



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



**ABONAMIENTO CON MATERIA ORGÁNICA Y N-P-K EN
PALTO PARA EXPORTACIÓN (*Persea americana* Mill) EN EL
VALLE DE MOQUEGUA**

TESIS

PRESENTADA POR:

DANITZA BETTY VASQUEZ JARITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

Dedico el logro de mi investigación a Dios, por cuidarme y guiarme en todo momento y por permitirme haber llegado con salud hasta este momento de mi formación profesional.

A los seres queridos que más amo en este mundo a mis padres Timoteo Vásquez Flores y Concepción Jarita de Vásquez, por haberme dado la vida y ser el motivo de mi superación, por demostrarme su cariño, comprensión y apoyo incondicional, por ser para mí un gran ejemplo, por sus sabios consejos que han sabido guiarme con perseverancia hasta culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos Gleny, Elmer, Giovana, Magda por estar siempre a mi lado apoyándome, por ser mi ejemplo a seguir.

A toda mi familia y amigos y a todas aquellas personas de gran corazón que siempre estuvieron a mi lado, brindándome su cariño y ayuda incondicional para hacer realidad este sueño.

Danitza.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la bendición de la vida y salud para poder disfrutar cada día la oportunidad de tener conmigo a las personas que más quiero. Por haberme permitido llegar hasta este punto de mi formación profesional.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos porque cada día confiaron y creyeron en mí, en mis expectativas y ayudarme a salir adelante.

A la Universidad Nacional del Altiplano y su Distinguida Plana Docente por brindarme la oportunidad de estudiar y ser profesional, a la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, a mis docentes por su tiempo, apoyo y por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A los miembros del Jurado Dictaminador de esta tesis: Dr. Julio Mayta Quispe Q.E.P.D y Q.D.D.G, Dr. Eleodoro Plácido Chahuares Velázquez y Dr. Félix Alonso Astete Maldonado, quienes tuvieron a bien revisar las primeras versiones del trabajo, y proponer oportunas observaciones para mejorar su presentación.

Igualmente, a mi asesor de tesis M.Sc. ISAAC TICONA ZUÑIGA, por sus consejos y apoyo de una manera desinteresada en la culminación de mi proyecto de investigación.

Al M.Sc. Ángel Cari Choquehuanca Q.E.P.D y Q.D.D.G, por haber sido un gran profesional y haberme guiado de manera incondicional y desinteresada durante la ejecución del proyecto de tesis.

Al laboratorio de aguas y suelos del INIA-SALCEDO, por brindarme todas las facilidades del caso y la asistencia profesional del Ing. Jorge Canihua Rojas.

Al dueño del “Fundo la Chocolate” señor Lucio Adán Catari por brindarme las facilidades y las instalaciones de su fundo para la ejecución de la investigación.

A mis amigas Roxana Churata, Gwladis Quispe, Ana Cecilia Vásquez y amigos Franco Puma, Dennis Rojas, Julio Cesar Chambi, quiénes fueron mis compañeros y de alguna manera influyeron en mi vida Universitaria.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
 CAPITULO I INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
 CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ORÍGEN E HISTORIA	20
2.2. UBICACIÓN TAXONÓMICA	20
2.3. BOTÁNICA DEL PALTO	21
2.4. MORFOLOGÍA DEL PALTO	21
2.4.1. Tipo de planta	21
2.4.2. Sistema radicular	22
2.4.3. Tallo	22
2.4.4. Hojas	22
2.4.5. Inflorescencias	23
2.4.6. Floración del Palto	23
2.4.7. El fruto	24
2.5. RAZAS DE PALTO	24
2.5.1. Raza Mexicana	24
2.5.2. Raza Antillana	25
2.5.3. Raza Guatemalteca	25
2.5.4. Variedad Fuerte	25



2.5.5. Variedad Hass	27
2.5.6. Composición nutricional del palto.....	27
2.6. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS DEL CULTIVO DE PALTO	28
2.6.1. Temperatura	28
2.6.2. Humedad	29
2.6.3. Suelo	29
2.7. MANEJO DEL CULTIVO	29
2.7.1. Sistema y distanciamiento de siembra.....	29
2.7.2. Preparación del terreno.....	30
2.7.3. Eliminación de Malas Hierbas	30
2.7.4. Poda	30
2.7.5. Propagación.....	31
2.8. RIEGO.....	31
2.8.1. Importancia del riego en Palto	31
2.8.2. Riego por gravedad (por tazas o pozas)	32
2.8.3. Ventajas del sistema de riego por gravedad.....	33
2.9. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL PALTO	34
2.9.1. Uso de abonos orgánicos.....	34
2.9.2. Fertilización del cultivo.....	34
2.10. MACRONUTRIENTES	37
2.10.1. Nitrógeno.....	37
2.10.2. Fósforo	38
2.10.3. Potasio	39
2.11. NUTRIENTES SECUNDARIOS	40
2.11.1. Magnesio	40
2.11.2. Calcio.....	40
2.12. MICRONUTRIENTES	40
2.12.1. El Zinc	40
2.12.2. Hierro.....	41
2.12.3. Boro	41
2.13. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES	41
2.13.1. Extracción en raíces.....	42
2.13.2. Extracción en hojas.....	42
2.13.3. Extracción en Frutos.....	43



2.13.4. Evaluación del estado nutricional del palto	44
2.14. COSECHA	45

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	47
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	48
3.2.1. Características del Campo Experimental	48
3.3. ÁREA EXPERIMENTAL.....	48
3.3.1. Campo del experimento	48
3.3.2. Bloque	49
3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	49
3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL	50
3.6. FUENTES DE FERTILIZACIÓN.....	50
3.7. MATERIALES DE CAMPO	50
3.7.1. Para muestreo de suelo	50
3.7.2. Para muestreo foliar.....	50
3.7.3. Para control de malezas.....	50
3.7.4. Para la cosecha de frutos	51
3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	51
3.8.1. Toma de muestra de suelo.....	51
3.8.2. Metodología del muestreo de suelo.....	52
3.9. ANÁLISIS FOLIAR PARA PALTO VARIEDAD FUERTE	52
3.10. ABONAMIENTO	52
3.10.1. Métodos y momento de Fertilización en árboles de palto variedad fuerte	53
3.10.2. Fuentes de fertilización inorgánica:.....	53
3.11. RIEGO	56
3.11.1. Sistema de Riego por gravedad	56
3.12. CONTROL DE MALEZAS	57
3.13. CONTROL FITOSANITARIO	57
3.13.1. Control de plagas y enfermedades.....	58
3.14. COSECHA DE FRUTOS DE PALTO VARIEDAD FUERTE.	59



3.14.1. Metodología para la cosecha manual de frutos de palto.	59
3.14.2. Peso total de la cosecha por tratamientos (kg).....	60
3.14.3. Peso de fruto verde por tratamiento (gr)	60
3.14.4. Número de frutos por tratamiento (unidades).....	60
3.14.5. Diámetro de frutos por tratamiento (cm)	60
3.14.6. Longitud de fruto por tratamiento (cm).....	61
3.14.7. Porcentaje de Materia seca por tratamiento (%).....	61
3.14.8. Nitrógeno extraído por fruto por tratamiento (%)	62
3.14.9. Fósforo extraído por fruto por tratamiento (%)	62
3.14.10. Potasio extraído por fruto por tratamiento (%).....	63
3.14.11. Estimación de la cosecha.	63
3.15. MUESTREO Y ANÁLISIS DEL FRUTO	64
3.15.1. Metodología	64
3.15.2. Análisis de N-P- K.....	64
3.16. DISEÑO EXPERIMENTAL	65
3.16.1. Tratamientos	65
3.16.2. Diseño experimental.....	65
3.16.3. Variables de respuesta	65
3.16.4. Análisis de varianza.....	66
3.16.5. Modelo estadístico Lineal Aditivo en el DBCA	66
3.17. DIAGRAMA DE CONTRASTES ORTOGONALES.....	67

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN PESO TOTAL DE LA COSECHA DE FRUTOS DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.....	68
4.2. DETERMINACIÓN DEL PESO DE FRUTO VERDE DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.	70
4.3. NÚMERO DE FRUTOS DE VARIEDAD PALTO FUERTE POR TRATAMIENTO.	72
4.4. DIÁMETRO DE FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.	76
4.5. ANÁLISIS DE LA LONGITUD DEL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.....	78



4.6. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.....	80
4.7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NITRÓGENO EXTRAÍDO POR EL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.	83
4.8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL FÓSFORO EXTRAÍDO EN EL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.	86
4.9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL POTASIO EXTRAÍDO EN EL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.	88
V. CONCLUSIONES.....	92
VI. RECOMENDACIONES.....	93
VII. REFERENCIAS.....	94
ANEXOS.....	99

Área : CIENCIAS AGRÍCOLAS

Tema : MANEJO AGRONÓMICO DE CULTIVOS

FECHA DE SUSTENTACIÓN 29 DE NOVIEMBRE DEL 2019



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: El palto (<i>Persea americana</i> Mill) por la forma del árbol: (1) Columnar, (2) Piramidal, (3) Obovado, (4) Rectangular, (5) Circular, (6) Semicircular, (7) Semi-elíptica, (8) Irregular (IPGRI, 1995).....	21
FIGURA 2: Morfología y fotografía descriptiva de la flor de palto en estado femenino y masculino (VIVEROS BROKAW, 2018).	23
FIGURA 3: Riego por gravedad, tazas o pozas en frutales (Fernández, 2010).....	32
FIGURA 4: Esquema de distribución de materia seca en tejidos del fruto de aguacate y composición mineral de elementos primarios. (Rosecrance et al., 2011).	43
FIGURA 5: Localización del fundo “LA CHOCOLATA”	47
FIGURA 6: Zona de muestreo de suelo en palto variedad Fuerte.....	51
FIGURA 7: Riego por gravedad, pozas tipo bolsillo en el fundo “LA CHOCOLATA”.	56
FIGURA 8: Diagrama de Contrastes Ortogonales.	67
FIGURA 9: Peso total de cosecha frutos de palto variedad Fuerte.	69
FIGURA 10: Peso promedio del fruto verde de palto variedad Fuerte.....	71
FIGURA 11: Número de frutos por tratamiento de palto variedad Fuerte.	74
FIGURA 12: Diámetro del fruto verde de palto variedad Fuerte.....	77
FIGURA 13: Longitud en centímetros del fruto verde de palto variedad Fuerte.....	79
FIGURA 14: Porcentaje de materia seca del fruto de palto variedad Fuerte.	81
FIGURA 15: Nitrógeno extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.	84
FIGURA 16: Fósforo extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.	87
FIGURA 17: Potasio extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.....	90



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Composición nutricional del palto crudo.....	28
TABLA 2. Densidad de siembra para palto.....	30
TABLA 3. Cantidades de abono Orgánico por edad y por árbol.	34
TABLA 4. Requerimientos de nutrientes del palto por hectárea.....	36
TABLA 5. Requerimiento nutricional del palto por hectárea.....	36
TABLA 6. Productos comerciales utilizados como fuente de Fósforo para planes de fertilización.	38
TABLA 7. Productos comerciales utilizados como fuente de Potasio para planes de fertilización.	39
TABLA 8. Valores de extracción de nutrientes en un cultivo de aguacate Hass.	42
TABLA 9. Niveles críticos para diagnóstico nutricional del aguacate con base en el Análisis Foliar.....	45
TABLA 10. Análisis físico - químico del suelo. Fundo “LA CHOCOLATA”.....	49
TABLA 11. Fertilización orgánica e inorgánica para los tratamientos en estudio.....	53
TABLA 12. Determinación de la práctica de fertilización N-P-K kg/HA para palto variedad Fuerte.	53
TABLA 13. Dosificación N-P-K kg / árbol.....	54
TABLA 14. Momentos de fertilización inorgánica T5 Y T6.	54
TABLA 15. Momentos de fertilización convertido a kg / árbol.....	55
TABLA 16. Aplicación de materia orgánica para tratamientos T2, T3, T4, T5 Y T6 en kg. / árbol.	55
TABLA 17. Grados de libertad del Diseño Experimental.....	66



TABLA 18.	Análisis de varianza para el peso total de cosecha de frutos de palto variedad Fuerte.	68
TABLA 19.	Contraste Ortogonal para la variable peso total de la cosecha de frutos por tratamiento.	69
TABLA 20.	Análisis de varianza para el peso de fruto verde de Palto variedad Fuerte.	70
TABLA 21.	Contraste Ortogonal para la variable peso del fruto verde por tratamiento.	72
TABLA 22.	Análisis de varianza para el número de frutos por tratamiento de palto variedad Fuerte.	73
TABLA 23.	Prueba de comparaciones múltiples de tukey ($pr \leq 0.05$) para número de frutos por tratamiento de palto variedad Fuerte.....	73
TABLA 24.	Contraste Ortogonal para la variable número de frutos por tratamiento.	75
TABLA 25.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto de palto variedad Fuerte.	76
TABLA 26.	Contraste Ortogonal para la variable diámetro de fruto por tratamiento.	78
TABLA 27.	Análisis de varianza para la longitud de fruto de palto variedad Fuerte.	79
TABLA 28.	Contraste Ortogonal para la variable longitud de fruto por tratamiento.	80
TABLA 29.	Análisis de varianza para el porcentaje de Materia Seca de fruto de palto variedad Fuerte.	81
TABLA 30.	Contraste Ortogonal para el porcentaje de Materia Seca por tratamiento.	82
TABLA 31.	Análisis de varianza para el Nitrógeno extraído del fruto de palto variedad Fuerte.....	83
TABLA 32.	Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($pr \leq 0.05$) para el Nitrógeno extraído del fruto de palto variedad Fuerte.	83



TABLA 33.	Contraste Ortogonal para la variable Nitrógenos extraído por Fruto por tratamiento.	85
TABLA 34.	Análisis de varianza para el Fósforo extraído del fruto de palto variedad Fuerte.....	86
TABLA 35.	Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$) para el Fósforo extraído del fruto de palto variedad Fuerte.	87
TABLA 36.	Contraste Ortogonal para la variable Fósforo extraído por fruto por tratamiento.	88
TABLA 37.	Análisis de varianza para el Potasio extraído del fruto de palto variedad Fuerte.....	89
TABLA 38.	Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$) para el Potasio extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.	89
TABLA 39.	Contraste Ortogonal para la variable Potasio extraído por fruto por tratamiento.	91



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Ha	: Hectárea
S	: Soles
K	: Kilogramos
SINP	: Sistema Integrado de Nutrición de las plantas.
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.
USDA	: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
<i>P.</i>	: Persea
ITIS	: Sistema Integrado de Información Taxonómica.
IPGRI	: Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos.
Cm	: Centímetros.
g	: Gramos
mm	: Milímetros
Atlixco	: Ciudad Central de México.
Hass	: Variedad de Palta, aguacate, avocado.
MINSA	: Ministerio de Salud.
m.s.n.m	: Metros sobre el nivel del mar.
ATP	: Adenosin Trifosfato.
N	: Nitrógeno.
P	: Fósforo.
K	: Potasio.
Ca	: Calcio.
Mg	: Magnesio.
Zn	: Zinc.
B	: Boro.



pH	: Potencial de hidrógeno.
ADN	: Ácido desoxirribonucleico.
ARN	: Ácido ribonucleico.
CEDEP	: Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación.
FONDOEMPLEO: Fondo Nacional de Capacitación Laboral y Promoción del Empleo.	
DAP	: Fosfato Diamónico.
MAP	: Fosfato Monoamónico.
Ppm	: Partes por millón.
et al.	: Y otros.
mS	: Milisiemens
E.D.T. A	: Ácido etilendiaminotetraacético.
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria.
G.L.	: Grados de Libertad.
F. Var.	: Fuente de Variabilidad.
SC	: Suma de cuadrados.
CM	: Cuadrado medio.
F _C	: F calculada.
F _t	: F tabular
Sig.	: Significancia.
M.O.	: Materia Orgánica.
H _a	: Hipótesis alterna.
H ₀	: Hipótesis nula.



RESUMEN

El presente estudio se realizó en el fundo “LA CHOCOLATA”, en el departamento de Moquegua, los objetivos fueron: a) Comparar el abonamiento orgánico versus abonamiento orgánico enriquecido con abono inorgánico. b) Evaluar el rendimiento en función al abonamiento aplicado y c) Evaluar los nutrientes N-P-K en frutos de palto variedad Fuerte al abonamiento aplicado. Se utilizó el diseño bloque completo al azar (DBCA) con 6 tratamientos distribuidos en 4 bloques. La fertilización se realizó en tres momentos, el primero un mes antes de la floración, el segundo un mes y medio terminada la floración y el tercero un mes después del cuajado del fruto, los tratamientos se aplicaron a una profundidad de 20 cm; cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica se muestrearon y analizaron. Las variables estudiadas fueron: número de frutos por árbol, peso, diámetro, longitud, materia seca del fruto y N-P-K expresados en kg/ha en frutos de palto. Los resultados obtenidos para el primer objetivo mostraron marcadas diferencias en la fertilización orgánica enriquecida con abonamiento inorgánico en las variables, extracción de N-P-K, número de frutos por árbol y peso total de cosecha, aplicando en tratamiento (T6), siendo similares en las demás variables. En relación al segundo objetivo se obtuvo un resultado significativo en el rendimiento del fruto con 41.98 kg aplicando el tratamiento (T6). En función al tercer objetivo de análisis de extracción de nutrientes se obtuvieron los mejores resultados en el tratamiento (T6), con: nitrógeno 1.57% considerado dentro de los valores normales, y valores altos para fósforo con 0.33% y potasio con 5.19% lo que indica que las tendencias a elevar los niveles de aplicación de nutrientes inorgánicos incrementan los rendimientos logrando una diferencia significativa.

Palabras Clave: Análisis del fruto, Nutrición, *Persea americana*, Rendimiento.



ABSTRACT

The present study was carried out in the farm "LA CHOCOLATA", in the department of Moquegua, the objectives were: a) To compare organic fertilizer versus organic fertilizer enriched with inorganic fertilizer. b) Evaluate the yield based on the applied fertilizer and c) Evaluate the N-P-K nutrients in fruits of the Fuerte variety avocado to the applied fertilizer. The randomized complete block design (DBCA) was used with 6 treatments distributed in 4 blocks. Fertilization was carried out at three times, the first one a month before flowering, the second one and a half months after flowering and the third one month after the fruit set. The treatments were applied at a depth of 20 cm; when the fruits reached physiological maturity, they were sampled and analyzed. The variables studied were: number of fruits per tree, weight, diameter, length, dry matter of the fruit and N-P-K expressed in kg / ha in avocado fruits. The results obtained for the first objective showed marked differences in the organic fertilization enriched with inorganic fertilization in the variables, N-P-K extraction, number of fruits per tree and total harvest weight, applying in treatment (T6), being similar in the other variables. In relation to the second objective, a significant result was obtained in the fruit yield with 41.98 kg applying the treatment (T6). Based on the third nutrient extraction analysis objective, the best results were obtained in the treatment (T6), with: nitrogen 1.57% considered within normal values, and high values for phosphorus with 0.33% and potassium with 5.19%, which indicates that the trends to raise the levels of application of inorganic nutrients increase the yields achieving a significant difference.

Key Words: Fruit analysis, Nutrition, *Persea americana*, Yield.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill), es uno de los frutales más importantes, por su contribución en la alimentación de la población siendo un producto con gran valor nutritivo y sus invaluable aportaciones a la salud humana, sus aplicaciones a la industria de la cosmetología, la generación de empleo en las huertas y a las divisas por concepto de exportaciones.

El consumo de palto o aguacate continua creciendo en los dos últimos años en Occidente, tanto en Europa como en Estados Unidos, gracias a las cosechas records de algunos países exportadores que pudieron satisfacer la fuerte demanda de aguacate (WAO, 2016).

El palto compite muy bien por su calidad, producción y gana más mercado en el mundo, se ha posicionado como un producto de creciente consumo por sus cualidades alimenticias. El departamento de Moquegua tiene una importante superficie cosechada de palto de 963 Ha con un rendimiento de 7.6 toneladas por hectárea y el precio en chacra es de 4.54 s/ /k. siendo la mayor parte de las plantaciones de las variedades Has y Fuerte, entre los valles de Omate y Quinistaquilla, en la Provincia General de Sánchez Cerro, así como en los distritos de Samegua y Torata y el valle bajo de la provincia Mariscal Nieto (Quilla, 2014).

El palto, en el valle de Moquegua es una alternativa rentable que incrementa los ingresos de los agricultores, sin embargo el descuido, la falta de control y un equivocado tratamiento en la siembra, fertilización, riego, cosecha, pueden ocasionar que baje la productividad, presentando notables dificultades de producción, se aprecian problemas de crecimiento, el periodo crítico de retención del fruto en el árbol y caída natural de la



fruta, cada vez se hace más necesario buscar alternativas que permitan mejorar y atenuar estos problemas, para obtener mayor cantidad de fruta que llegue a la cosecha, así incrementar la producción de paltos por hectárea del productor, junto a un manejo de nutrición mineral y orgánico sobre este proceso. Una plantación de paltos de 6 años en adelante, que ya empezó su producción normal debe llevar un programa de fertilización, química y orgánica, para mantener y obtener producciones constantes. Con un programa de fertilización que se oriente a proveer nutrientes en épocas y cantidades, de acuerdo a los requerimientos nutricionales que el palto exige para sostener un determinado nivel de producción de palto (Torres, 2017).

Es necesario realizar la fertilización para llevar fuentes de nutrientes al suelo y puedan ser absorbidas por las raíces y estas a la vez puedan repercutir en los rendimientos debido a los altos costos de energía que necesita el palto para sintetizar los aceites en la fruta, como también en la conducta compleja de floración y polinización que posee (Gardiazabal, 2004).

El abono mejora la eficiencia de los fertilizantes, el abono orgánico crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales, las combinaciones de estos forman el sistema integrado de nutrición de las plantas. (FAO, 2002).

