



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

**TRES MÉTODOS DE ENRAIZAMIENTO DE
ESTACAS DE OLIVO (*Olea europaea L.*) DEL
RANCHO "PANTEÓN VALLE DE LOS OLIVOS", DE
LA LOCALIDAD DE HUEXOTLA, TEXCOCO,
ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

P R E S E N T A:

GABRIELA MUÑOZ RODRIGUEZ

ASESORES

**M.C. Alfonsina Judith Hernández
Dr. Julio Sánchez Escudero**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, SEPTIEMBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

TRES MÉTODOS DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE OLIVO (OLEA EUROPEA L.) DEL RANCHO
"PANTEÓN VALLE DE LOS OLIVOS" DE LA LOCALIDAD DE HUEXOTLA, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO"

Que presenta la pasante: **GABRIELA MUÑOZ RODRIGUEZ**
Con número de cuenta: **40601440-3** para obtener el Título de: **Ingeniera Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 20 de Junio de 2014.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Biol. Abel Bonfil Campos	
VOCAL	Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra	
SECRETARIO	M.C. Alfonsina Judith Hernández	
1er SUPLENTE	Dr. Gustavo Mercado Mancera	
2do SUPLENTE	M.C. María Victoria Hernández Pimentel	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

IHM/yrf

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México por mi formación profesional la cual concluyo satisfactoriamente.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, por haberme brindado el material necesario para este proyecto.

A mi asesora y asesor, MC. Judith y Dr. Julio por su apoyo y paciencia durante la elaboración de este trabajo.

A mi madre, una mujer excepcional con su esfuerzo, consejos, confianza, apoyo y amor me guió para ser quien soy.

A mi padre, quien me enseñó que la escuela es lo mejor que podemos heredar y no importan los obstáculos que tengamos en la vida porque cuando se quiere se puede.

Les agradezco a ambos por otorgarme la libertad de tomar mis propias decisiones, aprender de mis errores y sobre todo el haberme dado la vida. A mis abuelitos y abuelitas que aun que fue corta nuestra convivencia aprendí a sentirme orgullosa de ser de origen Nahua y a amarlos como si los hubiese conocido desde siempre.

A mis hermanos y hermanas quienes han sido un gran ejemplo desde mi niñez y que con su apoyo y cariño me demostraron que puedo confiar en ustedes y que siempre estarán conmigo

A los dos amores de mi vida, esposo mío el haberte encontrado fue lo mejor que me paso porque contigo encontré el amor verdadero, la confianza y el respeto, tu eres hasta hoy quien me ayudo a concluir esta etapa de mi vida con tu paciencia y amor, pronto veremos el fruto de este esfuerzo que ahora nos pertenece a ambos y a ti mi adorado hijo que con tu llegada iluminaste toda mi vida y así será hasta el día que deje de respirar, eres mi motor y mi fuerza como lo será tu(s) futuro(s) hermano(s) o hermana(s) lo cual espero que tu padre y yo seamos un buen ejemplo para que ustedes sean personas de bien.

A mi suegra, suegro y cuñada, que me han demostrado su afecto y su apoyo como alguien más de su familia.

A mis mejores amigas: Lorena, Maricela, Ana Laura, María, Marlen, Adriana e Irma, ustedes fueron mi familia en mi trayectoria por la universidad y lo seguirán siendo mientras ustedes así lo quieran, Luz Valeria quien ya no esta con nosotros pero su esencia aun está conmigo día a día y jamás te olvidare porque vives en mi corazón, tu me demostraste que se puede ser feliz en cualquiera de los mundos de nuestra mente y que la verdadera amistad puede convertirse en hermandad, fuiste y serás mi hermana por la eternidad. Y por su puesto a en quien creo y no me abandona.

DEDICATORIA

A mi madre PAULA RODRIGUEZ FLORES y padre ELIGIO MUÑOZ CUAMATZI.

*A mis hermanas MUÑOZ RODRIGUEZ ROSALINA, CAROLINA Y EDITH, y
hermanos MUÑOZ RODRIGUEZ DOMINGO Y RODOLFO.*

*A mis abuelas ANASTACIA FLORES, AURELIA CUAMATZI y abuelos PEDRO
RODRIGUEZ e INOCENCIO MUÑOZ.*

† Q.E.P.D.

*A mi amado esposo ALFONSO AGUADO CUELLAR y querido hijo ALDO
AGUADO MUÑOZ.*

*A mi suegra JUANA CUELLAR MARTINEZ y suegro LEOPOLDO AGUADO
BONILLA.*

A mi cuñada ALMA LINA AGUADO CUELLAR.

*A mis entrañables y mejores amigas LUZ VALERIA MANJARES RIVERA † Q.E.P.D.
LORENA PEREA GÓMEZ, MARICELA GARCÍA GARCÍA, ANA LAURA VÁZQUEZ
FLORES, MARÍA SANTIAGO, MARLEN LÓPEZ BREÑA, ADRIANA VARGAS E
IRMA VELAZQUEZ MÁRQUEZ.*

2.5.3.1.	Tipos de aminoácidos.....	16
2.6.	Sustratos.....	16
2.6.1.	Tipos de sustratos.....	17
2.6.1.1.	Composta.....	17
2.6.1.2.	Fibra de coco.....	18
2.6.1.3.	Vermicomposta.....	19
2.7.	Historia de los olivares del “Rancho Panteón Valle de los olivos”.....	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1.	Zona de estudio.....	21
3.2.	Colecta de Material vegetal.....	22
3.3.	Selección de material vegetal.....	22
3.4.	Establecimiento del experimento.....	24
3.5.	Parametros a evaluar.....	30
IV.	RESULTADO.....	31
4.1.	Porcentaje de enraizamiento.....	31
4.2.	Número de raíces.....	32
4.3.	Tamaño de raíces.....	33
4.4.	Porcentaje de callo por cada tratamiento.....	34
V.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	36
VI.	CONCLUSIONES.....	40
VII.	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	41
	ANEXOS.....	47
	Anexo I. Caracteres morfológicos.....	48
	Anexo II. Variedades y su aptitud de enraizamiento.....	52
	Anexo III. Comparación de medias, con la prueba de Tukey, para las variables número y tamaño de raíces.....	53
	Anexo IV Análisis de varianza.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Pag.
1 Lista de algunas variedades de olivo en México	10
2 Métodos de propagación asexual.....	12
3 Tabla de tratamientos totales	28
4 Características físicas y químicas de los sustratos	29

