

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**EFEECTO DE COMPOST INOCULADO CON BACTERIAS DE
LOS GÉNEROS *Azotobacter* y *Novosphingobium* FIJADORAS
DE NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO DEL OLIVO**

**(*Olea europaea* L.) EN LA YARADA – TACNA,
2011-2012**

Trabajo de Tesis

Presentado por:

Bach. Paul Medina Bedoya

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Tacna – Perú
2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN


FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE COMPOST INOCULADO CON BACTERIAS DE LOS GÉNEROS
Azotobacter y Novosphingobium FIJADORAS DE NITRÓGENO EN EL
RENDIMIENTO DEL OLIVO (Olea europaea L.) EN LA YARADA -
TACNA, 2011-2012**

**Tesis sustentada y aprobada el 07 de Agosto del 2013, estando
integrado el jurado calificador por:**

PRESIDENTE:



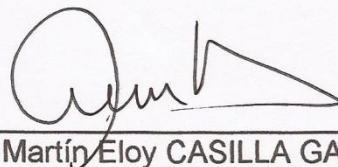
MSc. Magno Santos ROBLES TELLO

SECRETARIO:



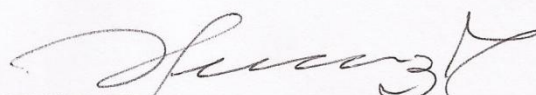
MSc. Redro Mario GÁLVEZ BRICEÑO

VOCAL:



MSc. Martín Eloy CASILLA GARCÍA

ASESOR:



MSc. Nivaldo NÚÑEZ TORREBLANCA

AGRADECIMIENTO

A Dios y mi familia por darme el apoyo y fuerza necesaria para seguir adelante con mis estudios y grados.

A mi asesor Nivardo Núñez Torreblanca y maestros por brindarme conocimientos y lecciones de vida durante mi permanencia en las aulas.

A la Empresa Biondi y Cía de Tacna y al Módulo de Servicios Tacna por darme la oportunidad de ser parte de este proyecto.

DEDICATORIA

Percy y Julia

*... No son suficientes las palabras para agradecer el apoyo incondicional
de mis padres, todo se lo debo a ellos.*

André

...Aunque de lejos me diste tu apoyo y fuerza, gracias por tus palabras.

Flor de María

*... Siempre creíste en mí, tu compañía y apoyo fueron esenciales en mi
desarrollo como persona y profesional.*

CONTENIDO

I.INTRODUCCIÓN.....	10
II.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1.Origen	12
2.2.Situación Taxonómica	13
2.3.Estructuras Vegetativas	14
2.3.1.El árbol	14
2.3.2.La hoja.....	14
2.3.3.La raíz.....	15
2.4.Estructuras reproductivas.....	16
2.4.1.La flor.....	16
2.4.2.El fruto.....	17
2.5.Adaptación al medio ambiente.....	18
2.5.1.Condiciones de clima	18
2.5.2.Condiciones de suelo.....	20
2.6.Fertilización	22
2.6.1.Análisis de suelo	22
2.6.2.Análisis foliares	23
2.6.2.1.Época de muestreo de hojas	25
2.7.Fertilización Nitrogenada	27
2.7.1.Rol del nitrógeno en el olivo	27
2.7.2.Asimilación de nitrógeno	28
2.7.3.Fertilización nitrogenada en plantas de olivo	29
2.7.4.Otros trabajos realizados en fertilización nitrogenada	31
2.8.Biofertilizantes	32
2.8.1.Papel de la rizosfera en la efectividad de los Biofertilizantes.....	33
2.9.Abonos orgánicos – compost	35
2.9.1.Compost	35
2.9.2.Factores del compostaje	36
2.9.2.1.Microorganismos.....	36

2.9.2.2.Temperatura	37
2.9.2.3.Humedad.....	38
2.9.2.4.Aireación.....	39
2.9.2.5.Relación Carbono/Nitrógeno	40
2.9.3.Proceso de compostaje	41
2.10.Fijación Biológica del Nitrógeno Atmosférico	42
2.11.Fijación Asociativa del Nitrógeno.....	44
2.11.1.Genero Azotobacter.....	45
2.11.1.1.Taxonomía	47
2.11.1.2.Acción del Azotobacter en la Filosfera.....	48
2.11.1.3.Efecto del Azotobacter en el rendimiento de las plantas	50
2.11.2.Genero Novosphingobium.....	52
III.MATERIALES Y MÉTODOS	55
3.1.Campo Experimental	55
3.1.1.Localización.....	55
3.1.2.Descripción.....	55
3.1.3.Características de suelo	56
3.1.6.Características de clima	58
3.2.Material Experimental	61
3.2.1.Compost	61
3.2.1.1.Estiércol.....	61
3.2.1.2.Restos de la poda del olivo	61
3.2.1.3.Trichoderma sp.....	62
3.2.1.4.Agua	62
3.2.2.Inoculo de Bacterias Nitrificantes	62
3.2.3.Plantas de Olivo	63
3.3.Factor en Estudio.....	63
3.4.Metodología	64
3.4.1.Diseño Experimental	64
3.4.2.VARIABLES EVALUADAS	65
3.4.3.Conducción del experimento	66

3.4.3.1.Poda de Olivos	66
3.4.3.2.Preparación del Campo.....	66
3.4.3.3.Riego	67
3.4.3.4.Fertilización y Abonamiento.....	67
3.4.3.5.Control Fitosanitario.....	68
3.4.3.6.Control de Malezas.....	70
3.4.3.7.Toma de Muestras de Suelo y Hojas	70
3.4.3.8.Cosecha.....	72
3.4.3.9.Calibración de la Aceituna Cosechada	73
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
4.1.Rendimientos	75
4.2.Calibre de frutos	79
4.2.1.Calibre de aceituna negra	79
4.2.2.Calibre de aceituna verde	83
4.3.Cantidad de nitrógeno en hoja.....	86
4.4.Cantidad de nitrógeno en suelo	90
V.CONCLUSIONES	93
VI.RECOMENDACIONES.....	95
VII.BIBLIOGRAFÍA.....	96
VIII.ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Interpretación de los niveles de nutrientes en hojas de olivo expresados en materia seca.....	24
Cuadro N° 02: Fertilización de plantas de olivo en producción.....	30
Cuadro N° 03: Fertilización en plantas jóvenes de olivo.....	32
Cuadro N° 04: Clasificación de las Bacterias Asociativas del Nitrógeno..	44
Cuadro N° 05: Evolución de la producción total y la variedad sevillana en el fundo San Martín De Porras (Kg/Ha).....	56
Cuadro N°06: Análisis físico – químico del suelo del Fundo San Martin de Porras – Tacna 2012.....	57
Cuadro N° 07: Promedios mensuales de temperatura máximas y mínimas en la zona de la Yarada años 2011 y 2012.....	59
Cuadro N° 08: Análisis de macroelementos en hoja de olivo.....	60
Cuadro N° 09: Tratamientos.....	63
Cuadro N° 10: Análisis de varianza de rendimientos (kg) por árbol de olivo en el fundo San Martín de Porras, La Yarada-Tacna 2011 2012.....	75
Cuadro N°12: Rendimientos expresados en Kg/ha según tratamientos...	78
Cuadro N° 13: Análisis de varianza de calibre promedios de aceituna negra en el fundo San Martín de Porras, La Yarada Tacna 2011 – 2012.....	79
Cuadro N°15: Porcentajes de frutos según calibres aceituna negra por tratamiento.....	81
Cuadro N°16: Análisis de varianza de calibres promedio de aceituna verde en el fundo San Martín de Porras, La Yarada – Tacna 2011 2012.....	83

Cuadro N°17: Porcentaje de frutos según calibre de aceituna verde por tratamientos.....	84
Cuadro N° 18: Cantidad de nitrógeno en hoja de olivo (%) por tratamiento durante el periodo de campaña 2011 – 2012.....	86
Cuadro N°19: Cantidad de nitrógeno (%) en suelo según tratamientos campaña 2011-2012	90
Cuadro N°20: Datos de rendimientos por planta y tratamiento expresado en kilogramos/planta.....	104
Cuadro N°21: Calibres promedio de aceituna negra por planta y tratamiento expresados en número de frutos/kilogramo.....	104
Cuadro N°22: Calibres promedio de aceituna verde por planta y tratamiento expresado en número de frutos/kilogramo.....	105
Cuadro N°23: Resultados del análisis de suelo al final de la campaña por tratamiento.....	105
Cuadro N°24: Cronograma de riego y fertilización de olivos.....	106
Cuadro N°25: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T5.....	109
Cuadro N°26: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T4.....	111
Cuadro N°27: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T3.....	113
Cuadro N°28: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T2.....	115
Cuadro N° 29: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T1.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Evolución estacional de la concentración de nutrientes en hojas de olivo.....	26
Figura N° 02: Respuesta a la aplicación de compost mejorado con bacterias nitrificantes en olivo variedad sevillana según rendimientos	77
Figura N°03: Representación gráfica de cantidades de frutos según los calibres de comercialización de aceituna negra	81
Figura N°04: Representación gráfica de cantidades de frutos según los calibres de comercialización de aceituna verde.....	84
Figura N°05: Representación gráfica de la concentración de nitrógeno en hoja de olivo (%) campaña 2011 – 2012	87
Figura N°06: Representación gráfica de los niveles de nitrógeno (%) en el suelo de olivo en campaña 2011- 2012	91

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se realizó en el fundo San Martín de Porras de la empresa BIONDI Y CIA DE TACNA, ubicado en la zona del centro poblado La Yarada en Distrito de Tacna, Región de Tacna durante la campaña de aceituna 2011 – 2012. El objetivo fue evaluar el efecto del compost mejorado con bacterias fijadoras de nitrógeno de los géneros Azotobacter y Novosphingobium en el rendimiento del olivo.

El material experimental utilizado fue un compost de hoja de olivo con las bacterias fijadoras de nitrógeno, en un diseño experimental aleatorio, con 5 tratamientos, el primero como testigo sin ninguna aplicación de fertilización nitrogenada, seguido del tratamiento con 16kg de compost por planta, el tercero con 32kg de compost por planta, el cuarto con 48kg de compost por planta y el último con fertilización nitrogenada química; a su vez se realizaron 8 repeticiones, totalizando 40 plantas en experimentación.

El campo experimental consta de 0.45 has con una densidad de siembra de 100 plantas por hectárea.

Los resultados demostraron que se encontró diferencia entre los rendimientos siendo el mejor la fertilización química, igualmente se encontró que los mejores niveles de nitrógeno en suelo y mejores calibres fueron del tratamiento con aplicación de 48kg de compost mejorado por olivo con 0,45% de N en suelo y calibres promedio de 294 frutos por kilogramo para aceituna verde y 179 frutos por kilogramo para aceituna negra.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura en los últimos años ha dado un cambio muy significativo con respecto a los productos con menores contaminantes en su producción, es así que surgen los cultivos orgánicos, propuesto por la agricultura orgánica y ecológica que es “un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica, y al mismo tiempo a minimizar el uso de los recursos no renovables y la no utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana” (FAO departamento económico y social 2007).

El cultivo del olivo en el Perú ha crecido en los últimos años debido a que es un cultivo muy rentable en las costas del sur del país llegando a exportar a Brasil, Chile, EEUU, Japón, Argentina, lo que manifiesta el crecimiento de la demanda de la aceituna peruana debido a su gran calidad; sin embargo, esta calidad está en función al procesamiento y sobre todo al manejo agronómico que se dé al cultivo por lo que un manejo mucho más integrado y ecológico brinda mejor calidad de aceituna.

El cultivo de olivo en Tacna se ha incrementado considerablemente en los últimos años, llegando a más de 15 mil hectáreas de olivo plantado con una media de producción de más de 7000 kg de aceituna por ha (Dirección Regional de Agricultura Tacna 2012) lo que conlleva a incrementar el uso de productos fitosanitarios y fertilizantes sintéticos.

La fertilización es quizá el principal problema de los olivicultores de la región para poder llevar un cultivo con manejo ecológico y dentro de esta fertilización la reposición del elemento nitrógeno es uno de los principales obstáculos, por lo cual con este estudio procuramos brindar una alternativa de solución para poder incorporar dicho elemento necesario para el crecimiento, desarrollo y producción del olivo, a través de la hipótesis de que un abono mejorado con bacterias nitrificantes logran sintetizar dicho elemento en el suelo y hacerlo disponible para que las raíces del olivo puedan absorberlo, incrementando el rendimiento.

Objetivo

- Evaluar el efecto del compost mejorado con bacterias de los géneros *Azotobacter* y *Novosphingobium* fijadoras de nitrógeno en el rendimiento del olivo (*Olea europaea* L.).

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen

El olivo es originario de la región geográfica que va desde el sur del Cáucaso hasta Irán, Palestina y costa de Siria, extendiéndose por Chipre y Creta hasta Egipto, poblándose todos los países ribereños del mar Mediterráneo. (Barranco et al., 1999)

Luego del descubrimiento del nuevo mundo y en la época de la colonización, el olivo fue traído a América por los españoles durante los siglos XVI y XVII por la Asociación Española de la Industria y Comercio Exportador de Aceite de oliva. (Castro et al., 1996)

En 1550 el olivo llega al Perú, junto con los primeros colonizadores españoles, siendo Don Antonio de Rivera quien trajo las primeras plantas procedentes de Aljarafe – Sevilla. En Lima se adaptó muy bien, y estas primeras plantas dieron origen a todos los olivares antiguos que actualmente existen en la costa peruana. (Diaz, 1998)

2.2. Situación Taxonómica

El olivo, *Olea europaea* L. pertenece a la familia botánica Oleaceae, que comprende especies de plantas distribuidas por las regiones tropicales y templadas del mundo. (Barranco et al., 1999)

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Sub - división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub clase	:	Metaclomideas
Orden	:	Oleales
Familia	:	Oleaceae
Género	:	Olea
Especie	:	<i>Olea europaea</i>
Nombre común	:	Olivo

2.3. Estructuras Vegetativas

2.3.1. El árbol

El olivo cultivado es un árbol de tamaño mediano, de unos 4 a 8 metros de altura, según la variedad. El tronco es grueso y la corteza de color gris a verde grisáceo. La ramificación natural tiende a producir una copa bastante densa.

Caracteres del árbol como la densidad de la copa, el porte, el color de la madera y la longitud de los entrenudos, varían según el cultivar. También la forma del árbol es influida en gran medida por las condiciones agronómicas y ambientales de su crecimiento y, en particular, por el tipo de poda. (Barranco et al., 2008)

2.3.2. La hoja

Las hojas del olivo son persistentes y normalmente sobreviven dos o tres años, aunque también permanecen en el árbol hojas de mayor edad. Son simples, de forma lanceolada y con bordes enteros.

La estructura anatómica de la hoja sirve en muchos aspectos para su adaptación a ambientes de alta transpiración, es decir, para

protegerla de la pérdida de agua. Por el haz, las hojas son de color verde-oscuro y brillan debido a la presencia de una gruesa cutícula. El envés tiene un color blanco-plateado porque está cubierto por pelos aparasolados. (Barranco et al., 2008)

2.3.3. La raíz

La morfología del sistema radicular del olivo depende por una parte del origen del árbol y por otra de las condiciones del suelo. Cuando el árbol nace de una semilla, se forma una raíz principal que domina el sistema radicular durante los primeros años. La mayoría de los arboles comerciales están producidos mediante el enraizamiento de estaquillas lo que produce múltiples raíces adventicias.

La absorción de agua y nutrientes ocurre en las zonas más jóvenes de las raíces, que son las zonas situadas inmediatamente detrás de los ápices radicales. Las raíces más jóvenes son de color blanco. (Barranco et al., 2008)

En los cultivos de regadío el sistema radicular es relativamente poco profundo y la mayor parte de raíces se concentran en los primeros 70cm de profundidad y solo unas pocas llegan a mayores profundidades. (Consejo Oleícola Internacional, 1996)

2.4. Estructuras reproductivas

2.4.1. La flor

Las flores son pequeñas y actinomorfas, con simetría regular. El cáliz, constituido por el conjunto de los sépalos, es un pequeño tubo campanulado de color blanco verdoso que se mantiene junto a la base del ovario después de la caída de pétalos. La corola está compuesta por cuatro pétalos blancos o blancos amarillentos unidos en su base.

Los estambres son dos y están insertados en la corola en orientación opuesta. Constan de un filamento corto y una antera relativamente grande. Los numerosos granos de polen se forman en el interior de las anteras tras la meiosis de las células madres del polen. (Barranco et al., 2008)

Se puede ver dos tipos de flores: flores perfectas o normales y flores masculinas o imperfectas. (Barranco et al., 1999)

Según Oriu 1959 sostiene que el factor más importante, que determina la formación de flores imperfectas es el factor nutrición. (Fernández Escobar, 2001)

2.4.2. El fruto

La aceituna es un fruto pequeño de forma elipsoidal a globosa. Normalmente mide de 1 a 4 cm de longitud y de 0,6 a 2cm de diámetro.

