual jacto de 20 litros del producto hidratado solubilizado.
- La aplicación del “Hidrosoil” diluido se realizó sobre los camellones de palto a chorro continuo por debajo de la manguera de goteo, la boquilla de aspersión de la mochila manual fue retirado para evitar obstrucción.

3.5.4. Recolección de las muestras de suelo

La recolección de las muestras de suelo para la determinación de humedad se realizó 48 horas después del último riego cuando el experimento se encontraba en plena etapa de caída de frutos del mes de noviembre, tomando en cuenta los siguientes pasos:

- Preparación de los materiales para el recojo de muestras de suelo (Figura 11 del anexo).
- Los cubos de muestreo se codificaron según la muestra a recoger (Figura 12 del anexo).
- Se construyó una calicata transversal a la línea del camellón, en cada repetición del experimento, con las siguientes dimensiones: 5 metros de largo, 1 metro de ancho y 1 metro de profundidad (Figura 13 del anexo).
- Marcación de los perfiles de muestreo 0 a 15 cm y 15 a 30 cm.
- Inserción el cubo de muestreo en la pared de la calicata con la ayuda de un mazo, según al perfil que corresponda (Figura 14 del anexo).
- La muestra de suelo se retiró con la ayuda de un cuchillo y verificando que la muestra haya sido extraída sin disturbar y completo dentro del cubo (Figura 15 y Figura 16 del anexo).
- La muestra de suelo (cubo + suelo húmedo) se pesó de inmediato y se registró en la cartilla de evaluación, para el pesado de las muestras se usaron una balanza de gramos portátil (Figura 17 del anexo).
- Culminado la toma de muestras estos fueron llevadas al gabinete de secado.
- Para el secado de las muestras se usó una “termobalanza”, regulando la temperatura a 105°C, la culminación del secado se logró cuando el valor del peso fue constante (Figura 18 del anexo).
- Los datos de suelo (cubo + suelo seco) se registraron en la cartilla de evaluación.

3.5.5. Procesamiento y determinación de datos de humedad del suelo

3.5.5.1. Determinación de humedad gravimétrica

- Pesado de las muestras de suelo inmediatamente después de la extracción de donde se obtuvo el dato de masa de suelo húmedo (M_{sh}) (Figura 17 del anexo).
- Secado de las muestras mediante el uso de una termobalanza, regulando la temperatura a 105°C , la culminación del secado se logró cuando el valor del peso seco fue constante (Figura 18 del anexo).
- Pesado de las muestras de suelo después del secado donde se obtuvo los datos de suelo seco.
- Por diferencia de pesos se obtuvieron la masa del agua (M_a) y la masa del suelo seco (M_{ss}).
- Para la determinación de humedad gravimétrica (θ_g) se utilizó la siguiente ecuación de Radulovich (2009):

$$\theta_g (\%) = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{M_{ss}} * 100$$

3.5.5.2. Determinación de la densidad aparente.

- Toma de muestras de suelo en campo mediante el uso de cubos de aluminio (Figura 16 del anexo).
- Secado de las muestras mediante el uso de termobalanza hasta obtener un peso constante (Figura 18 del anexo).
- Determinación de volumen del cubo en (cm^3)
- Determinar la densidad aparente mediante la ecuación (Radulovich 2009):

$$d_a (\text{gr}/\text{cm}^3) = \frac{M_{ss} (\text{gr.})}{V_t (\text{cm}^3)}$$



3.5.5.3. Determinación de la humedad volumétrica.

- Pesado de las muestras de suelo al momento de recoger en campo, donde se obtuvo peso del suelo húmedo sin disturbar.
- Secado de las muestras de suelo mediante el uso de termobalanza hasta obtener un peso constante, alcanzar el peso constante significa que la muestra ha sido secada totalmente.
- Pesado de las muestras de suelo después del secado, donde se obtuvo el peso del suelo seco.
- Para la determinación de humedad volumétrica se utilizó la siguiente ecuación (Radulovich 2009):

$$\theta_v (\%) = \theta_g * d_a$$

3.5.5.4. Determinación de capacidad de campo

- Se marcó una superficie de 1m x 1m y se limpió los primeros cm del suelo.
- Se echó 150 litros de agua en el cuadrante para asegurar la saturación del suelo.
- Se cubrió el área con un plástico de 2m x 2m para evitar la evaporación.
- Luego de 24 horas, se retiró el plástico y se sacó 6 muestras de suelo en el perfil de 0 a 15cm y 6 muestras de suelo en el perfil de 15 a 30cm; de la zona central del cuadrante.
- Inmediatamente, se pesó las muestras de suelo mediante el uso de una balanza gramos.
- Se secó las muestras de suelo mediante el uso de una termobalanza regulando la temperatura a 105°C

- Cuando la termobalanza mostró un valor constante de peso se tomó como culminado el proceso de secado.
- La capacidad de campo se determinó mediante la ecuación de Garcia et al., (1998)

$$CC \% = \frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} * 100$$

3.5.5.5. Determinación de la lámina de agua

- Al conocer los datos de porcentaje de humedad volumétrica (θ_v) y la profundidad del suelo en mm (p) se puede determinar la lámina de agua (h) mediante la siguiente relación de (Radulovich 2009):

$$h \text{ (mm)} = \theta_v * p$$

3.5.6. Conteo de frutos post cuaja

El conteo de frutos que permanecieron en el árbol se realizó a los quince días después de haber finalizado la caída fisiológica, para ello se utilizó cuatro jornales bajo la atenta supervisión del responsable de la ejecución del experimento.

Para el conteo de los frutos en el árbol se siguió los siguientes pasos:

- El conteo se realizó en grupo de cuatro personas simultáneamente en cada árbol. (tres personas responsables para contar y uno responsable para el registro en la cartilla) (Figura 19 del anexo).
- Para contar las frutas de un árbol previamente se identificaron las ramas principales del árbol para evitar confusiones al momento de contar.
- Se asignó a cada persona una rama principal.
- El conteo se realizó en voz alta y señalando las frutas mediante el uso de un puntero.
- La persona responsable de los apuntes registra los datos de cada rama y totalizó los datos de cada árbol y cada repetición.



3.5.7. Análisis económico

El análisis económico se efectuó al finalizar el proyecto de investigación para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones matemáticas según (Cotacallapa, 1999):

a. Costo total (CT)

$$CT = CV + CF$$

Dónde:

CV = Costo variable

CF = Costo fijo

b. Ingreso neto (IN)

$$IN = IT - CT$$

Dónde:

IT = Ingreso total

CT = Costo total de producción

c. Relación beneficio costo (B/C)

$$B/C = IN/IT$$

Dónde:

IN = Ingreso neto

CT = Costo total

d. Índice de rentabilidad (IR)

$$IR = ((IT - CT) / CT) * 100$$

Dónde:

IT = Ingreso total

CT = Costo total



3.6. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

3.6.1. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo, en el Fundo Don Ernesto, de la empresa Agrícola Chapi S.A. ubicado en el distrito de Santiago, de la provincia de Ica, en la región Ica. El terreno donde se estableció el experimento se encuentra a 21 Km al sureste de la ciudad de Ica, a una altitud de 420 m.s.n.m., ubicado en las coordenadas UTM: 430641E 8430002N.

3.6.2. Duración del proyecto

- Fecha de inicio 10 setiembre 2015
- Fecha de finalización 14 de agosto del 2016

3.6.3. Características del cultivo experimental

El experimento se realizó en el cultivo de palto (*Persea americana* M.) de la variedad Hass injertado sobre patrón de origen Antillano (Zeriffing-99); instalado bajo un sistema de riego por goteo, a una densidad de 285 plantas por hectárea, con las siguientes características de plantación:

- Distanciamiento entre camellones : 7 metros
- Distanciamiento entre plantas : 5 metros
- Largo de hilera : 300 metros
- Número de campañas cosechadas : 6
- Edad del cultivo : 8 años

3.6.4. Características del suelo y agua de riego

Los suelos son de origen fluvial y eólico, están constituidos por depósitos arenosos profundos, transportados por el viento, los mismos que están mezclados con estratos

laminares de limo, acarreados por las eventuales descargas hidrológicas de las quebradas de Cocharcas y Tingue. Según García (2004), taxonómicamente los suelos pertenecen al Gran **Torrifluvensts**. Presentan una reacción moderadamente alcalina, no calcáreo, salino, pero no sódico, en la siguiente tabla se resume la característica física y químico del suelo:

Tabla 5. Caracterización física química del suelo.

Muestra	Perfil	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase textural	CaCO ₃ %	M.O. %	N Total %		
Lote Exp	Profundidad 0 a 30	76	8	16	FoAo	<0.5	0.54	0.41		
	CE	Elementos totales		Cationes cambiables				CIC		
Ph	(dS/m)	P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺	meq/100g	
		%	%	meq/100 g. de suelo						
	8.33	0.41	< 3.5	3.99	7.81	1.21	0.4	5.82	ND	8.09

Fuente: AGQ Perú S.A.C.

La prueba de infiltración realizada por García (2004), ha comprobado que, debido a la macroporosidad, la tasa de infiltración media para riegos de 3 horas de duración es 20.3 cm/hr el cual es calificado como muy rápido; sin embargo, esta tasa de infiltración tiene ventajas debido a que ayuda el lavado de las sales y aumenta el área de expansión de las raíces.

Tabla 6. Característica química del agua de riego.

Muestra	Cationes				Aniones			
Agua	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻
	meq/L				meq/L			
Agua-Riego	4.07	1.5	0.1	3.48	2.63	0.53	3.56	2.57

Muestra	CE			Microelementos			
Agua	pH	(uS/cm)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg/L						
Agua-Riego	8.04	943	0.24	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Fuente: AGQ Perú S.A.C.

La fuente de agua utilizada para el experimento fue de pozo, pero el valle de Ica se caracteriza por presentar pozos con una variabilidad de salinidad de agua de pozos, desde 500 uS/cm hasta 3000 uS/cm; sin embargo, para irrigar el experimento se utilizó agua seleccionada de la mejor calidad logrando así una agua de clase C2, (agua de moderada salinidad), que presentaba 943 uS/cm y un pH de 8.04, de acuerdo a la clase puede ser usado en casi todos los cultivos con suelos de buena permeabilidad, en la Tabla 6 se muestra el resumen de la característica química del agua de riego utilizado para el experimento:

El cultivo del palto es sensible a la salinidad del agua de riego, a partir del cual produce pérdidas en la productividad. Tal es así que, Thompson y Thoe (2004), señalan que el cultivo del palto disminuye su rendimiento en un 10%, cuando la conductividad eléctrica del agua de riego alcanza 2500 uS/cm. De lo citado el agua de riego utilizado para irrigar el experimento no fue afectado por la salinidad.

3.6.5. Características del clima

Las condiciones climáticas del área experimental se caracterizan por ser muy cálidos durante primavera verano, donde las temperaturas oscilan entre 18.9°C y 32.7°C;



sin embargo, el invierno es ligeramente frío donde las temperaturas oscilan desde 10.4°C hasta 24.3°C. Así mismo, la amplitud de variación entre las temperaturas mínimas y máximas oscila normalmente 15°C.

En la siguiente tabla se observa las características del clima del lugar experimental:

Tabla 7. Información meteorológica promedio (Periodo 2005-2016)

Mes	T°C Media	T°C Mínima	T°C Máxima	Eto mm/día
Ene	23.1	17.6	31.8	4.4
Feb	23.8	18.9	32.3	4.2
Mar	23.6	18.0	32.7	4.3
Abr	21.7	15.6	31.5	4.1
May	18.5	12.5	28.4	3.2
Jun	16.2	11.1	25.2	2.5
Jul	15.1	10.5	24.3	2.5
Ago	15.5	10.4	25.8	3.1
Sep	16.7	11.1	27.5	3.7
Oct	17.7	11.8	29.0	4.3
Nov	19.3	13.3	30.0	4.6
Dic	21.2	15.7	30.6	4.6

Fuente: Estación agrometeorológica automática Agrícola Chapi S.A.