ÍNDICE FIGURAS

No.	Pag
1 Ciclo productivo del olivo	8
2 Diferentes estados en el proceso de enraizamiento y factores que afectan a cada una de las etapas	13
3 Etapas de proceso de compostaje, de acuerdo a la evolución de la temperatura	18
4 Ubicación de la zona de colecta	21
5 Árboles seleccionados para la colecta de material vegetativo.....	22
6 Árboles de olivo en la zona de colecta	22
7 Árboles de olivo con características similares	23
8 Árboles para la selección del material vegetal	23
9 Preparación de las varetas y elaboración de incisiones en la parte basal de la estaca.....	24
10-11 Aplicación de aminoácidos en la parte basal de las estacas	25
12 Aplicación de Radix 10,000	25
13 Preacondicionamiento en agua durante un mes antes del trasplante	26
14 Aplicación de los estimuladores de raíz.....	26
15 Aplicación de té de composta y lixiviados	27
16 Montaje de las estacas una vez aplicado el tratamiento	27
17 Funcionamiento del sistema de riego por nebulización instalado	30

18	Porcentajes de enraizamiento.....	31
19	Porcentajes de enraizamiento de los diferentes métodos en los tres sustratos	31
20	Estacas enraizadas en fase de endurecimiento	32
21	Promedio de número de raíces por estaca en los diferentes métodos.....	32
22	Estacas enraizadas que superaron el número de raíces promedio	33
23	Número de raíces promedio de las estacas enraizadas	33
24	Promedio de tamaño de raíz en cm para los diferentes métodos	34
25	Longitud de raíces de las estacas enraizadas	34
26	Porcentaje de formación de callo por cada tratamiento en cada uno de los métodos.....	35
27	Métodos de propagación asexual.....	35
28	Estaca con formación de callo	35

RESUMEN

El olivo es una especie de importancia económica en México, tiene el potencial para establecerse pudiendo ser una alternativa para las zonas áridas y templadas. En el presente trabajo de investigación se evaluaron tres métodos de enraizamiento del olivo (*Olea europaea L.*) y el efecto de promotores de raíz, dos orgánicos y cuatro de uso comercial (Radix 10,000, Raizone, Raizal y aminoácidos), y el efecto de preacondicionamiento de las estacas en agua, en tres sustratos orgánicos del Rancho "Panteón valle de los olivos". El trabajo se estableció en las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco de Mora, Estado de México; se utilizó el método de propagación por estacas semileñosas bajo nebulización, con tres tipos de sustratos orgánicos: fibra de coco, composta y vermicomposta, se realizó un diseño experimental Factorial 11X3 completamente al azar, 11 tratamientos (Agua, Aminoácidos, Radixaminoácidos, Raizal, Raizone, Raizoneaminoácidos, Rxamino, Rzoneaminoaradix, Rzonearizal, Técomposta y Lixiviados con la combinación de un factor y un nivel, evaluando el tamaño y el número de raíces, así como también se realizó un análisis gráfico del porcentaje de enraizamiento y formación de callo.

El porcentaje de enraizamiento fue del 5.8 %, esto indica que son árboles con muy bajo potencial de enraizamiento (1 al 20 %), pero a pesar de esto se puede dar seguimiento ya que se encontró que aunque sea bajo el potencial de enraizamiento es posible generar estacas de estos árboles. El mejor tratamiento para el enraizamiento de olivo en este ensayo fue composta-rxamino (M1.1). Para el número de raíces el mejor tratamiento fue fibra de coco-rzoneaminoaradix, por lo cual se puede hacer una combinación con el mejor tratamiento de porcentaje de enraizamiento.

Los tratamientos usados en este estudio muestran, que con los resultados obtenidos se puede partir de ahí para realizar una nueva investigación y así aumentar el porcentaje de raíz y el número de raíces para que las plantas de olivo tengan un mejor anclaje; a pesar de la poca investigación en el estaquillado de olivo, se obtuvieron resultados positivos.

I. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo se ha manejado diferentes formas de propagación en plantas, ya que se busca mejorar la descendencia pero conservando los caracteres de resistencia del progenitor. Entre las cuales destacan la propagación vegetativa ya que de esta forma se reproducen clones, es decir, la información genética será igual al de la planta progenitora o planta madre; en fruticultura y otras ramas de la agricultura es muy importante debido a que algunas especies crecen de una forma lenta si es propagada por semilla (Chávez *et al.*, 2008).

En la propagación asexual no solo el hombre interviene en ello si no que también existen formas naturales por las cuales las plantas se reproducen, una de ellas es la de rizoma entre otras; la practica más usada es el de estaquillas debido a que el proceso de formación de raíz suele ser más rápido, dependiendo de la especie que se esté usando, esto suele ser con la ayuda de estimuladores de raíz ya sean químicos o naturales (Huanca, S/F).

Para los productores es importante obtener plantas en un corto tiempo y si el árbol del cual están propagando este tiene un buen rendimiento que mejor, otro beneficio de la propagación por estaquilla es la conservación de germoplasma de especies que tienen un valor histórico.