Botánicamente la aceituna es una drupa, se trata de un fruto con una sola semilla compuesto por tres tejidos principales: endocarpo, mesocarpo, y exocarpo. Los tejidos del fruto se desarrollan de ovario por los procesos de división, expansión y diferenciación celular, a partir de la fecundación y del cuajado inicial.

El endocarpo o hueso empieza a crecer a partir de la fecundación y aumenta de tamaño durante los dos mese siguientes.

En su estado maduro, el endocarpo está compuesto enteramente por células esclerificadas.

El mesocarpo también empieza a desarrollarse a partir de la fecundación y sigue creciendo hasta la maduración. Las células del mesocarpo son parenquimáticas, poco diferenciadas pero con una gran capacidad de crecimiento. El almacenamiento del aceite ocurre en las vacuolas de las células parenquimáticas. (Barranco et al., 2008)

2.5. Adaptación al medio ambiente

2.5.1. Condiciones de clima

El olivo proviene de un clima mediterráneo, el cual, a grandes rasgos, se caracteriza por presentar dos estaciones: una fría y húmeda, en la que se logra el receso o dormancia invernal, y la otra es calurosa y seca, que es cuando se produce la fructificación.

De acuerdo a la experiencia de los países mediterráneos, las temperaturas de fructificación no deben superar los 35°C ni inferiores a 25°C aunque el olivo es capaz de soportar altas temperaturas del orden de 40°C sin sufrir quemaduras, aunque su actividad se detiene con temperaturas mayores a los 35°C.

En temperaturas inferiores a 0° el cultivo sufre lesiones que pueden empeorar a partir de -6°C y ser muy grave si llega a -10°C.

Durante el periodo invernal se produce la acumulación de frío indispensable para que el olivo salga de la dormancia y alcance una floración uniforme, definiéndose la temperatura umbral de 12,5°C, bajo el cual se produce la acumulación de frío u horas frío (HF). (Francisco T. et al., 2003)

Para que la floración suceda exitosamente, deben darse temperaturas, en promedio, de 20°C en el día y una humedad relativa ambiental entre 60 y 80%. Si la humedad es inferior a 50%, la viabilidad del estigma se reduce a menos de tres días, lo cual es insuficiente para que se desarrolle el tubo polínico y la posterior cuaja de fruto. En este caso se produce una deshidratación del estigma. (Francisco T. et al., 2003)

La luz útil para la fotosíntesis se denomina PAR (radiación fotosintéticamente activa), corresponde a los fotones entre 400 y 700nm, la cual coincide con la luz visible, en Tacna un día claro de verano, las plantas de olivo pueden llegar a recibir más de 2000 μ moles de fotones por m^2 , sin embargo las plantas C_3 como el olivo

solo son capaces de utilizar el 30 a 40% saturándose muy rápido. Esto se debe básicamente a que existe otro factor limitante, la concentración de CO₂, que impide obtener la máxima capacidad fotosintética aun cuando exista luz disponible.

2.5.2. Condiciones de suelo

El olivo se adapta muy bien a todo tipo de suelos incluyendo marginales, aunque su productividad se ve disminuida cuando es cultivado en esas condiciones.

Se define suelos adecuados aquellos que tienen profundidad superior a 0,8m, donde el crecimiento de raíces no sea impedido por algún tertel o napa freática. Los suelos mullidos, de texturas franco a franco arenosas y con un contenido de materia orgánica superior al 2%, son los que representan una máxima potencialidad productiva de la especie. El olivo crece bien en suelos de reacción que van de moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 5,5 y 8,5) dentro de este rango, son preferibles aquellos suelos de pH inferior a 7,5 ya que con pH superior es difícil que la planta absorba, principalmente, los micronutrientes. (Francisco T. et al., 2003)

En un pH de 6 a 8 en el suelo la asimilación del nitrógeno es normal, fuera de estos rangos la asimilación es deficiente.

La tolerancia a la salinidad, definida por la conductividad eléctrica (C.E.), expresada en deciSiemens por metro (dS/m), es bastante elevada, tolerando hasta menos de 4dS/m sin que la potencialidad se afecte. Desde este valor hacia arriba, el rendimiento potencial disminuye proporcionalmente al incremento de la salinidad. (Francisco T. et al., 2003)

Los resultados de los análisis de suelo, suelen ser normalmente informativos y no determinantes exclusivamente a la hora de programar la fertilización que al existir una elevada concentración de un elemento no quiere decir que esté disponible para las plantas. En el caso del nitrógeno su concentración en el suelo varía debido a su gran movilidad disuelto en las aguas de lluvia o de riego por lo que un análisis de suelo no permite conocer las disponibilidades reales de este nutriente en los momentos necesarios en que debe ser absorbido por la planta. (Castro et al., 1996)

2.6. Fertilización

El suelo es un sistema bastante complejo con mecanismos de regulación del pH y de las concentraciones de los nutrientes que hace que no exista una relación directa entre los elementos que aportamos al suelo y los que no son absorbidos por la planta se pierde por lixiviación o en forma gaseosa y otros quedan bloqueados en el suelo sin que puedan ser aprovechados. (Navarro, 2001)

Como regla general, un abonado racional debe aportar tan solo los elementos nutritivos que requieran los árboles en un momento dado, y únicamente cuando existan pruebas de que esos elementos son necesarios, para tal determinación es necesario optar por métodos de medición los cuales pueden ser:

2.6.1. Análisis de suelo

El análisis de las características del suelo es una herramienta de gran utilidad para conocer las limitaciones del mismo para el establecimiento del olivar, pero de utilidad limitada para determinar necesidades nutritivas durante toda la vida de una plantación.

El análisis de la fertilidad del suelo realizado con cierta periodicidad puede resultar, no obstante, de utilidad pues permite conocer las variaciones producidas en el contenido de nutrientes disponibles, y resulta imprescindible para el diagnóstico de toxicidades causadas por un exceso de sales, en particular las debidas a excesos de sodio(Na), cloro(Cl) y boro (B). (Barranco et al., 2008)

2.6.2. Análisis foliares

El análisis foliar, es el análisis de una muestra de hojas de los árboles, es el mejor método de diagnóstico del estado nutritivo de una plantación.

El método se basa en los siguientes argumentos: 1) la hoja es el principal lugar de metabolismo de la planta; 2) los cambios en la aportación de nutrientes se reflejan en la composición de la hoja; 3) esos cambios son más pronunciados en ciertos estados de desarrollo; y 4) las concentraciones de nutrientes en la hoja en periodos específicos de crecimiento están relacionados con el comportamiento del cultivo; datos dados según Bould (1966).

La composición mineral de una hoja está determinada por muchos factores, entre ellos su estado de desarrollo, las condiciones climáticas, la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la distribución y actividad de las raíces, la cosecha y las condiciones de humedad del suelo. El análisis foliar refleja la integración de todos estos factores. (Barranco et al., 2008)

El cuadro N° 01 muestra el nivel de nutrientes en hojas de olivo.

Cuadro N° 01: Interpretación de los niveles de nutrientes en hojas de olivo expresados en materia seca.

Elemento	Deficiente	Adecuado	Tóxico
Nitrógeno, N (%)	1,4	1,5 - 2,0	--
Fósforo, P (%)	0,05	0,1 - 0,3	--
Potasio, K (%)	0,4	>0,8	--
Calcio, Ca (%)	0,3	>1	--
Magnesio, Mg (%)	0,08	>0,1	--
Manganeso, Mn (ppm)	--	>20	--
Cinc, Zn (ppm)	--	>10	--
Cobre, Cu (ppm)	--	>4	--
Boro, B(ppm)	14	19-150	185
Sodio, Na (%)	--	--	>0,2
Cloro, Cl (%)	--	--	>0,5

Fuente: Champan (1966), Childers (1966), y Beutel et al. (1983)

2.6.2.1. Época de muestreo de hojas

En el olivo se pueden encontrar hojas de tres edades diferentes: del año, de un año y de dos años. Las funciones fisiológicas y el contenido de nutrientes en cada una de ellas varían, por lo que no pueden tomarse una muestra de hojas totalmente al azar. El contenido mineral de una hoja tampoco permanece constante durante el ciclo anual, sino que sufre variaciones que están relacionadas con la fenología del árbol. Por ejemplo, los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio disminuyen en las hojas del año desde la brotación en primavera hasta finales del verano, para aumentar después durante el otoño y el invierno, a excepción del potasio cuya concentración permanece estable durante esa época. (Barranco et al., 2008)

La figura 01 muestra la evolución estacional de macronutrientes y micronutrientes en hojas de olivo.

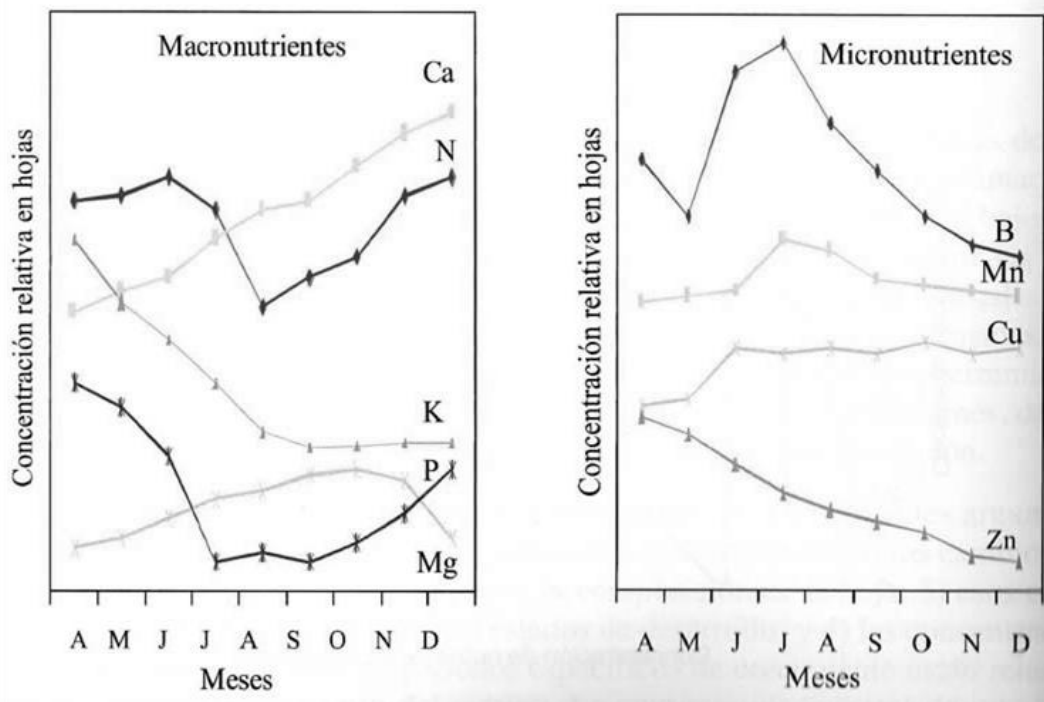


Figura Nº 01: Evolución estacional de la concentración de nutrientes en hojas de olivo.

Fuente: Fernández et al., 1999

El muestreo debe realizarse en una época en la que las concentraciones de los elementos en hoja sean estables. Esto sucede en el olivo durante el reposo invernal. Las hojas que deben muestrearse para el análisis son aquellas totalmente expandidas, procedentes de brotes sin frutos y de una edad comprendida entre los 3 y 5 meses. (Barranco et al., 2008)

2.7. Fertilización Nitrogenada

2.7.1. Rol del nitrógeno en el olivo

El papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de la molécula proteicas, además, indica que el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como las purinas, pirimidinas, porfinas y coenzimas. Los dos primeros se encuentran en los ácidos nucleicos RNA y DNA esenciales para la síntesis de las proteínas. (Devlin, 1982)

En el cultivo del olivo el nitrógeno constituye el más importante de los factores nutricionales que limitan la producción, sobre todo cuando la temperatura y la humedad y otros nutrientes resultan favorables al crecimiento del árbol y a su fructificación.

Según crece la disponibilidad de nitrógeno en el olivo se observa lo siguiente: (II Seminario Oleícola Internacional, 1975)

- La cantidad de clorofila y el número de cloroplastos en la célula de la hoja aumentan.
- Aumentan en número y tamaño de hoja.
- Crece la superficie fructífera y ramas fructíferas.

- No afecta el número de inflorescencias por rama fructífera, aunque aumenta el tamaño de la inflorescencia y el número de flores.
- Aumenta considerablemente el número de flores perfectas.
- Correlacionadamente con el aumento de fructificación existe una disminución en el tamaño de los frutos formados.
- Aumenta la cosecha y retrasa la maduración.

El nitrógeno es indispensable en todas las fases de crecimiento, en especial desde la brotación hasta el endurecimiento del hueso. (Castro et al., 1996)

Cantidades muy importantes de nitrógeno son necesarias (en invierno y primavera) para el crecimiento de las ramas, la formación de nuevas hojas y la floración.

2.7.2. Asimilación de nitrógeno

El nitrógeno está presente en diferentes formas en la biosfera. La atmósfera contiene aproximadamente un 78 % de nitrógeno molecular (N₂). Sin embargo, la mayor parte de este gran reservorio de nitrógeno no está directamente disponible para los organismos.

La adquisición del nitrógeno de la atmósfera requiere la ruptura del enlace triple covalente entre dos átomos de nitrógeno ($N\equiv N$) para producir amonio.

La asimilación de nitrógeno consiste en la incorporación del NH_4^+ a moléculas orgánicas. El NH_4^+ puede ser absorbido como tal, de la reducción del NO_3^- que las plantas absorben, o del N_2 atmosférico que bacterias asociadas a plantas son capaces de reducir. (Monza y Marquez, 2004)

La absorción de nitrógeno de la manera NH_4^+ es mucho mayor que como NO_3^- . Llegando a la conclusión de que es más conveniente usar NH_4^+ como fertilizante. No obstante, hay que considerar el rápido proceso de oxidación (nitrificación) desde amonio a nitrato. (Coordetacna, 1988)

2.7.3. Fertilización nitrogenada en plantas de olivo

El objetivo al planificar un programa de fertilización es mantener los elementos minerales dentro del nivel adecuado indicado en el cuadro N° 01, minimizando el uso de fertilizantes en la plantación y conseguir una mayor producción.

Los terrenos están bien dotados de los principales elementos nutritivos, cuando la cantidad de nitrógeno es aproximadamente el 0,1%. (Ibar, 1998)

Las dosis de mantenimiento en función de la producción media de la plantación, son de 0,6 y 1kg de nitrógeno por olivo, siendo la primera para producciones menores a 25 kg de aceituna por árbol. Estas cantidades dadas para niveles de mantención donde las cantidades de nitrógeno en hoja de olivo están dentro del rango indicado en el cuadro N° 01. El cuadro N° 02 muestra las cantidades de N P K, de acuerdo a la producción de aceituna por árbol desde los 10 años en adelante.

Cuadro N° 02: Fertilización de plantas de olivo en producción.

Producción árbol / Kg	N Kg / árbol	P Kg / árbol	K Kg / árbol
0 - 50	0,4	0,3	0,4
50 - 100	0,8	0,5	0,6
100 - 150	1,2	0,8	1,1
150 - 200	1,8	1,1	1,5
> de 200	2,2	1,5	2,1

Fuente: Cordetacna, 1988

No existe una fórmula exacta para aplicar las dosis de fertilización, tratándose de árboles en producción como medida prácticas se aplican las cantidades dadas en el cuadro N° 02; sin embargo, hay que tener en cuenta el análisis de suelo y foliar.

Para mejorar la asimilación del nitrógeno por la planta es preferible fraccionar el nitrógeno en varias aplicaciones, pues minimiza las pérdidas y el árbol suele asimilarlo mejor. De acuerdo a cada sistema de riego es necesario dividirlo en 3 o 4 partes para riego por gravedad y en un programa de fertirriego para un riego presurizado.

2.7.4. Otros trabajos realizados en fertilización nitrogenada

Las cantidades de Nitrógeno, Fosforo y Potasio para el cultivo del olivo en los primeros años, según Sotomayor (1998), está dado de acuerdo al cuadro N° 03.

Cuadro Nº 03: Fertilización en plantas jóvenes de olivo.

Elementos nutritivos gramos /árbol /año			
Edad (años)	N	P₂O₅	K₂O
1	100	100	100
2	200	200	200
3	300	300	300

Fuente: Sotomayor E. 1998

A partir del cuarto año de edad de la planta se aplica por cada 30 Kg de producción lo siguiente en gramos / árbol / año: 100N; 66,6 P₂O₅; 133,3 K₂O.