Durante el desarrollo del cultivo de palto, los productores aún no practican algunas tecnologías que ayudan en la producción, tales como análisis de suelo, uso de patrones certificados, por lo que se vio conveniente considerar la importancia del uso de los fertilizantes en el cultivo de palto. Entre los nutrientes minerales se destaca la importancia del Nitrógeno, Fósforo y Potasio, influyendo en el desarrollo, en la calidad del fruto, proceso del cuajado, como al rápido desarrollo de los frutos y a la resistencia de los mismos para permanecer en el árbol. Una alternativa para asegurar la producción



de palto en la zona de Moquegua se debe al hecho de que esta Región es considerada zona liberada de mosca de la fruta. (Quilla, 2014). El estudio tuvo como objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto del abonamiento en el rendimiento del palto variedad Fuerte en el Valle de Moquegua.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el abonamiento orgánico versus abonamiento orgánico enriquecido con abono inorgánico.
- Evaluar el rendimiento en función al abonamiento aplicado.
- Evaluar los nutrientes N-P-K en frutos de palto variedad Fuerte al abonamiento aplicado.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORÍGEN E HISTORIA

El nombre de Aguacate (*Persea gratissima* Gaertn. F.= *P. americana* Mill.) deriva de la palabra nativa “aocatl” o “ahuacatl” y recibe otros nombres como palto en Sudamérica. A partir de pruebas arqueológicas encontradas en Tehuacán (Puebla) con una antigüedad aproximada de 12000 años se ha determinado concretamente que es originario de México. (Bernal et al., 2008).

Las poblaciones silvestres de *P. americana*, se encuentran desde México a Colombia y ellas podrían originarse, quizás en domesticaciones separadas, los tipos cultivados de estos, se reconoció desde el tiempo de los primeros cronistas, que podrían separarse en tres grupos o razas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana (León, 2000).

2.2. UBICACIÓN TAXONÓMICA

La Jerarquía taxonómica del palto, Actualizado por la Red de Expertos de Flora of North América, (ITIS, 2010), es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Viridiplantae
Infrareino	:	Streptophyta
Superdivision	:	Embriofita
División	:	Traqueofita
Subdivisión	:	Spermatophytina
Clase	:	Magnoliana
Superorden	:	Magnoliana
Orden	:	Laurales
Familia	:	Lauraceae
Género	:	<i>Persea</i> Mill

Especie :

Persea americana Mill

2.3. BOTÁNICA DEL PALTO

El género *Persea*, está constituido por 50 especies, hace parte de la familia de las Lauráceas, dentro de la cual destacan dos especies: *P. indica* Spreng cuyas plantas se utilizan para detectar la presencia del hongo *Phitophthora cinnamoni* Rands en el suelo y *P. Schiedeana* Ness, especie con frutos comestibles compatibles sexualmente y por injerto con el aguacate, algunos de cuyos árboles obtenidos por semilla, probables híbridos con el palto, exhiben notable resistencia al hongo anteriormente mencionado (Bernal et al., 2008).

2.4. MORFOLOGÍA DEL PALTO

2.4.1. Tipo de planta

Este es un árbol que en condiciones naturales puede sobrepasar los 10 m de altura, con una copa amplia, cuyo diámetro puede sobrepasar 25 m en un árbol adulto, planta polimórfica, dentro de las diferentes formas están: columnar, piramidal, obovado, rectangular, semicircular, semielíptica, irregular, (IPGRI, 1995).

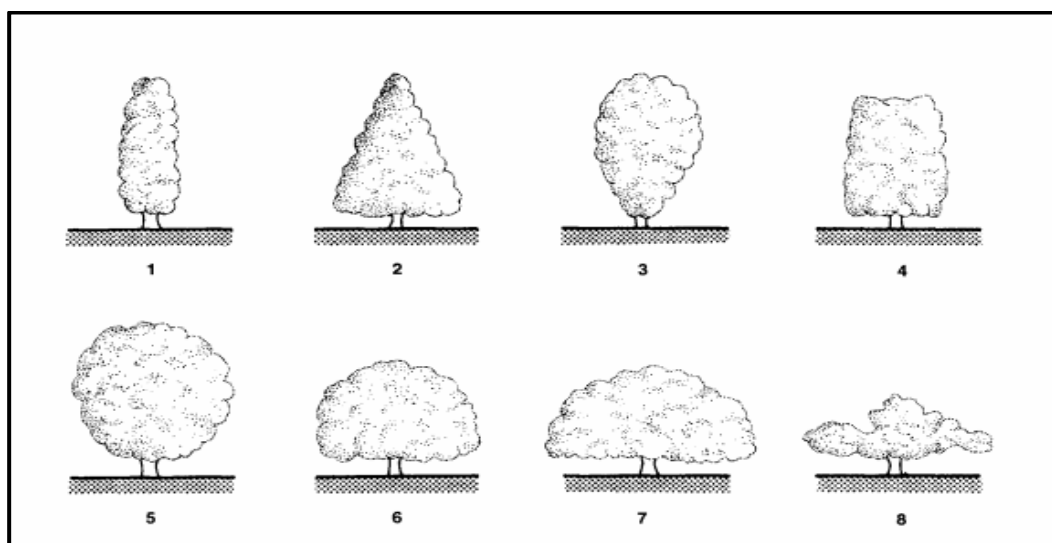


Figura 1: El palto (*Persea americana* Mill) por la forma del árbol: (1) Columnar, (2) Piramidal, (3) Obovado, (4) Rectangular, (5) Circular, (6) Semicircular, (7) Semi-elíptica, (8) Irregular (IPGRI, 1995).



2.4.2. Sistema radicular

Son superficiales, la profundidad alcanzada puede ser de 120 cm a 1.5 cm, en suelos sueltos, se caracteriza por tener muy pocos pelos radicales, y la absorción de agua y nutrientes se realiza principalmente en las puntas de las raíces a través de los tejidos primarios (Gardiazabal, 2004).

Tiene un patrón de crecimiento horizontal que se concentra en los 50 centímetros de profundidad del suelo, como las raíces poseen pocos pelos absorbentes la absorción del agua y los nutrientes la realiza a través de los tejidos primarios de las puntas de las raíces, esta característica del palto provoca susceptibilidad al encharcamiento, porque la planta se asfixia con facilidad y es vulnerable al ataque de hongos en el tejido radicular, por ello se debe cultivar en suelos profundos y sin problemas de drenaje interno o textura muy arcillosa. (Godínez et al., 2000).

2.4.3. Tallo

El tallo es un tronco cilíndrico, erecto, leñoso, ramificado, con una corteza áspera y a veces surcada longitudinalmente, la copa de ramas extendidas, es de forma globosa y acampanada (Baíza, 2003).

2.4.4. Hojas

Sus hojas son simples y enteras, de forma elíptica alargada, nervadura pinnada, la inserción en el tallo es peciolada, cuando es joven presenta un color rojizo y una epidermis pubescente; al llegar a la madurez estas hojas se tornan lisas, coriáceas y de un verde intenso y oscuro, la hoja adulta tiene una dimensión aproximada de 15 cm de largo por 6 cm de ancho (Baíza, 2003).

2.4.5. Inflorescencias

Las flores están agrupadas en inflorescencias largas en número de 10 que crecen en las axilas, presentando grupos integrados que contienen hasta 450 flores que pueden madurar en el transcurso de seis meses de acuerdo a temperatura y variedad, cada árbol puede llegar a producir hasta un millón de flores y solo el 1% se transforma en fruto, por la abscisión de numerosas flores, a mayor floración menor porcentaje de cuajado (Baíza, 2003).

2.4.6. Floración del Palto

El concepto tradicional sobre la floración de palto afirma que exhibe protoginia, es decir que en la flor maduran primero los órganos femeninos y posteriormente los masculinos, con una dicogamia diariamente sincronizada, las flores abren dos veces, la primera vez cuando el estigma es receptivo pero los estambres aún no están maduros flor en estado femenino, la segunda vez cuando el polen está listo pero el estigma ya no es receptivo, flor en estado masculino como se muestra en la figura 2.

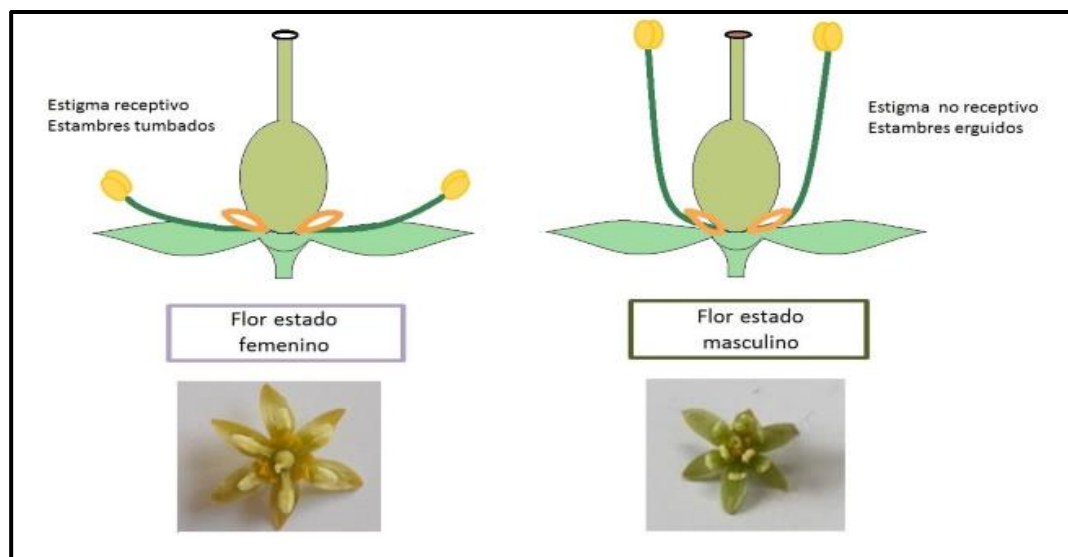


Figura 2: Morfología y fotografía descriptiva de la flor de palto en estado femenino y masculino (Viveros Brokaw, 2018).



2.4.7. El fruto

Es una baya que posee un pericarpio (delgado, grueso o quebradizo), un mesocarpio carnoso (con un porcentaje de grasa que varía de 5 a 30%) y el hueso (protección seminal). Su forma es variada pudiendo ser piriforme, esférica u ovalada el color también varía: verde, violáceo o rojizo. El peso es diferente según el tipo ecológico oscilando de 50 gr a 2.5 kilogramos, el hábito de fructificación puede ser de frutos solitarios o en racimo. (Baíza, 2003).

2.5. RAZAS DE PALTO

El término “raza” se utiliza porque estas presentan características específicas, las que se propagan y fijan espontáneamente por semilla, siendo las características raciales más importantes para diferenciar las variedades, además indican adaptación a diversas zonas de cultivo y son indicativas para algunas propiedades químicas y organolépticas de los frutos como sabor y color.

Las siguientes características fueron recopiladas por (Bergh y Ellstrand, 1986), citado por (Téliz, 2000).

2.5.1. Raza Mexicana

Las hojas poseen olor a anís, sus enveses son glaucosos, las flores son más pubescentes; la floración es más temprana en la temporada (otoño a primavera), fruta pequeña, la piel de la fruta es delgada a membranosa, raramente sobre los 0.75 mm, la semilla es relativamente grande y muy grande, y a menudo suelta, la pulpa de la fruta comúnmente varía de rica a fuerte en sabor, algunas veces con aroma a anís, a menudo fibrosa, madura alrededor de 6 meses después de la floración es la más resistente a calor y humedad baja. Es la menos tolerante a suelo salino, raramente crece bien en áreas costeras.



2.5.2. Raza Antillana

Las hojas no poseen ningún olor a anís, los frutos son pequeños a grandes, la piel de la fruta es como cuero, raramente sobre los 1.5 mm, la semilla es relativamente grande, algunas veces suelta en su cavidad, la pulpa es de sabor suave aguado, con menor contenido de aceites que las otras dos razas, la fruta madura cerca de 6 meses después de la floración es la raza menos resistente al frío y a la baja humedad, es la raza más tolerante a la salinidad.

2.5.3. Raza Guatemalteca

No posee olor a anís en las hojas, el follaje es joven y comúnmente rojizo, los frutos son pequeños a grandes poseen una adaptación y tolerancia a suelo y clima intermedia entre las otras dos razas, generalmente la piel del fruto es gruesa similar entre cuero y madera, algunas veces sobre 6 mm, en esta raza se encuentra casi todos los grados de tamaños de semillas, tiene más genes para un tamaño relativamente pequeño de semilla, casi nunca esta suelta, la fruta puede requerir 1 año para madurar (hasta 18 meses).

2.5.4. Variedad Fuerte.

La variedad Fuerte proviene de una yema tomada de un árbol nativo en Atlixco, México y tiene características intermedias entre las razas Mexicanas y Guatemaltecas considerándose un híbrido natural de estas dos razas. El árbol es muy vigoroso, con tendencia a formar ramas horizontales pegadas al suelo. Puede producir de 1000 a 1500 frutos cada 10 años, es la de mayor producción después de la Hass (Franciosi, 2003).



Su fruto es piriforme u oblongo y tiene a darse más alargado en zonas de clima relativamente más seco y caluroso que en localidades con influencias de costa donde hay humedad alta y temperatura más frescas. El peso medio del fruto de la variedad fuerte, varía entre 180 a 420 gramos y largo medio entre 10 a 12 centímetros su ancho es de 6 a 7 centímetros, el extremo del fruto es algo aplanado y el pedúnculo se inserta un poco oblicuo, con cáscara ligeramente áspera, que se separa con facilidad de la pulpa, su contenido medio de aceite es de 18 a 22 %.

Esta variedad puede producir frutos partenocarpicos o no polinizados, conocidos como pepinillos o cukes. Por su tamaño, resistencia al transporte y almacenamiento tiene muy buen comercio (Bernal et al., 2008).

Durante la época de floración es muy sensible a temperaturas relativamente bajas, especialmente si la temperatura diurna es menor a 20°C, ya que es en estos casos la flor solo abre el estado masculino. La importancia de esta variedad ha descendido al haberse descubierto otros más productivos y de similar o mejor calidad, el fruto es de forma piriforme a oblongo, con un peso entre 180 a 240 g, su fruta es considerada de buena calidad, buen tamaño y con una resistencia adecuada al transporte (Gardiazabal, 2004).

La variedad Fuerte es excepcionalmente sensible al frío o al tiempo excesivamente caluroso durante la floración y la formación del fruto, cuando las condiciones para la polinización no son buenas, la gran parte de la cosecha puede originar frutas sin semilla, de forma alargada, de 2-6 centímetros de largo y de uno a dos centímetros de ancho, llamados dedos o pepinillos, estos frutos conservan su agradable sabor y la semilla queda abortada, en esta variedad se produce una especie



de partenocarpia natural inducida por las condiciones desfavorables para la polinización (Bernal et al., 2008).

2.5.5. Variedad Hass

Cultivar considerado de la raza guatemalteca, aunque parece ser un híbrido de esta raza con la raza mexicana es considerado el cultivar más plantado a nivel mundial debido a su alto nivel de productividad y excelente calidad de pulpa, pudiendo permanecer la fruta un tiempo prolongado en la planta sin sufrir cambios en su calidad.

La cáscara gruesa le permite tolerar bastante bien el transporte a largas distancias, el fruto es oval-piriforme y con epicarpio grueso y granuloso de color violáceo a la madurez; se pela con facilidad con peso promedio de 180 y 280 gramos, es sensible a las bajas temperaturas, así como a la salinidad presente en el suelo, en el agua o en la brisa que llega a aquellas plantaciones cercanas al mar. La fruta es de excelente calidad, su pulpa carece de fibras y puede llegar a tener a la madurez de 20 a 22 % de aceite; la cosecha se inicia cuando el contenido de aceite es de 11 a 12% , la fruta puede permanecer en la planta luego de iniciada la cosecha hasta 6-8 meses sin perder sus buenas características (Franciosi, 2003).

2.5.6. Composición nutricional del palto.

El palto es el más completo entre las frutas y verduras, su poder nutricional reside en la gran cantidad de minerales y vitaminas que posee, convirtiéndose en un alimento imprescindible dentro de una dieta sana y equilibrada (MINSA, 2009).

Tabla 1: Composición nutricional del palto crudo.

Palto (<i>Persea americana</i> Mill) Valor nutricional por cada 100 g			
Carbohidratos	8.53 g	Sodio	7 mg (0%)
Azúcares	0.66 g	Zinc	0.64 mg (6%)
Fibra alimenticia	6.7 g	Vitamina B6	0.257 mg (20%)
Grasa	14.66 g	Vitamina C	10 mg (17%)
Proteína	2 g	Vitamina G	2.07 mg (14%)
Agua	73.23 g	Vitamina K	21 μ g (20%)
Calcio	12 mg (1%)	Retinol (Vitamina A)	7 μ (1%)
Hierro	0.55 mg (4%)	β Carotenos (Vitamina B)	62μ g (1%)
Magnesio	29 mg (8%)	Tramina (Vitamina B1)	0.067 mg (5%)
Manganeso	0.142 mg (7%)	Riboflavina (Vitamina B2)	0.13 mg (9%)
Fósforo	52 mg (7%)	Niacina (Vitamina B3)	1.738 mg (12%)
Potasio	845 mg (10%)	Ácido Pantoténico (Vitamina B5)	1.389 mg (12%)

Fuente: Tablas Peruanas de composición de Alimentos (MINSAs, 2009).

2.6. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS DEL CULTIVO DE PALTO

El palto puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 a 2500 metros para evitar problemas con enfermedades, principalmente de las raíces, la temperatura y la precipitación son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo de palto (Baíza, 2003).

2.6.1. Temperatura

Las variedades de palto tienen un comportamiento diferente de acuerdo a la especie. La especie Antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la especie Guatemalteca son más resistentes y las mexicanas presentan mayor tolerancia al frío, es sensible a bajas temperaturas bajo cero desde -1°C hasta -7°C , las altas temperaturas (40°C – 50°C) afectan también la floración y fructificación provocando defectos en la polinización y desprendimiento del fruto (Bendezú, 2011).



2.6.2. Humedad

La humedad relativa en exceso puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos, un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la fecundación de menor número de frutos (Lavaire, 2013).

2.6.3. Suelo

Los suelos más recomendados son de textura ligera, profundos, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácido (5,5-7.0), pero puede cultivarse en suelos arcillosos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje, pues el exceso de humedad propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades de la raíz, también fisiológicas como la asfixia radical y fúngicas como Phitophthora (Franciosi, 2003).

2.7. MANEJO DEL CULTIVO

2.7.1. Sistema y distanciamiento de siembra.

El sistema o marco de siembra es la forma en que se ordenan las plantas en el terreno entre los más usados en el cultivo de palto están:

- **Cuadrado:** Los árboles se siembran a igual distancia entre planta y surco.
- **Rectangular:** La distancia entre surco es mayor que la distancia entre plantas.
- **Tresbolillo o hexagonal:** Los árboles se plantan formando triángulos equiláteros, con todos sus lados iguales, este arreglo permite 15% más de plantas por unidad de área que el marco cuadrado (Godínez, et al., 2000).

Tabla 2: Densidad de siembra para palto.

Distanciamiento	N° Árboles por Ha	
	Cuadrado	Tresbolillo
5x5	400	462
6x6	277	321
7x7	204	237
8x8	156	180

Fuente: (Álvarez, 2018).

2.7.2. Preparación del terreno

Si el terreno es plano y ha sido cultivado previamente no necesita preparación, solo se marca y se hacen hoyos con 60 cm de diámetro y 50 a 60 cm de profundidad, si es plano y tiene abundante maleza, se debe aplicar previamente algún herbicida y posteriormente arar y rastrear, posteriormente se hace el marcaje que puede ser un cuadrado real, tres bolillo y otros (Franciosi, 2003).

2.7.3. Eliminación de Malas Hierbas

Cuando se realiza el control de malas hierbas, debe evitar el empleo de herramientas cortantes cerca de la base de los árboles, para no provocar heridas que puedan ser la entrada para el hongo causante de la marchitez del palto *Phitophthora cinnamomi* Rands (López, 2009).

2.7.4. Poda

En palto se deben realizar varios tipos de podas, la primera es la de formación la cual se realiza a los cinco meses de edad del árbol y que tiene como objetivo cortar la dominancia apical de aquellos árboles cuyo crecimiento es muy erecto para estimular la formación de ramas laterales, se debe podar las ramas de crecimiento vertical con altura excesiva, las ramas bajas o pegadas al suelo y los tallos débiles y enfermos, cuando el árbol está más grande se deben hacer podas de aclareo las cuales



buscan dar aireación y entrada de luz al interior del árbol, la época indicada para realizar las podas es en el inicio de la floración (Franciosi, 2003).

2.7.5. Propagación

El palto se puede propagar por semilla o por injerto. La propagación por semilla no es recomendable para plantaciones comerciales debido a la gran variabilidad que ocurre en producción y calidad de fruto. La propagación por injerto es el método más apropiado para reproducir las variedades seleccionadas para cultivo comercial, ya que los árboles injertados son uniformes en cuanto a la calidad, forma y tamaño de la fruta. Las semillas deben provenir de frutas sanas, de buen tamaño, cosechadas directamente del árbol (González, 2018).

El método de injertación varía de un país a otro; las condiciones del medio ambiente propias de un lugar garantizan el prendimiento de un tipo determinado de injerto, en el Perú se hicieron pruebas con distintos tipos de injerto los únicos que dieron como resultados fueron el inglés simple y el injerto de púa (Franciosi, 2003).

2.8. RIEGO

2.8.1. Importancia del riego en Palto

En las plantaciones de palto es importante la constancia en las aportaciones hídricas, el riego se debe realizar con agua de buena calidad y que la cantidad que penetre por debajo de la superficie explorada por el sistema radicular sea mínima, hay que recordar que la gran masa radicular se concentra en los primeros 60 cm de profundidad del suelo, para el palto en plena producción, la superficie regada debe corresponder aproximadamente a la mitad de la superficie cubierta por la copa del árbol. El desarrollo vegetativo del palto está directamente relacionado con la

disponibilidad del agua pues el déficit hídrico afecta los flujos de crecimiento por estación (Gardiazabal, 2004).