En el rancho, fue implantado el huerto hace aproximadamente 50-60 años por investigación de la ExCONAFRUT, (Paredes, 1944), buscaba darle realce a los huertos de olivo después de que fueron eliminados por la corona española y precisamente en este lugar fue uno de los sitios en donde se pretendía estudiarlo, desafortunadamente no se le dio seguimiento y jamás pudieron darle la importancia que merecía este cultivo prometedor en la zona centro del país.

La pérdida de interés provoco que se descuidara el huerto, pero a pesar de estos acontecimientos no fue retirado, es posible poder reactivarlo, dándole el manejo agronómico adecuado, ya que a pesar del abandono según la persona encargada del lugar menciona que algunos árboles entran en producción en la época de primavera-verano (Paredes, 1944).

Por lo tanto el fin del presente trabajo, fue buscar el posible método más rápido de enraizamiento, debido al cambio de dueños ocasiono que la información propagativa se perdiera, para el actual dueño es importante este trabajo ya que tiene el objetivo de reactivar las actividades del huerto de olivos, así como también la renovación de los mismos.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- ✦ Evaluar diversos métodos de enraizamiento, el efecto del tipo sustrato y del precondicionamiento en agua, de estacas del cultivo de olivo.

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- ✦ Evaluar tres métodos de enraizamiento basados en el empleo de promotores del raíz, en estacas del cultivo de olivo, del Rancho “Panteón valle de los olivos”, en San Luis Huexotla, Texcoco, Méx.
- ✦ Determinar el efecto de los sustratos orgánicos, en la formación de callo, enraizamiento, número y tamaño de raíces, en estacas del cultivo de olivo.
- ✦ Relacionar el precondicionamiento en agua con el proceso de enraizamiento de estacas del cultivo de olivo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del olivo en el mundo

La especie de olivo domesticado, era originario de la cuenca mediterránea, y considera que Asia Menor fue el lugar de origen del cultivo de olivo alrededor de 6000 años atrás; con el descubrimiento de América (1492), el cultivo del olivo se extendió más allá de los confines del Mediterráneo. Los primeros olivos fueron llevados desde Sevilla a las Indias Occidentales, y luego al Continente Americano (Tanús, 2006).

La especie *Olea europaea* a la que pertenece el olivo, tiene un origen híbrido. Posiblemente es el resultado del cruzamiento de especies próximas a él como: el *Olea africana*, originario de Arabia y Egipto, el *Olea ferruginea*, procedente del área asiática y el *Olea laperrini*, procedente del sur de Marruecos (Cerro, s/f).

Hacia 1560, se cultivaban olivos en México, y luego en Perú, California, Chile y Argentina, donde una de las plantas introducidas durante la conquista fue el viejo olivo Arauco todavía el cual vive. La existencia del olivo se limita a una franja que abarca los paralelos 30 a 45 en ambos hemisferios (Tanús, 2006).

El olivo esta mayormente concentrado en la región mediterránea (Baldoni and Belaj, 2009) y hoy en día cultivado en todo el mundo (Mayorga, 2001, citado en Sánchez, 2012).

La franja de producción del olivo se localiza en el norte de África y el sur de Europa (cuenca del Mar Mediterráneo); en América, en el sur de Estados Unidos y norte de México. En el hemisferio meridional se puede cultivar en Chile, Argentina y una parte de Brasil. Por último, también se puede cultivar en algunas partes de Australia (SEFOA, 2011).

2.2 Importancia del olivo en México

En 1942 España llevo el olivo a América, se introdujo a México por franciscanos y jesuitas (Mayorga, 2001), Fray Martín de Valencia lo introdujo en la zona de Tulyehualco siendo este el primer lugar de toda América, en Texcoco se introdujo en 1531 pero en 1774 Carlos III expidió una cedula en donde prohibía a los virreyes las plantaciones de olivo y vid, posteriormente en 1777 mediante una nueva cedula se mando a eliminar los cultivos de olivo y viñedos en todo el país.

En 1930 y 1940 la Dirección General de Agricultura, inicio un proyecto, que consistió en recorrer la República Mexicana buscando huellas de olivares antiguos, determinar cuántos olivos había y, a que variedades pertenecían; encontrándose que había un total de 10,560 olivos de más 10 variedades distribuidos en los estados de Nuevo León, Zacatecas, Durango, Sonora, Baja California, Hidalgo, Estado de México, Distrito Federal, Guanajuato (Paredes, 1944), según los datos recabados de este estudio fue como se inicio en viveros, la propagación de este árbol frutal, con material vegetal de la misma zona, retomando las plantaciones en diferentes estados de la república en 1941.

Y no fue hasta 1975 que se retomo nuevamente, por un estudio realizado por la Ex CONAFRUT sobre los requerimientos ecológicos y de zonificación del cultivo, años antes (Delfín (2004) y Romero (2005) citado en Sánchez, 2012).

El cultivo del olivo en México es una fuente de ingresos importante en las regiones de Sonora y Baja California, sin embargo los principales problemas que se enfrenta el cultivo de olivo en México son el clima, la falta de financiamiento, el mal manejo de las huertas y la presencia de plagas (Chávez, 2012).

En el 2009 la producción de olivo en el mundo alcanzaba una media anual del orden de 12 millones de toneladas de aceitunas, de las que el 90 % se destinan a la obtención de aceite y el 10 % se consumen procesadas para aceituna de mesa (Grijalva *et. al.*, 2009).

En México la superficie plantada de olivo para 2010 fue de 8,928 ha de las cuales 6,817 se encuentran en etapa productiva que producen 27,209 toneladas anuales con un valor de la producción de 187.3 millones de pesos. Los principales estados con olivos son Baja California, Sonora y Tamaulipas con una superficie de 4,707; 2,167 y 2,000 ha, respectivamente. Se estima que alrededor de 60 % de la superficie de olivo en México se destina para la producción de aceite (SIAP, 2010).