En condiciones en España se logró determinar la cantidad necesaria de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, para olivos en producción, teniendo en cuenta la cantidad precisa para obtener 100 kg de aceituna siendo: 0,9 kg de N; 0,2 kg de P₂O₅ y 1 kg de K₂O. (Ibar ,1998)

2.8. Biofertilizantes

Los biofertilizantes pueden definirse como productos a base de microorganismos que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas y que al incrementar sus poblaciones por medio de la

inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de las sustancias nutritivas que necesitan para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales o promotoras del crecimiento. Ferrer y Herrera (1991), Ruíz et al. (1993) y Hernández (1997), agrupan en este concepto a todos los organismos vivos capaces de brindar algún beneficio a las plantas y los clasifican en dos grandes grupos: los de acción directa, entre los que se encuentran los microorganismos fijadores simbióticos de nitrógeno y las Micorriza Vesículo Arbuscular (MVA) y las de acción indirecta que incluyen los solubilizadores de fósforo, los fijadores de nitrógeno atmosférico de vida libre y los estimuladores de crecimiento vegetal, representados por varios géneros.

2.8.1. Papel de la rizosfera en la efectividad de los Biofertilizantes

La primera definición de la rizosfera fue dada por Hitner (1904) y se limita a la interacción existente entre bacterias y raíces de plantas leguminosas. Hoy el concepto es mucho más amplio. Lynch (1990) propuso la división de la rizosfera en endorizosfera (tejidos conductores como xilema y floema, endodermis, epidermis y extremo de la raíz) y ectorizosfera (pelos radicales, mucílagos

exudados por la planta y los microorganismos, restos de células de la raíz y la superficie de la raíz o rizosfera). Se concibe también el término espermosfera para nombrar a la zona que rodea a la semilla en estado de germinación, donde los microorganismos desarrollan una intensa actividad que afecta el futuro desarrollo de la planta; en los últimos tiempos se considera que en esta fase comienza realmente la actividad rizosférica. (Martínez y Dibut 1986)

Por otra parte, el concepto de colonización microbiana de la rizosfera comprende dos fases (Merck et al., 1993): una primera etapa, donde los microorganismos comienzan a distribuirse paralelamente al crecimiento de la raíz, disminuyendo la población a medida que la raíz se aleja de la zona germinada. Una segunda fase en la que se produce la multiplicación y la supervivencia de las poblaciones microbianas hasta el límite del nicho ecológico y que tiene lugar durante y después de la primera fase; los microorganismos no están distribuidos de manera uniforme sobre la superficie de la raíz, sino que se localizan en determinados puntos (microambiente) de la misma, que poseen mayor actividad segregante de materia orgánica (exudados radicales). En general, se considera que solo entre el 4 y 10 % de la superficie de la raíz está colonizada por microorganismos.

El sistema radical de las plantas ejerce varios efectos sobre la micro población edáfica; así, hay efectos indirectos, producidos por la actividad de las raíces al modificar la estructura del suelo, el régimen hídrico, el pH, la concentración de elementos nutritivos y la composición de la atmósfera del suelo. (Martínez et al., 1999).

2.9. Abonos orgánicos – compost

2.9.1. Compost

El compost o mantillo se fabrica mediante la fermentación aerobia controlada en montones de una mezcla de materias orgánicas, a las que se pueden añadir pequeñas cantidades de tierra o rocas naturales trituradas, al igual que ocurre con el estiércol (Sztern, 1999).

La elaboración de este mantillo permite la obtención de humus y el reciclaje de materiales orgánicos ajenos a la propia parcela, y está indicada en los casos en que la transformación de los restos de cosechas en el mismo lugar es complicada por razones como (Sztern, 1999):

- Existencia de una excesiva cantidad de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.
- Encontrarnos con residuos muy celulósicos, que harían previsible un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo ("hambre de nitrógeno").
- Disponer de suelos con escasa actividad biológica o con facilidad para la mineralización directa.

2.9.2. Factores del compostaje

Los factores que gobiernan al compostaje son: los microorganismos, la humedad, la aireación, la temperatura, y la relación carbono nitrógeno. (Fauba, 1999)

2.9.2.1. Microorganismos

Algunos de los microorganismos aislados del compost están presentes dentro de grupos como:

- Bacterias Mesófilas
- Bacterias Termófilas
- Actinomicetos Termófilos

- Hongos Mesófilos
- Hongos Termófilos

La conversión de la materia orgánica cruda biodegradable en materia orgánica unificada, es llevada a cabo por los microorganismos ya mencionados. (Fauba, 1999)

La descomposición de la materia orgánica tiene dos funciones para la microflora: Abastecerla de la energía suficiente para el crecimiento y suministrar el carbono necesario para la formación de nuevos materiales celulares. (Alexander, 1980)

2.9.2.2. Temperatura

El metabolismo de los microorganismos es exotérmico. De manera que cierto grupo de microorganismos tiene franjas de temperatura óptima de desenvolvimiento.

- Temperatura mesofílica I: mayor tasa de crecimiento en el inicio del proceso.

- Temperatura termofílica: Produce muerte de microorganismos mesófilos por temperaturas superiores a 45°C se presenta una máxima sanitización como también, tasa de degradación en el proceso. (Palmisano y Barlaz, 1996)
- Temperatura mesofílica II: la población de actinomicetos y hongos aumenta y las moléculas complejas son degradadas por enzimas extracelulares por descenso de temperatura inferior a 35 °C se presenta una máxima diversidad microbial, para que se obtenga un producto con condiciones estables. (Bertoldi et al., 1996)

La temperatura en general óptima de descomposición se ubica entre rangos de 50 a 70°C. (Fauba, 1999)

2.9.2.3. Humedad

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico; es decir, se produciría una putrefacción de la materia orgánica.

Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%. (Aubert C., 1998.)

Debajo del 12 % de humedad, cesa prácticamente la actividad microbiológica, tornándose el proceso de descomposición muy lento aun antes del límite del 12%. (Fuentes et al., 1980)

2.9.2.4. Aireación

El compostaje es un proceso aeróbico por lo que la presencia de oxígeno es esencial y permite oxidar rápidamente la materia orgánica lográndose una transformación sin malos olores. (Fuentes et al., 1980)

Para lograr mantener el oxígeno en todo el proceso se realiza el llamado volteo de capas (la capa inferior hacia arriba

y la superior hacia abajo) repitiendo esta operación unas 4 a 5 veces durante todo el proceso. (Guerrero, 1993)

2.9.2.5. Relación Carbono/Nitrógeno

El carbono es una fuente de energía y constituye alrededor del 50% del contenido celular microbiano. El nitrógeno es un componente crucial de proteínas, además de ser esencial para brindar un buen crecimiento y desarrollo de los microorganismos.

Cuando hay muy poco nitrógeno, la población microbiana no crece y la tasa de transformación es muy lenta. Cuando hay mucho nitrógeno prolifera el crecimiento de la microbiota y se acelera la tasa de descomposición, lo cual puede crear problemas de olor debido a que genera amonio en forma de gas y alta demanda de oxígeno lo que conlleva a producir condiciones anaeróbicas en la pila. (Mayea et al., 1982)

Si hay una relación C/N alrededor de 20 se produce la descomposición con bastante rapidez, y con menor rapidez si

esa relación sube por encima de 50 o baja alrededor de 10, la descomposición se produce lentamente.

Cuando un compuesto orgánico con una relación C/N alta se aplica al suelo, sucede que los microorganismos utilizan el nitrógeno de los que mueren y también del suelo en forma nítrica y amoniacal, procurando con ello reducir la elevada proporción de carbono con relación al nitrógeno. (Fuentes, 1980)

2.9.3. Proceso de compostaje

Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales. (Canovas, 1993)

El proceso de compostaje puede dividirse en 3 periodos esenciales:

- **Etapa inicial**, hay una descomposición de los compuestos solubles que ocurre durante los primeros 2 o 3 días.
- **Etapa termólica**, donde hay un incremento constante de la temperatura, como resultados de la intensiva actividad biológica, puede llegar hasta un máximo aproximado de 70°C y puede durar de algunas semanas en verano a 2 o 3 meses en invierno. Es donde se degrada la mayoría de celulosa.
- **Etapa de estabilización**, periodo en el cual la tasa de descomposición decrece y disminuye de la temperatura, estabilizándose en valores próximos a los del medio ambiente; luego se repuebla de organismos como hormigas, insectos, lombrices, etc. (Guerrero, 1993)

2.10. Fijación Biológica del Nitrógeno Atmosférico

La fijación de nitrógeno es el proceso mediante el cual el N₂ libre se combina químicamente con otros elementos para formar compuestos orgánicos, lo cual se realiza a través de las enzimas de los

microorganismos (Burgess, 1968, Frobisher, 1969) y la idea de utilizar ese mecanismo para incrementar el rendimiento de los cultivos por medio de la inoculación del suelo con bacterias fijadoras de nitrógeno, data de finales del siglo pasado, según afirman Martínez y Dibut (1986).

Muchos microorganismos tienen gran importancia en la fijación biológica del nitrógeno, si se tienen en cuenta criterios de la FAO (1985) de que en la atmósfera que rodea cada hectárea de la superficie terrestre hay 80000 t de N₂ en forma molecular que no es accesible para las plantas hasta que no es fijado por un grupo especializado de organismos vivos. La importancia agronómica de este proceso, considerado como uno de los fundamentales que ocurren en la naturaleza, es tan grande que se considera que si la fijación biológica no se hubiera realizado continuamente en el transcurso de la explotación agrícola durante milenios, el suelo habría perdido su capacidad de producir hace ya mucho tiempo. Además de su importancia en la fertilidad del suelo, es uno de los mecanismos de reposición del N que se pierde mediante la desnitrificación, absorción por los cultivos y percolación.

2.11. Fijación Asociativa del Nitrógeno

La fijación biológica del nitrógeno puede ser realizada por microorganismos que no requieren la cooperación de otras formas vivas para fijar nitrógeno atmosférico, aunque la mayor actividad ocurre cuando estos microorganismos se encuentran asociados a las plantas en las zonas de la rizosfera y filosfera, aprovechando la excreción de notables cantidades de compuestos carbonados y de otras sustancias por las raíces y las hojas. (Martínez et al., 1999). La Rue (1977) clasificó estas bacterias en:

Cuadro Nº 04: Clasificación de las Bacterias Asociativas del Nitrógeno

FAMILIA	GENERO
TIRODACEAS	Thiocapsa, Chromatium
ATIRODACEAS (RODOESPIRILACEAS)	Rhodospirillum, Rhodopseudomonas
HIPOMICROBIACEAS	Rhodomicrobium
CHLOROBACTERACEAS	Chlorobium
ESPINLACEAS	Desulfuvibrio, Desulfotomaculum
AZOTOBACTERIACEAS	Azotobacter, Berjenneki, Dextii
ENTROBACTERIACEAS	Klebsiella, Eschenicha, Enterobacter
CORIBACTERIACEAS	Corinebacterim
BACILEACEAS	Bacillo, Crostridium

Fuente: La Rue, T. A. 1977.

En los últimos años se han descubierto nuevos organismos de importancia potencial para cultivos de gran valor económico, como por ejemplo, la caña de azúcar, por ser tan reciente su descubrimiento, aún es necesario realizar profundos estudios antes de que puedan ser aplicados

en gran escala Entre las bacterias asociativas con más posibilidades de ser aplicadas en estos momentos en la agricultura sustentable o sostenible se encuentran las del género Azotobacter. (Martínez, et al., 1999).

2.11.1. Genero Azotobacter

El género Azotobacter fue descubierto por Beijerinck en 1901 y desde entonces se ha desplegado un enorme interés en estudiar estos organismos debido a la contribución que pueden hacer a la nutrición nitrogenada de las plantas superiores, como plantea Brown et al. (1962).

El Azotobacter es uno de los primeros géneros conocidos como fijadores asociativos de nitrógeno, siendo el más estudiado en el ámbito mundial a juicio de Martínez y Dibut (1996). Su nombre proviene de la palabra francesa “asoto” que significa nitrógeno y del griego “bacter” que significa bacilo (Hernández et al., 1994) y según esos autores son microorganismos de vida libre de suelo que requieren de sustancias orgánicas como fuente de energía, pero si hay abundancia de NO_3^- y NH_4^+ , lo emplean con facilidad y no fijan nitrógeno. Son bacterias 45aci negativas, mótils; las colonias son

viscosas, convexas, lisas o arrugadas y poseen pequeñas inclusiones granulares, el color se presenta en diferentes matices de pardo, producen pigmentos que en ocasiones se difunden en el medio de cultivo (Agar-Asbhy) selectivo para este género (Rubenchik, 1960).

Abundan en suelos bien aireados, neutros o ligeramente alcalinos (pH de 6,0 a 7,5) pero hay formas ácidas existentes que crecen a pH inferiores a 5,0; sin embargo, en Cuba, aunque según Martínez et al. (1985) el género está representado en los principales suelos, no se desarrolla bien en los muy ácidos y con limitantes nutricionales.

En la década de los 30, se realizaron numerosas investigaciones en Rusia, las cuales en su mayoría fueron positivas, lo que trajo como consecuencia la preparación de un inoculante comercial, llamado Azotobacterin, que se aplicó durante muchos años, con respuestas positivas en unas localidades y negativas en otras, en algunos cultivos (Mishustin y Silnikova, 1971). Estas grandes variaciones en la efectividad del biopreparado en condiciones de producción se debieron a errores cometidos en la selección de cepas, por no haber tomado en cuenta la influencia del

quimiotaxismo de las bacterias frente a las secreciones radicales y por haberse seleccionado un grupo muy reducido de cepas, no podían tener una capacidad igual de adaptación para todos los tipos de suelo existentes.

2.11.1.1. Taxonomía

La familia de las Azotobacteriáceas comprende cuatro géneros: Azotobacter, Azomonas, Beijerinckia y Derxia. Cada uno de estos géneros comprende a su vez, las siguientes especies, según Becking (1974):

- Género Azotobacter: *A. chroococcum*, *A. beijerinckia*, *A. vinelandii*, *A. paspali*
- Género Azomonas: *A. agilis*, *A. insigne*, *A. macrocytogenese*
- Género Beijerinckia: *B. indica*, *B. mobilis*, *B. fluminensis*.
- Género Derxia: *D. glummosa*.

2.11.1.2. Acción del Azotobacter en la Filosfera

La abundante población microbiana que se encuentra en las hojas es por sí misma, prueba de un ambiente que posee considerable valor nutritivo; la humedad contribuye también al desarrollo y supervivencia de esta población, ofreciéndole espacio y estimulando el intercambio de productos metabólicos. Esta propiedad y la habilidad para concentrar materia resuspendida o disuelta en la atmósfera con gran rapidez, hace que las hojas tengan una gran importancia en los agro-ecosistemas agrícolas, datos de acuerdo con estudios realizados por Debinstein (1970),

La zona de crecimiento del microorganismo en la superficie de las hojas de las plantas se nombro como filosfera. Según datos reportados por Martínez et al. (1999) en condiciones tropicales, ocurre también fijación de nitrógeno en la filosfera, zona que está en contacto con la hoja y la atmósfera, sometida a la actividad reguladora de ambas. El mismo autor señala que los microorganismos que viven en las hojas, entre las cuales se encuentran las bacterias del género Azotobacter, toman el agua, los gases

disueltos de la atmósfera y los nutrientes a partir de los exudados de las hojas vivas las cuales están reguladas por el estado nutricional de las plantas, el follaje funciona como soporte, trampa de agua y centro de producción de nutrientes y condiciona al medio para el crecimiento microbiano; además, procesa y distribuye compuestos nitrogenados en flujo a través de la planta hacia las partes más jóvenes. (Ruinen 1975),

En la India se encontró una fijación de 10 mg de N g⁻¹ de manitol oxidado sobre hojas de 49acinto de agua (*Eichhornia Crassipes*), con un abundante crecimiento de *A. chroococcum*, incluso en el tejido interior de las hojas (Iswaran et al., 1943). En Egipto se estudiaron 58 muestras de árboles, cultivos de campo, vegetales, plantas ornamentales, silvestres, acuáticas y solamente dos de las muestras no contenían *Azotobacter* (Abd-Elmalek, 1971), mientras que Ruinen (1975) reportó la presencia permanente de las bacterias fijadoras de nitrógeno sobre la filosfera de distintas plantas de Java y Sumatra, donde aisló esta bacteria en 192 y 198 muestras de hojas de árboles, arbustos, enredaderas, epífitas y vegetación costera.

2.11.1.3. Efecto del Azotobacter en el rendimiento de las plantas

Se conoce el importante papel que desempeña el Azotobacter en el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluso son capaces de incrementar el rendimiento de los cultivos, los valores varían de acuerdo con la bacteria y su afinidad por el cultivo. (Larson y Neal, 1978).