2.8.2. Riego por gravedad (por tazas o pozas)

En frutales se pueden hacer tazas alrededor de cada árbol en este caso el agua avanza de una taza a otra por surcos, haciendo que un solo surco alimentará varias tazas a lo largo de su trayecto, esto permite aplicar la cantidad de agua necesaria para cada planta, pero se debe tener precaución de no mojar el tronco del árbol. El método se presta para inundación continua para el caso de frutales, las pozas se pueden emplear en suelos de pendiente hasta el 2.5 % (Fernández, 2010).

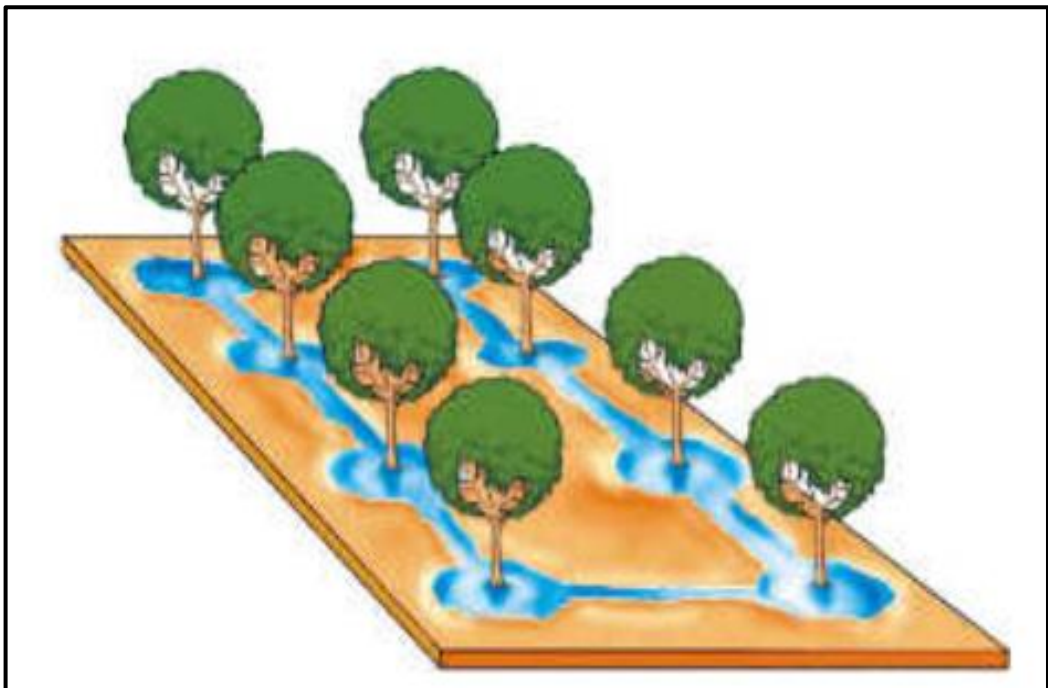


Figura 3: Riego por gravedad, tazas o pozas en frutales (Fernández, 2010).

La energía que distribuye el agua por el campo se deriva de su propio peso, al circular libremente por el terreno a favor de la pendiente, con este método de riego se suele mojar la totalidad del terreno y requiere el reparto del agua mediante surcos, melgas o pozas como se muestra en la figura 3.



Las pozas contienen agua con limo transportada en suspensión, el limo constituye un fertilizante natural que incorpora coloides arcillosos y materia orgánica y puede ser aprovechado por los agricultores para enriquecer sus suelos de cultivo. El riego por gravedad (tazas o pozas) históricamente representa el riego de pequeñas áreas que tienen superficies relativamente a nivel y están rodeadas de bordes para prevenir el escurrimiento, menciona (Demin, 2014).

2.8.3. Ventajas del sistema de riego por gravedad

- Buen control del agua de riego.
- Alta eficiencia de aplicación del agua.
- Uniforme aplicación de agua y lixiviación de sales.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Buen control de la erosión por riego o por lluvia.
- El riego por gravedad debido a su simplicidad de su infraestructura es uno de los más económicos.
- Los requerimientos energéticos para su funcionamiento son prácticamente nulos, gracias al empleo de la energía gravitatoria.
- El viento no es factor limitante en la distribución del agua.

En el caso de realizar riego tradicional lo más recomendable es el sistema de tazas que al menos tenga una capacidad de 50 litros de agua que deberá aumentarse en la medida que el árbol aumenta su volumen con el fin de eliminar bolsones de aire, que permita asentarse adecuadamente la planta con el agua, también se sugiere incorporar fertilizantes antes del riego incorporándose luego con el agua, como fuente de fosforo en este caso es preferible el uso de superfosfato triple (Tenorio, 2007).



2.9. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL PALTO

Las necesidades de nutrición de las plantas pueden separarse arbitrariamente en dos, según (Lahav y Kadman, 1980).

2.9.1. Uso de abonos orgánicos

Se recomienda aplicar estiércol de aves, bovino, porcino o caprino el efecto sobre la producción es similar con cualquiera de ellos, se deben utilizar 35 kilos en promedio por árbol en producción cada año y 100 kilos cada 3 años. El uso intensivo de materia orgánica, genera efectos benéficos ya que combate afecciones fungosas, conserva la humedad del suelo, mejora la estructura y textura del mismo y facilita la asimilación de fertilizantes (Baíza, 2003).

Tabla 3: Cantidades de abono orgánico por edad y por árbol.

Cantidades de abono orgánico por edad y por árbol		
EDAD (Años)	Cantidad (kg.)	Cantidad (lb.)
0-3	10-25	22-55
3-5	25-40	55-88
5-9	40-50	88-110
9-12	50-60	110-132
> 12	80-100	176-220

Fuente: Godínez et al., (2000).

2.9.2. Fertilización del cultivo

Para enfocar planes de fertilización que mejoren la producción en el cultivo de palto se requiere la aplicación de fuentes externas de nutrimentos con base en las necesidades del árbol, las características fisicoquímicas del suelo, las condiciones del cultivo y el comportamiento fenológico del árbol. Existen ciertos estados de desarrollo claves en las plantas para orientar los planes de fertilización de mayor demanda y que requieren de un suministro adecuado de nutrientes: el estado posterior a la cosecha o de yema en latencia en donde las plantas han pasado por un periodo de extracción



fuerte de nutrientes por el fruto, el momento de apertura floral que está acompañado de mayores tasas de transmigratorias, la primera fase de crecimiento del fruto en donde se presenta una alta actividad de división para construcción de tejidos y la segunda fase de crecimiento caracterizada por una mayor actividad de elongación celular y acumulación de aceite y minerales (Rebolledo y Dorado, 2017).

Para definir el programa de fertilización, es necesario contar con un análisis de suelo y foliar, para los requerimientos del cultivo y conocer los fertilizantes disponibles en el mercado, en la Tabla número 4, se muestra una aproximación de los requerimientos de nutrientes del palto.

Cuando inicia la producción normal del palto a partir de los seis u ocho años, es conveniente seguir el control estricto del programa de fertilización en palto, para mantener los árboles en buenas condiciones y obtener producciones rentables, también menciona que es necesario tener las siguientes consideraciones para la aplicación de fertilizantes (Baíza, 2003).

2.9.2.1. Época

Las épocas de mayor demanda de nutrientes por el árbol son: Floración, inicio del desarrollo vegetativo y desarrollo del fruto.

2.9.2.2. Lugar

Los nutrimentos deben aplicarse donde se localizan la mayor cantidad de raíces, estas se localizan dentro de la zona de goteo de cada árbol.

2.9.2.3. Forma

Los fertilizantes se aplican a chorro seguido, en la primera fertilización (mayo-junio) se sugiere suministrar primero estiércol; luego el fertilizante químico y cubrirlo

con tierra u hojarasca. Para la segunda y tercera aplicación de nitrógeno y algunos casos de potasio se deben colocar en banda, en la misma área de la primera aplicación.

2.9.2.4. Niveles

En la Tabla 4 se sugieren algunas necesidades de elementos nutritivos y su dosificación, los que deberán ser obtenidos a partir de los productos comerciales.

Tabla 4: Requerimientos de nutrientes del palto.

Requerimientos de nutrientes del palto en un suelo con fertilidad normal. CANTIDAD (Gramos/Planta/Año)			
Años	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	30-40	20-25	30-50
2	60-90	30-40	60-90
3-4	130-200	60-100	130-200
5-7	230-300	120-150	230-300
8-9	350-380	150-180	350-380
10-14	450-500	200-250	450-500
Más de 14	500-750	250-350	500-750

Fuente: Adaptado por Torres (2017).

Entre los nutrientes minerales (N, P, K, Ca, Mg, Zn, B) se destaca la importancia del nitrógeno y el potasio, el primero influye en el desarrollo del cultivo y el segundo en la calidad de la fruta, la cantidad de fertilizante que se tiene que aplicar depende de la edad de la plantación, de los análisis foliares, de los análisis de suelo y el estado sanitario de la planta.

Tabla 5: Requerimiento nutricional del palto por hectárea.

Kilogramos de nutriente por hectárea			
Nutriente	Kg	Nutriente	Kg
N	51.5	Cu	0.04
P ₂ O ₅	20.6	Mn	0.02
K ₂ O	93.8	Zn	0.08
Ca	1.7	B	0.08
Mg	5.9	Mo	0.004
S	6.9	Na	0.2
Cl	2.4	Al	0.06
Fe	0.12		

Fuente: CEDEP-FONDOEMPLOO adaptado por (Bendezú, 2011).



Los nutrientes minerales a su vez se clasifican en macro elementos principales (N, P, K), macro elementos secundarios (Ca, Mg, S) y micro elementos (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Cl). Por otro lado, los fertilizantes son sales de origen natural o sintético que contienen los nutrientes minerales necesarios para el desarrollo de las plantas. Al entrar en contacto con la solución del suelo, se disocian en sus formas iónicas para ser luego absorbidos por las raíces de las plantas (FAO, 2002).

2.10. MACRONUTRIENTES

2.10.1. Nitrógeno

El Nitrógeno es el nutriente mineral más importante que determina la producción en el palto; los desajustes en el manejo de este pueden generar grandes crecimientos vegetativos disminuyendo la producción (Whiley, Schaffer, y Wolstenholme, 2002).

El Nitrógeno es absorbido por las raíces de la mayoría de las plantas en la forma de nitrato (NO_3^-), y muy poco en forma de amonio (NH_4^+), el nitrato es de movilidad alta en el suelo y se mueve fácilmente en el agua hacia las raíces, donde se produce la captación de nitrógeno, además puede ser absorbido rápidamente por las plantas, pero también puede ser lixiviado con facilidad en la zona radicular, si se presenta una condición de exceso de humedad en el suelo, en la forma amoniaca se une a las superficies de las partículas del suelo y no lo hace mover fácilmente a las raíces de las plantas hasta que es convertido en nitrato por bacterias del suelo en un proceso de nitrificación, este proceso es dependiente de la temperatura por ejemplo, a 24°C la nitrificación se puede completar en una o dos semanas, mientras que a 10°C puede tardar 12 semanas o más (Rebolledo y Dorado, 2017).



2.10.2. Fósforo

El Fósforo es un elemento nutritivo esencial para las plantas y su deficiencia reduce severamente los rendimientos de los cultivos su función está en la fotosíntesis, forma parte de la molécula de ATP permitiendo el almacenamiento y transferencia de energía. Acelera la madurez y se relaciona con la formación de semillas. Su deficiencia se caracteriza por una reducción del crecimiento, hojas pequeñas, marchitas y necróticas, finalmente se produce una caída prematura de estas (FAO, 2002).

El fósforo es absorbido de la solución del suelo por las raíces de las plantas como ion orto fosfato, la cantidad total de fósforo presente en la capa arable de los suelos oscila normalmente entre 200 y 500 mg/kg, tomando valores medios de 500 mg/kg para los horizontes superficiales esto equivaldría a valores del orden de 200 – 4.000 kg de P/ha, esta cantidad sería en principio más que suficiente para abastecer de fósforo a cualquier cultivo, pero desafortunadamente solo menos del 1% está disponible para la planta la máxima disponibilidad se presenta en pH entre 6.5 y 7.5. A través de varias reacciones químicas el fosforo se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosforados ricos en energía, como la adenosina (ATF) (Bernal et al., 2008).

Tabla 6: Productos comerciales utilizados como fuente de Fósforo para planes de fertilización.

Productos	Porcentaje	
	N	P ₂ O ₅
Comerciales		
Fosfato Diamónico (DAP)	18	46
Fosfato Monoamónico (MAP)	10	48
Ácido fosfórico		50
Roca fosfórica		25-40

Fuente: Rebolledo y Dorado (2017).

2.10.3. Potasio

El Potasio es absorbido por las plantas en grandes cantidades, más que cualquier otro mineral, a excepción del nitrógeno, para el óptimo crecimiento, los niveles de potasio en las plantas pueden encontrarse entre el 25 y 3%. Cuando el Potasio en las plantas es limitado, los procesos esenciales de la vida de las plantas, desde la fotosíntesis hasta la regulación estomática, pueden verse afectados, la presencia de este elemento es vital para el crecimiento ya que es conocido como un activador enzimático que promueve el metabolismo (Bernal et al., 2008).

El potasio existe en el suelo en tres formas:

- No disponible o forma mineral, con una concentración de 5.000 – 25.000 mg/kg.
- Lentamente disponible o no intercambiable con una concentración de 50 – 750 mg/kg.
- Fácilmente disponible que representa la forma intercambiable 40-600 mg/kg y en solución de 1-10 mg/kg.

La forma disponible representa entre el 90% y el 98% del potasio total de los suelos y está contenida en minerales primarios (feldespatos, ortosa, microclina, muscovita, biotita). Los fertilizantes suministrados como fórmulas completas se deben aplicar en surcos u hoyos paralelos a la línea de plantación a 30 cm. de profundidad y a 20 cm. del gotero del árbol (Rebolledo y Dorado, 2017).

Tabla 7: Productos comerciales utilizados como fuente de potasio para planes de fertilización.

Producto	Fórmula	Kg de Nutriente por cada 100 kg de producto.			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Cloruro de potasio	KCL			60-62	
Nitrato de potasio	KNO ₃	13-14		44-46	
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄			50-53	18
Carbonato de potasio	K ₂ CO ₃			27-52	

Fuente: Rebolledo y Dorado (2017).



2.11. NUTRIENTES SECUNDARIOS

2.11.1. Magnesio

Es otro elemento de vital importancia para el normal desarrollo de la planta; forma parte de la clorofila, es un activador enzimático e interviene en el proceso de respiración. Se ha estimado que por cada 100 kg de fruta cosechada se extraen entre 66 y 100 gramos de magnesio, gran parte del magnesio retorna a la planta antes de la caída de hojas; tal como se ha visto anteriormente, aplicaciones excesivas de potasio causan disminución en los niveles de magnesio. En tal caso, es recomendable controlar la aplicación de fertilizantes potásicos (Franciosi, 2003).

2.11.2. Calcio

El Calcio es absorbido por las raíces y distribuido al resto de la planta, principalmente a través del xilema por efecto de la transpiración, cuando las hojas están totalmente expandidas con tasas de transpiración más alta, tienden a acumular más Ca que otras hojas jóvenes y frutos, los factores que afectan la acumulación de Ca en zonas de absorción de las raíces el vigor del crecimiento vegetativo, el manejo del agua y posiblemente el porta injerto, para reducir la incidencia de desórdenes fisiológicos en pos cosecha, la relación $Ca+ Mg/K$ en el porcentaje de saturación de bases del suelo debe de mantenerse entre 4 y 5 (Salazar et al., 2001).

2.12. MICRONUTRIENTES

2.12.1. El Zinc

Muy a menudo, las deficiencias de elementos menores se evidencian por la aparición de amarilla miento de las hojas o en el caso del zinc, por malformaciones en el desarrollo del fruto, en el caso de deficiencia de fierro y zinc las hojas presentan clorosis ocasionada por problemas con síntesis de clorofila. Para el zinc los niveles



normales de las hojas deben oscilar entre los 20 y 40 ppm, los síntomas de deficiencias ocurren de 15 o 20 ppm (Lovatt, 2013).

2.12.2. Hierro

El Hierro interviene en importantes procesos metabólico como, la formación de enzimas y la síntesis de clorofila, el hierro es el elemento más abundante en la mayoría de los suelos cultivables, pero en la mayor parte de ellos se encuentran en forma no asimilable, la química de este elemento al igual que la del manganeso es muy compleja, pues se sabe que se oxida, el papel más conocido del hierro es en el metabolismo de la planta (Bernal, et al., 2008).

2.12.3. Boro

Parece que hay problemas para que el elemento penetre por la vía foliar sobretodo tratándose de hojas maduras; si el pH de la solución es 5.0 – 6.0 la penetración del boro mejora parcialmente. Es necesario hacer dos aplicaciones por año debido a la falta de translocación del boro, al igual que el cinc y el cobre, desde las hojas adultas a las más jóvenes. Como fuente de boro se emplea el bórax o bien el ácido bórico a concentraciones que no deben superar el 2% por ml. El palto presenta cierta tolerancia al boro; sin embargo, debe tenerse bastante cuidado en no superar las concentraciones recomendadas (Franciosi, 2003).

2.13. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

La extracción total en la cosecha, ya sea del producto comercial o los residuos de cosecha, son un índice valioso para reponer al suelo parte de sus nutrientes removidos; aquí se debe considerar las otras vías de pérdidas de nutrientes como son la lixiviación, erosión, volatilización, entre otros para evitar el empobrecimiento gradual del recurso suelo (Demolón, 1966) citado por (Rebolledo y Dorado, 2017).

Tabla 8: Valores de extracción de nutrientes en un cultivo de aguacate Hass.

Valores de extracción de nutrientes en un cultivo de Aguacate Hass (Rendimiento 10 Ton/ha) y eficiencia de cada elemento.		
Elemento	Extracción (Kg/ha)	Eficiencia (%)
Nitrógeno	94.46	50
Fósforo	22.08	10
Potasio	105.9	70
Azufre	16.41	80
Calcio	14.22	60
Magnesio	5.49	60
Hierro	0.222	80
Cobre	0.09	80
Manganeso	0.06	80
Cobre	0.09	80
Zinc	0.135	80
Boro	0.111	80

Fuente: (Rebolledo y Dorado, 2017).

El cultivar Fuerte extrae del suelo por cada tonelada de fruta producida: 3.2 Kg.

de nitrógeno, 1.2 Kg. de fósforo y 4.2 Kg. de potasio (Franciosi, 2003).

2.13.1. Extracción en raíces

Las raíces que formaban el andamiaje radicular en árboles de palto contribuían con 11.0 Kg. en peso fresco como resultado (0.77% de N); las raíces pequeñas 3.3kg. con (0.73% N); las raíces nuevas con crecimiento muy activo con (1.35% N) (Lovatt, 1990) citado por (Rebolledo y Dorado, 2017).

Para disminuir los riesgos de contaminación de la napa subterránea, cuando los fertilizantes percolan bajo el nivel de las raíces, se busca mantener un suelo con suficiente materia orgánica, porque provee microorganismos que en forma natural crecen en condiciones adecuadas para el desarrollo y buen funcionamiento de las raíces del árbol de palto (Torres, 2017).

2.13.2. Extracción en hojas

Los contenidos foliares de potasio con 80.63 % presentaron diferencias altamente significativas, se considera bastante cercano al rango establecido como “adecuado” (entre 0.75% y 2%) (Embleton y Jones, 1972).

2.13.3. Extracción en Frutos

En general las plantas requieren 16 nutrientes esenciales que constituyen la base para la síntesis de estos componentes como el hidrogeno, oxígeno y carbono (derivado del dióxido de carbono del aire y del agua), más 13 nutrientes minerales, la mayoría de los cuales tomados del suelo, y los tres primeros constituyen los insumos básicos para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y son elementos constitutivos de biomoléculas orgánicas tales como lípidos, estos 13 elementos minerales se dividen en nutrientes primarios, nutrientes secundarios y micronutrientes, los nutrientes primarios son el nitrógeno, fósforo y potasio, los nutrientes secundarios como, calcio, magnesio y azufre, y los micronutrientes, zinc, hierro, manganeso, cobre, boro, molibdeno y cloro (Rebolledo y Dorado, 2017).

En un estudio llevado a cabo por (Salazar et al, 2001), determinó el peso seco de cada tejido por separado en frutos de aguacate Hass obteniendo la siguiente distribución:

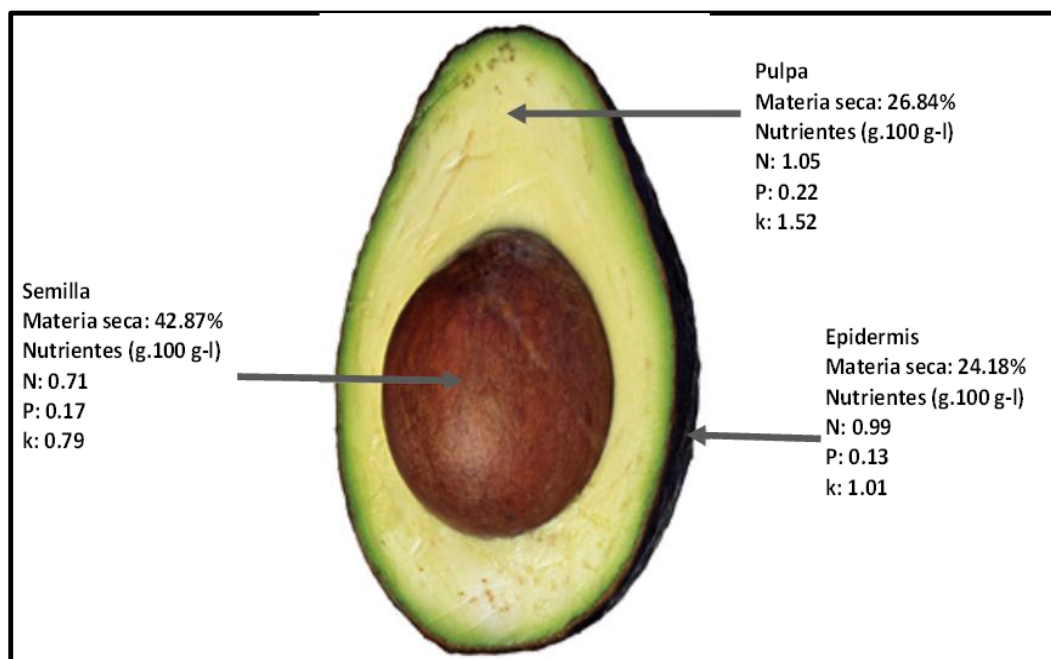


Figura 4: Esquema de distribución de materia seca en tejidos del fruto de aguacate y composición mineral de elementos primarios. (Rosecrance et al., 2011).