2.3 Cultivo del olivo

La producción comercial de olivo en el mundo se encuentra entre los 30° y 45° de latitud norte y sur. Los árboles son dañados a temperaturas por debajo de los 9°C. En regiones tropicales los olivos crecen vegetativamente pero no producen flores debido a la falta de frío invernal. La producción de olivo en el mundo alcanza una media anual del orden de 12 millones de toneladas de aceitunas, de las que el 90% se destinan a la obtención de aceite y el 10 % se consumen procesadas para aceituna de mesa. El principal país productor de aceite de olivo es España con el 30 % y junto con Italia, Grecia y Turquía llegan a producir el 79 % de la producción mundial (Grijalva *et. al.*, 2009).

2.3.1 Manejo agronómico del olivo

Antes de plantar los árboles hace falta un trabajo previo para acondicionar el terreno, que consiste en quitar las raíces de otros árboles y arbustos, nivelar la tierra, construir terrazas, etc. Una vez que se ha limpiado el suelo de estas raíces, se aconseja cultivar cereales o legumbres durante un periodo de 1 ó 2 años, para eliminar todas las raíces que hayan quedado de anteriores cosechas y minimizar la incidencia que esas raíces putrefactas puedan ocasionar en los árboles nuevos (NAGREF-ITAP, 2004).

2.3.2 Clima

El olivo está asociado a zonas con clima Mediterráneo, caracterizado por inviernos suaves y veranos cálidos, prácticamente sin lluvia (De la Vega y González, 2005).

Necesitan mucho sol para producir el fruto, e inviernos moderados para que éste se desarrolle (NAGREF-ITAP, 2004). Soporta temperaturas de 8 °C-10 °C bajo cero, siempre y cuando no se prolongue durante muchas horas o se encuentre en actividad vegetativa, las altas temperaturas son perjudiciales durante la floración.

2.3.3 Suelo

El olivo se caracteriza por su capacidad de crecer en laderas, montañas terrenos rocosos y suelo fértil; puede vivir en extremo calor con un mínimo de agua (De la Vega y González, 2005). En condiciones de secano se prefieren suelos arcillosos, bajo condiciones de riego en suelos arenosos y pH de 5.5-8.5 (Barranco *et al.* (1998) citado en Flores, 2002).

El suelo debe tener una textura óptima, la estructura y la composición a una profundidad de al menos un metro, no debe contener agentes causantes de enfermedad que podría infectar a las nuevas plantaciones (Tombesi *et al.*, 2007).

2.3.4 Riego

Para el cultivo de olivo se estima una lámina de riego de 140 cm, distribuidos en no menos de 9 riegos por año y con mayores demandas de agua en mayo, junio, julio y agosto. Para asegurar una buena aplicación del agua de riego y evitar que la planta se someta a algún estrés hídrico es esencial el uso de sensores para llevar un continuo monitoreo de la humedad del suelo (Ramos *et al.*, 2012).

En las zonas con menos lluvia (200-300 mm) se pueden cultivar olivos siempre que el terreno tenga buena capacidad de retención de agua, o se instale riego. En zonas con mayor índice de lluvias (400-600 mm) hace falta un sistema adecuado de drenaje para que los olivares se desarrollen bien (NAGREF-ITAP, 2004).

Los olivos son muy sensibles al exceso de riego y les perjudican los terrenos anegados. Las tierras encharcadas, que a menudo son resultado de un deficiente drenaje, producen tierras con escasa aireación y deterioran las raíces, pudiendo llegar a provocar la muerte del árbol. Los árboles cultivados en suelos saturados son más susceptibles a los cambios climáticos y a los patógenos que nacen en el suelo, como la *Phytophthora* y el *Verticillium* (NAGREF-ITAP, 2004).

2.3.5 Fertilización

La fertilización es una labor importante en el manejo de las huertas de olivo y tiene dos propósitos en función de la edad de los árboles: cuando son jóvenes, para favorecer su crecimiento vigoroso y propiciar la rápida entrada a producción, mientras que cuando son adultos y están en plena producción, es importante para propiciar el continuo desarrollo de madera productiva (Ramos *et al.*, 2012).

El manejo del suelo también es importante, ya que si se mantiene un buen nivel de materia orgánica se tiene asegurada una buena productividad (Alonso y Guzmán, 1999).

El uso de fertilizantes con fosfato y potasio son suficientes para cubrir las necesidades para los próximos 5-8 años. Al año siguiente, después del comienzo de la nueva vegetación, son necesarias de 3 a 4 fertilizaciones con nitrato de amonio (20-30 gr árbol⁻¹ cada vez) seguidas de riego. Y lo mismo durante los años

sucesivos hasta que los árboles entren en etapa productiva, aumentando gradualmente la cantidad de fertilizantes (NAGREF-ITAP, 2004).

2.3.6 Cosecha

La cosecha se realiza en dos periodos. El primero es con el fin de obtener aceituna para aderezo, que se corta desde que el fruto adquiere un color amarillo brillante y hasta cuando todavía tiene color verde. En el caso de que la aceituna se vaya a utilizar para aceite, se deja una temporada más en el árbol, que puede oscilar entre mes y mes y medio, hasta que se torna de color violeta oscuro, en lo que acumula aceite. Para un aceite de calidad debe presentar el viraje de color, pero no debe ser totalmente negra, pues contiene mayor acidez, lo que demerita la calidad del aceite (Mayorga, 2001).

El inicio de la recolección estará en función de la madurez óptima del fruto (Figura 1). Para obtener un aceite de calidad, es fundamental recolectar la aceituna cuando la mayoría esta cambiando de color (Luque, 2005).