Tabla 8. Información meteorológica campaña agrícola (Periodo 2015-2016)

Mes	T°C Media	T°C Mínima	T°C Máxima	Eto mm
Sep	17.9	12.0	28.9	3.7
Oct	18.8	13.8	30.1	4.2
Nov	19.7	13.9	30.2	4.4
Dic	21.5	16.0	31.1	4.6
Ene	23.5	17.5	32.6	4.3
Feb	24.9	19.1	33.3	4.1
Mar	23.0	18.3	32.5	4.2
Abr	20.9	15.3	31.4	4.1
May	18.9	12.3	27.8	3.2
Jun	15.9	11.4	25.1	2.4
Jul	15.5	10.1	24.5	2.4
Ago	15.9	10.7	24.9	3.2

Fuente: Estación agrometeorológica automática Agrícola Chapi S.A.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación de la efectividad del polímero “Hidrosoil” en la retención de agua en el suelo y caída de frutos del palto de la variedad Hass (*Persea americana* M.), se evaluó en base a las variables, humedad gravimétrica del suelo, humedad volumétrica del suelo y conteo de los frutos que permanecen en el árbol después de las caídas fisiológicas.

4.1. DETERMINACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL HIDRORETENEDOR (HIDROSOIL) EN LA RETENCIÓN DE AGUA EN EL SUELO

4.1.1. Humedad gravimétrica del suelo en el perfil de 0 a 15 cm del suelo

El porcentaje de humedad gravimétrico en el suelo de profundidad 0 a 15 cm para el análisis de varianza (Tabla 20 del anexo), al comparar los tratamientos el valor de F_c con el valor de F_t para (0.05) y (0.01) de significancia, el F_c es mayor que el F_t , lo cual indica que uno o más de los tratamientos de “Hidrosoil” logra retener mayor humedad gravimétrica en el suelo de 0 a 15 cm de profundidad, en la Tabla 9, se analiza los valores de humedad gravimétrica:

Tabla 9. Análisis estadístico de humedad gravimétrica en el perfil de 0 a 15 cm del suelo.

Repetición	Humedad gravimétrica (Perfil 0 a 15 cm)			
	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
Rep. 1	15.6%	15.2%	17.0%	20.8%
Rep. 2	15.0%	15.6%	17.6%	23.4%
Rep. 3	16.4%	17.0%	17.5%	21.0%
Total	47.0%	47.8%	52.1%	65.2%
Media	15.7%	15.9%	17.4%	21.7%
D.S.	0.7%	0.9%	0.3%	1.5%

Según la prueba de comparación de Tukey (Tabla 10), para la retención de humedad gravimétrica en el suelo del perfil de 0 a 15 cm, el tratamiento con la dosis más alta “Hidrosoil” 300 gr/planta, fue más efectivo en la retención de humedad con respecto al resto de tratamientos.

El contenido de humedad promedio alcanzado con la dosis de “Hidrosoil” 300 gr/planta fue de 21.7 % Tabla 9, este valor es cercano a la capacidad de campo obtenido del lugar experimental 21.1% para el perfil de 0 a 15 cm del suelo Tabla 32, del anexo; los tratamientos testigo, “Hidrosoil” 50 gr/planta, y “Hidrosoil” 150 gr/planta; muestran valores de porcentaje de humedad menores en comparación a la dosis más alta Tabla 10, por tanto, la dosis más alta si logra reducir la percolación del agua en el suelo con respecto al resto de tratamientos, la efectividad de la mayor dosis también fue claramente notorio durante el desarrollo del experimento como se observa en la (Figura 20 del anexo), en donde se muestra una mayor cobertura de gel en la superficie del suelo.

Tabla 10. Prueba de Tukey para medición de humedad gravimétrica del suelo de 0 a 15 cm

Orden de mérito	Tratamiento	Humedad gravimétrica $\bar{X} \pm D.S.$	Sig. ≤ 0.05
1	Hidrosoil 300 gr/Planta	21.7% \pm 1.5%	a
2	Hidrosoil 150 gr/Planta	17.4% \pm 0.3%	b
3	Hidrosoil 50 gr/Planta	15.9% \pm 0.9%	b
4	Testigo	15.7% \pm 0.7%	b

Según el estudio realizado, el palto es una especie que desarrolla raíces muy superficiales donde Gardiazabal (1998), lo afirma indicando que, para suelos de textura media a pesada, aproximadamente el 50% de las raíces absorbentes se ubican en los primeros 30 cm del perfil del suelo.

Según lo observado durante el desarrollo del experimento, se visualizó un sistema radicular que se prolifera abundantemente entre 0 a 30 cm del suelo, inclusive se apreció apenas debajo del “mulch”, el cual se cree que es característica propia del patrón Zeriffing-99 de origen Antillano, también podemos relacionar lo mencionado al modelo de riego que se practicó históricamente en estos campos desde las primeras campañas de producción, lo cual fue de la siguiente manera:

El promedio de lámina de riego en invierno y otoño ha variado desde de 3.5 a 4.5 mm/día; en tanto en la primavera y verano el promedio de lámina de riego estuvo entre 6.0 a 7.0 mm/día; los cuales fueron fraccionados desde dos a cuatro turnos por día respectivamente. De acuerdo a lo señalado se aclara que los mayores turnos de riego al día permiten mayor aprovechamiento del agua por la planta y menor evento de percolación. Precisamente este patrón de riego se adoptó tratando de mantener la humedad a nivel superficial de donde se obtuvieron excelentes resultados de producción.



De lo explicado se puede señalar que el 21.7% de humedad gravimétrica alcanzado con la dosis de “Hidrosoil” 300 gr/planta, es cercano comparado con el valor de capacidad de campo obtenido en el lugar experimental (21.1 % en masa), por lo que se logró mantener la humedad del suelo próximo a la capacidad de campo; sin embargo, debemos precisar que mantener la humedad superficial es muy importante por razones de característica del patrón Antillano (Zereffing-99), dando concordancia a lo que señala Gregoriou (1980), cuando define que el palto es una especie que presenta un sistema radicular superficial y además requiere buena aireación.

De acuerdo a la experiencia obtenida durante el desarrollo del experimento, notamos claramente que el palto var. Hass (*Persea americana* M.) injertado sobre patrón (Zereffing-99), requiere de cantidad adecuada y calidad de agua, muestra de ello son los antecedentes de producción que presenta el lote donde se realizó el experimento. El objetivo fue retener agua a nivel superficial el cual fue logrado con la dosis de “Hidrosoil” 300 gr/planta, solo en el perfil de 0 a 15 cm; sin embargo, cabe indicar que no es factible reducir el uso de agua inmediatamente, se debe confirmar si el cultivo dispone de agua fácilmente disponible a nivel de la rizósfera, posterior a ello se puede plantear nuevos experimentos con la finalidad de reducir el uso de agua de tal manera que no afecte la productividad del cultivo.

El cultivo del palto (*Persea americana* M.) es uno de las especies con mayor consumo de agua nivel de frutales en el valle de Ica, siendo este 18 500 m³/año, en tanto la uva de mesa 12 000 m³/año, cítricos 11 000 m³/año, granado 10 000 m³/año entre otros.

En efecto, plantear tecnologías de eficiencia de uso de agua en cultivos de paltos es un reto desde cualquier punto de vista, debido a que es un cultivo económicamente muy rentable, de manejo poco complicado; siendo sus principales limitantes la mayor necesidad de agua por campaña productiva en comparación a otros cultivos y además de

una calidad que permita que la especie exprese todo su potencial productivo; no obstante se cree que el agua de riego de clase C2 y de baja salinidad utilizado para el experimento es una de las mejores en el valle de Ica Tabla 6.

4.1.2. Humedad gravimétrica del suelo en el perfil de 15 a 30 cm del suelo

El porcentaje de humedad gravimétrico en el suelo de profundidad 15 a 30 cm para el análisis de varianza Tabla 21, del anexo, al comparar los tratamientos el valor de F_c con el valor de F_t para (0.05) y (0.01) de significancia, el F_c es menor que el F_t , lo cual indica que ninguno de los tratamientos con “Hidrosoil” muestra humedad gravimétrica diferente en el suelo de 15 a 30 cm de profundidad. En la siguiente tabla se analiza los valores de humedad gravimétrica:

Tabla 11. Análisis estadístico de humedad gravimétrica en el perfil de 15 a 30 cm del suelo.

Repetición	Humedad gravimétrica (Perfil 15 a 30 cm)			
	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
Rep. 1	15.5%	14.6%	14.8%	17.9%
Rep. 2	15.4%	15.1%	16.8%	15.3%
Rep. 3	16.8%	15.8%	16.3%	20.0%
Total	47.7%	45.5%	47.9%	53.1%
Media	15.9%	15.2%	16.0%	17.7%
D.S.	0.6%	0.5%	0.8%	1.9%

Según la prueba de comparación de Tukey Tabla 22, para la retención de humedad gravimétrica en el suelo del perfil de 15 a 30 cm, ninguno de las dosis de “Hidrosoil” muestra un valor significativo entre tratamiento.



Aquello puede ser por dos razones, primero porque el producto no es efectivo a mayor profundidad o el consumo de la planta es mayor a nivel de 0 a 15 cm. Por otra parte, Gardiazabal, (1998), indica que, para suelos de textura media a pesada, aproximadamente el 50% de las raíces absorbentes se ubican en los primeros 30 cm del perfil, el cual es una afirmación concordante con lo que se obtuvo en el presente experimento. El tratamiento testigo presenta de 15.9% Tabla 11, de humedad gravimétrica, este valor es muy similar a los resultados de los tratamientos de “Hidrosoil” 50 gr/planta y 150 gramos por planta siendo así el agua es absorbida en la capa superficial del suelo y no logra infiltrar hasta el perfil de 15 a 30 cm del suelo.

De lo explicado en el punto anterior para el campo de paltos en el experimento la característica de raíz del palto es superficial efecto del patrón Antillano Zereffing-99, y riegos frecuentes aplicados históricamente marcaron una tendencia para el desarrollo de raíz superficial. El resultado obtenido en el perfil 15 a 30cm es diferente a lo obtenido en el perfil de 0 a 15cm, de tal forma que el “Hidrosoil” no influyó en la humedad a nivel de 15 a 30 cm del suelo, lo cual es probable que el consumo es a nivel superficial y no necesariamente en profundidad. Teniendo en cuenta que el sistema radicular del palto es superficial, también es importante relacionar el comportamiento con la salinidad en el perfil del suelo. Entonces surge una interrogante:

¿Cuál será el comportamiento de la planta con raíz superficial, frente a la salinidad en el suelo?, precisamente Mendoza (2000), manifiesta que la presencia de sales en la solución del suelo produce una disminución en el potencial osmótico de la raíz; por lo que a su vez se reduce el contenido de agua disponible para la planta, por lo cual se puede asegurar que a mayor profundidad existe un incremento de concentración de sales en la solución del suelo; sin embargo Ben (2003), recomienda usar patrones Antillanos para mitigar el efecto de la salinidad en paltos; en consecuencia se puede señalar que el patrón



el Zeriffing-99 utilizado en el experimento, está adaptado para desarrollar su sistema radicular superficialmente, para mitigar la salinidad, aunque no se puede asegurar debido a que no se da esa observación en la ficha técnica del material vegetal.

La raíz que se desarrolla superficialmente normalmente será menos afectada por el potencial osmótico, a causa de buen desarrollo del bulbo de humedad; por tanto, a mayor profundidad habrá mayor problema de osmosis.

De lo expuesto se subraya que este cultivo ya instalado con 8 años es de raíz superficial de manera que, si se desea optimizar el uso de agua y mantener o incrementar las producciones, se debe asegurar el aporte hídrico a nivel superficial ya sea usando “Hidrosoil” o incrementando frecuencias de riego.

4.1.3. Humedad volumétrica del suelo en el perfil de 0 a 15 cm del suelo

El contenido de agua en el suelo se expresa frecuentemente en lámina o volumen de agua, la determinación de la humedad volumétrica se realizó mediante las ecuaciones de Radulovich (2009), señalados en la parte metodológica.