2.13.4. Evaluación del estado nutricional del palto

La capacidad del palto para extraer y utilizar los nutrientes minerales se refleja en la concentración de cada nutriente en los tejidos, por lo que el análisis químico de las hojas proporciona una valiosa información acerca del estado nutricional del árbol, aunque el suelo es casi siempre la fuente de nutrientes minerales, un análisis de este proporciona acerca de la cantidad disponible y no sobre la cantidad extraída, por ello, aunque en muchos casos el análisis foliar no muestra una relación directa entre la concentración del nutriente en el tejido y el rendimiento, aún es el mejor método para establecer el estado nutricional del palto (Tenorio, 2007).

Después de una cosecha, y dependiendo del nivel de carga del árbol, se requiere reponer al suelo, al menos la cantidad de nutrientes extraídos por los frutos, en este sentido las hojas de brotes vegetativos que dan inicio al crecimiento reproductivo del siguiente ciclo de producción pueden ser un indicador del estado nutricional en que queda la planta después de mantener una alta carga de cosecha, el tamaño de una unidad de muestreo no debe superar las 2 ha, la parcela debe ser lo más uniforme posible en relación con la edad, el suelo, el cultivo y el desarrollo de los árboles, las hojas muestreadas incluyen lámina y peciolo y se deben tomar a una altura entre 1.5 y 2.0 m, se toman de seis a ocho hojas de cada uno, de diez árboles muestreados y se guardan en bolsas de papel para su posterior envío para análisis (Rebolledo y Dorado, 2017).

Tabla 9: Niveles críticos para diagnóstico nutricional del aguacate con base en el análisis foliar.

Elemento	Unidad	Niveles		
		Bajo (Menor de)	Adecuado	Alto * (Más de)
Nitrógeno	%	1.60	1.60 - 2.20	2.20
Fósforo	%	0.05	0.08 - 0.25	0.30
Potasio	%	0.35	0.75 - 2.00	3.00
Calcio	%	0.50	1.00 -3.00	4.00
Magnesio	%	0.15	0.25 - 0.08	1.00
Azufre	%	0.05	0.20 - 0.60	1.00
Boro	ppm	20	50 - 100	100
Zinc	ppm	10	30 - 150	150
Hierro	ppm	40	50 - 200	200
Cobre	ppm	4	5 - 15	25
Manganeso	ppm	15	30 - 500	500
Molibdeno	ppm	0.04	0.05 - 1.00	1.60
Cloro	%	0.07 - 0.25	0.25
Sodio	%	0.25

Fuente: Con base en Emblenton (1967) y Robinson (1986) adaptado por Torres, (2017)

* Valores para muestras entre 5 y 7 meses de edad en rama no productiva, ni con actividad vegetativa.

2.14. COSECHA

La calidad de la fruta y capacidad de conservación dependerá del desarrollo de la fruta al momento de su recolección, la fisiología de la fruta indica que el proceso de maduración no empieza hasta después de 24 horas de la cosecha, la producción exportable es exigente en calidad y se realizan métodos físicos y químicos para asegurar una excelente cosecha, se recomienda que la recolección debe realizarse a tempranas horas del día 5-6 am, evitando temperaturas mayores a 20° C, el método más aconsejable consiste en dotar al cosechero con una bolsa y tijeras, se corta el pedúnculo a 5-8 cm de la base, y el fruto se deposita con cuidado en la bolsa, por ningún motivo se deben arrojar los paltos al suelo, ya que sufren daño el que se hace presente posteriormente en el almacenaje, una vez que el cosechero ha llenado la bolsa, debe vaciar su contenido en cajas $\frac{3}{4}$ que deben estar ubicadas en un lugar protegido del sol (Flores, 2008).



Seguida de esta labor se realiza la selección de frutas esta clasificación de paltos es por tamaño, calidad y coloración según la variedad, el embalaje se realiza con la función de mantener la calidad de la fruta durante su transporte y distribución estas deben tener la descripción del contenido, además de la procedencia peso y número de frutas.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el fundo “LA CHOCOLATA” propiedad del Sr. Adán Lucio Catarí, el cual se encuentra en el departamento de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, distrito Moquegua, sector Charsagua, a una altitud de 1 420 m.s.n.m. latitud sur 17° 53” y Longitud Oeste 71°23”.



Figura 5: Localización del fundo “LA CHOCOLATA”



3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La región Moquegua se caracteriza por la baja fertilidad de sus suelos y topografía accidentada.

Temperatura	: Media de 18. 6° C.
	: Máxima entre 26° C.
	: Mínima entre 11° C.
Humedad Relativa	: 57%
Evaporación	: Anual 1 838 mm
Horas sol	: 10 horas / día.
Radiación solar	: 2500 y 4700 cal-gr/cm ²

3.2.1. Características del Campo Experimental

Este fundo también cuenta con áreas agrícolas de gran importancia dentro del cual podemos encontrar una diversidad de cultivos disponibles como plátano, guayabo, membrillo, manzano, hortalizas, que se encuentran distribuidos en pequeños lotes y palto especialmente que es una de las principales actividades que se desarrolla dentro del fundo. El fundo “LA CHOCOLATA” es un lugar de producción certificado.

3.3. ÁREA EXPERIMENTAL

Los árboles de palto variedad Fuerte están localizados y distribuidos en 4 bloques y dentro del bloque se ha identificado 6 árboles para los tratamientos haciendo un total de 24 árboles (unidades experimentales).

3.3.1. Campo del experimento

- Largo: 36m
- Ancho: 24 m
- Área total: 864m²
- Número total de plantas del experimento 24.

3.3.2. Bloque

- Largo: 18 m.
- Ancho: 12 m.
- Área total del bloque: 216 m²
- N° de plantas por bloque: 6

El espaciamiento (distanciamiento de los paltos) según el hábito de crecimiento extendido de cultivar fuerte la distancia recomendada para lograr larga vida productiva en el huerto es de 6 x 6 metros con 277 plantas por hectárea respectivamente.

3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

El suelo del fundo “LA CHOCOLATA” fue analizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental INIA Salcedo - Puno, se puede apreciar dentro de las características fisicoquímicas que la reacción del suelo es ligeramente alcalino, en cuanto a la salinidad sin peligro de sales, bajo en materia orgánica, también bajo en nitrógeno y fósforo disponible, el potasio disponible muy bajo, sin presencia carbonato de calcio, y una capacidad de intercambio catiónico medio.

Tabla 10: Análisis físico - químico del suelo. Fundo “LA CHOCOLATA”.

Elemento	Resultado	Método
C.E.	1.98 mS/cm	Conductímetro
pH	7.29	Potenciómetro
M.O.	1.37%	Walkey y Black
Nitrógeno Total	0.07%	Micro - Kjeldahl
Fósforo Disponible	1 ppm	Olsen Modificado
Potasio Disponible	0.19 ppm	Fotómetro de llama
CaCO ₃	0.00	Gasométrico
Ca ++	10.84 meq/100 g	E.D.T.A.
Mg ++	1.38 meq/100 g	Amarillo Thyazol
Na +	0.16 meq/100 g	Fotómetro de llama
K +	0 meq/100 g	Fotómetro de llama
CIC	12.38 meq/100 g	Acetato de amonio
Arena	30.32%	Bouyoucus
Arcilla	13.12%	Bouyoucus
Limo	56.56%	Bouyoucus
Textura	Franco Limoso	Triángulo Textural

Fuente: Servicio Nacional de Laboratorios Estación Experimental INIA SALCEDO-Puno.



3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó árboles de Palto variedad Fuerte de una plantación de 6 años de edad.

3.6. FUENTES DE FERTILIZACIÓN

Como fuente de abono orgánico se utilizó el estiércol de vacuno descompuesto y como fuente de abono inorgánico se utilizó urea al 46% de N, superfosfato triple 46% P y sulfato de potasio 50% K.

3.7. MATERIALES DE CAMPO

3.7.1. Para muestreo de suelo

- Barreno muestreador
- Pala
- Pico
- Bolsas de plástico
- Etiquetas de codificación
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo

3.7.2. Para muestreo foliar

- Agua destilada
- Lápiz
- Papel para los rótulos
- Tijeras de podar

3.7.3. Para control de malezas

- 1 cilindro de 200 litros de capacidad
- Agrotin
- Roundup
- Palas
- Rastrillos
- Mochila de aspersión
- Ropa de protección

3.7.4. Para la cosecha de frutos

- Bolsas de papel prefabricadas.
- Cajas de cartón
- Tijeras para corte
- Cestos o cubetas
- Balanza electrónica
- Vernier o pie de rey
- Etiquetas
- Tablero de apuntes

3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.8.1. Toma de muestra de suelo.

Se tomaron dos muestras representativas de suelo, para el análisis inicial y al término del ensayo. Se obtuvo las submuestras bajo la zona de proyección de la copa desde 15 árboles elegidos al azar, para luego obtener una muestra compuesta. Como se muestra en la figura 6.

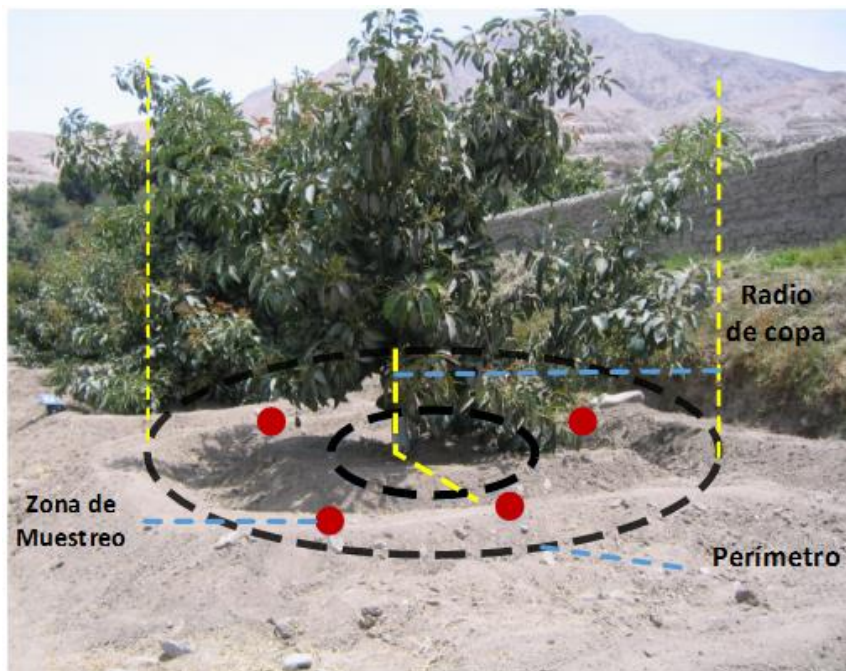


Figura 6: Zona de muestreo de suelo en palto variedad fuerte.



3.8.2. Metodología del muestreo de suelo.

La muestra de suelo se tomó a una profundidad de 0 a 20 cm, se depositó en bolsas de plástico color oscuro luego se procedió al etiquetado colocándose en un lugar visible y sin sobrepasar el tamaño de muestra, la etiqueta que acompaña a la muestra cuenta con la siguiente información: Número o clave de identificación, lugar del muestreo, nombre del proyecto, fecha y hora del muestreo, iniciales de la persona que toma la muestra, datos para la toma de muestras de suelos para análisis químico, luego se derivó en 24 horas al laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental INIA Salcedo – Puno.

3.9. ANÁLISIS FOLIAR PARA PALTO VARIEDAD FUERTE

Para realizar el análisis foliar se obtuvo muestras de hojas de árboles tomadas al azar, estas muestras se tomaron de la copa de cada árbol tomando en cuenta las cuatro direcciones de los puntos cardinales, cada muestra constituyó 32 hojas maduras completas y sanas (peciolo más limbo) las mismas que fueron seleccionadas de ramas sin fruta, no sombreadas por otras partes de la copa y distribuidas alrededor de la copa del árbol a una altura del suelo de 1.3 y 2.0 metros. Posteriormente se realizó el lavado con agua destilada, eliminando el polvo de las hojas, sin causar daños mecánicos, se colocó en bolsas de plástico con su rotulo correspondiente, para luego ser derivadas en 24 horas al laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental INIA Salcedo – Puno.

3.10. ABONAMIENTO

Se usó árboles de 6 años de edad, con un desarrollo adecuado, alcanzando un promedio de 2.70 de altura y la distancia de plantación es de 6 x 6 metros conformado por 277 plantas por hectárea.

Tabla 11: Fertilización orgánica e inorgánica para los tratamientos en estudio.

Tratamientos		N	P	K
T1	TESTIGO	00	00	00
T2	30 kg de M. O	00	00	00
T3	40 kg de M. O	00	00	00
T4	50 kg de M. O	00	00	00
T5	30 kg de M. O	450	300	400
T6	30 kg de M. O	450	400	600

3.10.1. Métodos y momento de Fertilización en árboles de palto variedad fuerte

Se aplicaron en hoyos, teniendo en cuenta la dirección de las raíces sin dañarlas después del riego, las fuentes de abono empleada fueron estiércol de vacuno descompuesto, urea, superfosfato triple y sulfato de potasio; como se muestra en la Tabla 14 y Tabla 15.

Tabla 12: Determinación de la práctica de fertilización N-P-K kg/Ha para palto variedad fuerte.

	DOSIS Tratamiento (T5)			DOSIS Tratamiento (T6)		
	N	P	K	N	P	K
Macronutrientes	450	300	400	450	400	600
Formulación	Urea	Súper fosfato triple	Sulfato de potasio	Urea	Súper fosfato triple	Sulfato de potasio
Kg.	978.26	652.17	800	978.26	869.56	1200
Nro. de sacos	20	13	16	20	18	24

3.10.2. Fuentes de fertilización inorgánica:

- Para Nitrógeno (N): Se utilizó Urea al 46% de N (46 - 00 – 00)
- Para Fósforo (P): Se utilizó Súper fosfato triple al 46% de P (00 - 46 – 00)
- Para Potasio (K): Se utilizó Sulfato de potasio al 50% de K (00 - 00 – 50)

Por consiguiente:

- Para preparar la dosis de 450-300-400 de N - P₂O₅ - K₂O por Ha, se utilizó 980-650-800 Kg. de urea, superfosfato triple y sulfato de potasio, respectivamente.
- Para preparar la dosis de 450-400-600 de N - P₂O₅ - K₂O por Ha, se utilizó 980-870-1200 Kg. de urea, superfosfato triple y sulfato de potasio, respectivamente.

Tabla 13: Dosificación N-P-K kg / árbol.

	DOSIS Tratamiento (T5)			DOSIS Tratamiento (T6)		
	N	P	K	N	P	K
Macronutrientes						
Formulación	450	300	400	450	400	600
Fuentes de abonamiento	Urea	Súper fosfato triple	Sulfato de potasio	Urea	Súper fosfato triple	Sulfato de potasio
Kg. / Ha	980	650	800	980	900	1200
Kg. / árbol	3.54	2.35	2.89	3.54	3.25	4.33

Por lo tanto:

- Para el tratamiento T5 se utilizó 14.16 Kg. de Urea, 9.40 Kg. de súper fosfato triple y 11.56 Kg. de sulfato de potasio para fertilizar los 4 bloques.
- Para el tratamiento T6 se utilizó 14.16 Kg. de Urea, 13 Kg. de súper fosfato triple y 17.32 Kg. de sulfato de potasio para fertilizar los 4 bloques.

Tabla 14: Momentos de fertilización inorgánica T5 y T6.

Tratamientos	N	P	K	Momento
T5 y T6	1/3	1	1/4	M1
	1/3	0	1/2	M2
	1/3	0	1/4	M3

Donde:

M1: 1ra aplicación 1 mes antes de la floración.

M2: 2da aplicación 45 días después de finalizada la floración.

M3: 3ra aplicación cuando los frutos estén en maduración completa.



- **Primera fertilización**

Un mes antes de la floración con la aplicación total de materia orgánica (estiércol de vacuno descompuesto) más la fuente de fósforo aplicada en su totalidad y una cuarta parte de la fuente de potasio (Huaman, 2017).

- **Segunda fertilización**

Un mes y medio finalizada la floración cuando los frutos tenían un diámetro de 2 cm aproximadamente aplicando la mitad de la fuente de sulfato de potasio.

- **Tercera fertilización**

Cuando los frutos estén entre 3 cuartos de diámetro y maduración completa con la aplicación de una cuarta parte de la fuente de sulfato de potasio.

Tabla 15: Momentos de fertilización convertido a Kg / árbol.

Tratamientos	T5: 450-300-400			T6: 450-400-600		
	N	P	K	N	P	K
1ra aplicación	1.18	2.35	0.72	1.18	3.25	1.0825
2da aplicación	1.18	0	1.45	1.18	0	2.165
3ra aplicación	1.18	0	0.72	1.18	0	1.0825
Total	3.54	2.35	2.89	3.54	3.25	4.33

Tabla 16: Aplicación de materia orgánica para tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 en Kg. / árbol.

Materia orgánica	T2	T3	T4	T5	T6
Aplicación	30	40	50	30	30

3.11. RIEGO

3.11.1. Sistema de Riego por gravedad

El palto variedad Fuerte necesita tener en el suelo constante humedad, pero no suelo saturado de agua por lo tanto se realizó riego moderado y frecuente, conocido como riego de pasada para mantener la capacidad de campo principalmente en la etapa de producción.

El sistema de riego que se practica en el fundo, es por gravedad tipo bolsillo, cuya eficiencia de riego es de 30 a 40%, la superficie que moja es de aproximadamente 90% del área circundante a la copa, los intervalos de riego y volúmenes de agua en cada riego son (promedio 80 litros por segundo aproximadamente por 2 horas) pero esta varía a lo largo del año y para ello se tomó en cuenta las fases fenológicas del palto.

El agua utilizada para riego proviene del río Tumilaca y alcanza al predio a través del canal Charsagua.



Figura 7: Riego por gravedad, pozas tipo bolsillo en el fundo “LA CHOCOLATA”.



3.12. CONTROL DE MALEZAS

Se realizó control mecánico mediante el deshierbo manual con el uso de lampas en dos ocasiones. Determinándose la predominancia como maleza la falsa quinoa “lijcha” (*Chenopodium quinoa*) en un 10%, gramalote (*Paspalum fasciculatum*) 60%, yuyo (*Brassica rapa*) 5%, verdolaga (*Portulaca oleracea*) 10%, diente de león (*Taraxacum officinale* L.) 5%, malva (*Malva parviflora*) 2%, amor seco (*Bidens pilosa* L) 5%, cebadilla (*Bromus cartharticus*) 3%.

El deshierbo se realizó mecánicamente para combatir la maleza utilizando herramientas como lampas, picos, herramientas de jardinería solo en áreas lejanas del pie de árbol, para no provocar lesiones mecánicas a las raíces, por recomendación del técnico a cargo, esta labor de limpieza se realizó en calles y pasadizos. Esta labor de limpieza se hizo después del riego. Debido a la gran agresividad y capacidad invasora de estas especies de hoja ancha y angosta se tuvo que hacer un control químico utilizando la siguiente mezcla: para un cilindro equivalente a 200 litros se preparó una mezcla de (ROUNDUP 1 ½ LITROS + AGROTIN 150ml + 10 Kg de UREA) esta mezcla se aplicó con una mochila de aspersión a toda la zona invadida con dichas malezas.

3.13. CONTROL FITOSANITARIO

Cabe precisar que las labores culturales son de carácter obligatorio y de responsabilidad del productor hortofrutícola. Ellos cuentan con el asesoramiento y supervisión del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) y el trabajo conjunto es indispensable para la sostenibilidad en el tiempo del programa mosca de la fruta en Moquegua, SENASA capacita constantemente a los productores de la región sobre los daños que causa la plaga con la finalidad de conservar el estatus fitosanitario de área libres de la plaga mosca de la fruta.



Los servidores del campo enseñan a los productores sobre las labores culturales necesarias a ejecutar para evitar brotes de la plaga y conservar el reconocimiento del área libre de esta manera se realizan podas sanitarias, cosecha oportuna de frutas maduras, recojo y entierro de frutos remanentes y sobre maduros de hospedantes de la plaga mosca de la fruta. Estas labores culturales son de carácter obligatorio y de responsabilidad del productor, SENASA realiza mediante sus técnicos las liberaciones de insectos benéficos que efectúan de preferencia en horas de la mañana o de la tarde cuando no haya mucho sol ni viento el transporte al campo del material biológico lo realizan con mucho cuidado no exponiéndolos a cambios bruscos.

SENASA realiza las evaluaciones entomológicas que consiste en establecer mediante observaciones los porcentajes de insectos plagas, sus daños y la presencia de sus controladores biológicos, en un determinado número de plantas tomadas al azar, que sean representativas de la población total que exista en un área de cultivo determinado para tomar decisiones inmediatas de control aplicando en forma oportuna las medidas de control de acuerdo al tipo de cultivo, se toman en cuenta ciertos requisitos para realizar evaluaciones como conocer la estructura de la planta del cultivo (raíces, tallos, hojas, flores, frutos, yemas terminales, y el desarrollo fenológico), conocer las principales plagas sus diferentes estadios biológicos, los daños que ocasionan, así mismo conocer sus enemigos naturales sus diferentes estados de desarrollo, ubicación de los campos a evaluar para realizar un croquis y un cronograma de evaluación, historial del campo a evaluarse.