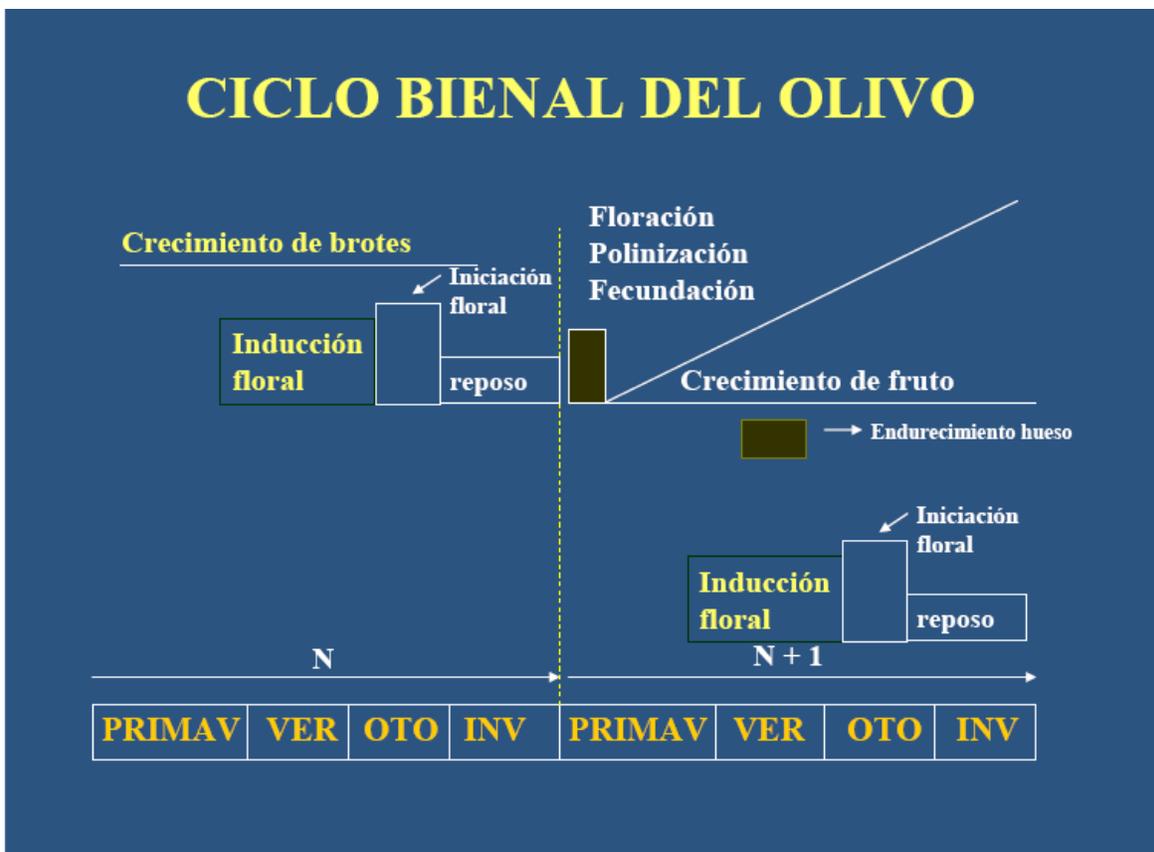


Figura 1. Ciclo productivo del olivo.

2.3.7 Descripción botánica

El olivo, cuyo nombre científico es *Olea europaea* L., pertenece a la familia botánica Oleaceae, ampliamente distribuida por las regiones templadas y tropicales del mundo. Las plantas de esta familia son en su mayoría árboles y arbustos y pertenecen a ella 29 géneros y más 600 especies.

La especie *Olea europaea* L., es la única de esta familia con fruto comestible. Dentro de dicha especie se incluye, tanto el olivo cultivado (*Olea europaea* L. subsp. *sativa* Lehr) como el olivo silvestre (acebuche) (*Olea europaea* L. subsp. *sysvestris* Miller) (Trujillo y Barranco, s/f).

2.3.8 Descripción morfológica

El olivo es un árbol muy longevo y puede ser productivo durante cientos de años. Su tamaño es mediano y aunque varía dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo, puede oscilar de 4 a 25 metros de altura. Su tronco es grueso y el color de la corteza es gris a verde grisáceo (Trujillo y Barranco, s/f).

Su sistema radicular está compuesto por raíces principales, raíces secundarias y raicillas fina cuando es propagada por estaca, aun que también depende del tipo de suelo y pivotante por semilla.

Las hojas son de un verde oscuro brillante, blanquecinas por el anverso, simples, de forma lanceolada, bordes enteros y suelen vivir de dos a tres años; es un árbol perenne, la flor es pequeña, el fruto en la aceituna es de color verde amarillento cuya pulpa es oleosa una vez que ha llegado a la madurez. El hueso es una drupa y encierra la semilla (De la Vega y González, 2005).

2.3.9 Principales variedades de olivo

Después del resurgimiento de la olivicultura en México, se hicieron plantaciones de variedades de mesa traídas de España como son Manzanilla y Gordal Sevillana, posteriormente Ascolana y Borouni de origen Italiano, mas tarde se introdujeron Arbequina española, Frantoio y Pendolina italianas, estas para la producción extracción de aceite (Procesoliva, 2011).

A continuación se presenta la Tabla con algunas variedades existentes en México (Romero, 1974, citado en Mayorga, 2001).

Tabla 1. Lista de algunas variedades de olivo en México.

VARIEDAD	PROCEDENCIA
Nevadillo blanco	Salamanca, Gto.
Menuda	Nativitas, Xochimilco, D.F.
Cornicabra	S. Lorenzo Chimalco, Mex.
Picudilla	S. Juan Ixtayopan, D.F.
Picudilla	Magdalena Atlipa, Mex.
Alfafarenca	Fresnillo, Zacatecas
Reyna	Fresnillo, Zacatecas
Cornicabra	Fresnillo, Zacatecas
Sevillana	Fresnillo, Zacatecas
Picudilla	Ixmiquilpan, Hgo.
Gordal sevillana	Valle de Santiago, Gto.
Nevadillo	Valle de Santiago, Gto.