Se estudió los 1095 experimentos realizados en Rusia sobre la respuesta en rendimiento al Azotobacter, de ellos en el 81 por ciento se observó un aumento del rendimiento de los cereales, hortalizas y cultivos industriales, además informa que los experimentos efectuados en Checoslovaquia sobre la azotobacterina en 1954, demostraron que los rendimientos de la remolacha azucarera, el maíz la zanahoria y la col , habían aumentado el 39; 15,4; 19,2 y 2,9 por ciento, respectivamente, y los estudios efectuados en Rumania en 1954 mostraron un aumento del 50% en el rendimiento de la corona de girasol. Ridge y Rovira (1968), demostraron que con la inoculación de la azotobacterina había mucha más tendencia al aumento

del rendimiento en el grano del trigo que a la disminución. Burges (1968) plantea que en la aplicación del biofertilizante con la dosis completa de fertilizante nitrogenado no hay fijación de nitrógeno, porque las bacterias utilizan el que abundantemente tienen a su alcance y no gastan energía en la fijación (que tiene un alto costo de energía biológica), pero se observa el incremento del rendimiento por la acción de las sustancias activas de la bacteria. (Rubenchick 1960)

Muchos de los resultados encontrados fuera de Rusia sobre la respuesta en varios cultivos a la azotobacterina carecen de uniformidad, en Alemania se observaron aumentos del 11% en el rendimiento de la zanahoria, 6,25% en la patata y el 13% en la sustancia verde de la mostaza. En otros casos, por ejemplo en Suiza, Dinamarca, Finlandia y Estados Unidos de América, los resultados han sido negativos. (Hamdi 1985),

En Cuba se desarrolla, desde 1990, un programa de fabricación y aplicación de Azotobacter a base de cepas seleccionadas que son capaces de suministrar hasta 50% de los requerimientos de nitrógeno de las plantas mediante la

fijación biológica, lo que permite ahorros considerables de fertilizantes químicos, al mismo tiempo que se reduce la contaminación ambiental y los daños a la salud humana ya que se disminuyen las elevadas proporciones de nitratos en los cultivos agrícolas (Bohloul et al 1999).

2.11.2. Genero Novosphingobium

El género *Sphingomonas* (*Novosphingobium*) fue descrito por Yabuuchi et al. (2002), que comprende estrictamente aeróbico, chemoheterotrophic, de pigmentación amarilla, Gram-negativas, en forma de bacilos glicoesfingolípidos que contienen como componentes de la envoltura celular.

Una clasificación que no tiene en cuenta heterogeneidad en los patrones de poliaminas (Busse y Auling,, 1988). Takeuchi et al. (2001) dividió el grupo en cuatro grupos sobre la base de las secuencias de genes del 16S RNA, filogenético para posteriormente combinar taxonómica y los análisis fisiológicos que divide el género en los géneros *Sphingomonas*, *Sphingobium*, *Novosphingobium* y *Sphingopyxis* (Takeuchi et al., 2001). Aunque Yabuuchi et al. (2002) sugiere que el género *Sphingomonas* debe permanecer

indivisa, el *Novosphingobium* género tal como se propone por Takeuchi et al. (2001) ha sido aceptada por muchos "sphingomonas" taxónomos debido a la clara separación de *Novosphingobium* del género *Sphingomonas*, género estricto demostrado en los estudios de filogenética y taxonómica.

El *Novosphingobium* género incluye una diversidad de grupo de bacterias que muestra una serie de características únicas que puedan habitar en una gran variedad de suelos, sedimentos y los ambientes acuáticos. En el momento de la escritura del género *Novosphingobium* incluye 11 especies: *Novosphingobium aromaticivorans*, *Novosphingobium capsulatum*, *Novosphingobium hassiacum*, *Novosphingobium lentum*, *Novosphingobium pentaromativorans*, *Novosphingobium rosa*, *Novosphingobium stygium*, *Novosphingobium subarcticum*, *Novosphingobium subterraneum* (Balkwill et al., 1997), *Novosphingobium taihuense* (Liu et al., 2005) y *Novosphingobium tardaugens* (Yabucchi et al 2002).

Tres características distintivas descrito por Takeuchi et al. (2001) se puede utilizar para diferenciar *Sphingomonas* en su estricto, *Sphingobium*, *Novosphingobium* y *Sphingopyxis*. Estos son

los perfiles de ácidos grasos hidroxilados, poliamina patrones y la reducción del nitrato. Miembros de los géneros *Sphingobium* y *Novosphingobium* contienen 2-OH 14: 0 como el único 2-hidroxi ácidos grasos (Takeuchi et al., 2001), aunque esto es algo variable para el crecimiento de diferentes los medios de comunicación (Yabucchi et al., 2002). La poliamina predominante en género *Sphingomonas* estricto es sim-homospermidine, mientras que los miembros de la *Novosphingobium*, *Sphingobium* y grupos *Sphingopyxis* falta sim-homospermidine pero contiene espermidina como el compuesto principal de poliaminas.

La reducción del nitrato es típico sólo para los miembros de la *Sphingobium* y grupos *Novosphingobium*. Y88T contiene 2-OH 14: 0 como el principal componente 2-hidroxi ácidos grasos, espermidina tiene como poliaminas más importantes y posee Actividad nitrato reductasa. Estos bioquímicos y taxonómica datos apoyan la designación de Y88T como miembro del grupo de *Novosphingobium*. Takeuchi et al. (2001) describe la actividad b-galactosidasa como un marcador fenotípico de los miembros de la *Novosphingobium* cluster, sin embargo, recientemente descrito *Novosphingobium* especies (*N. hassiacum*, *N. tardaugens*, *N. pentaromativorans*.) también se encontró que era negativo para la actividad b-galactosidasa.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo Experimental

3.1.1. Localización

El presente trabajo experimental se realizó en el Fundo San Martín de Porras propiedad de la empresa Biondi y Cía de Tacna, ubicado en la zona de “La Esperanza” Yarada - Baja. Dicho fundo se encuentra a 34km de la ciudad de Tacna.

Ubicación geográfica:

Latitud : 18° 11´ 48´´

Longitud : 70° 31´ 23´´

Altitud : 50 m. s. n. m.

3.1.2. Descripción

El fundo cuenta con una extensión de 150 has de cultivo de olivo instalado de los cuales sólo de la variedad sevillana hay 90 has aproximadamente.

El fundo se dedica netamente a la producción del olivo y su procesamiento para aceituna de mesa por lo que más del 75% de sus variedades son aceituna de mesa. El cuadro N°05 muestra los rendimientos del fundo San Martín de Porras.

Cuadro N° 05: Evolución de la producción total y la variedad sevillana en el fundo San Martín De Porras (Kg/Ha)

	2008	2009	2010	2011
Rendimiento promedio	9739	7964	9204	8185
Rendimiento sevillana	8152	7352	8044	7155

Fuente: Biondi y Cía de Tacna

3.1.3. Características de suelo

El análisis de las características físico – químicas del suelo en la zona experimental se realizó en el Cite Agroindustrial de Tacna – Módulos de Servicio Tacna y muestran los resultados en el cuadro N° 06:

Cuadro N°06: Análisis físico – químico del suelo del Fundo San

Martín de Porras – Tacna 2012

Características Químicas	Cantidad
pH	6,64
C.E. (dS/m)	2,05
Materia Orgánica (%)	0,7
Carbono Orgánico (%)	0,4
Nitrógeno (%)	0,205
Fosforo (ppm)	53,42
Potasio (ppm)	131
Carbonato de calcio (%)	0,15
CIC (meq/100)	15,0
Características Físicas	Cantidad
Arena (%)	82,99
Limo (%)	7,92
Arcilla (%)	9,08
Clase textural	Arena franca

Fuente: Cite Agroindustrial Tacna.

El suelo es ligero de origen aluvial con textura arena franca, muy bajo en contenido de materia orgánica, igualmente bajo en relación a carbono orgánico, el pH es ligeramente ácido facilitando la absorción de los nutrientes principalmente los micronutrientes, la conductividad eléctrica es de 2,05 dS/m lo cual indica que la concentración de sales en el suelo es baja y apto para la agricultura y cultivo del olivo, ya que no presenta inconvenientes en su desarrollo hasta un rango de 4dS/m (Navarro, 2001)

El nitrógeno presente se encuentra en un rango considerado medio ya que está por encima del nivel de los suelos de la zona; sin embargo, sigue siendo un nivel muy bajo para el cultivo del olivo, presenta igualmente una cantidad de 53 ppm de fósforo considerado en un rango alto no obstante, no suficiente para el cultivo de olivo, mas no de potasio considerado un nivel medio alto.

3.1.6. Características de clima

Las características de clima de la zona son: caluroso en verano llegando a picos de 30°C y con relativamente bajas temperaturas en invierno con 12°C. Las precipitaciones son casi nulas lo cual indica que requiere de un sistema de riego.

Las temperaturas están dadas en el cuadro N° 07 indicando las temperaturas máximas, mínimas y promedio de los años 2011 y 2012 tomadas de la estación LA YARADA ubicada a una latitud de 18°12'41.3'', longitud de 70°31'25.9'' y una altura de 58 m.s.n.m.

Cuadro N° 07: Promedios mensuales de temperatura máximas y mínimas en la zona de la Yarada años 2011 y 2012

mes \ año	2011		2012	
	máxima °C	mínima °C	máxima °C	mínima °C
Enero	27,2	13,7	28,4	17,6
Febrero	28,6	17,7	29,4	19,0
Marzo	27,5	14,2	29,2	19,0
Abril	26,2	14,4	27,2	16,0
Mayo	23,2	13,1	25,0	14,4
Junio	21,5	14,3	23,1	15,5
Julio	20,1	14,5	21,5	14,5
Agosto	20,3	13,1	21,1	14,3
Septiembre	21,3	14,5	22,0	15,6
Octubre	23,2	12,5	23,4	16,1
Noviembre	25,2	16,9	24,8	16,8
Diciembre	27,2	16,7	26,8	17,6

Fuente: Senamhi Tacna

La humedad presente en la zona varía de 55 % a 80% en los meses de invierno, rango adecuado para el desarrollo del olivo, y la velocidad del viento en un rango de los 3 a 9 metros por segundo. Las precipitaciones no son mayores a 10mm al año repartidos en su mayoría en los meses de invierno, debido a lo cual es necesario un sistema de riego para incorporar el agua necesaria para el desarrollo del olivo.

Las temperaturas dadas están dentro de los rangos para un buen desarrollo del cultivo del olivo, debido a que las temperaturas coinciden con el ciclo fenológico del olivo no superan los 30 °C al momento de fructificación, igualmente los rangos están dentro de los 12 a 28°C favoreciendo el desarrollo de flores y frutos, debido a que los rangos necesarios para la floración son de 14 a 20°C en los meses de julio, agosto y setiembre; para la fructificación rangos de 18 a 26°C en los meses de octubre a mayo.

3.1.7. Características de hoja

Las características de hoja según un análisis foliar realizado en el mes de invierno muestra resultados de los macro elementos presentes en hoja, según el cuadro N° 08.

Cuadro N° 08: Análisis de macro-elementos en hoja de olivo

Características	Cantidad
N (%)	1,498
P (%)	0,125
K (%)	0,654
Mg (%)	0,112
Na (%)	0,056
Ca (%)	1,012

Fuente: Cite –Lab, CITE Agroindustrial de Tacna

Las características de hoja en macronutrientes, tales como N y K están considerados en un rango bajo, mientras que el nivel de fosforo está en un rango medio bajo; en cuanto al calcio presente en la hoja cuenta con un nivel adecuado sabiendo que el olivo es una planta ávida de dicho elemento.

3.2. Material Experimental

3.2.1. Compost

3.2.1.1. Estiércol

El estiércol utilizado es de vacuno, se eligió estiércol de vacuno por la fácil disponibilidad, fue recolectado de corrales cercanos al fundo. La cantidad utilizada de estiércol en la preparación del compost fue a razón del 50% de la mezcla

3.2.1.2. Restos de la poda del olivo

Lo constituyen principalmente hojas de olivo seco y pequeñas ramillas de olivo, producto de la poda y limpieza de la campaña anterior de la plantación de olivo. La cantidad utilizada de restos de poda en la preparación del compost fue en razón del 50% de la mezcla.

3.2.1.3. Trichoderma sp

Este hongo es reconocido como un biocontrolador de patógenos en el suelo, contribuye a la descomposición de material orgánico, es un habitante común del suelo, cosmopolita, saprofito normalmente asociado a la rizosfera. La presentación comercial del producto es: (Trichoderma sp adheridos en maíz trozado). La cantidad utilizada en el compost fue de 3,5 kg.

3.2.1.4. Agua

El agua utilizada durante la preparación de las composteras es de origen subterránea, siendo extraída mediante pozos de extracción de agua del subsuelo.

3.2.2. Inoculo de Bacterias Nitrificantes

El inoculo de bacterias fijadoras de nitrógeno *Azotobacter vinelandii* y *Novosphingobium* sp fueron producidas en medio ácido, bajo un biorreactor de laboratorio, la cantidad utilizada de estas bacterias fue de unos 3 litros de *Azotobacter* (1×10^9 UFC/ml) y 6 litros de *Novosphingobium* (4×10^8 UFC/ml). Dicho inoculo fue incorporado en el compost elaborado, de manera estándar, es decir

el inoculante se aplicó en aproximadamente 750 kg de compost para luego variar las cantidades de dicho compost en los tratamientos.

3.2.3. Plantas de Olivo

Las plantas de olivo utilizadas fueron de la variedad sevillana criolla en plena producción y una edad aproximada de 15 años, ubicadas dentro del fundo en un sector de riego en un área de 2has aproximadamente.

3.3. Factor en Estudio

El factor evaluado son los efectos del compost mejorado con las bacterias fijadoras de nitrógeno en el rendimiento del olivo; dispuesto en cantidades de dicho compost en las dosis indicadas en el cuadro N° 09.

Cuadro N° 09: Tratamientos

Tratamientos	Kg por planta	Kg por hectárea de 100 olivos
T1(testigo absoluto)	0	0
T2	16	1600
T3	32	3200
T4	48	4800
T5 (testigo)	Fertilización química	80 unidades de N por Ha

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento T1 (testigo absoluto) no obtuvo fertilización nitrogenada alguna; sin embargo, sí se realizó una incorporación de compost a razón de 30 kg/planta.

La fertilización en fósforo y potasio fue la misma para todos los cinco tratamientos a fin de no alterar los resultados del factor en estudio. Se utilizó formulas de 120 unidades de fósforo y 100 unidades de potasio. El diseño está dado con dos testigos uno sin la aplicación del compost inoculado y otro con fertilización química a manera de poder hacer referencia de los incrementos en los rendimientos por la incorporación de dicho compost mejorado.

3.4. Metodología

3.4.1. Diseño Experimental

El diseño utilizado en el presente trabajo es completamente aleatorio debido a que se escogieron los arboles que cuentan con características agronómicas similares dentro de un área aproximada de 2has rodeadas por completo de otras plantaciones de olivo; con 5 tratamientos y cada tratamiento con 8 unidades experimentales equivalentes a 8 plantas de olivo, totalizando 40 olivos en estudio.

3.4.2. Variables Evaluadas

- **Rendimiento de la planta:** se evaluó los rendimientos tanto de aceituna verde como de aceituna negra, obteniendo los resultados expresados en rendimientos de kilogramos por planta, realizando una proyección a obtener rendimientos en kilogramos por hectárea.
- **Calibre de frutos:** los calibres fueron evaluados de acuerdo a calibres que usa la empresa para realizar la comercialización de la aceituna tanto en verde como en negra, tomando muestras de 1kg por planta, expresando los resultados en número de frutos por kilogramo de peso.
- **Niveles de nitrógeno en hoja:** los niveles de nitrógeno en hoja fueron medidos a lo largo del periodo de producción, tomando muestras de cada tratamiento, expresando los resultados en porcentaje de nitrógeno en hoja.
- **Niveles de nitrógeno en suelo:** los niveles de nitrógeno en suelo fueron medidos en tres oportunidades, al inicio de la campaña de olivo, a finales de verano y al final de la

cosecha, obteniendo los resultados en porcentaje de nitrógeno en suelo por cada tratamiento.

3.4.3. Conducción del experimento

3.4.3.1. Poda de Olivos

La poda se realizó a inicios del mes de julio, con la finalidad de eliminar ramas dañadas con plagas, secas, mal posicionadas, dar luz y ventilación a la copa del árbol. Se eliminó igualmente los llamados “mamones” en la base del tronco ya que estos compiten con la planta por nutrientes y agua.

La poda se realizó con operarios que cuentan con experiencia en dicha labor utilizando tijeras de podar, sierras y tijera con pico “loro”, utilizando desinfectante (cloro comercial) antes de reiniciar cada labor de poda por árbol.

3.4.3.2. Preparación del Campo

Se realizó un deshierbo inicial con herramientas y operarios posterior a la poda, el olivo estuvo sometido a un agoste previo de 25 días con la finalidad de inducir la

brotacion de yemas fructíferas; dicho manejo se realizó por igual en todo el fundo San Martín de Porras.

3.4.3.3. Riego

La fuente de agua proviene de un pozo subterráneo propio el cual extrae agua constantemente. El sistema de riego utilizado en el campo fue presurizado por medio de emisores tipo micro aspersores con una disposición de dos emisores por árbol de olivo, la frecuencia de riego es diaria con aproximadamente 1 hora de riego por día. El total de agua utilizada fue aproximadamente 8500 m³ por ha al año.