3.13.1. Control de plagas y enfermedades.

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria brindó recomendaciones a productores del sector Charsagua en la provincia de Mariscal Nieto de la región Moquegua. SENASA recomendó a los agricultores lavar sus árboles con agua a



presión y jabón potásico para contrarrestar la presencia del piojo harinoso (*Planococcus citri*), insecto que extrae la sabia de la planta, dificultando el crecimiento y provocando mal formaciones o amarilla miento de las hojas, seguido a veces de la defoliación.

Al absorber la sabia el piojo secreta una mielecilla azucarada que provoca la aparición de fumagina, por ello, fueron importantes los lavados para controlar las poblaciones del insecto.

3.14. COSECHA DE FRUTOS DE PALTO VARIEDAD FUERTE.

Por lo general los paltos no maduran en la planta: el fruto tiene que estar fisiológicamente maduro antes de ser cosechado, determinar ese momento puede ser fácil si la fruta se destina a un mercado cercano, pero si va hacer enviada a mercados que se concentran a miles de kilómetros de distancia los criterios de cosecha varían, los frutos colectados que tengan los índices de carácter físico como: color de la cascara o epicarpio, color del pedúnculo, color de las lenticelas y peso específico.

3.14.1. Metodología para la cosecha manual de frutos de palto.

En abril del 2018 se realizó la cosecha de la fruta presente en los árboles, para evaluar la carga frutal de los árboles en cada tratamiento. Se pesó y contabilizó por separado el número de frutos por cada árbol de esta manera se registró la producción por árbol y el peso promedio de los frutos, con esta información se determinó la producción total expresada en kilogramos por árbol de los tratamientos.

La producción por árbol fue medida con una balanza de precisión 0.001 kilogramos nivelada e instalada en el lugar del acopio de la fruta después de la cosecha.

Durante el corte del fruto, se dejó el pedúnculo o el tallo en un tamaño de 2 cm como sea posible para evitar daños por punción a los frutos adyacentes durante el



transporte, con respecto a la herramienta utilizada para cosecha de fruta del árbol, se usó una vara, palo o garrocha lo suficientemente larga para alcanzar el fruto, los lados cortantes deben mantenerse afilados y la bolsa colectora que se coloca en un extremo de la vara deberá ser relativamente pequeña el ángulo del filo cortante y la forma de la bolsa colectora. Las varas y sus bolsas colectoras fueron hechas a mano con un cordel fuerte que se confeccionó con tela de lona y el aro usado como borde de la bolsa, así como la muesca cortante se hizo a partir de una lámina de metal afilada, tubo de acero o piezas de material reciclado, siguiendo las recomendaciones.

3.14.2. Peso total de la cosecha por tratamientos (kg)

Se realizó la cosecha en tres oportunidades la primera en el mes de febrero, la segunda en el mes de marzo y la tercera en el mes de mayo del 2018, estos datos se registraron en cada cosecha en una hoja de cálculo Excel, finalmente obtuvimos el total de la cosecha haciendo una sumatoria para obtener el peso total de la cosecha por tratamientos como se puede visualizar en el (Anexo 1).

3.14.3. Peso de fruto verde por tratamiento (gr)

Se realizó la recolección de frutos de palta de la variedad fuerte, esta variable se determinó pesando 10 frutos al azar de cada árbol/tratamiento de los cuales se obtuvo un promedio. (Anexo 2).

3.14.4. Número de frutos por tratamiento (unidades)

Los frutos se contabilizaron en cada cosecha por árbol/tratamientos. (Anexo 3).

3.14.5. Diámetro de frutos por tratamiento (cm)

La medición del diámetro se realizó en la parte más ensanchada del fruto de palto debido a que este fruto es de tipo piriforme lo cual hace más compleja la medición, ver (Anexo 4).



3.14.6. Longitud de fruto por tratamiento (cm)

La medición del fruto se determinó midiendo la longitud, desde extremo de la base del fruto hasta el pedúnculo floral con la ayuda de un vernier o pie de rey, obteniendo datos que se pueden visualizar en el (Anexo 5).

3.14.7. Porcentaje de Materia seca por tratamiento (%)

Una vez pesados los frutos enteros y maduros, así como cada una de sus partes componentes: epicarpio, mesocarpio y semilla, se secaron estas en estufa por unas 72 horas a una temperatura de 70°C. Luego se pesaron nuevamente y se molieron en mortero, para la determinación de la humedad total se secaron las muestras 110°C hasta peso constante según (Avilán et al., 1978).

Para el análisis de materia seca se eligieron frutos al azar de 250 a 350 gramos para llegar a un peso de 2 kilogramos por tratamientos en el momento de la cosecha constituido de 3 a 4 frutos, con un correspondiente rótulo en los frutos luego se colocaron en cajas para ser llevadas al laboratorio. En el laboratorio se realizó el siguiente protocolo para ello se pesó el fruto entero registrando el peso inicial, se cortó el fruto longitudinalmente a lo largo de la fruta, separando el epicarpio (cáscara), el mesocarpio (parte comestible), la cubierta de la semilla y endocarpio (semilla), inicialmente se trabajó con el mesocarpio haciendo cortes finos para ser colocados en una luna de reloj, con la semilla por su dureza se procedió al rallado para facilitar la deshidratación uniforme y colocado en una luna de reloj, la cáscara y cubierta de semilla se colocaron por separado en bolsas de papel prefabricadas, luego se procedió a colocar cada muestra distribuyéndolas uniformemente en la estufa a 70° C por un periodo de 24 horas, para lograr la deshidratación total. Al cabo de este tiempo se procedió a retirar las muestras de la estufa, se dejó enfriar, para luego pesar y obtener el peso final y su respectivo cálculo de materia seca con la formula siguiente:



$$\% MS = P_f \times 100\% / P_i$$

Donde:

P_f : Peso final de la muestra.

P_i : Peso inicial de la muestra.

3.14.8. Nitrógeno extraído por fruto por tratamiento (%)

Se determinó por el método de Microkjeldahl, con el objetivo de conocer la cantidad de nitrógeno extraída por el fruto. En las plantas el contenido de nitrógeno comúnmente varía de 0.2 a 4% dependiendo de las especies, partes de la planta y edad.

Fundamento:

- En principio el nitrógeno orgánico se convierte en sulfato de amonio en el proceso de digestión o ataque por acción del ácido sulfúrico adicionado; durante la destilación por la adición de hidróxido de sodio, el amonio que se desprende es recibido en una solución de ácido bórico para luego formar el borato de amonio; durante la titulación con una solución valorada de ácido sulfúrico, se regenera el ácido bórico y la cantidad de amonio que contiene la muestra es determinada mediante los cálculos correspondientes (Cano et al., 1984).

3.14.9. Fósforo extraído por fruto por tratamiento (%)

El fósforo se determinó con el método de color amarillo del vanadomolibdofosfórico.

Fundamento:

- No se conoce exactamente la naturaleza del compuesto cromógeno amarillo, pero el color se atribuye a la sustitución de los átomos del oxígeno del radical $PO\equiv$ por radicales oxivanadio y oximolibdeno, para dar un heteropoli-compuesto que es cromógeno (Cano et al., 1984).



3.14.10. Potasio extraído por fruto por tratamiento (%)

El potasio se determinó a partir de lecturas en el espectrofotómetro de absorción atómica. Los materiales usados son: espectrofotómetro de absorción atómica, pipetas de 1 ml, fiolas de 25 ml.

En cuanto al procedimiento debemos tomar una alícuota de 1ml. De la solución madre: poner a la fiola de 25ml., luego llevar a volumen con agua destilada; homogenizar bien.

Para la preparación de la Curva Estándar, en una fiola de 100ml. poner 5ml. de la solución de 1.000 ppm; llevar a volumen se tendrá una concentración de 50 ppm, a partir de esta solución se prepara la curva. En 3 fiolas de 25ml. poner alícuotas de 1, 2 y 3 ml. llevar a volumen con agua destilada; se obtendrán concentraciones de 2, 4 y 6 ppm respectivamente.

- Para prender la llama debe tenerse cuidado de abrir primero la llave del aire y luego la del acetileno y para apagar, a la inversa. Seguido de ello proceder con la lectura (Cano et al., 1984)

3.14.11. Estimación de la cosecha.

De 24 árboles elegidos dentro del fundo “LA CHOCOLATA” (6 árboles por bloque), se contaron solo los frutos de calibre 12 y 14 presentes en cada árbol, posteriormente se procedió a pesar para luego obtener el peso promedio de un fruto, luego se estimó la cosecha.

Para la estimación de la cosecha se multiplicó el total de los frutos contados en 24 árboles por el peso promedio de un fruto, a este resultado se le multiplicó el número de árboles existentes en una hectárea (277) y luego se dividió por 24 árboles, el resultado se dividió por 1000 para obtener la producción de toneladas por hectárea.



3.15. MUESTREO Y ANÁLISIS DEL FRUTO

3.15.1. Metodología

Los frutos se cosecharon por árbol en cada tratamiento, y se obtuvo una sub muestra al azar en cada una, cuando alcanzo la madurez fisiológica, para ello se tomó en cuenta los siguientes índices de carácter físico:

- Peso de la fruta (250 a 350 g por fruta).
- Color de la cáscara y epicarpio, la pérdida de la brillantez del color u opacidad de la cáscara, ya nos está indicando que la fruta está próxima a la cosecha.
- Color del pedúnculo: el verde intenso del color del pedúnculo va cambiando a una tonalidad amarilla.
- Color de las lenticelas van cambiando del amarillo a una tonalidad marrón claro.
- El corte del pedúnculo debe realizarse entre 6 a 10 milímetros de distancia de la inserción de la drupa globosa.

3.15.2. Análisis de N-P- K

No siempre es necesario analizar la planta entera para evaluar la fertilidad del suelo y las necesidades de abonamiento, en lugar de ello, es suficiente realizar el análisis de un órgano representativo, de un modo general, la hoja recién madura aquella cuyo crecimiento terminó y que aún no ha entrado en estado de senescencia refleja bien el estado nutricional de toda la planta, indica (Lovatt, 2013).

El conjunto de frutos que constituyeron la muestra se colocó en cajas de cartón con la debida identificación que luego se derivó al Laboratorio de Aguas y suelos INIA – Salcedo, para efectuar los respectivos análisis N-P-K.

El Nitrógeno se determinó por el método de Microkjeldahl, con el objetivo de conocer la cantidad de nitrógeno, el Fosforo de determinó por el método de color amarillo del banadomolifdato y el Potasio se efectuó a partir de las lecturas en el espectrofotómetro de absorción atómica.



3.16. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.16.1. Tratamientos

T1 = Testigo,

T2= 30Kg de materia orgánica,

T3= 40 kg de materia orgánica,

T4= 50 kg de materia orgánica,

T5= 30 Kg de materia orgánica + 450 (Nitrógeno) + 300 (fosforo) + 400 (potasio)

T6= 30 kg de materia orgánica + 450 (Nitrógeno) + 400 (fosforo) + 600 (potasio).

3.16.2. Diseño experimental

Para la distribución de los tratamientos, se utilizará el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) con 6 tratamientos distribuidos en 4 bloques haciendo un total de 24 unidades experimentales.

3.16.3. Variables de respuesta

- Peso total de la cosecha de frutos por tratamiento (kg).
- Peso de fruto verde por tratamiento (g).
- Número de frutos por tratamiento (unidades).
- Diámetro de frutos por tratamiento (cm).
- Longitud de frutos por tratamiento (cm).
- Porcentaje de materia seca por tratamiento (%).
- Nitrógeno extraído por el fruto por tratamiento (%)
- Fosforo extraído por fruto por tratamiento (%)
- Potasio extraído por fruto por tratamiento (%)

Estas variables se medirán durante y después de la cosecha.

3.16.4. Análisis de varianza

Tabla 17: Grados de libertad del diseño experimental.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Bloques (r- 1)	3
Tratamientos (t-1)	5
Error (t-1) (r-1)	15
TOTAL	23

3.16.5. Modelo estadístico Lineal Aditivo en el DBCA

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

μ = La media general poblacional o constante común.

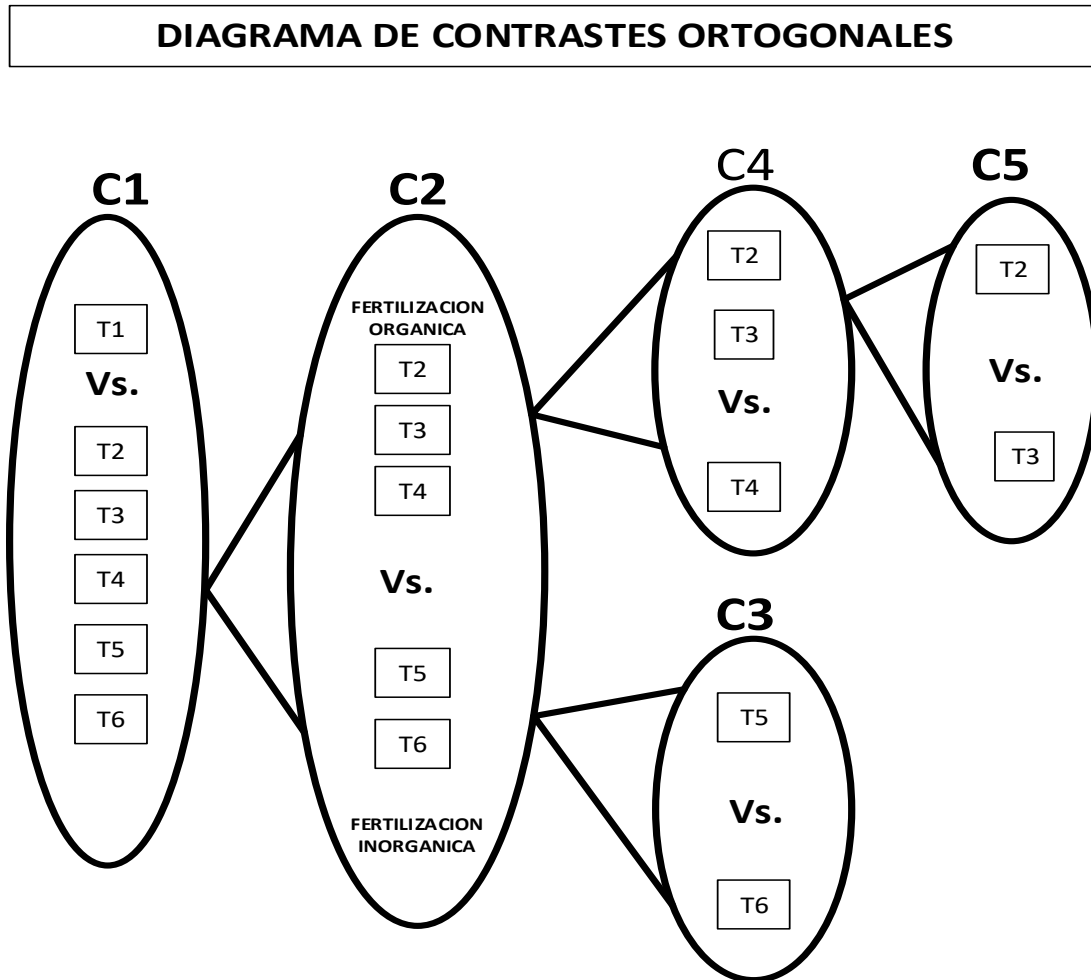
τ_i = Es el verdadero efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Es el verdadero efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = Es el efecto verdadero de la j-ésima unidad experimental sujeta al i-ésimo tratamiento.

3.17. DIAGRAMA DE CONTRASTES ORTOGONALES

Se realizó el diagrama de contrastes ortogonales para esta investigación:



Codificación de tratamientos:

- (A) T1 = Testigo
 - (B) T2= 30Kg de materia orgánica,
 - (C) T3= 40 kg. de materia orgánica,
 - (D) T4= 50 kg de materia orgánica,
 - (E) T5= 30 Kg de materia orgánica + 450 (Nitrógeno) + 300 (fosforo) + 400 (potasio)
 - (F) T6= 30 kg. de materia orgánica + 450 (Nitrógeno) + 400 (fosforo) + 600 (potasio).
- C1,C2,C3,C4,C5 = Contrastes Ortogonales

Definiendo los contrastes para las variables en estudio.

- C1: A vs B+C+D+E+F
- C2: B+C+D vs E+F
- C3: E vs F
- C4: B+C vs D
- C5: B vs C

Número de contrastes= $t-1=5$

Figura 8: Diagrama de contrastes ortogonales.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN PESO TOTAL DE LA COSECHA DE FRUTOS DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

Realizado el análisis de varianza para el peso de frutos de palto variedad Fuerte (Tabla 18), se encontró que, si existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, no se encontró diferencias entre bloques; por lo que se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey con probabilidad ($Pr \leq 0.05$) que nos posibilite ordenar los promedios. El coeficiente de variabilidad de 9.98% se consideró adecuado estadísticamente para el ensayo en campo al ser menor que 30%.

Tabla 18: Análisis de varianza para el peso total de cosecha de frutos de palto variedad Fuerte.

F. Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f_t 0.05	f_t 0.01	Sig.
Trat.	5	567.37	113.47	9.44	$f_t(5,15) = 2.90$	$f_t(5,15) = 4.56$	**
Bloques	3	10.11	3.37	0.28	$f_t(3,15) = 3.29$	$f_t(3,15) = 5.42$	N.S.
Error Exp.	15	180.39	12.03				
Total	23	757.87					
C.V. =	9.98	%	Media:	34.76			

Realizada la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) se determinó, que el tratamiento T6 (30 kg de materia orgánica + 450 N - 400 P - 600 K), es superior estadísticamente a los tratamientos T2 (30 kg de materia orgánica) y T1 (Testigo).

En la figura 9, se muestra el rendimiento expresado en kg., de frutos por tratamiento, donde se observa que el tratamiento T6 (30 kg M.O. + 450 N - 400 P - 600

K), es el que genera mayor rendimiento con 41.98 kg de frutos de palto variedad Fuerte, superando al tratamiento T1 con 26.83 kg respectivamente.

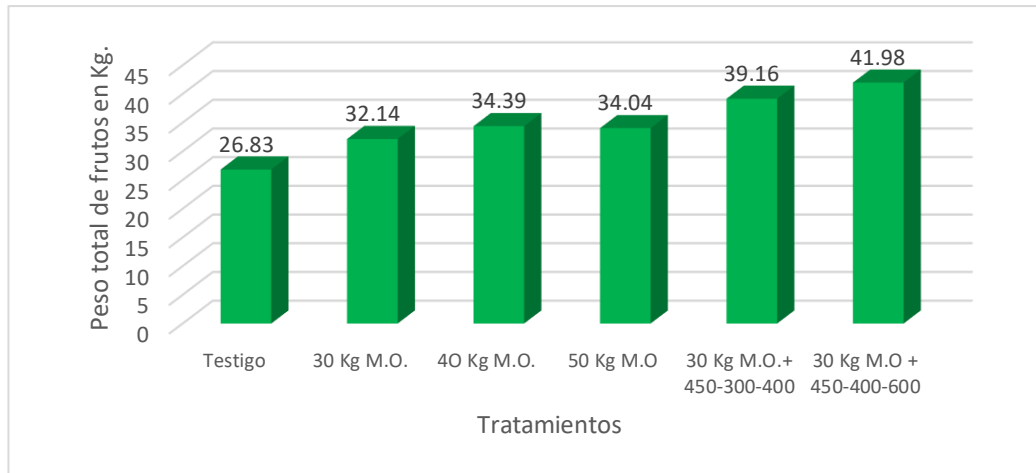


Figura 9: Peso total de cosecha frutos de palto variedad Fuerte.

Obteniendo los resultados, se muestra en el grafico que el tratamiento 6 tiene un peso total de frutos de 41.98 kilogramos, de tal modo podemos mencionar que alcanza una producción de 11628.46 kg/ha equivalente a 11.62 toneladas /ha.

Tabla 19: Realizada el contraste ortogonal para la variable peso total de la cosecha de frutos por tratamiento.

CONTRASTES	TRATAMIENTO					
	A	B	C	D	E	F
	107.314	128.578	137.552	136.174	156.637	167.909
C1 A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2 B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3 E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4 B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5 B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$r \sum_{i=1}^t C_i^2$	$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$	$SC_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$	$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$
120	-190.280	301.721	25.090 *
120	-169.030	238.093	19.799 *
8	-11.272	15.882	1.321
24	-6.218	1.611	0.134
8	-8.974	10.067	0.837



567.373

$f_t (0.05, 1, 15) = 4.54$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

Existe diferencia significativa entre utilizar y no utilizar abono orgánico versus abono orgánico enriquecido con abono inorgánico en la variable peso total de frutos por tratamientos de palta variedad fuerte.

4.2. DETERMINACIÓN DEL PESO DE FRUTO VERDE DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para el peso de fruto verde de palto variedad Fuerte, se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, esto nos indica que no hay diferencia entre los tratamientos en cuanto al peso total de fruto verde. El coeficiente de variación es de 4.80 % el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 20: Análisis de varianza para el peso de fruto verde de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	$f_t 0.05$	$f_t 0.01$	Sig.
Tratamientos	5	630.21	126.04	0.63	$f_t (5,15) = 2.90$	$f_t (5,15) = 4.56$	N.S.
Bloques	3	953.46	317.82	1.59	$f_t (3,15) = 3.29$	$f_t (3,15) = 5.42$	N.S.
Error Exp.	15	2991.29	199.42				
Total	23	4574.96					
C.V. =	4.80	%	Media=	293.96			

En la figura 10, se muestra el peso del fruto verde promedio expresado en gramos por tratamiento, donde se observa que los pesos del fruto verde no presentan una diferencia alta, y que el tratamiento 3 (40 kg de materia orgánica), obtuvo mayor peso en fruto con 303 g, siendo superior en comparación con los demás tratamientos orgánicos e inorgánicos.