En Guanajuato también se encuentran aparte de las ya mencionadas, a las variedades Gordal Sevilla y Nevadillo, Baja California variedad Manzanilla, Misión, Gordal Sevillana y Nevadillo (Perea, 2013).

2.4 Antecedentes de los métodos de propagación vegetativa

La propagación asexual reproduce clones. Esta propagación implica la división auténtica de las células, en la cual, hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociadas de la célula progenitora, para formar dos células hijas. En consecuencia, las plantas propagadas vegetativamente reproducen, por medio de la réplica del ADN, toda la información genética de la planta progenitora. Por esto, las características específicas de una planta dada son perpetuadas en la propagación de un clon. El proceso de reproducción asexual tiene importancia especial en Horticultura porque la composición genética (genotipo) de la mayoría de los cultivares de los frutales y de las plantas ornamentales más valiosas, es generalmente heterocigota y las características que distinguen a esos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semilla.

Es conocido que en la reproducción asexual se tienen dos métodos el de forma natural y en la que interviene el hombre (Huanca, s/f). Por lo cual, con el paso del tiempo las técnicas de propagación de plantas, fueron teniendo importancia conforme a la necesidad de cada individuo, este fue acortar el tiempo de crecimiento para adelantar la etapa de fructificación; una de estas técnicas es la

propagación por el método de enraizamiento de estacas, el cual también ayuda a la disminución de costos de producción.

Como cualquier otro frutal, el olivo puede ser propagado de forma sexual, que es utilizando semillas y de forma vegetativa mediante el uso de estacas, ramas gruesas, chupones enraizados e injertos (Chávez *et al.*, 2008) y en la propagación de estacas de olivo encontramos que el más utilizado es el enraizamiento de estaquillas semileñosas, con un diámetro de 0.5-5 cm y una longitud entre 20 y 30 cm (Tapia, s/f), se recomienda el uso de promotores de raíz para que el enraizamiento sea más rápido (Chávez *et al.*, 2008) como auxinas, que estimulan el crecimiento de la planta principalmente el tallo (Saavedra, 2008), estimuladores como aminoácidos a base de macros y micros y sustratos de tipo orgánico como turba, fibra de coco, cascarillas, pajas, virutas, bagazos, compostas, vermicomposta, otros (Alcántar, 2010), que fungen como sostén de la raíz y sustitutos del suelo (Robles, 2000).

Como ya se menciona anteriormente, la propagación de plantas por el método de enraizamiento de estacas, acorta el tiempo de producción y aunque algunos autores mencionan ciertas desventajas sigue siendo la forma más rápida de obtener nuevas plantas para sustituir a los árboles que han reducido su producción.

2.4.1 Métodos de propagación de la plantas

La propagación vegetativa reproduce fielmente las características de la planta madre, por lo que este método se emplea en la multiplicación de especies cuya condición heterocigótica impide el uso de la propagación sexual, por la inherente variabilidad de la descendencia (Hartmann y Kester, 1983 citado en Sotomayor, 1999).

Como ya se menciona anteriormente existen dos métodos de propagación que es la sexual y la asexual.

En la naturaleza, muchas especies de plantas se propagan exclusivamente por vía asexual sin intervención del hombre, en el otro caso interviene el hombre en la propagación asexual con la finalidad del mejor aprovechamiento y obtener la fácil propagación; por lo tanto estos se clasifican en dos: natural y artificial (Huanca, s/f)).

En la siguiente Tabla se muestra los dos tipos de clasificación.

Tabla 2. Métodos de propagación asexual.

NATURAL		ARTIFICIAL	
Bulbos	Tunicados	Acodos	De punta
	No tunicados		Simple
Rizomas		Estacas	Compuesto o serpentino
			Acodado Aéreo (Acodo Chino, Acodo de Maceta, Circumposición, Marcottage, Gootee)
Tubérculos		Injertos	En montículo o banquillo
			Trinchera
Estolones			De tallo
			De madera dura
			Herbáceas
			Yema
			Escudete o en T
			Parche
			Astilla o chip
			Ingles o doble lengüeta
			Tocón de rama
			Lateral subcortical
			Púa
			Lateral en cuña
			Hendidura simple
			Hendidura doble
			Corteza o de corona
			De aproximación

2.4.2 Propagación por estacas

La propagación por estacas consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin de lograr la emisión de raíces (Figura 2) y brotación de la parte aérea, hasta obtener una nueva planta. La rizogénesis es pues, el conjunto de fenómenos que conducen a emisión de raíces. Hay que considerar diferentes aspectos en estrecha relación con el tipo de estaca. En estacas de ramas, el mecanismo de la rizogénesis está estrechamente ligado a la existencia del cambium, que juega un papel importante en el nacimiento de las raíces (Wiesman *et al.* ICRAF (2002) citado en Rojas *et al.*, 2004).

Propagación		Inducción	Regeneración			Iniciación	Elongación	Desarrollo	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. Planta madre: Balance hormonal, estado energético, minerales y fitosanitario.
2. Corte estaca: Contenido de agua, número de hojas, tratamientos externos (exógenos).
3. Cicatrización herida (formación callo): Contenido de agua, inducción hormonal, control fitosanitario.
4. Diferenciación.
5. Primordio de raíz: Contenido de agua, inducción hormonal, control fitosanitario.
6. Sistema vascular.
7. Emisión raíces: Contenido agua, control hormonal y fitosanitario.
8. Crecimiento radicular: Contenido agua, inducción hormonal, control minerales y fitosanitario.
9. Endurecimiento: Efecto fertilizantes, control hormonal y fitosanitario.
10. Crecimiento planta (nueva planta): Efecto fertilizante y control hormonal

Figura 2. Diferentes estados en el proceso de enraizamiento y factores que afectan a cada una de las etapas.

Este es el método más importante para propagar arbustos ornamentales. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial en invernadero de muchas plantas con flores de ornato y se usa en forma común para propagar diversas especies de frutales (Huanca, s/f).