El porcentaje de humedad volumétrico en el suelo de profundidad 0 a 15 cm para el análisis de varianza Tabla 23, del anexo, al comparar los tratamientos el valor de F_c con el valor de F_t para (0.05) y (0.01) de significancia, el F_c es mayor que el F_t , lo cual indica que uno o más de los tratamientos de “Hidrosoil” ha influido más sobre la humedad volumétrica en el perfil de 0 a 15 cm, en la siguiente tabla se analiza los valores de humedad volumétrica:

Tabla 12. Análisis estadístico de humedad volumétrica en el perfil de 0 a 15 cm del suelo.

Repetición	Humedad volumétrica (Perfil 0 a 15 cm)			
	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
Rep. 1	21.9%	21.3%	23.4%	28.6%
Rep. 2	20.9%	21.7%	23.8%	31.1%
Rep. 3	23.0%	23.2%	23.8%	28.6%
Total	65.7%	66.2%	71.0%	88.3%
Media	21.9%	22.1%	23.7%	29.4%
D.S.	0.9%	0.8%	0.2%	1.2%

Según la prueba de comparación de Tukey (Tabla 13) para la retención de humedad volumétrica en el suelo del perfil de 0 a 15 cm, el tratamiento de la dosis más alta “Hidrosoil” 300 gr/planta alcanzó 29.4%, siendo el más efectivo en la retención de humedad, en tanto, el resto de los tratamientos alcanza valores superiores al 21 % que es similar al testigo.

Se considera que el valor de humedad volumétrica 29.4% (Tabla 12), en comparación con el testigo que retiene 21.9%, es bastante alto, sin embargo, podemos señalar que todos los tratamientos obtenidos logran superar el 20%; este valor está dentro del rango óptimo para paltos y con ello se asegura el buen desarrollo radicular, debido a que Michelakis et al. (1993), señalaron, que el crecimiento radicular es mayor con contenidos volumétricos de agua de 20 a 30% para cultivo de paltos en producción.

Tabla 13. Prueba de Tukey para medición de humedad volumétrica del suelo de 0 a 15 cm

Orden de mérito	Tratamiento	Humedad Volumétrica $\bar{X} \pm D.S.$	Sig. ≤ 0.05
1	Hidrosoil 300 gr/Planta	29.4% \pm 1.2%	a
2	Hidrosoil 150 gr/Planta	23.7% \pm 0.2%	b
3	Hidrosoil 50 gr/Planta	22.1% \pm 0.8%	b
4	Testigo	21.9% \pm 0.9%	b

Considerando que el contenido de agua en el suelo se debe expresar como lámina o volumen, empleando la ecuación de Radulovich (2009), señalado en la sección de metodología para la determinación de lámina de agua, se ha encontrado que la retención de agua en el suelo de 0 a 15 cm incrementa en proporción la dosis usada; siendo así que el tratamiento con mayor dosis incrementó la retención hasta en 34% (Tabla 14).

Tabla 14. Contenido de humedad volumétrica en el suelo de 0 a 15cm.

Tratamiento	Humedad Volumétrica	Lámina (mm)	Volumen de agua (M3/Ha)	Incremento
Hidrosoil 300 gr/Planta	29.4%	44.10	441	34%
Hidrosoil 150 gr/Planta	23.7%	35.55	356	8%
Hidrosoil 50 gr/Planta	22.1%	33.15	332	1%
Testigo	21.9%	32.85	329	0%

Se conoce que las tres causas principales de pérdida de agua en el suelo son; la percolación, evaporación y consumo por la planta, que a su vez lo pierde por transpiración. Entonces, dentro de este balance seguramente la percolación es la que

ocasiona mayor pérdida de agua; por tanto, las características del “Hidrosoil” nos permite reducir la percolación y evaporación y aumentar la disponibilidad de agua para el cultivo.

Cabe señalar también que lo habitual en el cultivo de palto es las concentraciones de raíces en las zonas de mojamiento del goteo, generando así "centros de consumo de agua" señalado por Villablanca (1994), así, el efecto de “Hidrosoil” aplicado a nivel superficial también ayuda a distribuir mejor la humedad a esta profundidad.

4.1.4. Humedad volumétrica del suelo en el perfil de 15 a 30 cm del suelo

El porcentaje de humedad volumétrico en el suelo de profundidad 15 a 30 cm para el análisis de varianza (Tabla 24), al comparar los tratamientos el valor de Fc con el valor de Ft para (0.05) y (0.01) de significancia, el Fc es menor que el Ft, lo cual indica que ninguno de los tratamientos de “Hidrosoil” muestra humedad volumétrica diferente en el suelo de 15 a 30 cm de profundidad, en la siguiente tabla se analiza los valores de humedad volumétrica:

Tabla 15. Análisis estadístico de humedad volumétrica en el perfil de 15 a 30 cm del suelo.

Repetición	Humedad volumétrica (Perfil 15 a 30 cm)			
	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
Rep. 1	21.9%	20.5%	20.9%	24.4%
Rep. 2	21.5%	21.1%	23.0%	21.5%
Rep. 3	23.2%	21.9%	22.5%	26.7%
Total	66.6%	63.4%	66.4%	72.6%
Media	22.2%	21.1%	22.1%	24.2%
D.S.	0.7%	0.6%	0.9%	2.1%

Según la prueba de comparación de Tukey (Tabla 25), para la retención de humedad volumétrica en el suelo del perfil de 15 a 30 cm, ninguno de las dosis de “Hidrosoil” muestra efectividad. De acuerdo a lo experimentado se considera que hubo mayor absorción de agua por las raíces a nivel superficial; aunque, esto no es posible asegurar; pero sin duda debe ser el principal componente. Así, Gardiazabal (1998), indica que, para suelos de textura media a pesada, aproximadamente el 50% de las raíces absorbentes se ubican en los primeros 30 cm del perfil y el otro 50% se distribuye hasta lo 80cm.

Según Radulovich (2009), el contenido de agua en el suelo se expresa también en forma de lámina de agua, es decir en volumen por unidad de superficie (mm o m³/Ha), así aplicando las ecuaciones para la determinación de humedad descrito en la sección de metodología, las láminas de agua varían entre 31.7 a 36.3 mm equivalente a 317 y 363 m³/Ha respectivamente (Tabla 16), siendo los valores similares entre si; luego estadísticamente no fueron significativos; también se señala que el mayor incremento de retención conseguido fue con la dosis mayor de 15% con respecto al testigo.

Tabla 16. Contenido de humedad volumétrica en el suelo de 15 a 30cm.

Tratamiento	Humedad Volumétrica	Lámina (mm)	Volumen de agua (M3/Ha)	Incremento
Hidrosoil 300 gr/Planta	24.2%	36.3	363	15%
Hidrosoil 150 gr/Planta	22.1%	33.2	332	5%
Hidrosoil 50 gr/Planta	22.2%	33.3	333	5%
Testigo	21.1%	31.7	317	0%

Por otro lado, Lahav y Kalmar (1992), indican que altas cantidades de agua provocan saturación en el suelo disminuyendo el flujo del oxígeno hacia estratos



inferiores factor que además crea condiciones para el ataque de *Phytophthora cinamomi* tal vez por ello no sería aconsejable incrementar la retención de humedad en todo el perfil rizosférico.

Se subraya que; de acuerdo con los resultados en referencia, con aplicación de diferentes dosis de “Hidrosoil” los porcentajes de retención de humedad no difieren estadísticamente, significando un mayor consumo a nivel superficial.

También se debe mencionar que Valoras et al. (1964), indicaron que las raíces de palto no crecen cuando la tasa de difusión de oxígeno es menor a 20 mg/cm²/min. Con respecto a este punto en el experimento no se observó síntomas de falta oxígeno en ninguno de los tratamientos planteados; además, Lahav y Kalmar (1992), afirman que en suelos franco arenosos existe poca probabilidad que se generen problemas de falta de oxígeno

4.2. DETERMINACIÓN DE EFECTO DE HIDRORETENEDOR SOBRE LA CAÍDA DE FRUTOS EN POST CUAJA

El efecto de la caída de frutos del palto se evaluó en dos etapas; la primera en noviembre del 2015 y la segunda en enero 2016. Para estimar la cantidad de frutos que permanecieron en el árbol, se contabilizó el número de frutos cuajados que permanecieron en el árbol una vez culminado la caída fisiológica.

Según el análisis de varianza de la Tabla 26 y Tabla 28, del anexo al comparar los tratamientos el valor de Fc con el valor de Ft para (0.05) y (0.01) de significancia, el Fc es menor que el Ft, para ambas etapas de caída de frutos; esto significa que ninguno de los tratamientos mostró efectividad notable a las diferentes dosis de “Hidrosoil”; por lo que, la ocurrencia de caída de frutos en todos los tratamientos del experimento es probable a causa de otros factores como temperatura, desarrollo vegetativo, fertilización y reserva nutricional.

Tabla 17. Análisis estadístico del número de frutos por árbol después de la primera caída.

Repetición	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
Rep. 1	262	242	257	268
Rep. 2	232	252	265	278
Rep. 3	244	230	244	250
Total	738	724	766	796
Media	246	241	255	265
D.S.	12	9	9	12

Tabla 18. Análisis estadístico del número de frutos por árbol después de la segunda caída.

Repetición	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
Rep. 1	229	214	224	231
Rep. 2	197	219	210	246
Rep. 3	211	201	212	229
Total	637	634	646	706
Media	212	211	215	235
D.S.	13	7	6	8

Según la prueba de comparación de Tukey (Tabla 27) y (Tabla 29) del anexo, los resultados obtenidos en la primera y segunda caída fisiológica; no existen diferencias significativas entre tratamientos por efecto de aplicación del “Hidrosoil”; aunque si aritméticamente mostrado en la Tabla 17 y Tabla 18 sin embargo, se ha notado una caída de frutos en los diferentes tratamientos y el testigo de manera similar. A continuación, explicamos las posibles razones:



La caída de frutos de palto también puede ser afectado por otros factores, dentro de ellas probablemente la temperatura, la velocidad del viento, el estrés hídrico, el crecimiento vegetativo y el nivel de las reservas nutricionales:

a. Factor Temperatura

Según Herrera (2011), las temperaturas próximas a 20°C en los primeros estados de la fruta son óptimos y ayudan a la reducción de la caída de la fruta.

La temperatura registrada durante el proceso del desarrollo de experimento se muestra en la (Tabla 43) del anexo. Al relacionar la variable temperatura con el periodo de la primera caída de fruta del 16 de noviembre al 30 de noviembre del 2015, se encontró que el promedio de temperaturas medias fue de 20.45°C, el promedio de temperaturas mínimas 14.55°C y el promedio de temperaturas máximas 31.3°C. De lo descrito hallamos que las temperaturas oscilaron aproximadamente en un rango de 15°C entre la mínima y la máxima. Probablemente la descendencia de la temperatura por debajo de 20°C durante las noches haya influido en la caída; el cual, no podemos controlar; pero no podemos asegurar la certeza este factor, ni mucho menos el nivel de afectación que pudo ocasionar.

La segunda caída fisiológica ocurrida del 20 de enero al 2 de febrero observamos que el promedio de temperaturas mínimas y máximas fue 18.6 y 32.9 respectivamente, el rango de oscilación estuvo cercano a 14.30°C; de lo señalado precisamos que las condiciones de temperatura mínimas y máximas fueron diferentes en cada momento de caída frutos. Por tanto, señalamos que las bajas temperaturas registradas durante la primera caída ocasionaron mayor caída de frutos con respecto a la segunda.

b. Factor viento

El viento es otro factor importante que incide en el rendimiento de un palto, ya que es capaz de producir una serie de alteraciones en la cuaja y calidad de la fruta. Días ventosos, con velocidades superiores a 15 Km/Hr. dificultan el buen desarrollo de la fruta en sus primeros estadios.

Según lo observado en la Figura 6, la velocidad del viento en los meses de caída de frutos fue superior a 20 Km/Hr lo cual pudo haber afectado al experimento pero este factor no pudo ser determinante; porque aclaramos que el campo experimental se ubicó dentro de un lote comercial de paltos (el experimento poseía una cortina rompevientos muy denso por todos los extremos); por tanto la velocidad del viento dentro del campo experimental se redujo considerablemente; además, la estación meteorológica se ubicó a 1100 metros del campo experimental.