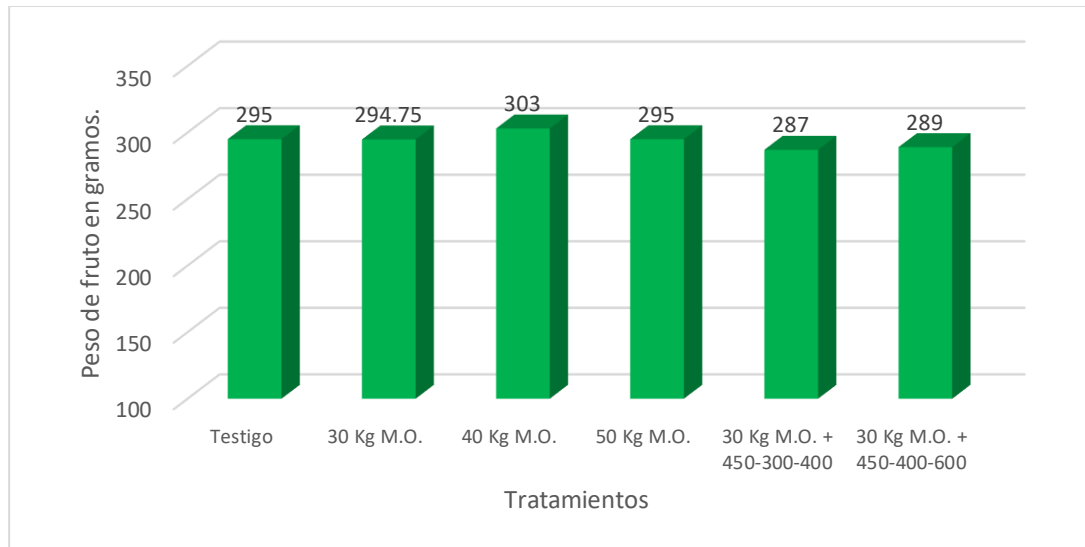


Figura 10: Peso promedio del fruto verde de palto variedad Fuerte.

Con respecto a la determinación de peso de fruto en gramos, López (2009) ha determinado pesos que van desde 162.50 g a 450 g utilizando fertilizantes inorgánicos y gallinaza en Loja Ecuador. En el presente estudio se han determinado pesos de frutos de palto variedad fuerte que van desde 287 g a 303 g no teniendo significancia para los tratamientos aplicados.

Flores (2011) en el trabajo realizado sobre caracterización de aguacate insitu clasifica los tamaños en base al peso del fruto en cinco categorías (muy grande, grande, mediana, pequeño y muy pequeño). Los datos obtenidos en el presente estudio, en cuanto al peso van desde 287 a 303 g pudiéndose clasificar dentro de la categoría media (250 a 350 g). Por otro lado Carranza (2016) clasificó paltos de la variedad fuerte, en referencia al peso entre primera y segunda categoría teniendo un promedio de 278.3 y 246.0 g, lo cual está comprendido dentro del calibre 14 que es considerado como fruto cosechable para exportación.

Tabla 21: Realizada el contraste ortogonal para la variable peso del fruto verde por tratamiento.

CONTRASTES	TRATAMIENTO					
	A	B	C	D	E	F
	1180.000	1179.000	1212.000	1180.000	1148.000	1156.000
A Vs						
C1 B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2 B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3 E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4 B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5 B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$$r \sum_{i=1}^t C_i^2$$

$$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$$

$$s_{C_i} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$$

$$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$$

120	25.000	5.208	0.026
120	230.000	440.833	2.211
8	-8.000	8.000	0.040
24	31.000	40.042	0.201
8	-33.000	136.125	0.683
		630.208	

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

No existe diferencia significativa entre utilizar y no utilizar abono orgánico versus abono orgánico enriquecido con abono inorgánico en la variable peso de frutos verdes por tratamientos de palto variedad fuerte.

4.3. NÚMERO DE FRUTOS DE VARIEDAD PALTO FUERTE POR TRATAMIENTO.

Realizado el análisis de varianza para el número de fruto de palto variedad Fuerte (Tabla 22), se encontró que, si existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos aplicados, mas no hay diferencia significativa entre bloques, dado que los tratamientos presentan diferencia significativa entre sí. Por lo que se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey con probabilidad ($Pr \leq 0.05$) que nos posibilite ordenar

los promedios. El coeficiente de variación es de 8.09% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 22: Análisis de varianza para el número de frutos por tratamiento de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f_t 0.05	f_t 0.01	Sig.
Trat.	5	7631.33	1526.27	16.64	$f_t(5,15) = 2.90$	$f_t(5,15) = 4.56$	**
Bloques	3	56.50	18.83	0.21	$f_t(3,15) = 3.29$	$f_t(3,15) = 5.42$	N.S.
Error Exp.	15	1376.00	91.73				
Total	23	9063.83					
C.V. =	8.09 %		Media=	118.42			

Realizada la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq .05$) se determinó, que los tratamientos T6 y T5 son similares estadísticamente y superiores a los tratamientos T2 y T1. Prueba efectuada al 95% de probabilidad.

Tabla 23: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para número de frutos por tratamiento de palto variedad Fuerte.

Tratamientos	Formulación	Promedios	Significancia ≤ 0.05			
T6	30 kg M.O. 450-400-600	145.00	a			
T5	30 kg M.O. 450-300-400	136.50	a	b		
T4	50 kg materia orgánica	115.75		b	c	
T3	40 kg materia orgánica	113.25			c	d
T2	30 kg materia orgánica	109.00			c	d e
T1	ninguna	91.00				e

En la figura 11, se muestra el número de frutos por tratamiento, donde se observa que los tratamientos presentan diferencia alta, donde el tratamiento 6 (30 Kg. M.O. + 450 N - 400 P - 600 K), obtuvo mayor número de frutos con 145 unidades, superando a los demás tratamientos orgánicos e inorgánicos y por último el testigo obtuvo 91 unidades de frutos.

Existe diferencia significativa para el número de frutos entre sin fertilizante y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.

Existe diferencia significativa en el uso de fertilizantes orgánico versus fertilizantes inorgánicos para el número de frutos de palto variedad fuerte.

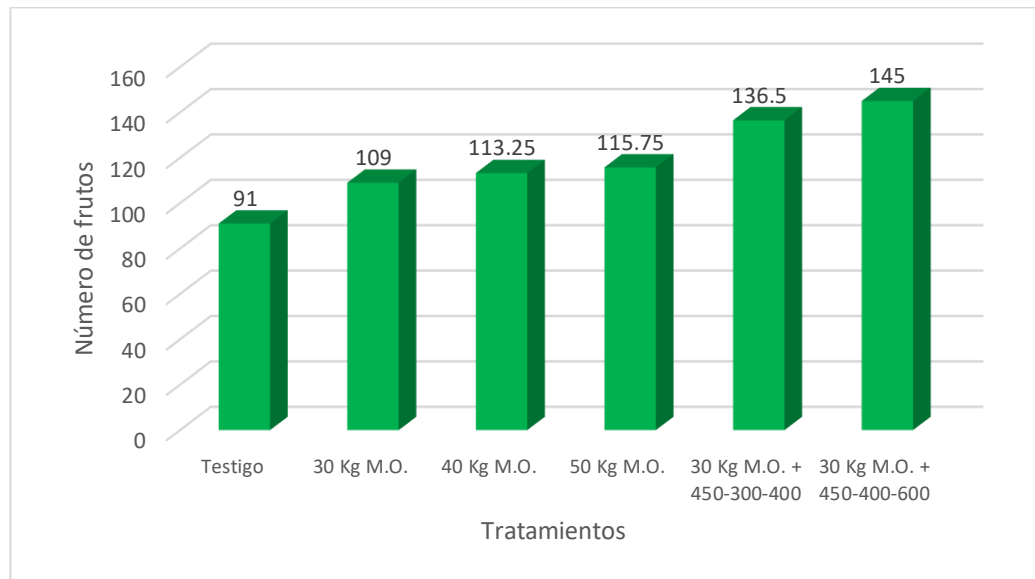


Figura 11: Número de frutos por tratamiento de palto variedad Fuerte.

Según los resultados obtenidos se observa una tendencia a elevar el rendimiento final incrementando los niveles de potasio. Para el caso en estudio con mayores niveles de potasio se han obtenido valores entre 91 frutos hasta 145 frutos/planta para el tratamiento T6, esto debido a los niveles de potasio aplicados al tratamiento.

Los resultados por Avilán Rovira *et al.*, (1978) refuerzan nuestros resultados obtenidos al señalar que los rendimientos expresados en número de frutos por planta estimados de acuerdo a la edad del árbol de 6 años produce 100 frutos por árbol, en otro ensayo realizado por el mismo autor obtuvo 180 frutos por árbol en la variedad Waldin aplicando un tratamiento de (40-40-80) de (N, P₂O₅ K₂O) respectivamente. Por otro lado López (2009) obtuvo el mayor número de frutos por árbol en el testigo con 112 frutos sin

ninguna aplicación de fertilizantes comparado con el tratamiento (T2) donde si aplicó una dosis de 667 gramos de fertilizante con la composición de (15-05-20-2) obteniendo de 106 a 75 frutos por árbol, lo cual implica que es necesario elevar las dosis de fertilización para lograr resultados favorables en el incremento de la producción para ese estudio.

Tabla 24: Contraste ortogonal para la variable número de frutos por tratamiento.

		TRATAMIENTO					
		A	B	C	D	E	F
CONTRASTES		364.000	436.000	453.000	463.000	546.000	580.000
C1	A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2	B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3	E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4	B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5	B Vs C	0	1	-1	0	0	0
$r \sum_{i=1}^t C_i^2$							
$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$							
$SC_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$							
$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$							
	120	-658.000			3608.033		39.332 *
	120	-674.000			3785.633		41.268 *
	8	-34.000			144.500		1.575
	24	-37.000			57.042		0.622
	8	-17.000			36.125		0.394
					7631.333		

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

Existe diferencia significativa para la variable de número de fruto con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.



4.4. DIÁMETRO DE FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para el diámetro de fruto de palto variedad Fuerte, (Tabla 25) se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, ni entre bloques. Se determinó un coeficiente de variación de 6.31% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 25: Análisis de varianza para el diámetro de fruto de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f _t 0.05	f _t 0.01	Sig.
Tratamientos	5	0.36	0.07	0.41	f _t (5,15) = 2.90	f _t (5,15) = 4.56	N.S.
Bloques	3	0.19	0.06	0.36	f _t (3,15) = 3.29	f _t (3,15) = 5.42	N.S.
Error Exp.	15	2.65	0.18				
Total	23	3.20					
C.V. =	6.31	%	Media=	6.65			

En la figura 12, se muestra el diámetro del fruto verde promedio expresado en centímetros, donde se observa que los diámetros del fruto verde no presentan una diferencia notable, donde el tratamiento T2 (30 kg M.O.), obtuvo mayor diámetro de fruto con 6.92 cm, superando mínimamente a los demás tratamientos orgánicos e inorgánicos.

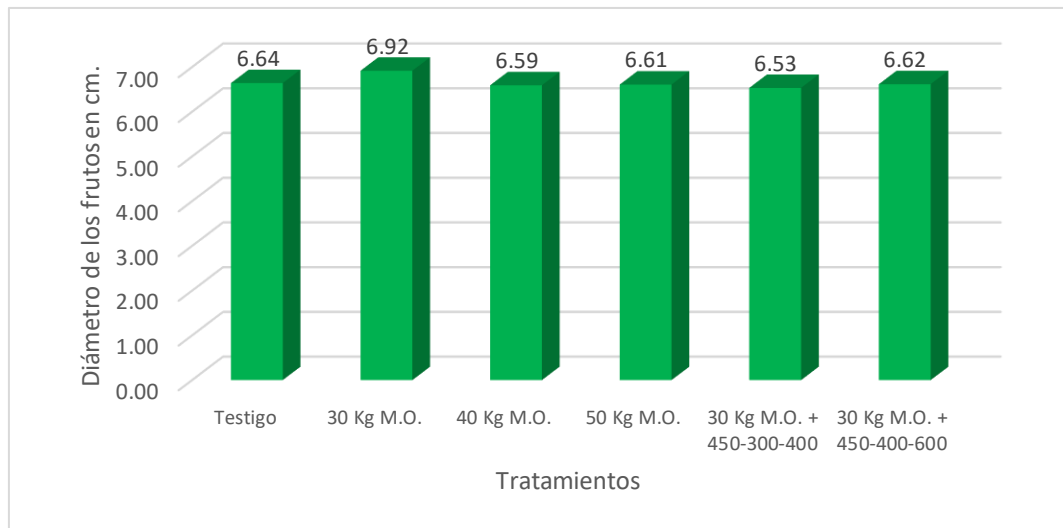


Figura 12: Diámetro del fruto verde de palto variedad Fuerte.

Según investigaciones reportadas por Carranza (2016) en la clasificación de diámetro del fruto para primera categoría en palto variedad fuerte se tiene un diámetro de 6.5 centímetros, lo cual es próximo a las dimensiones de (6.62 - 6.64) consideradas para calibre 14 para palta de exportación obtenidas en los tratamientos (T1 a T6) aplicados al cultivo de palto.

Tabla 26: Realizada el contraste ortogonal para la variable diámetro de fruto por tratamiento.

CONTRASTES	TRATAMIENTO					
	A	B	C	D	E	F
	26.57	27.67	26.37	26.43	26.13	26.47
C1 A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2 B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3 E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4 B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5 B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$r \sum_{i=1}^t C_i^2$	$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$	$SC_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$	$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$
120	-0.233	0.000	0.003
120	3.133	0.082	0.464
8	-0.333	0.014	0.079
24	1.167	0.057	0.322
8	1.300	0.211	1.198
		0.364	

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

No existe diferencia significativa para la variable diámetro de fruto con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.

4.5. ANÁLISIS DE LA LONGITUD DEL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para la longitud de fruto de palto variedad Fuerte (Tabla 27), se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, ni entre bloques. Se determinó un coeficiente de variación de 6.74% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 27: Análisis de varianza para la longitud de fruto de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f _t 0.05	f _t 0.01	Sig.
Tratamientos	5	2.14	0.43	0.69	f _t (5,15) = 2.90	f _t (5,15) = 4.56	N.S.
Bloques	3	2.69	0.90	1.45	f _t (3,15) = 3.29	f _t (3,15) = 5.42	N.S.
Error Exp.	15	9.29	0.62				
Total	23	14.13					
C.V. =	6.74	%	Media=	11.68			

En la figura 13, se muestra la longitud del fruto verde promedio expresado en centímetros, donde se observa que los diámetros del fruto verde no presentan una diferencia notable, entre los tratamientos orgánicos e inorgánicos.

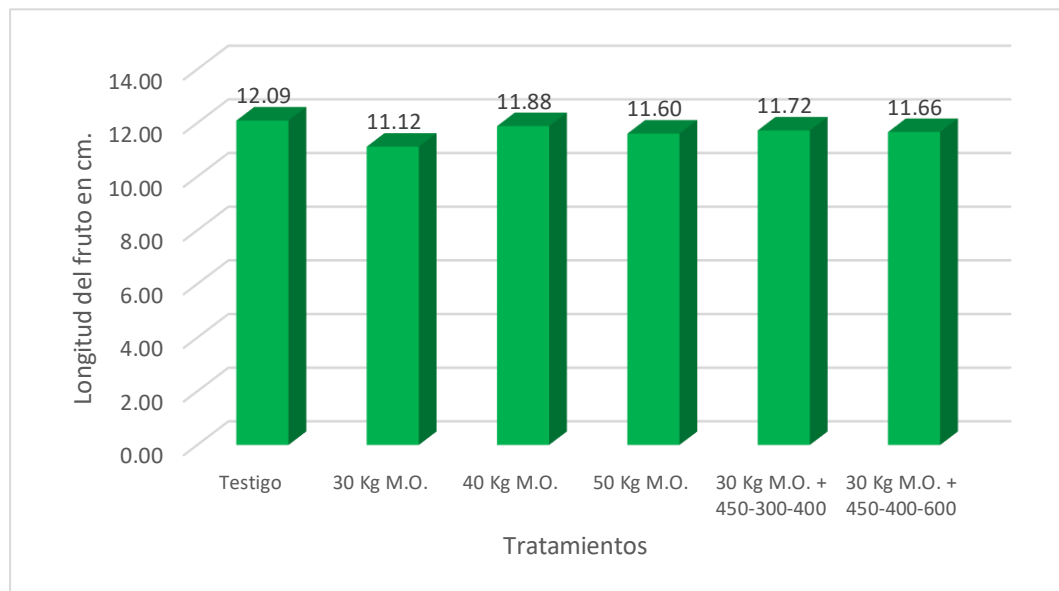


Figura 13: Longitud en centímetros del fruto verde de palto variedad Fuerte.

En el caso de longitud del fruto (López, 2009) logro tamaños que van desde 92.25 mm a 129.50 mm para diversos tratamientos sin considerar el calibre, en el presente estudio se ha determinado tamaños que van desde 11.12 cm a 12.09 cm tomando en cuenta las especificaciones comerciales (calibre 12-14) no siendo significativas para los tratamientos, presentando un coeficiente de variación aceptable de 6.74%.

Tabla 28: Realizada el contraste ortogonal para la variable longitud de fruto por tratamiento.

CONTRASTES	TRATAMIENTO					
	A	B	C	D	E	F
	48.37	44.47	47.53	46.42	46.88	46.65
C1 A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2 B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3 E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4 B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5 B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$r \sum_{i=1}^t C_i^2$	$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$	$s_{C_{ci}} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$	$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$
120	9.880	0.813	1.313
120	-3.777	0.119	0.192
8	0.230	0.007	0.011
24	-0.833	0.029	0.047
8	-3.067	1.176	1.898
		2.143	

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

No existe diferencia significativa para la variable longitud de fruto con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.

4.6. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para la cantidad de materia seca de fruto de palto variedad Fuerte (Tabla 29), se encontró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, ni entre bloques. Se determinó un coeficiente de variación de 8.62% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 29: Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca de fruto de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f _t 0.05	f _t 0.01	Sig.
Tratamientos	5	33.37	6.67	0.60	f _t (5,15) = 2.90	f _t (5,15) = 4.56	N.S.
Bloques	3	81.31	27.10	2.45	f _t (3,15) = 3.29	f _t (3,15) = 5.42	N.S.
Error Exp.	15	166.04	11.07				
Total	23	280.72					
C.V. =	8.62	%	Media=	38.59			

En la figura 14, se muestra el porcentaje de materia seca del fruto verde promedio, donde se observa que la materia seca del fruto verde no presenta una diferencia significativa entre los tratamientos orgánicos e inorgánicos.

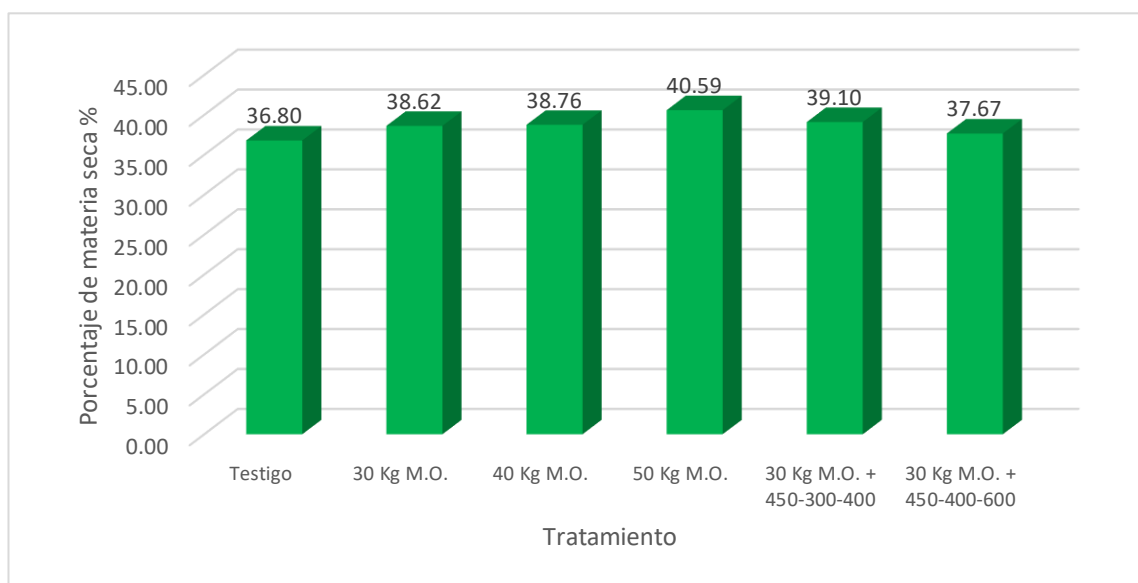


Figura 14: Porcentaje de materia seca del fruto de palto variedad Fuerte.

Carranza (2016) en su estudio de características físico químicas de los frutos de palto variedades Hass y Fuerte establece que los frutos de palto tienen un contenido promedio de materia seca entre 28.8% y 26.7% para la variedad fuerte lo cual nos permite establecer la cantidad de macronutrientes del fruto, mientras en el presente estudio se determinó porcentajes mayores entre (36.80% y 40.59%). Así mismo Torres (2017)

menciona que la variedad hass, en la semilla, la pulpa y la cáscara de palta, contienen 13, 67 y 20% de materia seca total del fruto respectivamente, representando los macronutrientes N, P y K representando el 1.19%, 0.35% y 1.96% de la materia seca total del fruto.

Tabla 30: Realizada el contraste ortogonal para el porcentaje de materia seca por tratamiento.

CONTRASTES		TRATAMIENTO					
		A	B	C	D	E	F
		147.20	154.49	155.02	162.36	156.41	150.67
C1	A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2	B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3	E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4	B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5	B Vs C	0	1	-1	0	0	0
$r \sum_{i=1}^t C_i^2$		$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$		$SC_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$		$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$	
120		-42.959		15.379		1.389	
120		22.501		4.219		0.381	
8		5.735		4.111		0.371	
24		-15.202		9.629		0.870	
8		-0.532		0.035		0.003	
				33.374			

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

No existe diferencia significativa para la variable porcentaje de materia seca por tratamiento con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.