2.4.2.1 Propagación de estacas de olivo

El olivo puede propagarse de tres maneras, semilla, estaca o injerto; por lo general cuando es por semilla este solo es usado como patrón para injertos y como el procedimiento de injerto es un tanto difícil el último método de propagación es el más usado (Poponoe y Monsalve, 1941).

Este método de propagación, nos permite sin mayores problemas una planta que mantiene las características de la planta madre de la cual se tomaron las estacas. Es el método más recomendable para el agricultor que dispone de material adecuado. Con este método, debido al alto contenido de reservas en los estocones, se pueden lograr rendimientos superiores al 90 % (Canales, 1999).

El olivar tiene una gran capacidad de regeneración a partir de yemas latentes e hiperplasias, por lo que la multiplicación del olivo se considera sencilla. La propagación mediante el enraizamiento de estaquillas semileñosas, con ayuda de reguladores de crecimiento (ácido β -indolbutírico) y el control ambiental han permitido propagar profusamente las plantas de olivo. No obstante, algunos cultivares presentan dificultad en el enraizamiento de sus estaquillas (Sotomayor, 1999).

2.4.2.1.1 Propagación vegetativa de estacas semileñosas bajo nebulización de olivo (*Olea europaea* L.)

La técnica de la nebulización consiste en la producción de niebla artificial mediante la pulverización de agua con boquillas colocadas convenientemente, de forma que las finas gotas se depositen sobre las hojas de las estaquillas en forma de película que evita la transpiración (Porrás, Soriano y Solana, 1997).

Fontanazza y Rugini (1977) citado en Sotomayor (1999) señalan que el principal beneficio de la nebulización es el mantenimiento de las hojas en las estaquillas durante la rizogénesis. De hecho, no hay enraizamiento si aquéllas se caen antes de los 20 -30 días después de la plantación.

El sistema de propagación con ayuda de estimuladores de crecimiento favorece la rizogénesis para mejorar las plantaciones en la moderna olivicultura (Caballero y Del Rio, 1999) y consta de tres fases:

- a) Enraizamiento, para provocar la emisión de varias raíces adventicias en las bases de pequeñas estaquillas con hojas, preferiblemente suministradas por árboles cultivados con ese fin.
- b) Endurecimiento, para promover el funcionamiento de los sistemas radicales obtenidos en la fase anterior.
- c) Crianza de los patrones, cultivados en maceta, aun solo tronco, base importante del éxito de la nueva olivicultura española al permitir densidades de plantaciones más idóneas.

Para el enraizamiento, se trata de provocar la emisión de raíces adventicias en la base de estaquillas provistas de hojas, en una mesa de propagación bajo nebulización y en un invernadero con ambiente controlado. Este período de enraizamiento normalmente dura dos meses (Sotomayor, 1999).

2.5 Hormonas de crecimiento

Los reguladores de crecimiento han sido, son y serán empleados en la producción de frutas con muchos propósitos, tienen la particularidad de que en algunas oportunidades el mismo principio activo ofrece distintas respuestas de acuerdo al momento de aplicación y a la concentración empleada (Sánchez, s/f).

Son pequeñas moléculas químicas que afectan al desarrollo y crecimiento de vegetales a muy bajas concentraciones (García, s/f). Regulan el crecimiento y desarrollo a través de patrones de división celular, expansión celular y metabolismo celular, el efecto depende de la concentración en el tejido y la sensibilidad de este.

En general todas las partes de la planta en crecimiento son centros de producción hormonal, tal como los ápices meristemáticos radicales y caulinares, los meristemas secundarios, las hojas, las flores y los frutos en crecimiento; también las zonas de regeneración inducidas por heridas o lesiones, los tumores etc. (Lallana y Lallana, 2001).

2.5.1 Tipos de hormonas

En las plantas solo cinco tipos de sustancias se reconocen oficialmente como hormonas vegetales, auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno (García, s/f).

Otras sustancias que pueden eventualmente clasificarse como fitohormonas son brasinosteroides, ácido salicílico, jasmonatos, sistemina, poliaminas, óxido nítrico y péptidos señal.

2.5.2 Uso de estimuladores para la formación de raíz

Los bioestimulantes radicales son productos que solos o mezclados contribuyen a mejorar el crecimiento de las plantas al gatillar procesos fisiológicos específicos. Son naturales o sintéticos, caracterizados por sus diferentes modos de acción y varias formas de uso, son capaces de mejorar la nutrición y desarrollo de los vegetales (Benedetti, 2010 citado en Tayupanta, 2011).

2.5.3 Otros estimuladores

Son una clase de productos muy heterogéneos y a nivel mundial existen varios que en su mayoría contienen aminoácidos, vitaminas, enzimas, extractos de algas, ácidos húmicos y un porcentaje muy bajo de otros compuestos (Benedetti, 2010 citado en Tayupanta, 2011).

2.5.3.1 Tipos de aminoácidos

Se conoce de la presencia de veintiún aminoácidos, así como dos amidas, glutamina y asparagina. Las plantas contienen muchos aminoácidos que contribuyen a la formación de proteínas y otros que se encuentran libres (Dihidroxifenilalanina, Citrulina, Norleucina, Ácido piperídico) aunque no se sabe si éstos últimos integran proteínas. Los aminoácidos en las plantas tienen diversas funciones adicionales en la regulación del metabolismo y el transporte y almacenamiento de nitrógeno (Bidwell, 1993 citado en Tayupanta, 2011).

2.6 Sustratos

El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. El cultivo de plantas en sustrato difiere marcadamente del cultivo de plantas en suelo. Así, cuando se usan contenedores, el volumen del medio de cultivo, del cual la planta debe absorber el agua, oxígeno y elementos nutritivos, es limitado y significativamente menor que el volumen disponible para las plantas que crecen en campo abierto (Calderón, s/f).