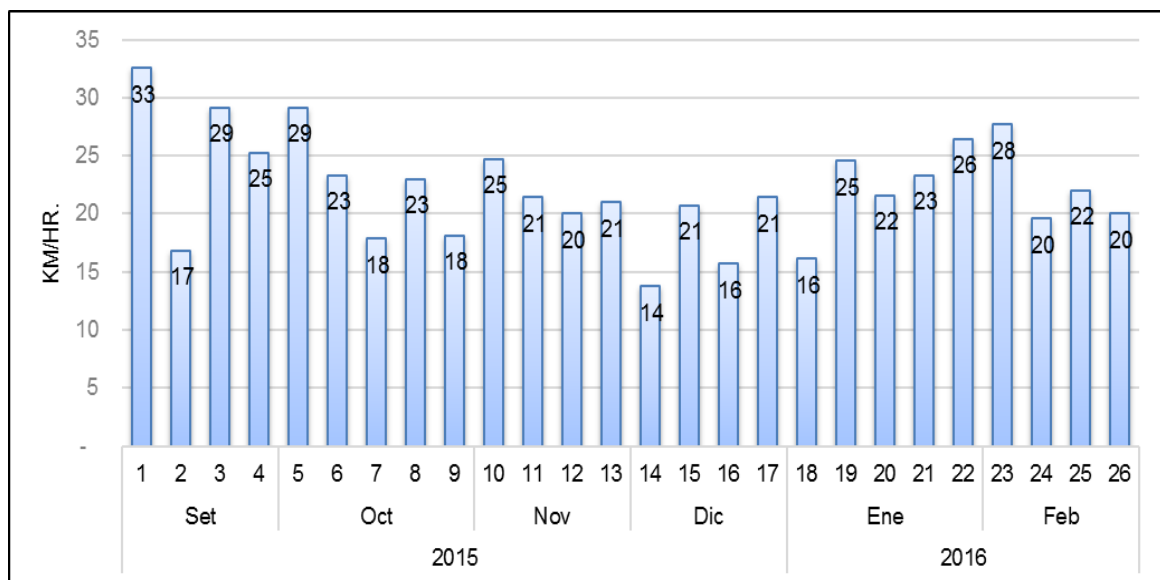


Figura 6: Promedio de velocidad del viento.



c. Factor crecimiento vegetativo y reservas

Acevedo (1993), menciona que la caída de frutos de palto también está asociada a la coincidencia del crecimiento vegetativo y competencia con las reservas en la planta. En el proceso de desarrollo del experimento no se ha cuantificado las reservas de las plantas, pero podemos asegurar que al menos todas las plantas sometidas al experimento tuvieron el mismo tratamiento de riegos, fertilización, condiciones climáticas porque pertenecen a una subparcela única, por lo tanto, el desarrollo vegetativo obtenido tubo una respuesta en igual proporción con todos los tratamientos.

d. Factor dosis de fertilización

La dosis de fertilización empleado durante el transcurso del experimento fue una dosis alta Tabla 36, del anexo. La elección de esta dosis fue basada en aquella considerada ideal según la empresa. Por tanto, el campo experimental probablemente no pudo carecer de baja calidad nutricional. Además, el campo elegido para este trabajo de investigación tuvo antecedentes muy sobresalientes en aspectos de nutrición y vigor, tal vez si se hubiese obviado este factor el efecto del hidrosoil hubiera sido más clara.

e. Factor estrés hídrico

De acuerdo con lo ya señalado en la exposición de este experimento descartamos que el campo experimental haya sufrido algún estrés hídrico durante su desarrollo.

De lo expuesto, finalmente deducimos que la caída ocurrida en todos los tratamientos probablemente fue debido a una interacción de temperaturas mínimas, viento y competencia vegetativa. Sabemos que el factor hídrico fue modificado con respecto al testigo; sin embargo, no hubo efecto en la retención de la fruta; además, no se debe dejar



de lado que según, Sedgley (1987), manifiesta que el palto produce un gran número de flores de las cuales sólo cuaja 0,001 a 0,23 % equivalente a más o menos 1 fruto por cada 1000 flores. Quizás someter a mayor estrés hídrico otro tratamiento adicional el polímero haya mostrado mayor efecto.

Planificación de riego

La planificación del riego del experimento fue establecida en base al método Penman-Monteith donde las láminas a agregar se obtuvieron de la siguiente ecuación:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración real del cultivo (mm/día)

ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día)

K_c = Coeficiente de cultivo

Para calcular la lámina de riego diario se tomó la información de la evapotranspiración potencial, obtenida de la estación agrometeorológica automática y el coeficiente de cultivo fue obtenido de aquellos recomendados por la empresa Agrícola Chapi S.A. para el valle de Ica. La elección de estos valores de coeficiente de cultivo se basó en aquellas experiencias exitosas ya desarrolladas por la propia Empresa. En la (Tabla 34) del anexo, se muestran los valores calculados y en la *Figura 7* se representa gráficamente.

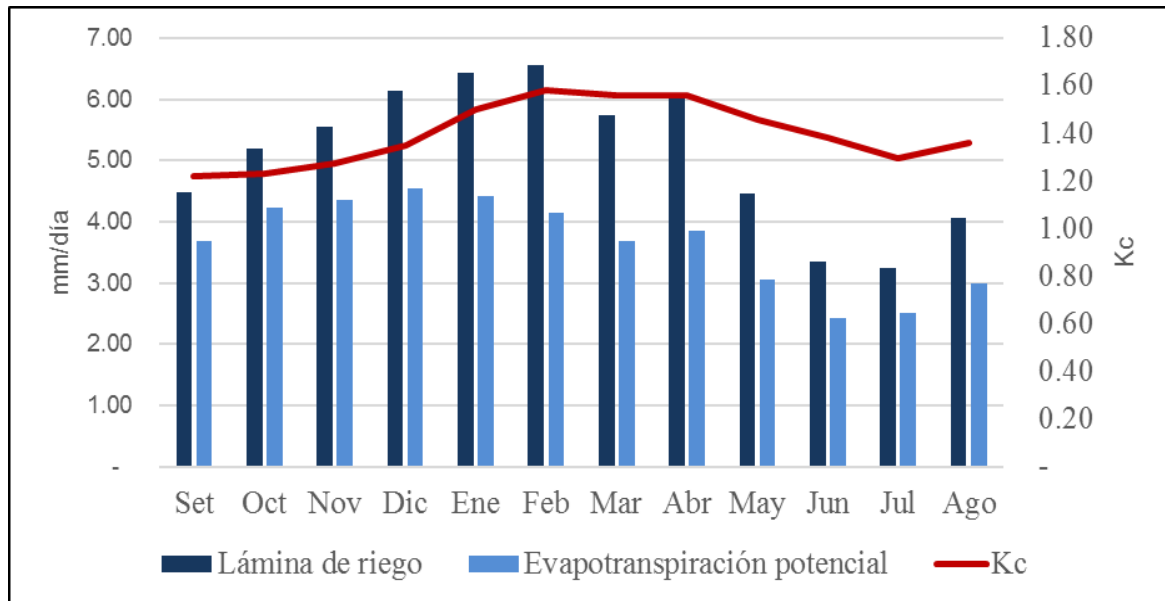


Figura 7: Planificación de riego del cultivo de palto.

Al analizar los datos de cálculo en la *Figura 7* y (Tabla 34) del anexo, notamos que el periodo de la primera caída de frutos en el mes de noviembre se ha irrigado con una Kc de 1.27 equivalente a una lámina de riego 5.54 mm; mientras tanto la segunda caída de frutos en enero fue irrigado con una Kc de 1.5 equivalente a 6.43 mm.

Para la experiencia realizada observamos que el régimen de riego establecido en Agrícola Chapi S.A. satisface suficientemente la necesidad del cultivo palto, sin embargo, existe perdida por infiltración el cual puede ser reducido por el “Hidrosoil” a pesar de que no existe efecto sobre la caída de fruta.

4.3. EVALUACION DEL COSTO DE USO DEL PRODUCTO HIDROSOIL

Los costos de producción se han determinado para cada uno de los tratamientos, así mismo la evaluación de los costos de producción comprende los gastos que se han efectuado en las diferentes actividades desarrolladas durante todo el proceso del experimento, a ello se suma el gasto en el que sea incurrido debido al uso del polímero “Hidrosoil”. Los valores obtenidos en el tratamiento testigo es aquel costo promedio



obtenido al cierre de la campaña, a continuación, se explica el costo de producción por hectárea correspondiente a cada tratamiento:

- a. El tratamiento testigo (Tabla 19), se observa que sin la aplicación de Hidrosoil se logra una retención de 212 frutos por árbol; después de la segunda caída fisiológica ocurrido en febrero correspondiente a una producción de 21 103 kg/Ha en promedio, bajo un costo total de \$ 11 403, nos da un ingreso neto de \$18 339 con un índice de rentabilidad de +61% y una relación de B/C 1.61, este valor es superior a los tratamientos que tuvieron aplicación de “Hidrosoil”. De lo expuesto se determina que el cultivo del palto es muy rentable a pesar del no uso del “Hidrosoil”, sin embargo, siempre habrá una dependencia del precio de exportación.
- b. El tratamiento II (Tabla 19), se observa que bajo la aplicación de “Hidrosoil” a 50 gr/planta se logra una retención de 211 frutos por árbol; después de la segunda caída fisiológica ocurrido en febrero correspondiente a una producción de 20 828 kg/Ha, bajo un costo total de \$ 11 532, para ello se obtiene un ingreso neto de \$17 823 con un índice de rentabilidad de +55% y una relación de B/C 1.55, por lo tanto, se observa que el índice de rentabilidad a disminuido en relación al testigo esto debido al uso del “Hidrosoil”, pero continua siendo rentable.
- c. El tratamiento III (Tabla 19), se observa que bajo la aplicación de “Hidrosoil” a 150 gr/planta se logra una retención de 215 frutos por árbol; después de la segunda caída fisiológica ocurrido en febrero correspondiente a una producción de 21 277 kg/Ha en promedio, bajo un costo total de \$ 11 761, nos da un ingreso neto de \$18 226 con un índice de rentabilidad de +55% y una relación de B/C 1.55 de acuerdo



a los señalado se observa que el índice de rentabilidad es igual al tratamiento II debido a que este tratamiento tuvo una producción de +2%.

- d. El tratamiento IV (Tabla 19), se observa que bajo la aplicación de “Hidrosoil” a 300 gr/planta se logra una retención de 235 frutos por árbol; después de la segunda caída fisiológica ocurrido en febrero correspondiente a una producción de 21 184 kg/Ha en promedio, bajo un costo total de \$ 12 104, nos da un ingreso neto de \$17 753 con un índice de rentabilidad de +47% y una relación de B/C 1.47. de acuerdo a lo explicado se determina que este tratamiento con mayor dosis ha reducido la rentabilidad del cultivo en relación al resto de tratamientos, debido a la alta dosis empleado.

De acuerdo con lo explicado se comprueba que el cultivo del palto es muy rentable económicamente, esto se justifica con lo obtenido en el tratamiento testigo.

Durante el desarrollo del experimento se buscó reducir la caída de los frutos pos cuaja y por ende incrementar la productividad en los tratamientos, el cual no se logró, obteniéndose así producciones similares entre tratamientos y testigo, más al contrario se ha incurrido en una disminución de la rentabilidad en los tratamientos en cuales se usaron el polímero “Hidrosoil”.

Si bien es cierto que no se obtuvo buen resultado en relación a la retención de fruta por efecto de mayor humedad en suelo ni mucho menos con relación a la rentabilidad, el uso del polímero se podría enfocar solamente con fines de mayor aprovechamiento de agua y reducir pérdidas por percolación y evaporación a lo que se le denomina uso eficiente del agua.

La (Tabla 19) se observa el resumen del análisis económico del experimento y la (Tabla 34) muestra el detalle de gastos en que se incurre durante la producción de paltos en una campaña, la información de costos es propia para la empresa donde se ejecutó el experimento; este puede variar dependiendo del lugar y modelo de manejo del cultivo que desarrollan otros agricultores o empresas agroexportadoras.