3.4.3.4. Fertilización y Abonamiento

La fertilización se realizó vía sistema de riego utilizando fertilizantes solubles, fue proporcionado día por medio mediante agua de riego. Las cantidades de nutrientes utilizados está basado en la formula de 80 unidades de nitrógeno, 120 unidades de fósforo y 100 unidades de potasio.

La fertirrigación se inició a la par con el riego y finalizó al culminar la campaña. Adicionalmente se realizó incorporación de abonos foliares en base de micronutrientes.

El abonamiento con materia orgánica realizado fue en base al compost en experimentación a razón de las dosis según los tratamientos (cuadro N°08) incorporando la materia orgánica en hoyos en forma de media luna a los costados de las plantas debajo del área de riego. A los tratamientos que no se incorporó el compost mejorado, fu aplicado con compost preparado de manera igualmente con restos de poda y estiércol.

3.4.3.5. Control Fitosanitario

El control de plagas y enfermedades se realizó de una manera preventiva, sin tener mayores dificultades con alguna plaga o enfermedad del olivo.

En caso de plagas del olivo, se tomó mayor énfasis con el ataque de la “margaronia” (*Palpita persimilis*) para la cual se realizó aplicaciones de Biospore el cual tiene como

ingrediente activo al *Bacillus Thuringiensis* var. *Kurstaki* añadiendo un acidificante como el BB5 y un adherente como el Superwet, dichas aplicaciones se realizaron en momentos donde la plaga tuvo mayor incidencia es decir en verano , y posteriores a liberaciones de control biológico tales como liberaciones de *Crisopas*, en lugares donde se tuvo mayor incidencia se realizaron aplicaciones focalizadas o podas sanitarias. En caso de las plagas tales como *Saesetea oleae*, *Saesetea coffeae*, *Siphoninus phillyreae* (mosca blanca en olivo) se realizaron lavados a presión con detergente a razón de 2kg de detergente por 2000 litros de agua y en total tres lavados. Adicionalmente el fundo cuenta con trampas luz situadas estratégicamente con la finalidad de atrapar plagas noctuidas.

Debido a que no se registraron daños significativos con otro tipo de plagas o enfermedades es que no se tomó en cuenta ningún otro medio de control adicional.

3.4.3.6. Control de Malezas

Para el control de malezas se tomó en cuenta aplicaciones con herbicida Roundup (Glifosato) a dosis de 2lt/Ha en un total de 2 aplicaciones en toda la campaña, igualmente se realizó deshierbos manuales en un total de 3 deshierbos en el año, intercalando un deshierbo manual y un químico hasta el final de la campaña.

3.4.3.7. Toma de Muestras de Suelo y Hojas

Para las muestras de suelo se procedió a tomar muestras de cada árbol en experimentación, uniendo las muestras que corresponden a cada tratamiento, enviando en total 5 muestras al laboratorio para su análisis. Se tomó en cuenta un análisis al inicio de la experimentación, uno en el mes de marzo y un análisis al final de la misma.

El procedimiento realizado en la toma de muestra fue de recolectar suelo a la misma profundidad de la mayor cantidad de raíces esto fue a 30 cm, y en las zonas donde se encuentre el mayor bulbo húmedo según el sistema de riego. Posteriormente a la recolección se mezcló y homogenizó las

muestras según tratamiento obteniendo un total de un kilogramo de muestra aproximadamente por tratamiento. Posteriormente se colocó en bolsas rotuladas y fueron enviadas al laboratorio del CITE AGROINDUSTRIAL DE TACNA.

En el caso de las muestras de hoja par análisis foliar las muestras fueron tomadas de cada planta, realizando el procedimiento en el cual se recolecta hojas en ramas que no contengan frutos y que no sean hojas adultas o muy jóvenes, aproximadamente de unos 5 meses de edad totalmente expandidas, recolectando hojas totalmente al azar alrededor de la planta.

Luego de recolectar las hojas de cada planta se procedió a homogenizar la muestra según tratamiento esto indica que en total se obtuvo 100 hojas aproximadamente por tratamiento colocándolas en bolsas de papel y llevándolas de inmediato al laboratorio.

3.4.3.8. Cosecha

El proceso de cosecha se realizó en dos tiempos, uno en índice de madures dos que corresponde a aceituna verde y otra en índice de madurez seis que corresponde a aceituna negra.

Para la cosecha de aceituna verde se tomó en cuenta las evaluaciones del índice de madurez, por lo que se evaluó dicho índice antes de la cosecha, recolectando muestras de aceituna de todo el campo experimental, en promedio dichas evaluaciones arrojaron un índice de 2,2.

La cosecha se realizó con ayuda de operarios utilizando escaleras canastas de recolección y jabas de plástico, los operarios recolectaron la aceituna únicamente a mano, bajo el método de ordeño, cosechando sólo las aceitunas en los rangos ya establecidos, cada jaba de plástico llena era marcada con el código de la planta para llevarla posteriormente al pesado. En total se realizó dos días de cosecha de aceituna verde.

Para la aceituna negra se evaluó igualmente el índice de madurez el cual fue de 6 en promedio, cosechando con la ayuda de operarios y del mismo método que la aceituna verde, ordeño; sin embargo, se tuvo mayor cuidado con el daño mecánico de los frutos por lo que se utilizó mantas en la base del árbol por las caídas de algunos frutos, igualmente se recolectaba con canastas cubiertas de mantas para evitar daño mecánico. Cada jaba de plástico cosechada era marcada con el código de planta para luego llevarla posteriormente a su pesado. En total se realizó cuatro días de cosecha.

3.4.3.9. Calibración de la Aceituna Cosechada

Posterior a la cosecha se realizó una calibración de las aceitunas recolectadas tanto en la cosecha de aceituna verde como negra, para lo cual se tomó muestras de todas las plantas en experimentación obteniendo un total de 1kg de aceituna verde y 1kg de aceituna negra por planta, la muestra fue tomada al azar tanto de frutos recolectados de la misma planta como de frutos recolectados de las jabas ya marcadas, colocando los frutos en bolsas con etiqueta para su posterior

calibración, donde se pesó 1kg exacto de muestra luego se realizó el calibre con la ayuda de una balanza con precisión de dos dígitos decimales, al igual que un conteo total de frutos, los calibres utilizados fueron en base a la forma de comercializar de la empresa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimientos

Los rendimientos fueron evaluados después de realizar las cosechas tanto de aceituna verde y negra totalizando los kilogramos de aceituna por cada planta y tratamiento.

Cuadro N° 10: Análisis de varianza de rendimientos (kg) por árbol de olivo en el fundo San Martín de Porras, La Yarada Tacna 2011- 2012

F de V.	GI	SC	CM	FC	Significación
Tratamientos	4	20758,06	5189,52	5,74	*
Error experimental	35	31653,78	904,39		
Total	39	52411,84			
C.V. (%) = 17,76					

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que para la variable rendimiento existe diferencia significativa entre los tratamientos, indicando que por lo menos uno de los tratamientos es diferente.

El coeficiente de variabilidad es de 17,76%, esta medida está ligeramente por encima de otros resultados con respecto a rendimientos de frutos; sin embargo, sigue siendo aceptable para el estudio. Utilizaremos la prueba de significancia de Duncan con la finalidad de identificar el mejor tratamiento según la variable rendimiento datos expresados en el cuadro N° 11.

Cuadro N°11: Prueba de significación de rendimiento por planta de olivo

OM	Tratamientos	(kg/árbol)	Significación
1	T5	209,98	a
2	T4	172,06	b
3	T3	165,06	bc
4	T2	158,49	bcd
5	T1	141,06	bcd

Fuente: Elaboración propia

Se logra observar que el tratamiento T5 es superior al resto de tratamientos indicando que para la variable rendimiento es el mejor tratamiento, quedando en segundo lugar el tratamiento T4 con la aplicación de 4800kg/ha de compost mejorado con las bacterias nitrificantes, el tercer lugar corresponde al tratamiento T3 con la aplicación de 3200kg/ha de compost mejorado, los tratamientos T2 y T1

son similares estadísticamente e inferiores al resto, debido a que presentaron los rendimientos más bajos, esto debido a que el tratamiento T2 solo recibió 1600kg/ha de compost mejorado y el tratamiento T1 no se le realizó ninguna aplicación de nitrógeno siendo el tratamiento control.

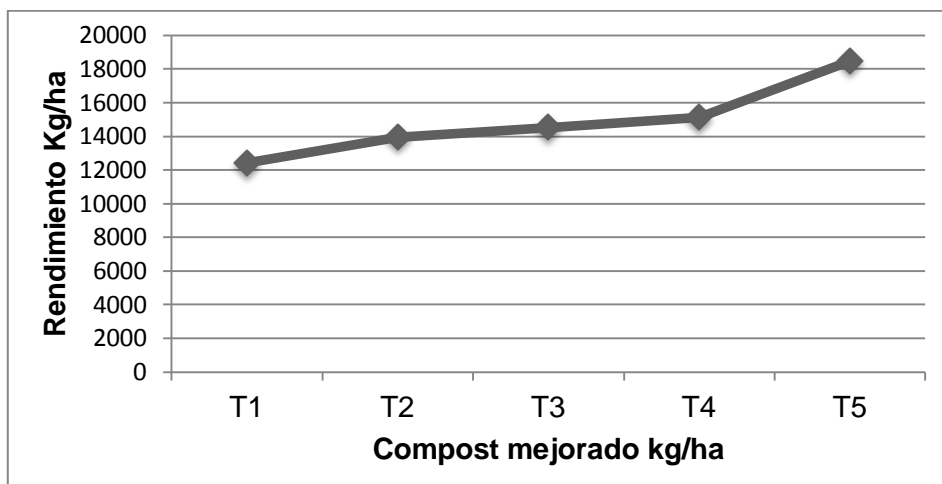


Figura N° 02: Respuesta a la aplicación de compost mejorado con bacterias nitrificantes en olivo variedad sevillana según rendimientos

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 02 se observa una respuesta positiva a la aplicación del compost mejorado con bacterias nitrificantes incrementado el rendimiento en comparación al tratamiento T1 en el que no se aplica ningún tipo de abono, siendo un incremento de 12 % para el tratamiento T2 (1600kg/Ha), un incremento de 17% para tratamiento T3 (3200kg/Ha),

un incremento de 22% para el tratamiento T4 (4800Kg/Ha), al igual que para la aplicación de fertilización química el incremento es superior en un 48% respecto al tratamiento T1.

Cuadro N°12: Rendimientos expresados en Kg/ha según tratamientos

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento	12413	13947	14525	15142	18478

Fuente: Elaboración propia

Al igual que la figura N°02 el cuadro N°12 nos indica los rendimientos, expresados en kilogramos por hectárea, de cada tratamiento siendo dichos rendimientos muy por encima de los rendimientos promedios de la zona y por encima de los rendimientos promedios de la región de Tacna, cuyo promedio para el año 2012 fue de 8100kg/ha aproximadamente, el tratamiento con mayor rendimiento fue el T5 (fertilización química) con 18478 kg/ha lo que nos indica que para la variable rendimiento y bajo las condiciones y época del experimento realizado obtuvo el mejor resultado. Este resultado nos indica que la fertilización química es mejor para las condiciones ya establecidas en el presente trabajo experimental.

4.2. Calibre de frutos

4.2.1. Calibre de aceituna negra

El calibre de aceituna negra está dado según los estándares de comercialización de la misma; en el siguiente análisis de varianza se tomaron en cuenta los calibres promedios de las plantas y por tratamientos indicado en el cuadro N° 13.

Cuadro N° 13: Análisis de varianza de calibre promedios de aceituna negra en el fundo San Martín de Porras, La Yarada – Tacna 2011 - 2012

F de V	GI	SC	CM	FC	Significación
Tratamiento	4	10569,00	2642,25	3,56	NS
Error experimental	35	25965,38	741,87		
Total	39	36534,38			
CV (%) = 13,54					

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual muestra que los números de frutos por kilogramo de peso son similares aun para los niveles de compost mejorado y la fertilización química, por lo que se infiere que los frutos hayan acumulado cantidades similares de materia orgánica. Sin embargo, se optó por realizar una prueba de significación de Duncan con la finalidad de conocer cuál de los

tratamientos obtuvo mejor resultado para la variable calibre aceituna negra, los datos están expresados en el cuadro N° 14.

Cuadro N°14: Prueba de significación de calibre aceituna negra

OM	tratamientos	#frutos/kg	significación
1	T4	179,3	a
2	T5	184,3	ab
3	T2	207,9	abc
4	T1	216,8	cd
5	T3	217,5	cd

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el tratamiento T4 es superior al resto de tratamientos indicando que para la variable calibre de aceituna negra es el mejor tratamiento, seguido del tratamiento T5 y T2 respectivamente, los tratamientos T1 y T3 son similares e inferiores al resto de tratamientos obteniendo los más bajos calibres en aceituna negra, en cuanto al tratamiento T1 al no recibir nitrógeno los frutos no acumulan la suficiente materia orgánica para logra mejores calibres.

Según el calibre de comercialización de la empresa se obtiene ciertos rangos los cuales se pueden observar en el cuadro N°15, estos rangos están dados porcentaje de frutos por kilogramo.

Cuadro N°15: Porcentajes de frutos según calibres aceituna negra por tratamiento.

Calibre	T1	T2	T3	T4	T5
90-110	0,46	0,48	0,46	2,79	1,63
110-130	2,76	3,85	2,75	9,50	15,22
130-150	4,15	9,62	8,72	11,17	17,93
150-180	19,82	15,38	18,35	24,02	17,93
180-210	18,43	16,83	19,72	14,53	14,13
210-240	13,36	14,42	13,76	13,41	14,67
240-280	16,59	16,83	13,76	11,17	8,70
280-320	11,06	9,13	11,01	6,70	8,70
320-400	11,06	11,06	7,80	5,03	1,09
>400	2,30	2,40	3,67	1,68	0,00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°15 y el grafico N°03 podemos encontrar que la mayoría de frutos se encuentran en los calibres 150-180 y 180-210 para todos los tratamientos, y que el tratamiento T4 es aquel que logró un mejor calibre con un promedio de 179 frutos por kilogramo, seguido del tratamiento T5 con 184 frutos por kilogramo, el T2 con 208 frutos por kilogramo, siendo los tratamiento T3 y T1 los de menor calibre con 218 y 217 frutos por kilogramo respectivamente.

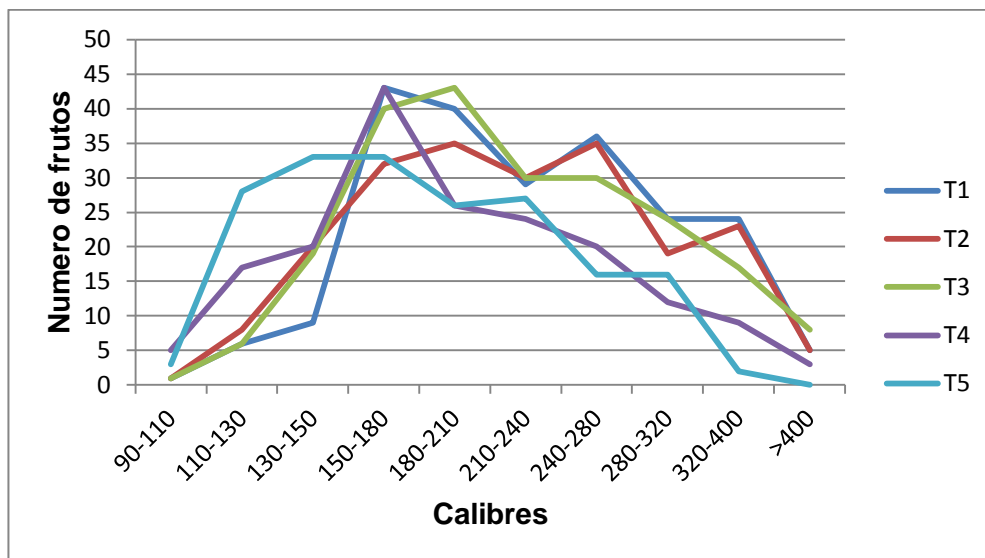


Figura N°03: Representación gráfica de cantidades de frutos según los calibres de comercialización de aceituna negra.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Calibre de aceituna verde

El calibre de aceituna verde está dado, según los estándares de comercialización de la misma, en el cuadro N° 16 de análisis de varianza se tomaron en cuenta los calibres promedios de las plantas y por tratamientos.

Cuadro N°16: Análisis de varianza de calibres promedio de aceituna verde en el fundo San Martín de Porras, La Yarada – Tacna 2011 - 2012

F de V	GI	SC	CM	FC	Significación
Tratamiento	4	9994,40	2498,60	1,33	NS
Error experimental	35	65948,00	1884,23		
total	39	75942,40			

CV (%) = 14,06

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, mostrando así que los números de frutos por kilogramo expresado en calibre no tiene una influencia significativa al incorporar el compost mejorado con bacterias nitrificantes, y que los frutos acumularon una cantidad similar de materia orgánica para todos los tratamientos.

Cuadro N°17: Porcentaje de frutos según calibre de aceituna verde por tratamientos.