4.7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NITRÓGENO EXTRAÍDO POR EL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para la cantidad de Nitrógeno extraído por el fruto de palto variedad Fuerte (Tabla 31), se encontró que existe diferencia entre los tratamientos aplicados. Por lo que se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey con probabilidad ($Pr \leq 0.05$) que nos posibilite ranquear los promedios. El coeficiente de variación es de 11.76% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 31: Análisis de varianza para el Nitrógeno extraído del fruto de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f _t 0.05	f _t 0.01	Sig.
Tratamientos	5	0.52	0.10	4.40	f _t (5,15) = 2.90	f _t (5,15) = 4.56	*
Bloques	3	0.04	0.01	0.60	f _t (3,15) = 3.29	f _t (3,15) = 5.42	N.S.
Error Exp.	15	0.35	0.02				
Total	23	0.91					
C.V. =	11.76	%	Media=	1.30			

Realizada la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) se determinó, que el tratamiento T6 (30 kg M.O. +450 N - 400 P - 600 K), es superior estadísticamente con el T1 (testigo), que tuvo menor porcentajes de absorción en nitrógeno.

Tabla 32: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para el Nitrógeno extraído del fruto de palto variedad Fuerte.

Tratamientos	Formulación	Promedios	significancia ≤ 0.05				
T6	30 kg M.O. 450-400-600	1.57	a				
T5	30 kg M.O. 450-300-400	1.36	a	b			
T4	50 kg materia orgánica	1.30	a	b	c		
T2	30 kg materia orgánica	1.29	a	b	c	d	
T3	40 kg materia orgánica	1.21		b	c	d	e
T1	Testigo	1.10		b	c	d	e

En la figura 15, se muestra el nitrógeno extraído por el fruto, presentan una diferencia significativa, donde en tratamiento 6 (30 Kg. M.O. + 450-400-600), que obtuvo mayor porcentaje de absorción de nitrógeno con 1.573 % superando al tratamiento 1 (testigo), que absorbió 1.095 % de nitrógeno que fue el más bajo.

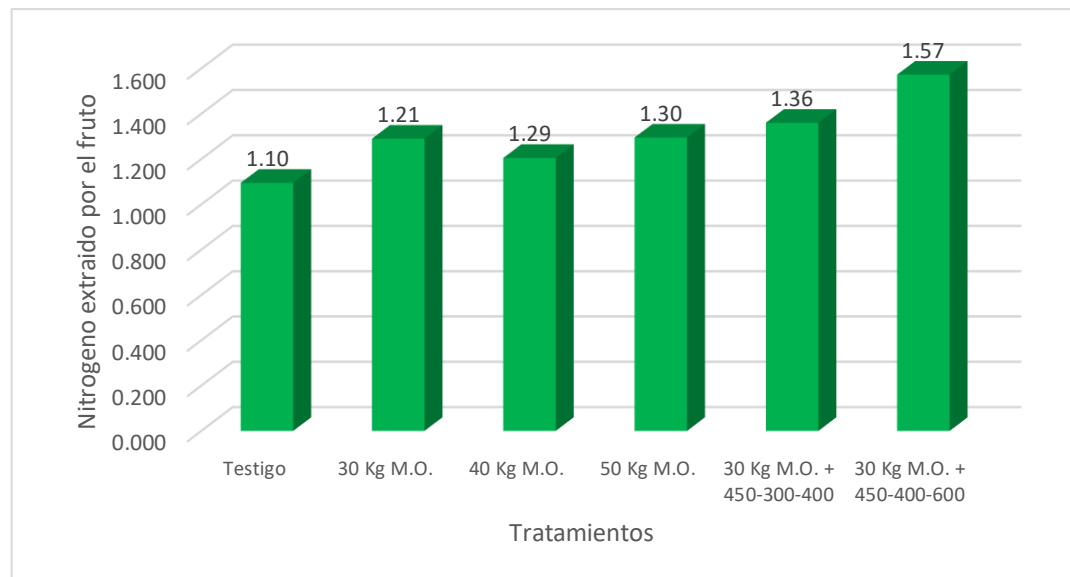


Figura 15: Nitrógeno extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.

Según los estudios realizados por Lahav y Kadman (1980) menciona que la base de nutrientes extraídos por una plantación de paltos que produce 10 ton/ha, todo el nitrógeno extraído será compensado por 55 kg/ha $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$ en cuanto a los nutrientes removidos desde una plantación de paltos con un rendimiento de 10 ton/ha de fruto el nitrógeno removido es 11,3 kg/ha. En muchas áreas los cultivadores de palto tienden a aplicar grandes cantidades de nitrógeno como por ejemplo en Israel muestra que el nitrógeno tal como $(\text{NH}_4 \text{SO}_3)$ reduce el pH del suelo.

Tabla 33: Realizada el contraste ortogonal para la variable nitrógenos extraído por fruto por tratamiento.

CONTRASTES		TRATAMIENTO					
		A	B	C	D	E	F
		4.38	5.16	4.82	5.18	5.44	6.29
C1	A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2	B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3	E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4	B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5	B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$r \sum_{i=1}^t C_i^2$	$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$	$sc_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$	$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$
120	-4.990	0.208	8.842 *
120	-4.870	0.198	8.421 *
8	-0.850	0.090	3.848
24	-0.380	0.006	0.256
8	0.340	0.014	0.616
		0.516	

$$f_t(0.05, 1, 15) = 4.54$$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

En el presente estudio los niveles de nitrógeno extraído en el fruto de palto variedad Fuerte van desde (1.09 % a 1.57 %) estando dentro de los rangos considerados normales; González (2002) presenta valores superiores (2.48% - 2.58% en nitrógeno en dos localidades de Cabildo y Llallay en Chile en un estudio para la variedad Hass, siendo valores muy próximos a los obtenidos en la presente tesis.

Lahav y Kadman (1980) determinó el efecto del nivel del nitrógeno sobre el rendimiento en cultivar Hass con un promedio de 131 Kg/Ha para una formulación de 320 N para los años de 1923 y 1995, en nuestro caso se ha determinado un promedio de 182.57 Kg/Ha de Nitrógeno, debido especialmente a las diferencias de la nutrición del palto y de los programas de fertilización.

Existe diferencia significativa para la variable porcentaje de materia seca por tratamiento con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.

4.8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL FÓSFORO EXTRAÍDO EN EL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para la cantidad de fósforo extraído por el fruto de palto variedad Fuerte (Tabla 34), se encontró que existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, dado que los tratamientos presentan diferencia significativa entre sí. Por lo que se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey con probabilidad ($Pr \leq 0.05$). El coeficiente de variación es de 21.66% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 34: Análisis de varianza para el fósforo extraído del fruto de palto variedad Fuerte.

F. Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f _t 0.05	f _t 0.01	Sig.
Tratamientos	5	0.40	0.08	37.97	f _t (5,15) = 2.90	f _t (5,15) = 4.56	**
Bloques	3	0.01	0.00	1.62	f _t (3,15) = 3.29	f _t (3,15) = 5.42	N.S.
Error Exp.	15	0.03	0.0021				
Total	23	0.44					
C.V. =		21.66 %	Media=	0.24			

Realizada la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) se determinó, que los tratamientos T6 y T5 son estadísticamente superiores y diferentes de los tratamientos T3, T2 y T1.

Tabla 35: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para el fósforo extraído del fruto de palto variedad Fuerte.

Tratamientos	Dosis	Promedios	Significancia ≤ 0.05		
T6	30Kg M.O. 450-400-600	0.33	a		
T5	30Kg M.O. 450-300-400	0.29	a	b	
T4	50Kg materia orgánica	0.24	b		c
T3	40Kg materia orgánica	0.23	c		d
T2	30 Kg materia orgánica	0.19	c		d e
T1	Testigo	0.18	e		

En la figura 16, se muestra el Fosforo extraído por el fruto, presentan una diferencia significativa entre tratamientos, donde el tratamiento 6 (30 Kg. M.O. + 450 N - 400 P - 600 K), absorbió más fosforo con 0.33 % superando a los demás tratamientos orgánicos e inorgánicos.

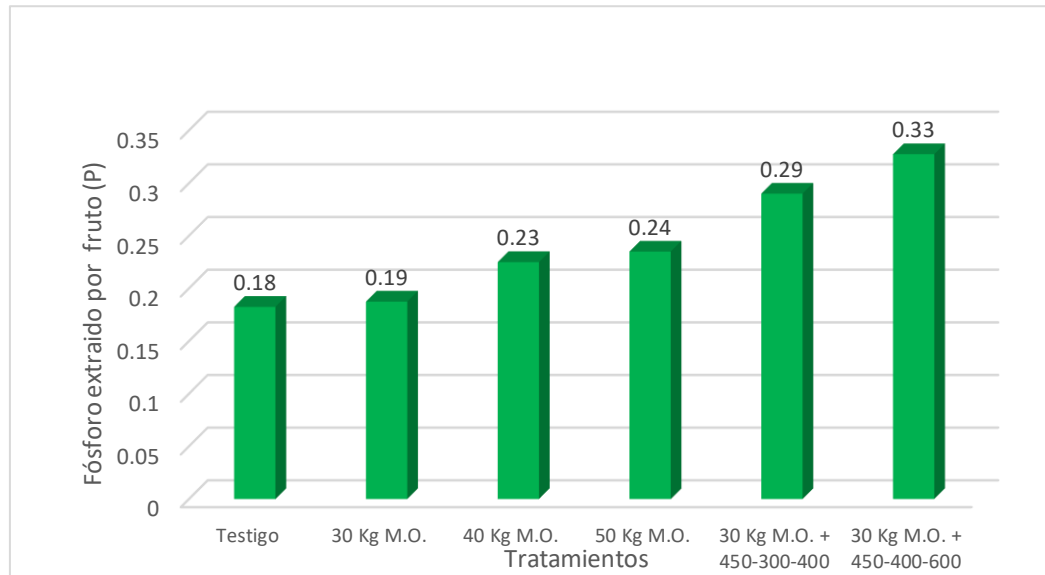


Figura 16: Fósforo extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.

Según Flores (2011) determina el contenido de Fosforo en un 0.26 % para uno de sus accesiones en estudio (A07) lo cual es muy similar a los contenidos de fosforo determinados en nuestro estudio para la variedad fuerte.

Tabla 36: Realizada el contraste ortogonal para la variable fósforo extraído por fruto por tratamiento.

CONTRASTES		TRATAMIENTO					
		A	B	C	D	E	F
		0.73	0.75	0.90	0.94	1.16	1.31
C1	A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2	B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3	E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4	B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5	B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$r \sum_{i=1}^t C_i^2$	$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$	$sc_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$	$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$
120	-1.410	0.017	7.946
120	-2.230	0.041	19.876 *
8	-0.150	0.003	1.349
24	-0.230	0.002	1.057
8	-0.150	0.003	1.349
		0.066	

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

Existe diferencia significativa para la variable fosforo extraído por fruto por tratamiento de materia seca por tratamiento con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.

4.9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL POTASIO EXTRAÍDO EN EL FRUTO DE PALTO VARIEDAD FUERTE POR TRATAMIENTO.

En el análisis de varianza para la cantidad de Potasio extraído por el fruto de palto variedad Fuerte (Tabla 37), se encontró que existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados. Por lo que se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey con probabilidad ($Pr \leq 0.05$) que nos posibilite ordenar los promedios. Se determinó un coeficiente de variación de 17.84% el cual es estadísticamente aceptable.

Tabla 37: Análisis de varianza para el Potasio extraído del fruto de palto variedad Fuerte.

F.Var.	G.L.	SC	CM	Fc	f _t 0.05	f _t 0.01	Sig.
Tratamientos	5	7.54	1.51	2.94	f _t (5,15) = 2.90	f _t (5,15) = 4.56	*
Bloques	3	4.76	1.59	3.10	f _t (3,15) = 3.29	f _t (3,15) = 5.42	N.S.
Error Exp.	15	7.69	0.51				
Total	23	20.00					
C.V. =	17.84	%	Media=	4.01			

Realizada la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) se determinó, que T6 Y T5 son estadísticamente superiores y diferentes de T3, T2 y T1. Prueba efectuada al 95% de probabilidad.

Tabla 38: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($Pr \leq 0.05$) para el potasio extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.

Tratamientos	Dosis	Promedios	Significancia ≤ 0.05
T6	30Kg M.O. 450 - 400 - 600	5.19	a
T5	30Kg M.O. 450 - 300 - 400	4.06	a b
T4	50Kg Materia orgánica	3.94	b c
T3	40Kg Materia orgánica	3.76	c d
T2	30 Kg Materia orgánica	3.44	c d e
T1	Testigo	3.69	e

En la figura 17, se muestra el potasio extraído en el fruto, donde se observa que el tratamiento T6 (30 Kg. M.O. + 450-400-600), obtuvo mayor absorción de potasio con 51.1875 % en comparación al testigo y el tratamiento T2 que tuvieron menor porcentaje de absorción de potasio.

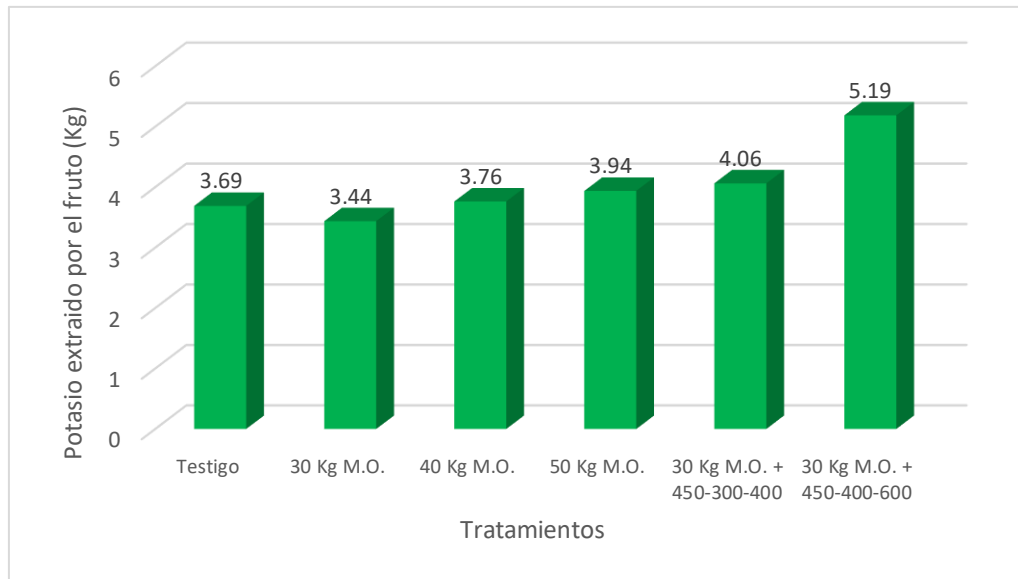


Figura 17: Potasio extraído en el fruto de palto variedad Fuerte.

Avilán et al, (1978) ha obtenido en diferentes tratamientos expresados en Kg/planta valores promedio entre 45.5% y 56.6 Kg/planta. Según los resultados obtenidos observa una tendencia a elevar el rendimiento final incrementando los niveles de potasio. Para el caso en estudio con mayores niveles de potasio se han obtenido valores de hasta 5.19 Kg/planta para el tratamiento T6, esto debido a los niveles de potasio aplicados al tratamiento.

Tabla 39: Realizada el contraste ortogonal para la variable potasio extraído por fruto por tratamiento.

CONTRASTES		TRATAMIENTO					
		A	B	C	D	E	F
		14.76	13.75	15.05	15.75	16.25	20.75
C1	A Vs B+C+D+E+F	5	-1	-1	-1	-1	-1
C2	B+C+D Vs E+F	0	2	2	2	-3	-3
C3	E Vs F	0	0	0	0	1	-1
C4	B+C Vs D	0	1	1	-2	0	0
C5	B Vs C	0	1	-1	0	0	0

$r \sum_{i=1}^t C_i^2$	$\sum_{i=1}^t (C_i * Y_i)$	$sc_{ci} = \frac{(\sum_{i=1}^t C_i * Y_i)^2}{r \sum_{i=1}^t C_i^2}$	$F_{ci} = \frac{CMc}{CMe}$
120	-7.750	0.501	0.976
120	-21.900	3.997	7.797
8	-4.500	2.531	4.938
24	-2.700	0.304	0.593
8	-1.300	0.211	0.412
		7.544	

$$f_{t(0.05,1,15)} = 4.54$$

Si $F_t \leq F_c$ se rechaza la H_0

Existe diferencia significativa para la variable porcentaje de potasio extraído por fruto por tratamiento con aplicación de abono orgánico y el uso de abono orgánico enriquecido con abono inorgánico.



V. CONCLUSIONES

- a) Comparando el abonamiento orgánico con el abonamiento orgánico enriquecido con el abonamiento inorgánico se mostró diferencias muy marcadas en la fertilización inorgánica en las siguientes variables como extracción de macronutrientes N-P-K, en número de frutos por árbol y peso de cosecha por tratamiento, siendo similares en peso promedio de fruto, diámetro, longitud de frutos y materia seca.
- b) La aplicación de macronutrientes al suelo como nitrógeno, fósforo y potasio enriquecido con materia orgánica produjo la elevación de los niveles de fertilidad del mismo, los tratamientos tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento del fruto con la aplicación del Tratamiento (T6) con la dosis aplicada de 30 kilogramos de Materia Orgánica más 450 de Nitrógeno, más 400 de Fosforo y 600 de Potasio kg/ha respectivamente , fraccionado en tres aplicaciones según la fenología del árbol del palto variedad Fuerte con un rendimiento mayor de fruto de 41.98 kilogramos de fruto por unidad experimental.
- c) El resultado de los análisis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en frutos de palto variedad Fuerte, se obtuvo para nitrógeno 1.57% que se encuentra dentro de los valores normales, y valores altos para fósforo con 0.33% y potasio con 5.19% , los valores normales para N, P y K se consideran (1.60-2.00), (0.08-0.25) y (0.75-2.00) respectivamente, lo que indica que las tendencias a elevar los rendimientos en función a los incrementos de los niveles de aplicación de nutrientes inorgánicos señalan las diferencias significativas.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar nuevas investigaciones de fertilización considerando el estudio de micronutrientes, del mismo modo se recomienda incrementar el número de tratamientos inorgánicos para mejorar la formulación de los niveles de fertilización.
- Se recomienda realizar el estudio de la fertilización orgánica e inorgánica en la variedad Hass y otras variedades promisorias, con la finalidad de mejorar los rendimientos, por consiguiente, incrementar los ingresos para el agricultor.
- Probar la Eficiencia de Riego por gravedad y Riego Tecnificado como parte imprescindible para la disolución de fertilizantes inorgánicos aplicados.
- Se recomienda continuar la experimentación en el Valle de Moquegua por lo menos durante dos campañas de producción para observar los efectos de alternancia que se presentan en el Palto Variedad Fuerte con la finalidad de alargar la vida productiva del árbol.
- Se recomienda el estudio de la caracterización Morfológica del Palto variedad Fuerte, para tener un registro fenológico más preciso que permita la aplicación oportuna de nutriente orgánicos e inorgánicos que permitan mejorar los índices de producción en el Valle de Moquegua.



VII. REFERENCIAS

- Avilán Rovira, L., Chirinos, A., y Figueroa, M. (1978). Exportación de Nutrientes por una Cosecha de Aguacate. Fundación servicio para el agricultor FUSAGRI - Caracas Venezuela.
- Baíza, V. H. (2003). Guía técnica del cultivo del aguacate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa MAG–Frutales. La Libertad, El Salvador. pp. 72.
- Bendezú, L. F. (2011). Manual del Cultivo de Plato. Proyecto " Desarrollo competitivo de las Unidades Agropecuarios Productivas en el Distrito de Caravelí- Arequipa. Caravelí-Arequipa: CV y Arte publicidad. pp. 100.
- Bergh, B., y Ellstrand, N. (1986). Taxonomy of the avocado. California Avocado Society Yearbook, 70, 135–145.
- Bernal, j., Díaz, c., y Tamayo, A. (2008). Tecnología Para El Cultivo Del Aguacate (Produmedios., Vols. 1-5, Vol. 5). Antioquia, Colombia: Corpoica. pp. 242.
- Cano, M., Torres, C., Vargas, M., Moreno, H., Cruzado, A., Huamaní, J., & Castilla, I. (1984). Análisis de Suelos, Tejido Vegetal, Aguas y Fertilizantes. Departamento de Suelos de la Estación Experimental Agrícola La Molina. Lima-Perú. pp. 121.
- Carranza, S. (2016). Características físico-químicas de los frutos de palta (*Persea americana* Mill., Vars. Hass y Fuerte) procedentes del valle Condebamba, al momento de su recolección. Tesis. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. pp.88.



- Demin, P. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego (primera Edición.). Catamarca-Argentina: Catamarca: INTA. pp.24.
- Embleton, T. W., y Jones, W. W. (1972). Development of nitrogen fertilizer programs for California avocados. Calif. Avocado Soc. Yrbk, 56, 90–96.
- FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso: Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión (2002.^a ed.). Food y Agriculture Org. pp.83.
- Fernández, R. (2010). Fundamentos del riego: manual y ejercicios. Sevilla: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla - España. pp.105.
- Flores, D. (2008). Cultivo de Palto, Manual práctico para productores (Proyecto Frutícola 2da Etapa.). Lima-Perú. pp.50.
- Flores, W. (2011). Caracterización morfoagronómica in situ de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) adaptado a la zona costera de El Salvador y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio (PhD Tesis). Universidad de El Salvador. pp.108.
- Franciosi, R. (2003). El palto. CIMAGRAF Lima - Perú. pp.226.
- Gardiazabal, F. (2004). Riego y nutrición en paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. 2º Seminario internacional de paltos. Quillota. Pp.29–30.
- Godínez, M., Martínez, M., Melgar, N., y Méndez, W. (2000). El cultivo del aguacate en Guatemala. *PROFRUTA*, MAGA, Guatemala, Guatemala.