Tabla 19. Análisis económico

Ítem	Und	TRAT. I	TRAT. II	TRAT. III	TRAT. IV
		-	HIDROSOIL 50 gr/Planta	HIDROSOIL 150 gr/Planta	HIDROSOIL 300 gr/Planta
Costo total de producción	\$ x Ha	11,403	11,532	11,761	12,104
Frutos	Und/árbol	212	211	215	235
Rendimiento	Kg/Ha	21,103	20,828	21,277	21,184
C.U. de producción	\$ x Kilo	0.54	0.55	0.55	0.57
Exportable	%	87%	87%	87%	87%
P.U. de exportación	\$ x Kilo	1.62	1.62	1.62	1.62
Valor bruto de producción	\$	34,187	33,742	34,468	34,319
Valor bruto exportado	\$	29,742	29,355	29,987	29,857
Ingreso neto	\$	18,339	17,823	18,226	17,753
Relación B/C	\$	1.61	1.55	1.55	1.47
Índice de rentabilidad	%	+61%	+55%	+55%	+47%



V. CONCLUSIONES

La dosis de “Hidrosoil” 300 gr/planta, logró retener 21.7% de humedad gravimétrica en el suelo; por tanto, fue más efectivo en la retención de agua en el perfil del suelo de 0 a 15cm con respecto a los tratamientos con dosis menores y el tratamiento control.

Ninguno de las dosis de polímero mostró diferencia estadística significativa en la reducción de caída de fruta cuajada, así como para la primera y segunda caída fisiológica.

La rentabilidad económica del uso de “Hidrosoil” promueve en el testigo un índice de +61%, y una relación B/C 1.61; seguido por la aplicación de polímero de 50 gr/planta con un índice de +55%, y una relación B/C 1.55; mientras que la aplicación de 150 gr/planta tuvo un índice de +55%, y una relación de B/C 1.55; con la aplicación de polímero de 300 gr/planta se tuvo un índice de +47%, y una relación B/C de 1.47.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones de uso eficiente de agua con “Hidrosoil” en paltos y otros cultivos en diferentes condiciones climatológicas.
- Plantear pruebas de uso de absorbentes de agua como “Hidrosoil” en fruticultura desde la plantación, incorporando en el sustrato de planta.
- Establecer ensayos de uso de “Hidrosoil” en agricultura según características químicas de agua de riego.
- Plantear investigaciones con “Hidrosoil” sometiendo al cultivo de palto a tratamientos de mayor estrés hídrico.



VII. BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, R. (2011). La economía de la empresa agroalimentaria. Madrid: Mundi-Prensa. 391 p.
- ANDRÉ L., GARCIA, LILLIAN P., ANDREA S., (2011). Use of hidroretentor polymer on coffee planting under protected Environment. Brasil. 1 – 4
- BEN, A. y ZILBERSTAIN, M. (2003). Catálogo de patrones antillanos de aguacate. Israel: Mundi-Prensa. 88 p.
- BERRIOS, M. (1995). *Efecto del anillado doble incisión anular y aplicaciones de paclobutrazol (Cultar) en paltos (Persea americana M.) cv. Negra de la Cruz.* (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso. Chile.
- CARDEMIL, G. (1999). *Aproximación a los requerimientos hídricos del palto (Persea americana Mill) cv. Hass, para la provincia de Quillota.* (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso. Chile.
- CAUTÍN, R. (1996). *Nuevos antecedentes sobre requerimientos de polinización de variedades del cultivo del palto y perspectivas de mercado.* (Taller de Licenciatura). Universidad de Chile. Chile.
- CALABRESE, F. (1992). El Aguacate. Madrid: Mundi-Prensa. 249 p.
- CISNEROS, R. (2003). Apuntes de la materia de riego y drenaje. Bolivia: Universidad San Luis Potosí. 164 p.
- COTACALLAPA, F. (1999). Microplanificación de empresas agropecuarias. Puno: Ediciones FMVZ. 123 p.
- CUTIPA, C. (2013). *Efecto del estiércol, Hidroabsorbente, Hidrosorb y frecuencia de riego en trigo de Invierno (Triticum aestivum L.). para la producción de forraje verde.* (Tesis Ing. Agronómica). Universidad Nacional del Altiplano. Puno



CHACALTANA, J. (2007). Desafiando el desierto, realidad y perspectivas del empleo en Ica, Centro de Estudios para el desarrollo y la participación (CEDEP).

GARCIA, S. (2004). Estudio detallado de suelos para producción de paltos y espárrago. Ica: UNALM. 34 p.

GARDIAZABAL, F. (1998). Floración en paltos, Seminario Internacional de Paltos. Chile: Viña del Mar Chile. 72 p.

GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. (1991). Cultivo del palto. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. 20 p.

GIL, G. (1997). El potencial productivo, crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. 342 p.

GONZALES, F. (2002) *Efecto de la fertilización con N-P-K-Ca en palto (Persea americana M.) cv. Hass sobre su desarrollo, productividad y pos-cosecha.* (Taller de Licenciatura). Chile.

GREGORIOU, C. (1980). Some aspects of shoot and root growth of avocado under lowland tropical conditions. California: Society Yearbook. 88 p.

HERMIDA, E. (2008). Módulos materiales poliméricos. España: Mundi-Prensa. 85p.

HERRERA, M. (2011). Manejo integrado del palto. Lima: Agrobanco. 32

HERNANDEZ, F. (1991). *Aproximación al ciclo fenológico del palto (Persea americana M.), cv. Hass, para la zona de Quillota V Región.* (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

LAHAV, E. and KALMAR, D. 1992. Water requeriments and the effect of salinity in an avocados orchard on clay soil. Word Avocado Congres II Proceedings. Orange. California. 21-26.



MENDOZA, H. (2000). *Efecto de la alcalinidad y salinidad en la solución del suelo sobre la producción de paltos (Persea americana M.)* (Taller de Licenciatura). Chile.

MICHELAKIS, N., VOUGIOCALOU, E. and CLAPAKI, G. (1993). Water use, wetted soil volume, root distribution and yield of avocado under drip irrigation. *Agricultural Water Management*. 131 p.

NIRODY, B. (1922). *Investigations in avocado breeding*. California: Avocado Growers Association Yearbook. 78 p.

OSIADACZ, M. (1994). *Caracterización del sistema radical del chirimoyo (Anona cherimola Mill.) y aproximación al patrón de distribución y consumo de agua, bajo los sistemas de riego por micro aspersion y goteo*. (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

OROZCO, M. (2010). *Evaluación de cuatro dosis de Hidroretenedor Luquasorb y tres tipos de sustratos en la plantación de guarango (Caesalpinea espinosa Mol) O. Kuntz en el Canton Guano*. (Tesis de Ingeniero Forestal). Escuela superior politécnica de Chimborazo. Ecuador.

PALMA, A. (1991). *Aproximación al ciclo fonológico del palto. (Persea americana M.)*, (Taller de Licenciatura). Universidad Católica de Valparaíso Chile.

RADULOVICH R. (2009). Método gravimétrico para determinar in situ la humedad volumétrica del suelo. Costa Rica. 4 p.

RAZETO, B. (1987). Floración y cuaja en el palto. Chile. 4 p.

RODRÍGUEZ, F. (1982). *El Aguacate*. México: AGT. 167 p.

STOUT, A. (1923). *Sex in avocado and pollination*. California: Avocado Growers Association Yearbook. 173 p.



SALAZAR, S. and CORTEZ, J. (1986). Root distribution of mature avocado growing in soil of different texture. California: Avocado Society Yearbook 174 p.

TAPIA, P. (1993). *Aproximación al Ciclo Fenológico del Palto cv. Hass*. (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

THOMPSON, L. y TROEH, R. (2004). Los suelos y su fertilidad, Madrid España: Editorial Reverté.

SEDGLE, Y. (1987). The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in avocado: Journal of Horticulture Science 141 p.

SHALHEVET, J. (1999). Salinity and water management in avocado, California: University of California, Riverside. 123 p.

VALORAS, N; LETEY, J.; STOLZY, LH. and FROLICH, E.F. (1964). The oxygen requirements for root growth of tree avocado varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 178 p.

VADAN, A. (2007). *Efecto del hidrorretenedor de humedad sobre el prendimiento de plántulas de dos especies forestales en el Cantón Macará* (Tesis de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Ecuador.

VILLABLANCA, Y. (1994). *Estudio comparativo de la distribución y densidad de raíces absorbentes en palto (Persea americana Mill.) cv. Hass en Quillota* (Tesis Ing. Agrónomo). Quillota Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

WHILEY, A., CHAPMAN, K. and SARANAH, J. (1988). Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* Mill cv. Fuerte) during flowering, Australian: Journal of Agricultural Research. 467 p.



WEB GRAFÍA:

Captura, (2009). Disponible en URL:

[http://bilbioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/evaluaciónensayos-forestacion-eucalyptus-gunni-chile-chico-xi-region/id/37095440.html]

Consultado el 03-09-15 a hora 18:00

Sánchez Ballesta, Juan Pedro (2002). Disponible en URL:

[<http://ciberconta.unizar.es/leccion/anarenta/analisisr.pdf>]

Consultado el 16-12-16 a hora 13:30

Vivero Blanco (2016). Disponible en URL:

[<http://www.viverosblanco.com/es/patrones>]

Consultado el 23-08-16 a hora 16:00

ANEXOS

Tabla 20. ANVA para la humedad gravimétrica del suelo de 0 a 15cm.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Trat.	0.0071	3.00	0.0024	26.1494	4.0662	7.5910	**
Error	0.0007	8.00	0.0001				
Total	0.0078	11.00					

CV = 5.38%

Tabla 21. ANVA para la humedad gravimétrica del suelo de 15 a 30cm.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Trat.	0.0010	3.00	0.0003	1.8514	4.0662	7.5910	n.s.
Error	0.0015	8.00	0.0002				
Total	0.0025	11.00					

CV = 8.47%

Tabla 22. Prueba de Tukey para medición de humedad gravimétrica del suelo de 15 a 30 cm.

Orden de mérito	Tratamiento	Humedad gravimétrica $\bar{X} \pm D.S.$	Sig. ≤ 0.05
1	Hidrosoil 300 gr/Planta	17.7% \pm 1.9%	b
2	Hidrosoil 150 gr/Planta	16.0% \pm 0.8%	b
3	Testigo	15.9% \pm 0.6%	b
4	Hidrosoil 50 gr/Planta	15.2% \pm 0.5%	b

Tabla 23. ANVA para la humedad volumétrica del suelo de 0 a 15cm.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Trat.	0.0112	3.00	0.0037	35.5713	4.0662	7.5910	**
Error	0.0008	8.00	0.0001				
Total	0.0121	11.00					

CV = 4.23%

Tabla 24. ANVA para la humedad volumétrica del suelo de 15 a 30cm.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Trat.	0.0015	3.00	0.0005	2.1216	4.0662	7.5910	n.s.
Error	0.0019	8.00	0.0002				
Total	0.0034	11.00					

CV = 6.82%

Tabla 25. Prueba de Tukey para medición de humedad volumétrica del suelo de 15 a 30 cm.

Orden de mérito	Tratamiento	Humedad Volumétrica $\bar{X} \pm D.S.$	Sig. ≤ 0.05
1	Hidrosoil 300 gr/Planta	24.2% \pm 2.1%	b
2	Hidrosoil 150 gr/Planta	22.1% \pm 0.9%	b
3	Testigo	22.2% \pm 0.7%	b
4	Hidrosoil 50 gr/Planta	21.1% \pm 0.6%	b

Tabla 26. ANVA para el número de frutos por árbol después de la primera caída.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Trat.	1.005,71	3,00	335,2374	2,0434	4,0662	7,5910	n.s.
Error	1.312,46	8,00	164,0573				
Total	2.318,17	11,00					

CV = 5.08%

Tabla 27. Prueba de Tukey para conteo de frutos después de la primera caída.