Calibre	T1	T2	T3	T4	T5
140-160	0,31	0,00	1,37	0,68	0,00
160-200	1,89	0,90	2,41	7,14	1,95
200-240	6,92	5,69	9,97	10,20	9,09
240-280	13,52	12,28	15,12	14,97	21,43
280-320	21,07	23,05	25,09	19,39	25,00
320-400	41,19	35,33	30,24	32,99	28,57
400-500	12,26	17,66	12,71	11,22	12,01
>500	2,83	5,09	3,09	3,40	1,95

Fuente: Elaboración propia

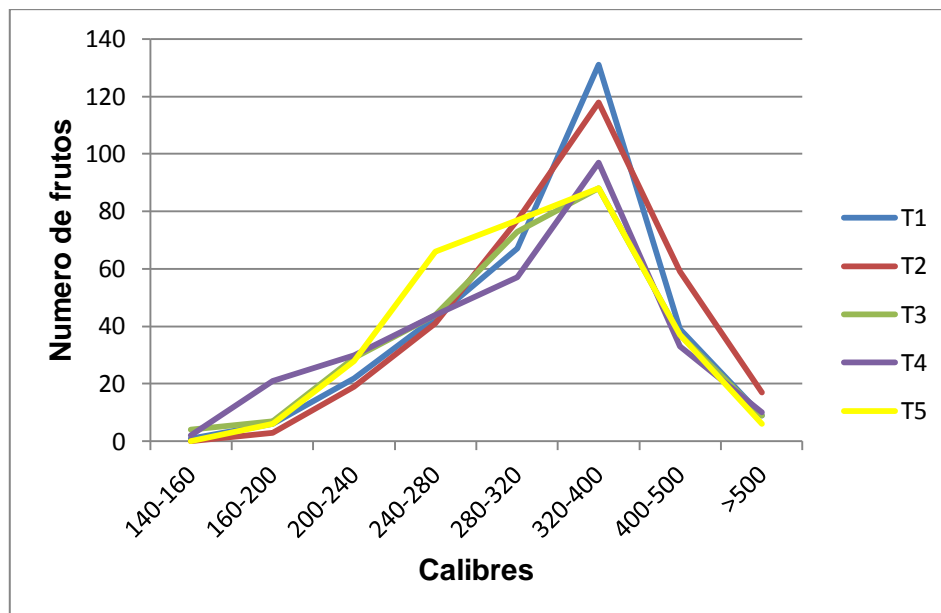


Figura N°04: Representación gráfica de cantidades de frutos según los calibres de comercialización de aceituna verde.

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N°17 y figura N°04 nos indica que la mayor cantidad de frutos se encuentra en el calibre 320-400 para todos los tratamientos, los tratamientos T3 y T4 son los que obtuvieron mejor calibre con promedios de 291 y 294 frutos por kilogramo respectivamente siendo el tratamiento T2 el que obtuvo menor calibre con 338 frutos por kilogramo en promedio, estos resultados nos indican que en general no hay mucha diferencia entre los tratamientos para la relación calibre de aceituna verde.

Según los calibres tanto de aceituna verde como negra se muestra que no hay mayor diferencia entre los tratamientos; sin embargo, podemos ver que el tratamiento T4 logra obtener mejores calibres que el resto de tratamientos, incluso mejores calibres que el tratamiento T5 con fertilización nitrogenada química. No se encontraron referencias y/o antecedentes con respecto a esta clasificación de calibres; no obstante, esta clasificación se utiliza al momento de realizar una comercialización de aceituna para exportación por ello brinda mayor detalle de partición de los calibres.

4.3. Cantidad de nitrógeno en hoja

La evaluación de nitrógeno se realizó en diferentes meses durante la producción de aceituna seleccionando hojas totalmente desarrolladas procedentes de brotes del año, de los distintos puntos alrededor de la planta y a la altura de la vista. El cuadro N° 18 muestra los resultados expresados en porcentaje de nitrógeno en los diferentes meses de muestreo.

Cuadro N° 18: Cantidad de nitrógeno en hoja de olivo (%) por tratamiento durante el periodo de campaña 2011 – 2012.

	T1	T2	T3	T4	T5
Julio	1,462	1,487	1,476	1,415	1,591
Octubre	1,493	1,403	1,382	1,384	1,515
Enero	1,400	1,309	1,432	1,231	1,505
Febrero	1,344	1,343	1,399	1,442	1,527
Marzo	1,551	1,494	1,752	1,790	1,757
Abril	1,301	1,208	1,323	1,372	1,428
Junio	1,314	1,259	1,157	1,253	1,203
Julio	1,188	1,216	1,234	1,523	1,562
Agosto	0,990	1,108	1,549	1,690	1,888

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 18 se puede apreciar que las concentraciones de nitrógeno son ligeramente bajas en comparación con las cantidades dadas por los autores Champan (1966), Childers (1966), y Beutel et al.

(1983) los cuales indican que la concentración debe ser de 1,5% a más en los meses de invierno, sin embargo para los tratamientos T4 y T5 estos datos son favorables debido a que presentan porcentajes mayores como 1,523 y 1,562 respectivamente en dicho mes después de las aplicaciones de tratamientos y fertilización química.

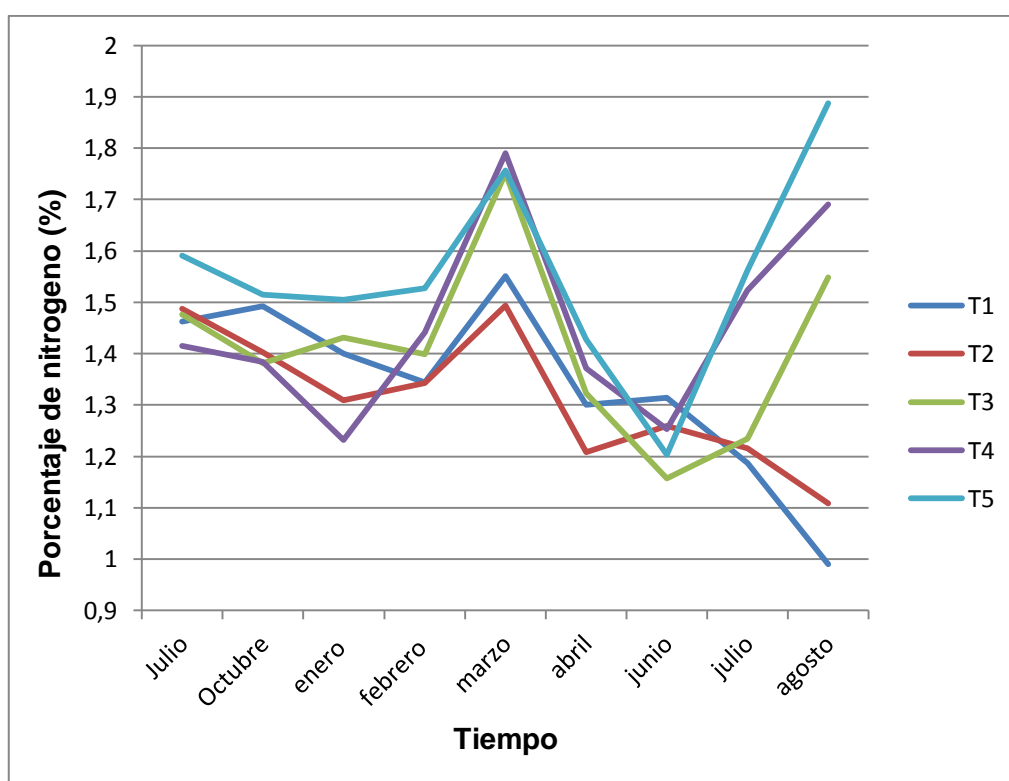


Figura N°05: Representación gráfica de la concentración de nitrógeno en hoja de olivo (%) campaña 2011 – 2012.

Fuente: Elaboración propia

La figura N°05 nos muestra que la curva que realiza las concentraciones de nitrógeno tienden a incrementar en el mes de marzo esto debido a que el dicho mes al inicio se realizó la cosecha de frutos en verde y al retirar los frutos los nutrientes disponibles se logran distribuir en la hojas y los frutos restantes; igualmente podemos identificar que los tratamientos T3, T4 y T5 cuentan con una curva con valores superiores a los otros tratamientos y más aun el tratamiento T5 con fertilización química en su totalidad muestra mejores resultados.

En el mes de agosto, al finalizar la campaña de producción, se logra observar que los niveles de nitrógeno de los tratamientos T3, T4 y T5 incrementan considerablemente en el caso de los tratamiento T3 y T4 a que las bacterias incorporadas con el compost en invierno llegan a tener un retardo y al incrementar temperatura vuelven a proporcionar los niveles de fijación de nitrógeno disponible para la planta y en el caso de la fertilización química se incorporó ya los nutrientes de la campaña siguiente incrementando los niveles de nitrógeno en hoja.

Los niveles de nitrógeno tienden a disminuir en los meses de reposo invernal según Fernández et al. (1999); siendo esto corroborado con los

resultados obtenidos ya que los niveles de nitrógeno disminuyeron en dicho meses e incrementan posteriormente a los meses de verano. Esto también es referido por datos en los trabajos de tesis del Ing. Bueno (2010), que pone de manifiesto que en un periodo de 4 años obtuvo promedios de niveles de nitrógeno los cuales disminuyen en reposo invernal, incrementando con la llegada de la primavera y el desarrollo de los frutos llegando a un pico alto en la maduración del fruto siendo esto los meses de verano, para luego volver a decaer con la llegada del otoño e invierno.

4.4. Cantidad de nitrógeno en suelo

Para la evaluación de nitrógeno en suelo se realizó muestreos en dos etapas al inicio de la campaña, en los meses de maduración de fruto y al final de la misma, tomando en cuenta el muestreo de cada tratamiento por separado es así que el cuadro N° 19 muestra los resultados expresados en porcentaje de nitrógeno.

Cuadro N°19: Cantidad de nitrógeno (%) en suelo según tratamientos campaña 2011-2012.

	T1	T2	T3	T4	T5
Julio	0,198	0,208	0,225	0,268	0,205
Marzo	0,126	0,184	0,209	0,139	0,183
Agosto	0,121	0,329	0,432	0,449	0,305

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta que los niveles de nitrógeno en el suelo de la zona son muy bajos inferiores a 0,2%, se parte que dichos niveles de nitrógeno para los tratamientos T4 y T3 son mayores en comparación al resto de tratamientos, lo cual nos indica que la aplicación del compost mejorado con las bacterias nitrificantes influyó en la fijación del nitrógeno al suelo incluso en mayor cantidad que la de fertilización química, esto debido a que las bacterias son las que logran obtener el nitrógeno de la

atmosfera fijándolo por medio de la fijación asociativa gracias al intercambio de sustancias entre dichas bacterias y a zona de la rizosfera, estos datos reflejan lo dicho por Hernández et al., (1994).

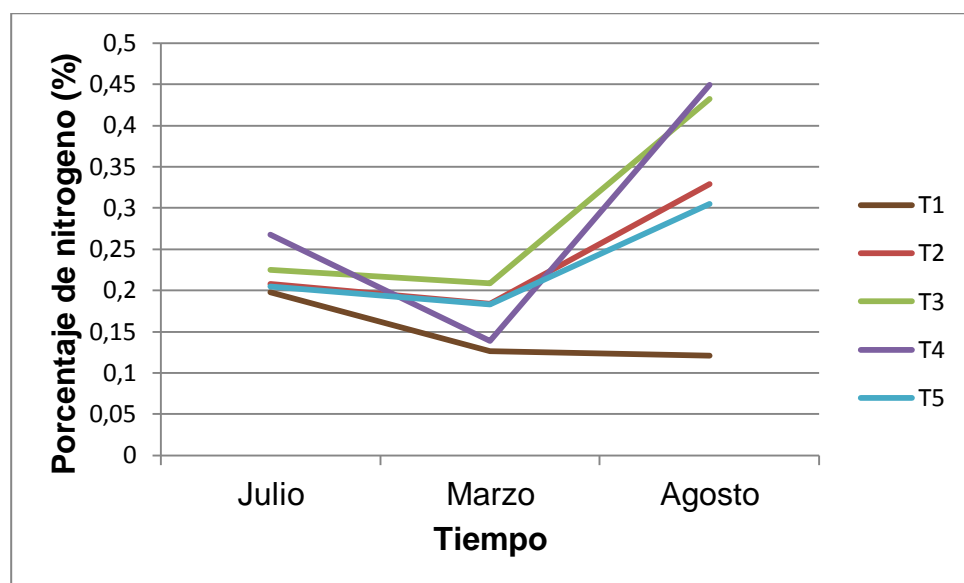


Figura N°06: Representación gráfica de los niveles de nitrógeno (%) en el suelo de olivo en campaña 2011- 2012.

Fuente: Elaboración propia

La figura N°06 nos muestra la curva de variación del nitrógeno durante la campaña de producción de aceituna según los tratamientos aplicados, indicando que el tratamiento T1 es aquel cuyo niveles de nitrógeno disminuyen al pasar el tiempo esto debido a que no se aplicó ninguna forma del mismo; igualmente nos muestra que las curvas de los

tratamientos T2, T3 y T4 incrementan con respecto al pasar del tiempo esto debido a que las bacterias fijadoras de nitrógeno van reproduciéndose e incrementando sus niveles de fijación lo que nos lleva a decir que con el paso del tiempo y las aplicaciones posteriores de las bacterias se lograría establecer un nivel de nitrógeno en el suelo que permita a la planta obtenerlo constantemente, logrando así mejores producciones; dichos datos fueron dados por Bohlool et al (1992), quien también indica que es mucho mejor el uso de dichas bacterias ya que permiten disminuir la cantidad de nitratos en los cultivos.

Según muestras de laboratorio las bacterias en el suelo logran sintetizar en conjunto entre 70 a 80 unidades de nitrógeno, lo que llega a aportar las cantidades de nitrógeno en suelo dadas por los tratamientos como el T4 y T3 que llegan a tener niveles altos de nitrógeno en suelo. Sin embargo, la cantidad de nitrógeno no es estable, siempre está en constante cambio por lo que se debe aplicar constantemente dichas bacterias, para lograr mejor resultado en el tiempo.

V. CONCLUSIONES

1. El efecto de compost inoculado con las bacterias fijadoras de nitrógeno en el rendimiento del olivo mostró que el tratamiento con fertilización química (80 unidades de nitrógeno) obtuvo un rendimiento de 18478 kg/Ha, siendo este el mejor de la prueba; sin embargo, el tratamiento T4 (48kg de compost mejorado/planta) muestra un rendimiento de 15141 kg/Ha siendo el segundo mejor.
2. Los calibres tanto de aceituna verde como de negra no muestran diferencias entre sí, por lo que los tratamientos aplicados influyen de manera similar en dicha variable, cabe destacar que el tratamiento T4 (48kg/planta de compost mejorado) mostró mejores calibres para la comercialización.
3. Los niveles de nitrógeno en hoja de olivo para los tratamiento T5 (fertilización química) y T4 (4800kg/ha de compost mejorado) mostraron resultados dentro de los parámetros recomendados 1,56 y 1,52 respectivamente, lo cual indicó que la aplicación del compost

mejorado a una cantidad de 48kg/planta logra cubrir la necesidad de nitrógeno en hoja al igual que la fertilización química.

4. Para el contenido de nitrógeno en suelo las aplicaciones de compost mejorado influenciaron en mejor cuantía que la fertilización química, siendo el tratamiento T4 el de mayor resultado con un nivel de nitrógeno en suelo al final de la campaña que fue de 0,45%.

VI. RECOMENDACIONES

1. En condiciones similares a las del presente trabajo se recomienda realizar la aplicación de bacterias nitrificantes en dosis similares o mayores a las del tratamiento T4 (4800kg/ha de compost mejorado), y evaluar los resultados al detalle con rendimientos y niveles de nitrógeno en hoja y suelo.
2. Para mejores resultados se debe realizar mayores trabajos de investigación en nuestra zona, en respecto a dichas bacterias, ampliando el rango de estudio en años y dosis, no sólo en campo del cultivo del olivo, igualmente en frutales y hortalizas ya que muestran un buen desempeño según los estudios realizados en otros sectores.
3. Es necesario realizar mejoras en la producción de las bacterias en estudio (Azotobacter y Novosphingobium) debido a que aún no se logra su producción masiva y comercialización, realizando aplicaciones de dichas bacterias sin utilizar algún medio orgánico como compost u otros, ya sea vía directa al suelo o vía sistema de riego.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AUBERT, C. 1998.
El huerto biológico. Ed. Integral
Barcelona – España, 252 pp.
2. BARRANCO D; ESCOBAR F. Y L RALLO, 1999
El cultivo del olivo. 3ra Edición. Editorial Mundi Prensa
Madrid – Barcelona, 651 pp.
3. BARRANCO D; ESCOBAR F. Y L RALLO, 2008
El cultivo del olivo. 6ta Edición. Editorial Mundi Prensa
Madrid – Barcelona, 846 pp.
4. BECKING, J. M., 1974.
Azotobacteriaceae. Bergey's. Manual of determinative
bacteriology. 8th edition (eds . R. E. Buchaman and
N.E. Gibbons). The Willians and wilkins Co.,
Baltimore, pág. 253 – 261.
5. BERTOLDI, M. SEQUI, P. LEMMES, B., 1996
The science of composting. Blackie academia &
professional. England. pág. 49 -58

6. BOHLOOL G. B., J. K. LHADA., D. P. GARRITY, T. GEORGE, 1992.
Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture a perspective, 230 pp.
7. BROWN, M. E., S. K. BURLINGHAM AND R. M. JACKSON, 1962.
Studies on Azotobacter species in soil. II. Population of Azotobacter in the Rhizosphere and Effects on Artificial Inoculation. Plant and Soil. 28, Pág. 320 - 332
8. BUENO GRIMALT L. A., 2010
Análisis de los cambios estacionales y efecto de las diferentes zonas sobre la concentración de nutrientes en hojas de olivo (*olea europaea* L.) En San Juan. - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria San Juan, 72 pp.
9. BURGESS A., 1968
Introducción a la microbiología del suelo. Ed. La Habana. Cuba, 200 pp.
10. CANOVAS A., 1993
Tratado de Agricultura Ecológica. Ed. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. Almería – España, 190 pp.