- González, F. (2002). Efecto de la fertilización con N-P-K-Ca en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre su desarrollo, productividad y pos cosecha. Tesis. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota - Chile. pp. 124.
- González, C. (2018). Guía Técnica del cultivo el Aguacate (*Persea Americana* Mill.). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal " Enrique Álvarez Córdova" (CENTA). Gobierno del Salvador. Centro América. pp.25.
- Huaman, J. C. (2017). Informe por servicios profesionales en el cultivo de palto (*Persea americana*) cv. 'Hass' para exportación en la Empresa Agrícola Pampa Baja SAC. Tesis. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa- Perú. pp.221.
- IPGRI (Ed.). (1995). Descriptores para Aguacate (*Persea* spp.). International Board for Plant Genetic Resources. Roma- Italia. pp.60.
- Lahav, E., y Kadman, A. (1980). Avocado Fertilización. International Potash Institute. Volumen 6 . Universidad Nacional de Pensilvania-Estados Unidos. pp.23.
- Lavaire, E. (2013). Manual Técnico del cultivo de Aguacate en Honduras (*Persea americana* Mill). Tegucigalpa - Honduras. pp.60.
- León, J. (2000). Botánica de *los cultivos tropicales*. Agroamérica. ICCA. San José - Costa Rica pp.522
- López Daza, C. D. (2009). *Manejo de nutrición y fertilización del aguacate Persea americana en el cantón Pimampiro provincia de Imbabura* (B.S. thesis). Tesis. Universidad Nacional de Loja. Loja- Ecuador. pp.97.
- Lovatt, C. (2013). Hass avocado nutrition research in California. *Plant Physiology Department, University of California. Riverside: sn, 17–27.*



- MINSA. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Ministerio de Salud. pp.70.
- Quilla, J. (2014). *Influencia de la producción de palta (Persea americana) en el ingreso de los agricultores en el distrito de Samegua Región-Moquegua*. Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú. pp.155.
- Rebolledo, A., y Dorado, D. (2017). *Criterios para la definición de planes de fertilización en el cultivo de aguacate Hass con un enfoque tecnificado*. Mosquera- Colombia. pp.116.
- Rosecrance, R. C., Faber, B. A., y Lovatt, C. J. (2011). *Patterns of nutrient accumulation in 'Hass' avocado fruits*. HortTech. Better Chrops. Volumen 96. Pp.12-13.
- Salazar-García, S., y Lazcano-Ferrat, I. (2001). Identifying fruit mineral removal differences in four avocado cultivars. *Better Crops International*, 15(1), 28–31.
- Téliz, D. (2000). *El aguacate y su manejo integrado*. Mundi-Prensa. pp.246.
- Tenorio, J. (2007). *Manual Para-El Cultivo Del Palto (Persea americana)*. INICTEL-UNI-Perú. pp.28.
- Torres, A. (2017). *Manual del cultivo de Palto*. Instituto de Desarrollo Agropecuario. Boletín INIA N°13. Santiago - Chile. pp.118.
- Whiley, A. W., Schaffer, B., y Wolstenholme, B. N. (2002). *The Avocado: Botany, Producción, and Uses*. CABI. pp.456.



WEB GRAFIA

Álvarez, E. (2018). *Cultivo del Aguacate (Persea americana Miller)*. Recuperado a partir de:

http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Aguacate%202019.pdf

Viveros Brokaw. (2018). Viveros Brokaw. *21 DE SEPTIEMBRE*, 3. Recuperado a partir de: <http://viverosbrokaw.com>

ITIS. (2010). ITIS Standard Report Page: *Persea americana*. Recuperado a partir de: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=18154#null

WAO. 2016. El Maravilloso Mundo de la Cocina con Aguacates. Organización Mundial del Aguacate Recuperado a partir de: https://static.comunicae.com/files/notas/2018/06/1196172/1528142598_180604_WAO_NdP_espan_ol.pdf



ANEXOS

Anexo 1: Peso total de la cosecha por tratamiento (Kg).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	27.636	30.422	35.256	34.472	39.825	41.307
B2	26.048	29.92	36.153	34.126	38.184	47.558
B3	25.056	31.928	28.943	37.797	42.18	36.18
B4	28.574	36.308	37.2	29.779	36.448	42.864
ΣY_i	107.314	128.578	137.552	136.174	156.637	167.909

Anexo 2: Peso del fruto verde por tratamiento (g).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	282	287	312	278	295	281
B2	296	272	309	302	296	301
B3	288	307	281	293	285	270
B4	314	313	310	307	272	304
ΣY_i	1180	1179	1212	1180	1148	1156

Anexo 3: Número de frutos por tratamiento (unidades).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	98	106	113	124	135	147
B2	88	110	117	113	129	158
B3	87	104	103	129	148	134
B4	91	116	120	97	134	141
ΣY_i	364	436	453	463	546	580



Anexo 4: Diámetro de frutos por tratamiento (cm).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	6.57	7.10	6.23	6.20	6.60	6.30
B2	6.57	6.37	7.17	6.87	6.33	6.80
B3	6.80	7.43	6.07	6.10	6.90	6.83
B4	6.63	6.77	6.90	7.27	6.30	6.53
$\sum Y_i$	26.57	27.67	26.37	26.43	26.13	26.47

Anexo 5: Longitud de frutos por tratamiento (cm).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	11.60	12.03	12.83	10.78	11.22	13.22
B2	13.50	11.10	12.00	11.67	11.97	12.00
B3	11.53	10.70	10.77	11.73	11.63	10.87
B4	11.73	10.63	11.93	12.23	12.07	10.57
$\sum Y_i$	48.37	44.47	47.53	46.42	46.88	46.65

Anexo 6: Porcentaje de materia seca por tratamiento (%).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	36.81	38.40	42.54	40.47	36.87	35.48
B2	37.67	38.74	36.33	38.44	36.96	34.18
B3	40.06	42.40	44.07	44.82	38.16	40.37
B4	32.66	34.96	32.09	38.63	44.42	40.65
$\sum Y_i$	147.20	154.49	155.02	162.36	156.41	150.67



Anexo 7: Nitrógeno extraído por tratamiento (%).

Repetición	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	1.12	1.4	1.4	1.4	1.4	1.42
B2	1.26	1.1	1.26	1.26	1.26	1.65
B3	1.2	1.26	1.26	1.26	1.38	1.54
B4	0.8	1.4	0.9	1.26	1.4	1.68
$\sum Y_i$	4.38	5.16	4.82	5.18	5.44	6.29


Anexo 8: Fósforo extraído por fruto por tratamiento (%).

Repetición	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	0.20	0.20	0.23	0.20	0.22	0.24
B2	0.16	0.22	0.25	0.22	0.35	0.38
B3	0.18	0.16	0.20	0.25	0.38	0.34
B4	0.19	0.17	0.22	0.27	0.21	0.35
$\sum Y_i$	0.73	0.75	0.9	0.94	1.16	1.31

Anexo 9: Potasio extraído por fruto por tratamiento (%).


Repetición	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B1	3.75	3.75	4.5	4.25	6	6
B2	4.25	3	2.3	3.5	2.5	5.25
B3	3.26	4	4	3.75	3.5	5
B4	3.5	3	4.25	4.25	4.25	4.5
$\sum Y_i$	14.76	13.75	15.05	15.75	16.25	20.75

A. Resultados de Análisis de Fertilidad Inicial del Fundo La Chocolatea.



SERVICIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE SUELOS
INIA
La Fertilización adecuada es el primer paso para obtener un mayor rendimiento de los cultivos agrícolas.

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANALISIS
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima




Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Illpa - Puno

ANÁLISIS DE FERTILIDAD

Nombre : Danitza Betty Vásquez Jarita. Procedencia : Fundo La Chocolatea Valle Moquegua.
 Dirección : Fecha de Certificación : 15 de Diciembre del 2017.
 Fecha de Recepción : 06 de Diciembre del 2017.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANÁLISIS MECANICO				N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo: Agua 1:2.5			M.O. %	CO ₂ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				pH	C.E. mmhos/cm	AI (mg/100 gr)		
200A3	MI	30,32	13,12	56,56	FL	0,07	1,00	0,19	7,29	1,98	1,37	0,00	0,00

Referencias: Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California. División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 159p.
Conclusiones: La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.
Note: Cualquier corrección y/o emendación a esta presente documento. T= TRAZAS
Observaciones: (El Informe solo afecta a la muestra sometida a ensayo).




INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
Ing. JORGE CANPIJA ROJAS
Laboratorio Analista
SALCEDO


www.inia.gob.pe
Rinconada de Salcedo s/n
Puno. Puno. Perú
T: (051) 363-812

Los resultados son aplicables a estas muestras.

B. Resultados de Análisis de Fertilidad Final del Fundo La Chocolata.



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
OE. Principal: Av. La Molina 1981 - La Molina Lima




Intercambio de Información y Tecnología
Estación Experimental Illpa - Puno

ANÁLISIS DE FERTILIDAD

Nombre : Danitza Betty Vásquez Jarita. Procedencia : Fundo La Chocolata Valle Moquegua.
 Dirección : Fecha de Certificación : 08 de Junio del 2018.
 Fecha de Recepción : 28 de Mayo del 2018.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANÁLISIS MECÁNICO			N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo: Agua pH	T.S.S C.E. mmhos/cm	M.O. %	Al (mg/100 gr)	CO ₂ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %								
200A3	MI Fundo la Chocolata	30.32	13.12	56.56	0.04	7.00	89	6.75	2.06	1.17	0.00	0.00

Referencias: Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. - Sexta reimpresión, Octubre 1988. 195p.
Conclusiones: La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.
Nota: Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. T-1702AS
Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
Ing. JORGE CARRERA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
S A T C E P O

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe
Rinconada de Salcedo s/n
Puno. Puno. Perú
T: (051) 363-812



C. Resultados de Análisis Foliar en hojas de palto variedad fuerte.



SERVICIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE SUELOS
INIA

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANALISIS
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Ofic. Principal: Av La Molina 1981-La Molina Lima



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Illpa - Puno

SOLICITANTE :
DIRECCIÓN :
PROCEDECIA :
PRODUCTO :
VARIEDAD :
TAMAÑO DE MUESTREO :
MATERIAL DE AMARRE :
DESTINO :
LOTE :
ANÁLISIS SOLICITADO :
FECHA DE RECEPCIÓN :
FECHA DE CERTIFICACIÓN :

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
: Danitza Betty Vásquez Jarita.
:
: Fundo La Chocolate Valle Moquegua
: Hojas (palto) Variedad Fuerte.
:
: :01 Kilo aproximado.
:
:
:
: Determinaciones N,P,K,Mg.
: 06 de Diciembre del 2017
: 15 de Diciembre del 2017

RESULTADOS:
De acuerdo al reporte de análisis que obra en los archivos del Laboratorio, los resultados son:

N°LAB	338		Valores Normales
	MARCAS	Palto Fuerte	
N%	1,68	Normal	1,60-2,00
P%	0,19	Normal	0,08-0,25
K%	0,64	Bajo	0,75-2,00
Mg%	0,34	Normal	0,25-0,80

Métodos utilizados en el Laboratorio:
Nutrición Manual de Métodos Analíticos Jhon Bateman 1970.

Conclusiones:
La muestra analizada de Hojas **CUMPLE** con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:
Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO


Ing° JORGE GANJHUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe


Rinconada de Salcedo s/n
Puno. Puno. Perú
T: (051) 363-812

D. Resultados de Análisis de N-P-K realizado en frutos de palto variedad fuerte.



La fertilidad depende en el análisis de suelos agrícolas de mejores prácticas.

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Ofic. Principal: Av La Molina 1981-La Molina Lima



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Illpa - Puno

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Danitza Betty Vásquez Jarita.
DIRECCIÓN :
PROCEDENCIA : Fundo La Chocolate Valle Moquegua
PRODUCTO : Fruto (palto) Variedad Fuerte
VARIEDAD :
TAMAÑO DE MUESTREO : 01 Kilo aproximado.
ANÁLISIS SOLICITADO : Determinaciones N,P,K.
FECHA DE RECEPCIÓN : 02 de Abril del 2018
FECHA DE CERTIFICACIÓN : 12 de Abril del 2018

RESULTADOS:
De acuerdo al reporte de análisis que obra en los archivos del Laboratorio, los resultados son:


Tratamientos	Nitrógeno Total	Fósforo Total	Potasio Total
	%	%	%
T1B1	1,12	0,20	3,75
T1B2	1,26	0,16	4,25
T1B3	1,20	0,18	3,26
T1B4	0,80	0,19	3,50
T2B1	1,40	0,20	3,75
T2B2	1,10	0,22	3,00
T2B3	1,26	0,16	4,00
T2B4	1,40	0,17	3,00
T3B1	1,40	0,23	4,50
T3B2	1,26	0,25	2,30
T3B3	1,26	0,20	4,00
T3B4	0,90	0,22	4,25
T4B1	1,40	0,20	4,25
T4B2	1,26	0,22	3,50
T4B3	1,26	0,25	3,75
T4B4	1,26	0,27	4,25
T5B1	1,40	0,22	6,00
T5B2	1,26	0,35	2,50
T5B3	1,38	0,38	3,50
T5B4	1,40	0,21	4,25
T6B1	1,42	0,24	6,00
T6B2	1,65	0,38	5,25
T6B3	1,54	0,34	5,00
T6B4	1,68	0,35	4,50

Métodos utilizados en el Laboratorio:
Nutrición Manual de Métodos Analíticos Jhon Bateman 1970.

Conclusiones:
La muestra analizada de Fruto **CUMPLE** con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:
Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.

Los resultados son aplicables a estas muestras.



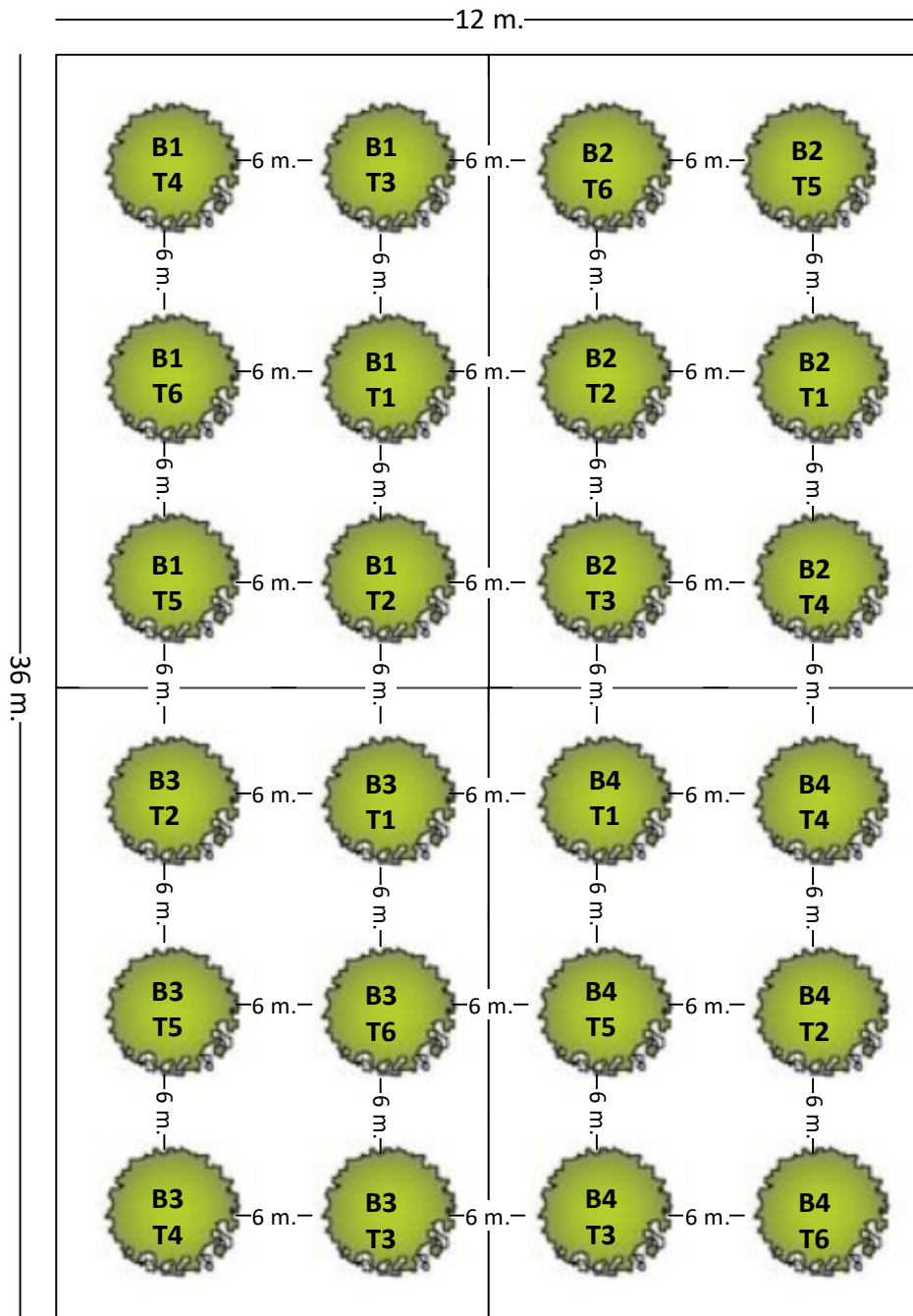
ING^o JORGE CANIHUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

Rinconada de Salcedo s/n
Puno. Puno. Perú
T: (051) 363-812

www.inia.gob.pe

E. Croquis de distribución de bloques y unidades experimentales para el estudio.

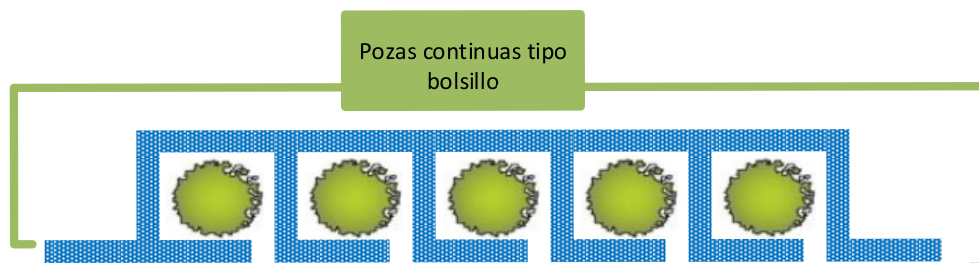
CROQUIS DE DISTRIBUCION DE BLOQUES Y UNIDADES EXPERIMENTALES PARA EL ESTUDIO DEL PALTO VARIEDAD FUERTE



Area total: 864 m²
N° de árboles por bloque: 6
N° de bloques: 4



F. Sistema de Riego por gravedad en palto variedad Fuerte de 6 años de edad.



G. Fases fenológicas del palto variedad Fuerte utilizada para el momento de la fertilización.

FASE VEGETATIVA							
	ESTADO A YEMA EN LATENCIA	ESTADO B YEMA HINCHADA	ESTADO C APARECE LA INFLORESCENCIA	ESTADO D1 BOTONES FLORALES EJE SECUNDARIO VISIBLE	ESTADO D2 BOTONES FLORALES EJE TERCIARIO VISIBLE	ESTADO E BOTON AMARILLO	
	FASE DE FLORACION						
		ESTADO F1 FLOR ABIERTA	ESTADO F2 FLOR CERRANDO	ESTADO F3 FLOR CERRADA	ESTADO F4 FLOR ABIERTA	ESTADO F5 FLOR CERRANDO	ESTADO F6 FLOR CERRADA
		FASE FEMENINA			FASE MASCULINA		
		FASE DE FRUCTIFICACION	ESTADO G MARCHITEZ DE TEPALOS		ESTADO H CUAJADO		ESTADO I FRUTO TIERNO

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura N° 1: Fundo “LA CHOCOLATA” Valle de Moquegua.



Figura N° 2: Callejón de ingreso hacia el Fundo.



Figura N° 3: Cultivo de palto variedad fuerte.



Figura N° 4: Etiquetado de los tratamientos.



Figura N° 5: Pesado de Materia Orgánica para los tratamientos.



Figura N° 6: Incorporación de Fertilizantes.



Figura N° 7: *Aplicación de Fertilizantes.*



Figura N° 8: *Dueño del Fundo “La Chocolate” Sr. Lucio Catarí.*



Figura N° 9: *Elaboración de pozas para el Sistema de Riego.*



Figura N° 10: *Sistema de Riego por gravedad tipo Bolsillo.*



Figura N° 11: *Curado del tronco con Sulfato de Cobre.*



Figura N° 12: *Presencia de Roña en el fruto del Palto.*



Figura N° 13: *Caída de frutos en la Fase de fructificación.*



Figura N° 14: *Cuajado de Frutos. de tesis.*



Figura N° 15: *Visita del Director de tesis.*



Figura N° 16: *Cosecha de frutos por Tratamientos.*



Figura N° 17: Cosecha de frutos de Palto variedad Fuerte del Fundo “La Chocolate”.



Figura 18: Cosecha de Frutos partenocarpicos en palta variedad fuerte.



Figura N° 19: Preparación de muestra de Suelo para el Análisis.



Figura N° 20: Muestras en Probeta para su análisis.



Figura N° 21: Marcado de los frutos por tratamiento.



Figura N° 22: Medición del diámetro Polar y Ecuatorial.



Figura N° 23: Inicio de Preparación de Muestras.



Figura N° 24: Pasos a Seguir para el análisis de Materia Seca.



CASCARA

PULPA

CUBIERTA DE LA SEMILLA

SEMILLA

Figura N° 25: Partes del futo del palto variedad fuerte: EPICARPIO (cascara), MESOCARPIO (parte comestible) y ENDOCARPIO (semilla).



CASCARA

PULPA

CUBIERTA DE LA SEMILLA

SEMILLA

Figura N° 26: Muestras preparadas para el análisis de N-P-K en el fruto de palta variedad Fuerte.