Orden de mérito	Tratamiento	Número de Frutos	
		$\bar{X} \pm D.S.$	Sig. ≤ 0.05
1	Hidrosoil 300 gr/Planta	265 \pm 12	b
2	Hidrosoil 150 gr/Planta	255 \pm 9	b
3	Hidrosoil 50 gr/Planta	241 \pm 9	b
4	Testigo	246 \pm 12	b

Tabla 28. ANVA para el número de frutos por árbol después de la segunda caída.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Trat.	1.140,46	3,00	380,1541	3,2262	4,0662	7,5910	n.s.
Error	942,67	8,00	117,8333				
Total	2.083,13	11,00					

CV = 4.97%

Tabla 29. Prueba de Tukey para conteo de frutos después de la segunda caída.

Orden de mérito	Tratamiento	Número de Frutos	
		$\bar{X} \pm D.S.$	Sig. ≤ 0.05
1	Hidrosoil 300 gr/Planta	235 \pm 8	b
2	Hidrosoil 150 gr/Planta	215 \pm 6	b
3	Hidrosoil 50 gr/Planta	211 \pm 7	b
4	Testigo	212 \pm 13	b

Tabla 30. Densidad aparente del suelo experimental del perfil de 0 a 15cm

	Testigo	Hidrosoil 50	Hidrosoil 150	Hidrosoil 300
		gr/Planta	gr/Planta	gr/Planta
Rep. 1	1.40	1.40	1.38	1.38
Rep. 2	1.45	1.40	1.35	1.44
Rep. 3	1.45	1.36	1.50	1.37
Total	4.30	4.16	4.23	4.19
Media	1.43	1.39	1.41	1.40

Fuente: Elaboración propia**Tabla 31.** Densidad aparente del suelo experimental del perfil de 15 a 30cm.

	Testigo	Hidrosoil 50	Hidrosoil 150	Hidrosoil 300
Item		gr/Planta	gr/Planta	gr/Planta
Rep. 1	1.41	1.40	1.41	1.38
Rep. 2	1.40	1.40	1.37	1.41
Rep. 3	1.39	1.39	1.39	1.42
Total	4.19	4.19	4.16	4.20
Media	1.40	1.40	1.39	1.40

Fuente: Elaboración propia**Tabla 32.** Capacidad de campo del suelo experimental de 0 a 15cm

Muestra	Peso suelo	Peso suelo	C.C. (%)
	Húmedo	seco	
1	108.0	86.0	20.4%
2	107.0	85.0	20.6%
3	109.0	84.0	22.9%
4	108.0	85.0	21.3%
5	109.0	86.0	21.1%
6	107.0	85.0	20.6%
Promedio	108.0	85.2	21.1%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Capacidad de campo del suelo experimental de 15 a 30cm

Muestra	Peso suelo		C.C. (%)
	Húmedo	seco	
1	108.0	85.0	21.3%
2	107.0	86.0	19.6%
3	106.0	85.0	19.8%
4	109.0	86.0	21.1%
5	108.0	86.0	20.4%
6	109.0	85.0	22.0%
Promedio	107.8	85.5	20.7%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Lámina de riego del cultivo experimental

Año	Mes	Riego		Eto		Kc
		mm/mes	mm/día	mm/mes	mm/día	
2015	Set	134.26	4.48	110	3.67	1.22
	Oct	161.16	5.20	131	4.23	1.23
	Nov	166.18	5.54	131	4.35	1.27
	Dic	190.00	6.13	141	4.55	1.35
2016	Ene	199.32	6.43	133	4.43	1.50
	Feb	190.15	6.56	120	4.14	1.58
	Mar	178.00	5.74	114	3.68	1.56
	Abr	180.42	6.01	116	3.86	1.56
	May	138.46	4.47	95	3.06	1.46
	Jun	100.38	3.35	73	2.42	1.38
	Jul	100.59	3.24	78	2.51	1.29
	Ago	121.80	4.06	90	2.99	1.36

Fuente: Agrícola Chapi S.A.

Tabla 35. Costos de producción del palto.

	Und	Cant	C.U. (\$)	Testigo	Hidrosoil 50 gr/Planta	Hidrosoil 150 gr/Planta	Hidrosoil 300 gr/Planta
I. Costos directos				8,543	8,672	8,901	9,244
1.1 Fertilización				1,746	1,746	1,746	1,746
a. Nitrato de amonio	Kg	529	0.40	212	212	212	212
b. Ácido Fosfórico	Kg	115	1.00	115	115	115	115
c. Nitrato de potasio	Kg	825	1.05	866	866	866	866
d. Sulf. de magnesio	Kg	250	0.35	88	88	88	88
e. Nitrato de Calcio	Kg	132	0.40	53	53	53	53
f. Ácido bórico	Kg	20	1.00	20	20	20	20
g. Sulfato de zinc	Kg	30	0.70	21	21	21	21
h. Quelato de Fe	Kg	10	16.00	160	160	160	160
i. Microelementos	Kg	11	20.00	212	212	212	212
1.2 Mano de obra				2,200	2,200	2,200	2,200
a. Poda	Jor	25	15	375	375	375	375
b. Deshierbo	Jor	20	15	300	300	300	300
c. Riego	Jor	10	15	150	150	150	150
d. Manejo de plagas	Jor	5	15	75	75	75	75
e. Cosecha	Jor	40	20	800	800	800	800
f. Carguido	Jor	10	20	200	200	200	200
g. Otros	Jor	20	15	300	300	300	300
1.3 Agroquímicos				1,101	1,101	1,101	1,101
a. Funguicida	Und	6	110	660	660	660	660
b. Insecticidas	Und	3	147	441	441	441	441
1.4 Trat. Hidrosoil				-	129	358	701
a. Hidrosoil	Kg	-	8.00	-	114	343	686
b. Mano de obra apli	Jor		15	-	15	15	15
1.6 Maquinaria				1,002	1,002	1,002	1,002
a. Mano de obra	Jor	22	18	396	396	396	396



b. Combustible	Gl	135	4	506	506	506	506
c. Repuestos				100	100	100	100
1.5 Agua	m3	18500	0.11	2,064	2,064	2,064	2,064
1.7 Servicios				430	430	430	430
II. Costos indirectos				2,860	2,860	2,860	2,860
III. Costos totales				11,403	11,532	11,761	12,104

Tabla 36. Dosis de fertilización del palto

No	Fenología	Duración	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	B	Zn	Fe
			300	80	380	40	60	3	6	5
01	Yemas hin.	28	7%	10%	0%	25%	20%	30%	30%	0%
02	Floración	56	10%	20%	0%	45%	50%	70%	70%	34%
03	Cuaja	14	6%	5%	0%	15%	20%	0%	0%	0%
04	Crec.fruto 1	28	10%	20%	10%	15%	10%	0%	0%	0%
05	Crec.fruto 2	77	12%	45%	35%	0%	0%	0%	0%	33%
06	Crec.fruto 3	70	25%	0%	45%	0%	0%	0%	0%	33%
07	Crec.fruto 4	28	15%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%
08	Cosecha	64	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Agrícola Chapi S.A.

Donde:

Crec.fruto 1 es: 10-30 mm de diámetro de fruta

Crec.fruto 2 es: 30-50 mm de diámetro de fruta

Crec.fruto 3 es: 50-70 mm de diámetro de fruta

Crec.fruto 4 es: >70 mm de diámetro de fruta

Tabla 37. Datos de humedad gravimétrica de 0 a 15 cm del suelo

Muestra	Testigo			Hidrosoil 50 Gr/Planta			Hidrosoil 150 Gr/Planta			Hidrosoil 300 Gr/Planta		
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
M1	16.5%	14.7%	15.5%	15.8%	19.4%	22.0%	17.9%	17.4%	13.0%	18.8%	20.4%	22.3%
M2	16.8%	17.9%	16.7%	15.5%	15.5%	16.0%	15.8%	17.6%	22.0%	21.3%	21.3%	21.5%
M3	15.5%	16.0%	18.6%	15.5%	18.1%	17.2%	15.8%	17.4%	16.1%	21.5%	22.8%	21.3%
M4	12.2%	6.8%	17.0%	13.3%	15.1%	17.7%	15.8%	19.6%	16.0%	20.0%	31.0%	20.0%
M5	15.5%	16.7%	15.5%	17.9%	17.9%	17.2%	19.4%	17.0%	16.0%	19.6%	21.7%	19.8%
M6	17.4%	14.6%	16.1%	12.6%	14.3%	15.2%	17.2%	17.0%	17.2%	20.2%	21.3%	19.1%
M7	15.5%	18.3%	15.6%	16.0%	9.0%	13.7%	17.2%	17.4%	22.0%	24.2%	25.3%	23.1%
Total	109.4%	104.9%	114.9%	106.5%	109.1%	119.0%	119.0%	123.4%	122.2%	145.5%	163.9%	147.1%
Media	15.6%	15.0%	16.4%	15.2%	15.6%	17.0%	17.0%	17.6%	17.5%	20.8%	23.4%	21.0%

Tabla 38. Datos de humedad gravimétrica de 15 a 30 cm del suelo

Muestra	Testigo											
	Hidrosoil 50 Gr/Planta			Hidrosoil 150 Gr/Planta			Hidrosoil 300 Gr/Planta					
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3			
M1	16.4%	14.6%	15.8%	15.8%	15.8%	15.6%	15.5%	17.0%	13.4%	15.6%	14.7%	29.4%
M2	16.6%	15.6%	16.0%	15.5%	15.5%	13.5%	13.4%	17.6%	14.4%	15.6%	15.6%	15.8%
M3	15.3%	15.6%	13.3%	15.8%	16.8%	15.8%	12.2%	17.0%	16.0%	15.8%	14.4%	29.9%
M4	14.6%	14.6%	20.7%	14.7%	13.7%	18.1%	15.8%	15.8%	17.0%	16.7%	15.3%	15.6%
M5	14.1%	14.4%	21.5%	14.4%	15.6%	14.6%	14.1%	15.8%	14.6%	14.4%	15.6%	16.7%
M6	15.8%	14.7%	14.7%	12.5%	15.6%	17.2%	16.0%	17.0%	18.1%	18.1%	14.6%	16.8%
M7	15.4%	18.5%	15.5%	13.5%	12.4%	16.0%	16.8%	17.4%	20.4%	28.7%	16.7%	15.6%
Total	108.6%	107.9%	117.4%	102.3%	105.4%	110.8%	103.8%	117.6%	113.9%	125.0%	107.0%	139.8%
Media	15.5%	15.4%	16.8%	14.6%	15.1%	15.8%	14.8%	16.8%	16.3%	17.9%	15.3%	20.0%

Tabla 39. Datos de humedad volumétrica de 0 a 15 cm del suelo

Muestra	Testigo			Hidrosoil 50 Gr/Planta			Hidrosoil 150 Gr/Planta			Hidrosoil 300 Gr/Planta		
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
M1	23.4%	20.5%	21.9%	21.9%	26.3%	29.2%	24.8%	23.4%	19.0%	26.3%	27.8%	30.7%
M2	23.4%	24.8%	23.4%	21.9%	21.9%	21.9%	21.9%	23.4%	29.2%	29.2%	29.2%	29.2%
M3	21.9%	21.9%	26.3%	21.9%	24.8%	23.4%	21.9%	23.4%	21.9%	29.2%	30.7%	29.2%
M4	17.5%	10.2%	23.4%	19.0%	20.5%	24.8%	21.9%	26.3%	21.9%	27.8%	39.4%	26.3%
M5	21.9%	23.4%	21.9%	24.8%	24.8%	23.4%	26.3%	23.4%	21.9%	27.8%	29.2%	27.8%
M6	23.4%	20.5%	21.9%	17.5%	20.5%	20.5%	23.4%	23.4%	23.4%	27.8%	27.8%	26.3%
M7	21.9%	24.8%	21.9%	21.9%	13.1%	19.0%	23.4%	23.4%	29.2%	32.1%	33.6%	30.7%
Total	153.4%	146.1%	160.7%	149.0%	151.9%	162.2%	163.6%	166.5%	166.5%	200.1%	217.7%	200.1%
Media	21.9%	20.9%	23.0%	21.3%	21.7%	23.2%	23.4%	23.8%	23.8%	28.6%	31.1%	28.6%

Tabla 40. Datos de humedad volumétrica de 15 a 30 cm del suelo

Muestra	Testigo											
	Hidrosoil 50 Gr/Planta			Hidrosoil 150 Gr/Planta			Hidrosoil 300 Gr/Planta					
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3			
M1	23.2%	20.4%	21.8%	21.9%	21.9%	21.9%	21.9%	23.4%	19.0%	21.9%	20.5%	36.5%
M2	23.3%	21.9%	21.9%	21.9%	21.9%	19.0%	19.0%	23.4%	20.5%	21.9%	21.9%	21.9%
M3	21.8%	21.9%	19.0%	21.9%	23.4%	21.9%	17.5%	23.4%	21.9%	21.9%	20.5%	38.0%
M4	20.5%	20.5%	27.8%	20.5%	19.0%	24.8%	21.9%	21.9%	23.4%	23.4%	21.9%	21.9%
M5	20.5%	20.5%	29.2%	20.5%	21.9%	20.5%	20.5%	21.9%	20.5%	20.5%	21.9%	23.4%
M6	22.9%	20.5%	20.5%	17.5%	21.9%	23.4%	21.9%	23.4%	24.8%	24.8%	20.5%	23.4%
M7	21.9%	24.8%	21.9%	19.0%	17.5%	21.9%	23.4%	23.4%	27.8%	36.5%	23.4%	21.9%
Total	153.4%	150.5%	162.2%	143.2%	147.6%	153.4%	146.1%	160.7%	157.8%	170.9%	150.5%	187.0%
Media	21.6%	21.5%	23.2%	20.5%	21.1%	21.9%	20.9%	23.0%	22.5%	24.4%	21.5%	26.7%

Tabla 41. Datos de conteo de frutos en el árbol después de la primera caída.