11. CASTRO J.; GARCIA A.; MARTINEZ C. – 1996

Manejo del Olivar con Riego por Goteo. Publicado
Dirección General de Investigación y Formación
Agraria, Sevilla – España

12. CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONL – 1996

Enciclopedia mundial del Olivo – 1ra. Edición. España
479pp.

13. COORDETACNA – INP – PNUD, -1988

Desarrollo Agroindustrial del olivo, Tacna – Perú

14. DELVIN, R. M. – 1982

Fisiología Vegetal – Ediciones Omega S.A.
Barcelona España.

15. DIAZ R. A.- 1998

Diagnostico de la Producción de Aceitunas de Mesa
en el Perú, PROMPEX – PERU

16. FAUBA. – 1999. CENTRO DE LOMBRICULTURA

Curso intensivo de lombricultura. Facultad de
agronomía de la universidad de Buenos aires.
Buenos aires – Argentina 46 pp.

17. FERNANDEZ ESCOBAR – 2001

Boletín informativo el abono nitrogenado en la
producción del aceite. Córdoba – España, 22 pp.

18. FRANCISCO TAPIA C.; MARIO ASTORGA P.; ANTONIO IBACACHE G.; LEONCIO MARTINEZ B.; CALOS SIERRA B.; CARLOS QUIROZ E.; PATRICIA LARRIN S.; FERNANDO RIVEROS B.; 2003
Manual del Cultivo del Olivo – Boletín INIA N°101
La Serena – Chile, 128 pp.
19. FROBISHER, M. 1969.
Microbiología. Ediciones Ciencia y Técnica, La Habana, Cuba, 743 pp.
20. FUENTES YAGUE, J. LUIS, 1980
El suelo y los fertilizantes. Ediciones Mundi Prensa
Madrid – España, 257 pp.
21. GARCÍA, L. Y R. TRUJILLO, 1992.
Agricultura orgánica, ecológica y económica.
Resúmenes. I Taller Científico Técnico sobre agricultura sostenible. MINAGRI, pág. 27-28.
22. GUERRERO B, JUAN, 1993
Abonos orgánicos Tecnología para el manejo ecológico de suelos. Lima – Perú, 87 pp.
23. HAMDÍ, Y. A., 1985.
La fijación del nitrógeno en la explotación de los suelos. Boletín de Suelos.FAO. Roma, 188 pp.

24. HERNÁNDEZ, M., M. PEREIRA Y M. TANG, 1994.

Utilización de microorganismos Biofertilizantes en los cultivos tropicales. Pastos y Forrajes, pág. 183 – 192.

25. IBAR A. L., 1998

El cultivo moderno y rentable del olivo, Editorial Deveschi S.A. Barcelona - España

26. J. MONZA, A. MÁRQUEZ., 2004

El Metabolismo de nitrógeno en las plantas. Editorial Almuzara. España, 176 pp.

27. LA RUE, T. A. 1977.

The bacteria in. A treatise on dinitrogen fixation, section III, Biology (eds. R.W. F. Hardy W.S. silver). Wiley-Interscience pub. Londres, Sidney, Toronto. Pág. 19-63.

28. LARSON, R. L. Y L. J. NEAL., 1978.

Selective colonization of the rhizosphere of wheat by nitrogen fixing blue – green algae and asymbiotic bacteria. Ecol. Bull. 26, pág. 331-342.

29. LYNCH, J. M 1990.

Microbial Metabolites. the Rhizosphere (J.M. Lynch Ed.) John Wiley and Sons Ed., Nueva York, Pág. 317 - 358.

30. MARTIN ALEXANDER, 1980

Microbiología del suelo. 2da Edición.

Libros y editoriales S. A., 483 pp.

31. MARTÍNEZ, R. Y B. DIBUT., 1986

La experiencia cubana en el uso de los biofertilizantes. Seminario Taller Regional “La Agricultura Urbana y el desarrollo rural sostenible”.

FIDA- MINAG Fundación CIARA. La Habana, Cuba.

Pág. 106-120.

32. MARTÍNEZ, R., L. TOLEDO., R. GARCÍA Y C. ARGUELLES, 1999.

Introducción al conocimiento sobre los biofertilizantes.

Documento en imprenta Universidad Tecnológica de la hausteca hidalguense Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) Cuba.

33. MAYEA, S., NOVO, R., y VALIÑO, A. – 1982

Microbiología del suelo. Primera edición. Editorial

Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana – Cuba

Pág. 102 -106

34. MERCK, R., J. H. VAN GINKELL., J. SINNAEVE A. CREMENS. 1993.

Plant induce changes in the rhyzosphere of maizes and wheat. Plant soil, 96.

35. MINISTERIO DE AGRICULTURA ESPAÑA, 1975
II Seminario Oleícola Internacional. Córdoba – España
272 pp.
36. MISHUSTIN, E. N. AND E. K. SILNIKOVA, 1971.
Fijacion biologica del nitrogeno atmosferico MC.
Millan Ed. Londres, 675 pp.
37. NAVARRO CARLOS, 2001
Boletín Infamativo, Departamento de olivicultura.
Córdoba – España, 15 pp.
38. PALMISANO, A. Y BARLAZ, M., 1996
Microbiology of soild waste. CRC. Boca Ratón –
Florida – USA, 116 pp.
39. RIDGE, E. H.; ROVIRA, A.D., 1968.
Microbiol. Inoculation of Wheat. 9th Congreso Int. de
Ciencias del Suelo Trans. Vol. III., Pág. 473-481.
40. RUBENCHICK, L. I., 1960.
Azotobacter and its use in agriculture. 1960.
Translated from Russian Published for The National
Science Foundation, Washington D. C. US Dept. of
comerce, Washington 25, D. C.

41. RUINEN J., 1975.

Nitrogen fixation in the phyllosphere. Ed. W. D. P. Stewart. Cambridge University Press, Nueva York, EEUU. Pág. 85-100.

42. SZTERN D. y PRAVIA M., 1999

Manual para la elaboración de compost: bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud. Uruguay

43. TAKEUCHI, M., HAMANA, K. & HIRAISHI, A., 2001.

Proposal of the genus *Sphingomonas* sensu stricto and three new genera, *Sphingobium*, *Novosphingobium* and *Sphingopyxis*, on the basis of phylogenetic and chemotaxonomic analyses. *Int J Syst Evol Microbiol* 51.

44. YABUUCHI, E., KOSAKO, Y., FUJIWARA, N., NAKA, T., MATSUNAGA, I., OGURA, H. & KOBAYASHI, K., 2002.

Emendation of the genus *Sphingomonas* Yabuuchi et al. 1990 and junior objective synonymy of the species of three genera, *Sphingobium*, *Novosphingobium* and *Sphingopyxis*, in conjunction with *Blastomonas ursincola*. *Int J Syst Evol Microbiol* 52.

VIII. ANEXOS

Cuadro N°20: Datos de rendimientos por planta y tratamiento expresado en kilogramos/planta

Plantas	T1	T2	T3	T4	T5
P1	166,46	135,45	185,03	221,41	206,10
P2	102,52	187,99	150,63	138,49	201,29
P3	163,59	173,59	155,56	122,29	193,80
P4	126,66	184,60	151,74	237,41	246,41
P5	153,15	166,82	162,55	177,54	228,23
P6	156,12	158,02	219,22	177,10	169,86
P7	111,61	157,76	118,56	129,41	224,13
P8	148,35	103,69	177,21	172,88	210,00
Total	1128,46	1267,92	1320,50	1376,51	1679,82

Cuadro N°21: Calibres promedio de aceituna negra por planta y tratamiento expresados en número de frutos/kilogramos

Planta	T1	T2	T3	T4	T5
P1	195	184	285	175	194
P2	236	205	280	140	163
P3	225	204	192	185	195
P4	208	230	204	155	184
P5	205	205	200	235	218
P6	240	235	164	180	170
P7	210	195	215	188	144
P8	215	205	200	176	206
Promedio	216,8	207,9	217,5	179,3	184,3

Cuadro N°22: Calibres promedio de aceituna verde por planta y tratamiento expresado en número de frutos/kilogramo

Planta	T1	T2	T3	T4	T5
P1	328	356	276	300	300
P2	268	384	240	196	320
P3	352	352	244	272	280
P4	268	324	300	312	304
P5	352	292	388	348	296
P6	336	372	288	368	352
P7	356	276	252	244	340
P8	284	312	336	312	272
Promedio	318	334	291	294	308

Cuadro N°23: Resultados del análisis de suelo al final de la campaña por tratamiento

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5
pH	6,7	6,78	6,47	7,09	6,79
CE (dS/m)	1,77	1,5	2,09	1,55	1,65
Arena (%)	81,92	81,92	80,99	81,28	79,55
Limo (%)	12,64	11,88	13,50	15,21	15,66
Arcilla (%)	5,44	6,20	5,51	3,51	4,79
Textura	Arena franca	Arena franca	Arena franca	Arena franca	Arena franca
M.O. (%)	4,44	4,30	4,35	4,30	3,30
Nitrógeno (%)	0,12	0,33	0,43	0,45	0,31
Fosforo (ppm)	13,41	23,46	53,25	49,99	23,46
Potasio (ppm)	440,00	210,59	493,53	234,00	362,94

Cuadro N°24: Cronograma de riego y fertilización de olivos

Fecha	Riego/Fert.	Tratamiento 5 (Biogen N)	Todos Los Tratamientos	
			Fósforo	Potasio
01-08-11	Riego		1hr	
02-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
03-08-11	Riego		1hr	
04-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
05-08-11	Riego		1hr	
06-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
07-08-11	Riego		1hr	
08-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
09-08-11	Riego		1hr	
10-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
11-08-11	Riego		1hr	
12-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
13-08-11	Riego		1hr	
14-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
15-08-11	Riego		1hr	
16-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
17-08-11	Riego		1hr	
18-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
19-08-11	Riego		1hr	
20-08-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
21-08-11	Riego		1hr	
22-08-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
23-08-11	Riego/Fert.		1hr	
24-08-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
25-08-11	Riego/Fert.		1hr	
26-08-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
27-08-11	Riego/Fert.		1hr	
28-08-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
29-08-11	Riego/Fert.		1hr	
30-08-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
31-08-11	Riego/Fert.		1hr	
01-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
02-09-11	Riego/Fert.		1hr	
03-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
04-09-11	Riego/Fert.		1hr	
05-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
06-09-11	Riego/Fert.		1hr	
07-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
08-09-11	Riego/Fert.		1hr	
09-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
10-09-11	Riego/Fert.		1hr	
11-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
12-09-11	Riego/Fert.		1hr	
13-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
14-09-11	Riego/Fert.		1hr	
15-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
16-09-11	Riego/Fert.		1hr	
17-09-11	Riego	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
18-09-11	Riego		1hr	
19-09-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
20-09-11	Riego		1hr	

Fecha	Riego/Fert.	Tratamiento 5 (Biogen N)	Todos Los Tratamientos	
			Fósforo	Potasio
21-09-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
22-09-11	Riego		1hr	
23-09-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
24-09-11	Riego		1hr	
25-09-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
26-09-11	Riego		1hr	
27-09-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
28-09-11	Riego		1hr	
29-09-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
30-09-11	Riego		1hr	
01-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
02-10-11	Riego		1hr	
03-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
04-10-11	Riego		1hr	
05-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
06-10-11	Riego		1hr	
07-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
08-10-11	Riego		1hr	
09-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
10-10-11	Riego		1hr	
11-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
12-10-11	Riego		1hr	
13-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
14-10-11	Riego		1hr	
15-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
16-10-11	Riego		1hr	
17-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
18-10-11	Riego		1hr	
19-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
20-10-11	Riego		1hr	
21-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
22-10-11	Riego		1hr	
23-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
24-10-11	Riego		1hr	
25-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
26-10-11	Riego		1hr	
27-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
28-10-11	Riego		1hr	
29-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
30-10-11	Riego		1hr	
31-10-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt	0,9 kg	0,7 Kg
01-11-11	Riego		1hr	
02-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
03-11-11	Riego		1hr	
04-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
05-11-11	Riego		1hr	
06-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
07-11-11	Riego		1hr	
08-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
09-11-11	Riego		1hr	
10-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg

Fecha	Riego/Fert.	Tratamiento 5 (Biogen N)	Todos Los Tratamientos	
			Fósforo	Potasio
11-11-11	Riego		1hr	
12-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
13-11-11	Riego		1hr	
14-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
15-11-11	Riego		1hr	
16-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
17-11-11	Riego		1hr	
18-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
19-11-11	Riego		1hr	
20-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
21-11-11	Riego		1hr	
22-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
23-11-11	Riego		1hr	
24-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
25-11-11	Riego		1hr	
26-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
27-11-11	Riego		1hr	
28-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
29-11-11	Riego		1hr	
30-11-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
01-12-11	Riego		1hr	
02-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
03-12-11	Riego		1hr	
04-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
05-12-11	Riego		1hr	
06-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
07-12-11	Riego		1hr	
08-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
09-12-11	Riego		1hr	
10-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
11-12-11	Riego		1hr	
12-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
13-12-11	Riego		1hr	
14-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
15-12-11	Riego		1hr	
16-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
17-12-11	Riego		1hr	
18-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
19-12-11	Riego		1hr	
20-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
21-12-11	Riego		1hr	
22-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
23-12-11	Riego		1hr	
24-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
25-12-11	Riego		1hr	
26-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
27-12-11	Riego		1hr	
28-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
29-12-11	Riego		1hr	
30-12-11	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
31-12-11	Riego		1hr	
01-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
02-01-12	Riego		1hr	

Fecha	Riego/Fert.	Tratamiento 5 (Biogen N)	Todos Los Tratamientos	
			Fósforo	Potasio
03-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
04-01-12	Riego		1hr	
05-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
06-01-12	Riego		1hr	
07-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
08-01-12	Riego		1hr	
09-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
10-01-12	Riego		1hr	
11-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
12-01-12	Riego		1hr	
13-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
14-01-12	Riego		1hr	
15-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
16-01-12	Riego		1hr	
17-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
18-01-12	Riego		1hr	
19-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
20-01-12	Riego		1hr	
21-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
22-01-12	Riego		1hr	
23-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
24-01-12	Riego		1hr	
25-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
26-01-12	Riego		1hr	
27-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
28-01-12	Riego		1hr	
29-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
30-01-12	Riego		1hr	
31-01-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,75lt	0,85 kg	0,65 kg
01-02-12	Riego		1hr	
02-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
03-02-12	Riego		1hr	
04-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
05-02-12	Riego		1hr	
06-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
07-02-12	Riego		1hr	
08-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
09-02-12	Riego		1hr	
10-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
11-02-12	Riego		1hr	
12-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
13-02-12	Riego		1hr	
14-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
15-02-12	Riego		1hr	
16-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
17-02-12	Riego		1hr	
18-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
19-02-12	Riego		1hr	
20-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
21-02-12	Riego		1hr	
22-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
23-02-12	Riego		1hr	
24-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg

Fecha	Riego/Fert.	Tratamiento 5 (Biogen N)	Todos Los Tratamientos	
			Fósforo	Potasio
25-02-12	Riego		1hr	
26-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
27-02-12	Riego		1hr	
28-02-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt	0,7 kg	0,5 kg
29-02-12	Riego		1hr	
01-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
02-03-12	Riego		1hr	
03-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
04-03-12	Riego		1hr	
05-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
06-03-12	Riego		1hr	
07-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
08-03-12	Riego		1hr	
09-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
10-03-12	Riego		1hr	
11-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
12-03-12	Riego		1hr	
13-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
14-03-12	Riego		1hr	
15-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
16-03-12	Riego		1hr	
17-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
18-03-12	Riego		1hr	
19-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
20-03-12	Riego		1hr	
21-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
22-03-12	Riego		1hr	
23-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
24-03-12	Riego		1hr	
25-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
26-03-12	Riego		1hr	
27-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
28-03-12	Riego		1hr	
29-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
30-03-12	Riego		1hr	
31-03-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,6lt		0,5 kg
01-04-12	Riego		1hr	
02-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
03-04-12	Riego		1hr	
04-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
05-04-12	Riego		1hr	
06-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
07-04-12	Riego		1hr	
08-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
09-04-12	Riego		1hr	
10-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
11-04-12	Riego		1hr	
12-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
13-04-12	Riego		1hr	
14-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
15-04-12	Riego		1hr	
16-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
17-04-12	Riego		1hr	

Fecha	Riego/Fert.	Tratamiento 5 (Biogen N)	Todos Los Tratamientos	
			Fósforo	Potasio
18-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
19-04-12	Riego		1hr	
20-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
21-04-12	Riego		1hr	
22-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
23-04-12	Riego		1hr	
24-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
25-04-12	Riego		1hr	
26-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
27-04-12	Riego		1hr	
28-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
29-04-12	Riego		1hr	
30-04-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
01-05-12	Riego		1hr	
02-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
03-05-12	Riego		1hr	
04-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
05-05-12	Riego		1hr	
06-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
07-05-12	Riego		1hr	
08-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
09-05-12	Riego		1hr	
10-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
11-05-12	Riego		1hr	
12-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
13-05-12	Riego		1hr	
14-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
15-05-12	Riego		1hr	
16-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
17-05-12	Riego		1hr	
18-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		0,7 Kg
19-05-12	Riego		1hr	
20-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
21-05-12	Riego		1hr	
22-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
23-05-12	Riego		1hr	
24-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
25-05-12	Riego		1hr	
26-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
27-05-12	Riego		1hr	
28-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
29-05-12	Riego		1hr	
30-05-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
31-05-12	Riego		1hr	
01-06-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
02-06-12	Riego		1hr	
03-06-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
04-06-12	Riego		1hr	
05-06-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
06-06-12	Riego		1hr	
07-06-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		
08-06-12	Riego		1hr	
09-06-12	Riego/Fert.	1,5hr/0,8lt		

Cuadro N°25: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T5

PLANTAS/HA:	100	MONEDA	Nuevo Sol	
MARCO DE SIEMBRA:	10 x10 m	EDAD CULTIVO	Adulto (15-20años)	
NIVEL TECNOLÓGICO:	ALTO			
CONDUCCION	Tratamiento T5 (Fertilización química)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	TOTAL (S/.)
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra				5.598,75
Labores culturales				292,50
Poda (30% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	3	97,50
Poda sanitaria	JORNAL	32,5	2	65,00
Abonamiento (20% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	2	65,00
Lavado de olivos	JORNAL	32,5	2	65,00
Control de malezas				97,50
Aplicación de herbicidas	JORNAL	32,5	2	65,00
Deshierbo manual-mecánico	JORNAL	32,5	1	32,50
Riegos				237,25
Aplicación de riegos	JORNAL	32,5	7	237,25
Tratamiento fitosanitarios				97,50
Aplicación de preparado	JORNAL	32,5	3	97,50
Cosecha de cultivo				4.434,00
Recolección de Aceituna	CAJA x 25 KG	6	739	4.434,00
Mano de obra especializada				440,00
Ingenieros	Salario	4000	0,05	200,00
Técnicos	Salario	1200	0,20	240,00
2. Insumos				1.985,17
Fertilizantes				706,78
Big N	Lt	3,38	80	270,40
Urfos	Kg	3,21	50	160,42
Sulfato de Potasio	Kg	2,29	50	114,40
Nitrato de potasio	Kg	3,07	40	122,72
Nitrato de Calcio	Kg	1,39	20	27,77
Sulfato de Magnesio	Kg	0,74	15	11,08
Materia orgánica				100,00
Estiércol (20% de la Ha/anual)	TM	200	0,5	100,00
Agua				965,03
Costo de agua de riego	m3	0,1134	8.500,0	963,90
Costo de agua de lavado	m3	0,1134	10,0	1,13

Productos fitosanitario				213,35
Biospore	Kg	50	2,40	120,00
Roundup	Lt	20,17	3,00	60,51
Superwet	Lt	15,68	0,09	1,41
BB5	Lt	22,88	0,15	3,43
Detergente	Kg	5,60	5,00	28,00
3. Transporte				105,00
Materia Orgánica (en fundo)	Hr/maquina	35	1	35,00
Cosecha (en fundo)	Hr/maquina	35	2	70,00
4. Materiales				38,50
Cajones de plástico (Jabas)	UNIDAD	10	4	36,00
Palas	UNIDAD	25	0,10	2,50
5. Otros				46,25
Análisis de suelo	MUESTRA	120	0,125	15,00
Análisis foliar	MUESTRA	250	0,125	31,25
1. Mano de Obra				5.598,75
2. Insumos				1.985,17
3. Transporte				105,00
4. Materiales				38,50
5. Otros				46,25
SUB TOTAL				7.773,67
GASTOS ADMINISTRATIVOS				233,21
IMPREVISTOS				360,00
TOTAL (Costo producción /Ha)				8.366,88

Fuente: BIONDI Y CÍA DE TACNA

Cuadro Nº26: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T4

PLANTAS/HA:	100	MONEDA	Nuevo Sol	
MARCO DE SIEMBRA:	10 x10 m	EDAD CULTIVO	Adulto (15-20años)	
NIVEL TECNOLÓGICO:	ALTO			
CONDUCCION	Tratamiento T4 (4800Kg compost mejorado /Ha)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	TOTAL (S/.)
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra				4.738,25
Labores culturales				
Poda (30% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	3	97,50
Poda sanitaria	JORNAL	32,5	2	65,00
Abonamiento	JORNAL	32,5	1	32,50
Lavado de olivos	JORNAL	32,5	2	65,00
Control de malezas				
Aplicación de herbicidas	JORNAL	32,5	2	65,00
Deshierbo manual-mecánico	JORNAL	32,5	1	32,50
Riegos				
Aplicación de riegos	JORNAL	32,5	7	237,25
Tratamiento fitosanitarios				
Aplicación de preparado	JORNAL	32,5	3	97,50
Cosecha de cultivo				
Recolección de Aceituna	CAJA x 25 KG	6	601	3.606,00
Mano de obra especializada				
Ingenieros	Salario	4000	0,05	200,00
Técnicos	Salario	1200	0,20	240,00
2. Insumos				2.687,57
Fertilizantes				
Compost mejorado	Kg	0,23	4.800	1.104,00
Urfos	Kg	3,21	50	160,42
Sulfato de Potasio	Kg	2,29	90	205,92
Nitrato de Calcio	Kg	1,39	20	27,77
Sulfato de Magnesio	Kg	0,74	15	11,08
Agua				
Costo de agua de riego	m3	0,1134	8.500,0	963,90
Costo de agua de lavado	m3	0,1134	10,0	1,13
Productos fitosanitario				
Biospore	Kg	50	2,40	120,00
Roundup	Lt	20,17	3,00	60,51

Superwet	Lt	15,68	0,09	1,41
BB5	Lt	22,88	0,15	3,43
Detergente	Kg	5,60	5,00	28,00
3. Transporte				105,00
Materia Orgánica (en fundo)	Hr/maquina	35	1	35,00
Cosecha (en fundo)	Hr/maquina	35	2	70,00
4. Materiales				38,50
Cajones de plástico (Jabas)	UNIDAD	10	4	36,00
Palas	UNIDAD	25	0,10	2,50
5. Otros				46,25
Análisis de suelo	MUESTRA	120	0,125	15,00
Análisis foliar	MUESTRA	250	0,125	31,25
1. Mano de Obra				4.738,25
2. Insumos				2.687,57
3. Transporte				105,00
4. Materiales				38,50
5. Otros				46,25
SUB TOTAL				7.615,57
II. GASTOS ADMINISTRATIVOS				228,47
IMPREVISTOS				360,00
TOTAL (Costo producción /Ha)				8.204,04

Fuente: BIONDI Y CIA DE TACNA

Cuadro Nº27: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T3

PLANTAS/HA:	100	MONEDA	Nuevo Sol	
MARCO DE SIEMBRA:	10 x10 m	EDAD CULTIVO	Adulto (15-20años)	
NIVEL TECNOLÓGICO:	ALTO			
CONDUCCION	Tratamiento T3 (3200Kg compost mejorado /Ha)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	TOTAL (S/.)
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra				4.642,25
Labores culturales				260,00
Poda (30% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	3	97,50
Poda sanitaria	JORNAL	32,5	2	65,00
Abonamiento	JORNAL	32,5	1	32,50
Lavado de olivos	JORNAL	32,5	2	65,00
Control de malezas				97,50
Aplicación de herbicidas	JORNAL	32,5	2	65,00
Deshierbo manual-mecánico	JORNAL	32,5	1	32,50
Riegos				237,25
Aplicación de riegos	JORNAL	32,5	7	237,25
Tratamiento fitosanitarios				97,50
Aplicación de preparado	JORNAL	32,5	3	97,50
Cosecha de cultivo				3.510,00
Recolección de Aceituna	CAJA x 25 KG	6	585	3.510,00
Mano de obra especializada				440,00
Ingenieros	Salario	4000	0,05	200,00
Técnicos	Salario	1200	0,20	240,00
2. Insumos				2.319,57
Fertilizantes				1.141,18
Compost mejorado	Kg	0,23	3.200	736,00
Urfos	Kg	3,21	50	160,42
Sulfato de Potasio	Kg	2,29	90	205,92
Nitrato de Calcio	Kg	1,39	20	27,77
Sulfato de Magnesio	Kg	0,74	15	11,08
Agua				965,03
Costo de agua de riego	m3	0,1134	8.500,0	963,90
Costo de agua de lavado	m3	0,1134	10,0	1,13
Productos fitosanitario				213,35
Biospore	Kg	50	2,40	120,00
Roundup	Lt	20,17	3,00	60,51

Superwet	Lt	15,68	0,09	1,41
BB5	Lt	22,88	0,15	3,43
Detergente	Kg	5,60	5,00	28,00
3. Transporte				105,00
Materia Orgánica (en fundo)	Hr/maquina	35	1	35,00
Cosecha (en fundo)	Hr/maquina	35	2	70,00
4. Materiales				38,50
Cajones de plástico (Jabas)	UNIDAD	10	4	36,00
Palas	UNIDAD	25	0,10	2,50
5. Otros				46,25
Análisis de suelo	MUESTRA	120	0,125	15,00
Análisis foliar	MUESTRA	250	0,125	31,25
1. Mano de Obra				4.642,25
2. Insumos				2.319,57
3. Transporte				105,00
4. Materiales				38,50
5. Otros				46,25
SUB TOTAL				7.151,57
GASTOS ADMINISTRATIVOS				214,55
IMPREVISTOS				360,00
TOTAL (Costo producción /Ha)				7.726,12

Fuente: BIONDI Y CIA DE TACNA

Cuadro Nº28: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T2

PLANTAS/HA:	100	MONEDA	Nuevo Sol	
MARCO DE SIEMBRA:	10 x10 m	EDAD CULTIVO	Adulto (15-20años)	
NIVEL TECNOLÓGICO:	ALTO			
CONDUCCION	Tratamiento T2 (1600Kg compost mejorado /Ha)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	TOTAL (S/.)
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra				4.474,25
Labores culturales				260,00
Poda (30% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	3	97,50
Poda sanitaria	JORNAL	32,5	2	65,00
Abonamiento	JORNAL	32,5	1	32,50
Lavado de olivos	JORNAL	32,5	2	65,00
Control de malezas				97,50
Aplicación de herbicidas	JORNAL	32,5	2	65,00
Deshierbo manual-mecánico	JORNAL	32,5	1	32,50
Riegos				237,25
Aplicación de riegos	JORNAL	32,5	7	237,25
Tratamiento fitosanitarios				97,50
Aplicación de preparado	JORNAL	32,5	3	97,50
Cosecha de cultivo				3.342,00
Recolección de Aceituna	CAJA x 25 KG	6	557	3.342,00
Mano de obra especializada				440,00
Ingenieros	Salario	4000	0,05	200,00
Técnicos	Salario	1200	0,20	240,00
2. Insumos				1.951,57
Fertilizantes				773,18
Compost mejorado	Kg	0,23	1.600	368,00
Urfos	Kg	3,21	50	160,42
Sulfato de Potasio	Kg	2,29	90	205,92
Nitrato de Calcio	Kg	1,39	20	27,77
Sulfato de Magnesio	Kg	0,74	15	11,08
Agua				965,03
Costo de agua de riego	m3	0,1134	8.500	963,90
Costo de agua de lavado	m3	0,1134	10,0	1,13
Productos fitosanitario				213,35
Biospore	Kg	50,00	2,4	120,00
Roundup	Lt	20,17	3,0	60,51

Superwet	Lt	15,68	0	1,41
BB5	Lt	22,88	0,15	3,43
Detergente	Kg	5,6	5,00	28,00
3. Transporte				105,00
Materia Orgánica (en fundo)	Hr/maquina	35	1	35,00
Cosecha (en fundo)	Hr/maquina	35	2	70,00
4. Materiales				38,50
Cajones de plástico (Jabas)	UNIDAD	10	4	36,00
Palas	UNIDAD	25	0,10	2,50
5. Otros				46,25
Análisis de suelo	MUESTRA	120	0,125	15,00
Análisis foliar	MUESTRA	250	0,125	31,25
1. Mano de Obra				4.474,25
2. Insumos				1.951,57
3. Transporte				105,00
4. Materiales				38,50
5. Otros				46,25
SUB TOTAL				6.615,57
GASTOS ADMINISTRATIVOS				198,47
IMPREVISTOS				360,00
TOTAL (Costo producción /Ha)				7.174,04

Fuente: BIONDI Y CIA DE TACNA

Cuadro N° 29: Costos de Producción de Olivo del tratamiento T1

PLANTAS/HA:	100	MONEDA	Nuevo Sol	
MARCO DE SIEMBRA:	10 x10 m	EDAD CULTIVO	Adulto (15-20años)	
NIVEL TECNOLÓGICO:	ALTO			
CONDUCCION	Tratamiento T1 (no tiene fertilización nitrogenada)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P. UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	TOTAL (S/.)
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra				4.140,75
Labores culturales				292,50
Poda (30% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	3	97,50
Poda sanitaria	JORNAL	32,5	2	65,00
Abonamiento (20% de la Ha/anual)	JORNAL	32,5	2	65,00
Lavado de olivos	JORNAL	32,5	2	65,00
Control de malezas				97,50
Aplicación de herbicidas	JORNAL	32,5	2	65,00
Deshierbo manual-mecánico	JORNAL	32,5	1	32,50
Riegos				237,25
Aplicación de riegos	JORNAL	32,5	7	237,25
Tratamiento fitosanitarios				97,50
Aplicación de preparado	JORNAL	32,5	3	97,50
Cosecha de cultivo				2.976,00
Recolección de Aceituna	CAJA x 25 KG	6	496	2.976,00
Mano de obra especializada				440,00
Ingenieros	Salario	4000	0,05	200,00
Técnicos	Salario	1200	0,20	240,00
2. Insumos				1.683,57
Fertilizantes				405,18
Urfos	Kg	3,2084	50	160,42
Sulfato de Potasio	Kg	2,29	90	205,92
Nitrato de Calcio	Kg	1,39	20	27,77
Sulfato de Magnesio	Kg	0,74	15	11,08
Materia orgánica				100,00
Estiércol (20% de la Ha/anual)	TM	200,00	1	100,00
Agua				965,03
Costo de agua de riego	m3	0,1134	8.500,0	963,90
Costo de agua de lavado	m3	0,1134	10	1,13
Productos fitosanitario				213,35
Biospore	Kg	50,00	2,4	120,00

Roundup	Lt	20,17	3	60,51
Superwet	Lt	15,68	0,09	1,41
BB5	Lt	22,88	0,15	3,43
Detergente	Kg	5,6	5,00	28,00
3. Transporte				105,00
Materia Orgánica (en fondo)	Hr/maquina	35	1	35,00
Cosecha (en fondo)	Hr/maquina	35	2	70,00
4. Materiales				38,50
Cajones de plástico (Jabas)	UNIDAD	10	4	36,00
Palas	UNIDAD	25	0,10	2,50
5. Otros				46,25
Análisis de suelo	MUESTRA	120	0,125	15,00
Análisis foliar	MUESTRA	250	0,125	31,25
1. Mano de Obra				4.140,75
2. Insumos				1.683,57
3. Transporte				105,00
4. Materiales				38,50
5. Otros				46,25
SUB TOTAL				6.014,07
GASTOS ADMINISTRATIVOS				180,42
IMPREVISTOS				360,00
TOTAL (Costo producción /Ha)				6.554,49

Fuente: BIONDI Y CIA DE TACNA