Muestra	Testigo			Hidrosoil 50 Gr/Planta			Hidrosoil 150 Gr/Planta			Hidrosoil 300 Gr/Planta		
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
M1	294	228	217	184	192	215	288	215	325	435	325	328
M2	130	209	234	318	318	203	370	210	179	139	374	270
M3	166	182	216	199	227	189	141	226	296	35	420	350
M4	240	441	449	280	175	400	389	300	280	80	182	145
M5	420	240	208	241	400	170	190	280	211	325	185	35
M6	271	211	277	210	276	215	203	390	226	300	265	320
M7	400	129	283	208	227	215	189	215	220	424	60	182
M8	172	216	71	299	200	233	285	283	215	403	415	370
Total	2,093	1,856	1,955	1,939	2,015	1,840	2,055	2,119	1,952	2,141	2,226	2,000
Media	262	232	244	242	252	230	257	265	244	268	278	250

Tabla 42. Datos de conteo de frutos en el árbol después de la segunda caída.

Muestra	Testigo											
	Hidrosoil 50 Gr/Planta			Hidrosoil 150 Gr/Planta			Hidrosoil 300 Gr/Planta					
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
M1	256	195	189	162	168	185	250	186	285	374	285	285
M2	116	180	187	276	275	175	326	187	156	120	325	235
M3	140	158	186	168	196	186	122	196	257	26	401	345
M4	211	385	385	242	145	350	336	50	246	67	158	125
M5	371	190	180	207	350	152	168	250	183	287	158	25
M6	235	185	250	182	240	186	178	380	196	256	226	297
M7	350	111	245	180	198	187	159	186	187	369	50	158
M8	150	175	63	298	176	187	250	246	185	350	364	358
Total	1,829	1,579	1,685	1,715	1,748	1,608	1,789	1,681	1,695	1,849	1,967	1,828
Media	229	197	211	214	219	201	224	210	212	231	246	229



Tabla 43. Registro de datos meteorológicos

Fecha	Temp Media °C	Temp Mínima °C	Temp Máxima °C	Eto mm	Viento Km/Hr	Humedad R. %
01-sep-15	18.3	13.3	28.8	2.9	35	73%
02-sep-15	19.0	10.7	30.0	3.9	45	75%
03-sep-15	18.4	10.3	31.4	3.9	43	62%
04-sep-15	19.7	15.0	31.6	3.6	23	64%
05-sep-15	18.0	13.2	28.8	2.9	25	13.2
06-sep-15	17.3	12.4	27.4	3.2	34	74%
07-sep-15	17.2	11.8	25.6	3.8	23	62%
08-sep-15	16.3	11.1	27.6	3.0	12	64%
09-sep-15	16.2	13.7	24.9	2.6	23	58%
10-sep-15	16.4	10.6	27.6	3.3	12	75%
11-sep-15	16.9	10.0	28.9	3.4	23	64%
12-sep-15	17.9	8.7	31.5	4.2	13	63%
13-sep-15	20.0	10.3	34.5	4.4	23	73%
14-sep-15	19.0	11.8	33.7	3.9	12	62%
15-sep-15	18.6	13.1	30.8	3.7	34	73%
16-sep-15	17.4	13.5	27.5	3.4	32	84%
17-sep-15	17.5	13.6	27.5	3.2	21	73%
18-sep-15	19.0	12.6	31.1	4.1	32	62%
19-sep-15	19.3	13.2	33.4	4.0	32	62%
20-sep-15	18.1	14.1	26.6	2.6	32	42%
21-sep-15	18.8	14.1	30.8	3.8	21	63%
22-sep-15	18.5	13.8	31.3	4.4	23	63%
23-sep-15	18.0	13.4	28.4	4.1	43	62%
24-sep-15	17.1	12.4	24.0	3.7	12	62%
25-sep-15	17.2	12.7	25.8	3.3	34	51%
26-sep-15	16.4	11.0	24.7	4.1	23	62%
27-sep-15	16.1	10.9	25.3	3.7	21	51%
28-sep-15	17.1	10.7	29.2	4.1	21	62%
29-sep-15	18.2	9.8	29.0	4.5	22	64%
30-sep-15	18.3	10.3	29.8	4.5	23	84%
01-oct-15	19.4	12.8	31.4	4.0	23	73%
02-oct-15	19.1	12.8	31.4	4.0	23	73%
03-oct-15	19.2	14.1	30.2	4.1	56	83%
04-oct-15	18.5	13.7	28.8	4.3	23	62%
05-oct-15	17.9	12.6	29.4	4.1	23	64%
06-oct-15	18.1	12.8	28.7	3.9	34	62%
07-oct-15	17.7	13.4	29.0	3.9	23	51%
08-oct-15	17.5	13.3	27.9	3.4	34	54%
09-oct-15	18.8	11.7	30.8	4.9	23	64%
10-oct-15	18.4	13.1	28.5	5.0	23	75%
11-oct-15	17.7	11.7	29.6	4.8	3	73%
12-oct-15	18.1	12.7	30.6	4.1	23	62%
13-oct-15	18.3	12.3	31.4	4.5	34	62%
14-oct-15	17.6	13.7	26.5	4.8	13	73%
15-oct-15	18.1	12.7	28.2	4.6	23	51%
16-oct-15	19.4	13.2	32.3	4.4	11	58%
17-oct-15	20.0	13.1	31.5	4.4	11	64%
18-oct-15	20.9	15.1	32.8	4.6	10	84%
19-oct-15	20.0	15.3	31.9	4.7	23	73%
20-oct-15	19.3	15.2	29.8	4.6	34	62%
21-oct-15	18.8	14.4	30.7	3.7	23	14.4
22-oct-15	18.9	15.3	27.9	3.2	12	62%
23-oct-15	19.9	15.7	27.7	3.9	23	51%
24-oct-15	19.2	15.7	28.1	3.7	12	64%
25-oct-15	15.6	15.2	30.1	3.8	23	75%
26-oct-15	19.7	14.7	32.6	4.3	34	73%
27-oct-15	20.5	15.7	32.3	4.4	23	62%
28-oct-15	20.1	14.9	31.4	4.3	12	61%
29-oct-15	19.7	14.1	31.1	5.1	23	64%
30-oct-15	18.3	11.9	28.8	4.0	23	64%
31-oct-15	19.2	14.7	30.2	3.6	22	62%



Ejemplo: Determinación de humedad y densidad aparente según Radulovich (2009)

1. Determinación de humedad gravimétrica:

Se sabe que:

$$\theta_g (\%) = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{M_{ss}} * 100$$

Datos:

Masa del suelo húmedo (M_{sh}) = 112 gr.

Masa del suelo seco (M_{ss}) = 97 gr.

Entonces: $\theta_g (\%) = ((112-97) / 97) * 100 = 15.46\%$

2. Determinación de densidad aparente del suelo

Se sabe que:

$$d_a (\text{gr/cm}^3) = \frac{M_{ss} (\text{gr.})}{V_t (\text{cm}^3)}$$

Datos:

Masa del suelo seco (M_{ss}) = 97 gr.

Volumen de cubo (cm^3) = 68 cm^3

Entonces: $d_a (\text{gr/cm}^3) = 97/68 = 1.426 \text{ gr/cm}^3$

3. Determinación de humedad volumétrica:

Se sabe que:

$$\theta_v (\%) = \theta_g * d_a$$

Datos:

Humedad gravimétrica (θ_g) = 15.46%

Densidad aparente (d_a) = 1.426

Entonces: $\theta_g = 15.46\% * 1.426 = 22.0\%$

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 8: Pesado del “Hidrosoil”.



Figura 9: Equipamiento del personal de aplicación



Figura 10: Hidratación del Hidrosoil



Figura 11: Preparación de materiales para la extracción de las muestras de suelo.



Figura 12: Codificación de los cubos de muestreo



Figura 13: Preparación de calicata para muestreo de suelos.



Figura 14: Extracción de muestras de suelo.



Figura 15: Muestra de suelo preparado para su extracción.



Figura 16: Muestras de suelo extraído.



Figura 17: Pesado de la muestra de suelo húmedo.



Figura 18: Secado de las muestras de suelo en “Termobalanza electrónica”



Figura 19: Conteo de frutos de palto



Figura 20: Cobertura de “Hidrosoil” en la superficie del suelo

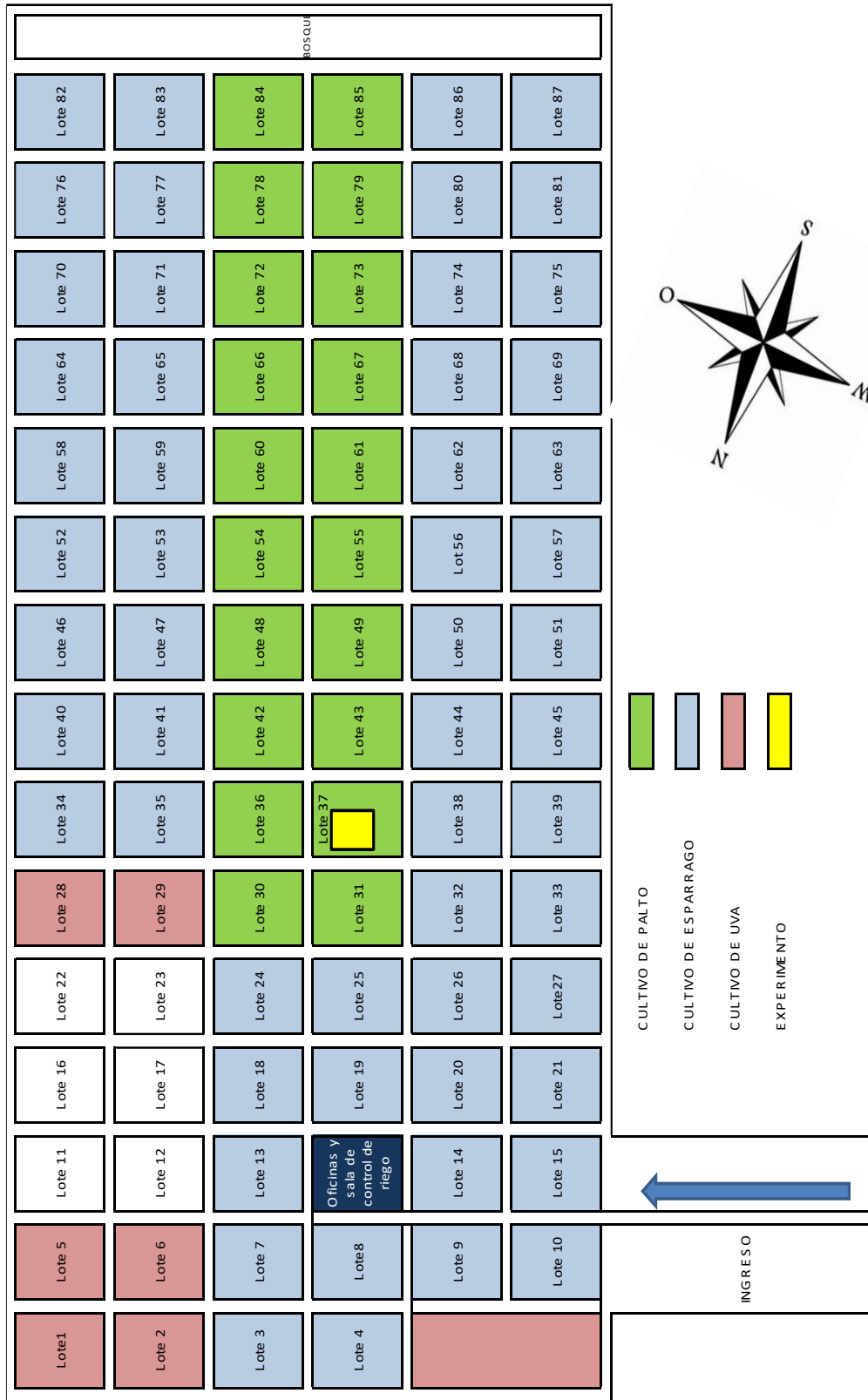


Figura 21: Mapa del Fundo Don Ernesto y ubicación del experimento.

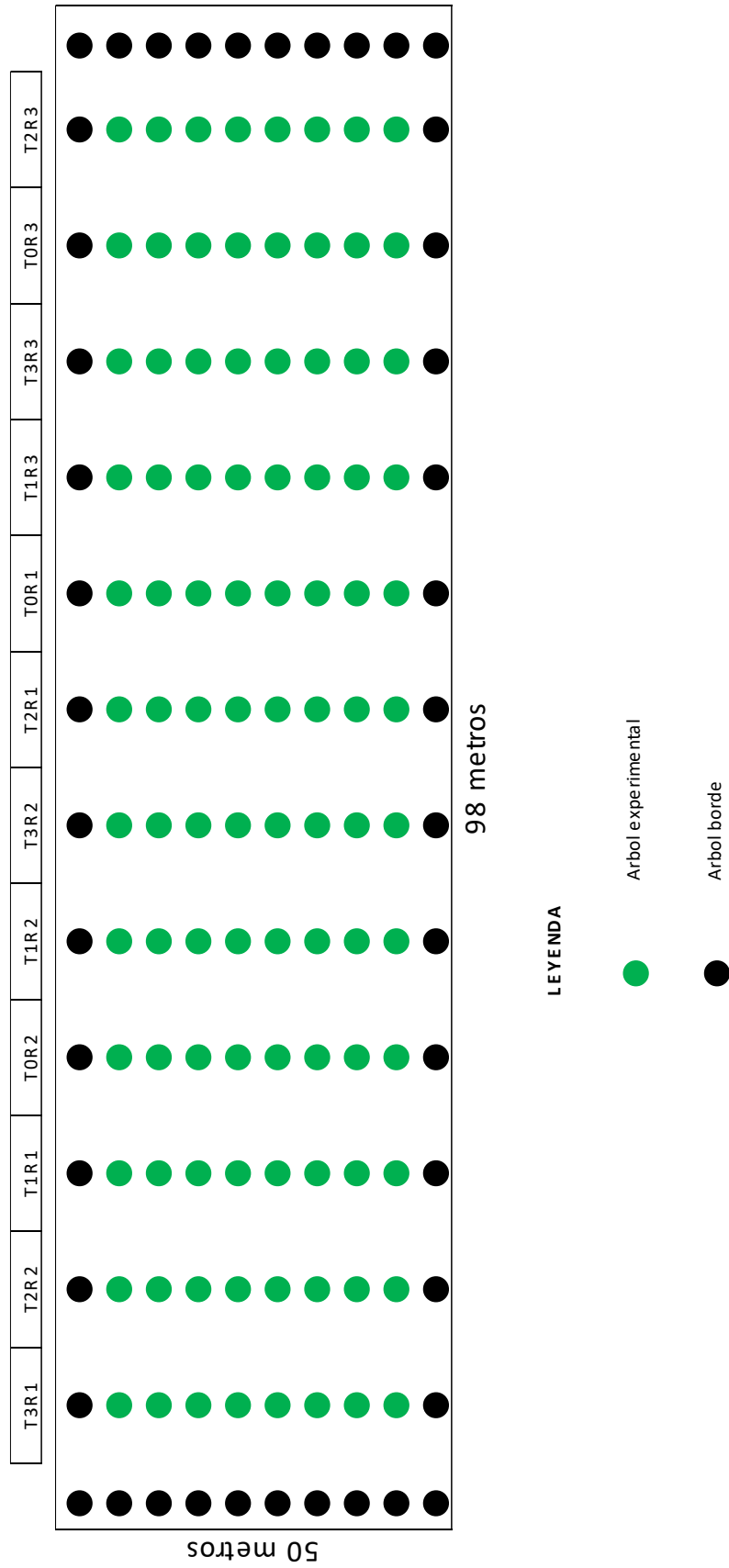


Figura 22: Mapa del experimento



Figura 23: Mapa-Ubicación del experimento

INFORME DE ENSAYO - AGUA



Nº de Referencia:	A-15/45696	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	A-0001-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	AGUA RIEGO	Fecha Toma Muestra:	05/10/2015	Fecha Recepción:	12/10/2015
Lugar de Muestreo:	FUNDO DON ERNESTO	Fecha Inicio:	14/10/2015	Fecha Fin:	19/10/2015
Muestreado por:	Cliente	Contrato:	PE15-2226-AGR		
Descripción:	LOTE: BASE 2	Domicilio:	AV.CAMINO REAL NRO. 456 INT.1003URB.SAN ISIDRO - SAN ISIDRO LIMA LIMA LIMA		
Cliente:	AGRICOLA CHAPI S.A.				

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	943	µS/cm a 25°C		750		1.500		Electrometría	PEC-002
pH	8,04			6,50		7,50		Electrometría	PEC-001

CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	81,5	4,07		2,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	18,2	1,50		0,50		2,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	3,93	0,10		0,00		0,25		Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	80,0	3,48		0,00		4,00		Espect ICP-OES	PEC-009

MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,24	mg/L		0,00		0,80		Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PC-200
Manganeso	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

ANIONES -

Parámetro	mg/L CO3H-	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	157	2,57		0,50		3,00		Electrometría	PEC-011
Cloruros	93,2	2,63		0,00		4,00		Analiz Flujo Cont	PE-336
Nitratos	32,8	0,53		0,00		0,80		Analiz Flujo Cont	PE-336
Sulfatos	171	3,56		0,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres (expresadas como +/-2s) están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 20/10/2015

[Firma] P.A.

OBSERVACIONES:

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico



INFORME DE ENSAYO - SUELO							
N° de Referencia:	26384	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	AGRICOLA CHAPI S.A.		
Análisis:	S-0990-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV.CAMINO REAL NRO. 456 INT. 1003URB.SAN ISIDRO - SAN		
Tipo Muestra:	SUELOS FRANCOS-NEUTROS	Fecha Toma Muestra:	09/09/2015	Cod Cliente:	0004365		
Lugar de Muestreo:		Fecha Recepción:	18/09/2015	Contrato:	PRE-PE14-02352		
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	18/09/2015	Cliente tercero:			
Muestreado por:	Cliente	Fecha Fin:	26/09/2015				
Descripción:	LOTE 37 / PROFUNDIDAD 0- 30 CM / PALTO						

RESULTADOS ANALITICOS							
Parámetro	Resultado	Unidades	Extrac.	Val. de Ref.	PNT	Técnica	Incert
Conductividad Eléctrica (Extracto 1/1)	0,41	dS/m	Sin Extracción	-	PEC-002	Electrometría	-
pH (Extracto 1/1)	8,33		Sin Extracción	-	PEC-001	Electrometría	-
Características Básicas							
Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva	8,09	meq/100g	Sin Extracción	10 - 20	PEC-019	Espect ICP-OES	-
Propiedades Físicas - Granulometría							
Arena	76	%			PEC-018		
Arcilla	8	%			PEC-018		
Limo	16	%			PEC-018		
Propiedades Físicas - Granulometría							
Granulometría	Franco-Arenosa		Sin Extracción	-	PEC-018	Densitometría	-
Propiedades Químicas							
Caliza Activa	< 0,50	% CaCO ₃	Oxalato Amónico 0.2%	1 - 4	PEC-014	Volumetría	-
Fósforo Disponible	< 3,50	mg/Kg	Sin Extracción	20 - 40	PEC-004	Espect UV-VIS	-
Nitrógeno Dumas	411	mg/Kg	Sin Extracción	1000 - 1500	PEC-034	Anal. Elemental	-
Materia Orgánica Oxidable	0,54	%	Sin Extracción	2 - 3	PEC-013	Volumetría	-
Relaciones de Interés							
Relación CN	7,65		Sin Extracción	-	PEC-041	Calculado	-
Bases Disponibles							
Calcio Disponible	7,81	meq/100g	Ac NH ₄	8 - 14	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Distribución de Calcio Disponible	78,1	%	Sin Extracción	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Distribución de Magnesio Disponible	12,1	%	Sin Extracción	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Distribución de Potasio Disponible	3,99	%	Sin Extracción	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Distribución de Sodio Disponible	5,82	%	Sin Extracción	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Magnesio Disponible	1,21	meq/100g	Ac NH ₄	1,5 - 2,5	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Manganeso Disponible	4,39	mg/Kg	DTPA	-	PC-237	Espect ICP-OES	-
Potasio Disponible	0,40	meq/100g	Ac NH ₄	0,5 - 0,8	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Relación (Ca+Mg)/K Disponibles	22,6		Sin Extracción	-	PEC-041	Calculado	-
Relación Ca/Mg Disponibles	6,45		Sin Extracción	-	PEC-041	Calculado	-
Relación Mg/K Disponibles	3,04		Sin Extracción	-	PEC-041	Calculado	-
Sodio Disponible	0,58	meq/100g	Ac NH ₄	0,25 - 0,75	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Suma de Bases Disponibles	10,00	meq/100g	Sin Extracción	-	PEC-020	Calculado	-

AGQ PERU, S.A.C.				www.agq.com.es			
Av. Santa Rosa 511 La Perla - Callao Lima Lima (PERU)		T (511) 710 27 00		F (511) 718 30 94		operacionespena@agq 1 / 2	



INFORME DE ENSAYO - SUELO

Nº de Referencia:	S-14/26384	Tipo Muestra:	SUELOS FRANCOS-NEUTRO
Descripción:	LOTE 43 / PROFUNDIDAD 30-60 CM / PALTO	Fecha Fin:	26/09/2014

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Extrac.	Val. de Ref.	PNT	Técnica	Incert
Bases Disponibles							
Zinc Disponible	0,82	mg/Kg	DTPA	-	PC-237	Espect ICP-OES	-
Complejo de Cambio							
Calcio Cambio	6,84	meq/100g	Ac NH4	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Magnesio Cambio	0,99	meq/100g	Ac NH4	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Potasio Cambio	0,25	meq/100g	Ac NH4	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Sodio Cambio	< 0,05	meq/100g	Ac NH4	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Bases de Cambio	8,09	meq/100g	Sin Extracción	-	PEC-009	Espect ICP-OES	-
Micronutrientes							
Boro	2,52	mg/Kg	Superfloc	-	PEC-006	Espect UV-VIS	-
Cobre (DTPA)	1,11	mg/Kg	DTPA	-	PC-237	Espect ICP-OES	-
Hierro (DTPA)	< 5,00	mg/Kg	DTPA	-	PC-237	Espect ICP-OES	-

Yoel Inigo Guizado
Resp. Lab. Inorgánico

Fecha Emisión 26/9/15

Observaciones:

Nota: PNT: Procedimiento Normalizado de Trabajo. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están expresadas como +/-2s. Los parámetros marcados con asterisco (*) y los resultados entre paréntesis están fuera del alcance de acreditación.