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester (2002) citado en Calderón, s/f).

2.6.1 Tipos de sustratos

Cualquier material orgánico, mineral o artificial puede ser empleado como sustrato. El problema fundamental en los sustratos es asegurar la producción de biomasa de las partes aéreas con la ayuda de un volumen limitado de sistema radicular. Antes de utilizar un sustrato para él y desarrollo de una planta es necesario caracterizarlo. Caracterizar un sustrato es evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, para establecer si son adecuadas para el desarrollo de un cultivo, o bien es necesario hacer alguna adecuación para utilizarlo (Díaz, 2004).

La elección de material para la elaboración de los sustratos, está determinada por la disponibilidad local, su costo, para qué cultivo se va a usar, sus propiedades, la experiencia previa que se tiene en el empleo del material y su impacto ambiental.

A continuación se enlistan y clasifican de acuerdo a su origen, elementos que pueden ser utilizados en la preparación de sustratos (Valenzuela *et. al.*, 2000).

- a) **Materiales orgánicos**, resaca de monte, resaca de río, hojas de pino, turba. Subproductos y deshechos de actividades agropecuarias, industriales y urbanas: residuos sólidos urbanos, estiércol de animales de granja, desechos de industrias frigoríficas, industria cosmetológica, industria de alimentos y de madera (previamente compostados).
- b) **Materiales inorgánicos**, arena, perlita, vermiculita, arcilla expandida,

Los sustratos más utilizados son: cascarilla de arroz, arena, grava, tezontle, piedra pómez, aserrines y virutas, ladrillos y tejas molidas (libres de elementos calcáreos o cemento), lana de roca, fibra de coco, arcilla expansiva, *peat moss* (musgo fosilizado), hidrogel o lluvia seca, hule espuma, vermiculita y agrolita (Robles, 2000).

2.6.1.1 Composta

La composta es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente (SAGARPA, 1999). Los organismos descomponedores del suelo necesitan carbono, nitrógeno, agua y oxígeno para poder realizar efectivamente su función. La proporción al mezclar estas sustancias es esencial para que el proceso se desarrolle de manera adecuada, por esto debemos proveer unas 30 partes de carbono por 1 parte de nitrógeno (Pico, 2002). La calidad está en función del uso

al que se va a aplicar y debe ser en cualquier caso constante en el tiempo (Ochoa, s/f).

Una composta bien preparada debe tener lo siguiente (Figura 3) (FAO, 2012):

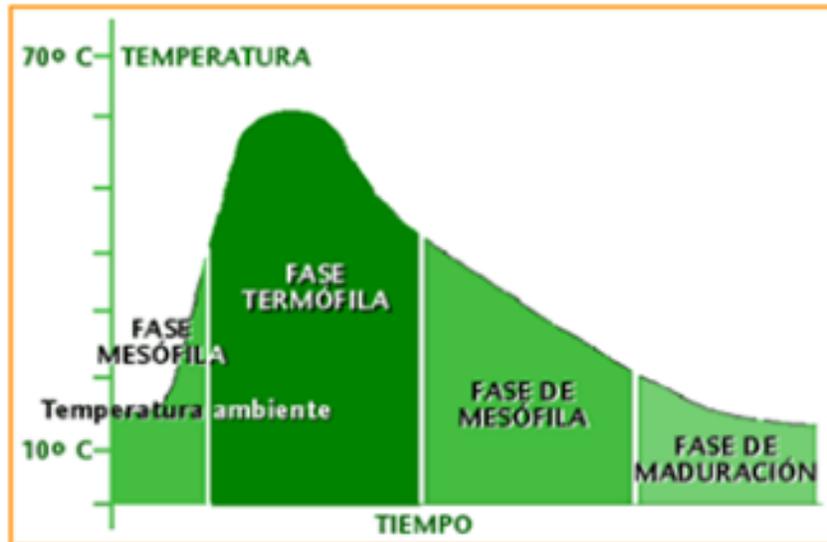


Figura 3. Etapas de proceso de compostaje, de acuerdo a la evolución de la temperatura.

Los beneficios de utilizar composta son:

- a) Mejora las propiedades físicas del suelo y hace más fácil el manejo de éste para el trabajo.
- b) Aumenta el poder de retención de la humedad del suelo.
- c) Aporta organismos (bacterias) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en alimento para las plantas.
- d) Aumenta el rendimiento de los cultivos
- e) Control de la temperatura edáfica
- f) Protección contra la erosión

2.6.1.2 Fibra de coco

También llamada fibra bonote, en comparación con otras fibras duras, la del bonote es relativamente corta, sus células fibrosas miden alrededor de 1 mm de longitud (Quintero y González, 2006).

La fibra de coco es una de las mejores alternativas, debido a su porosa estructura que permite la fácil penetración de las raíces de la planta y un desarrollo saludable de esta. Es homogénea, su especial estructura permite absorber agua ocho veces

el peso del material (ACO, 2008). Sus buenas propiedades físicas: porosidad, capacidad de retención de agua, buena aireación; y químicas: pH, conductividad eléctrica óptima; a lo que se le une su naturaleza orgánica, con lo que su degradación es perfecta y no conlleva ningún peligro de contaminación, la han constituido como un sustrato base (López *et al.*, s/f).

2.6.1.3 Vermicomposta

El elemento básico para dedicarse a la cría y explotación de lombriz de tierra es la composta, que en todos los casos será la materia prima para su alimentación (Mendoza *et al.*, 2008). La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices (Edwards *et al.*, 1984 citado en Velasco *et al.*, 2001); vermicomposta es el producto final obtenido conforme los residuos orgánicos pasan a través del intestino de la lombriz, y es bastante diferente al material original. Además, se ha demostrado que bajo la acción de las lombrices se incrementa tanto la velocidad de mineralización del N como los índices de conversión del $N-NH^{4+}$ a $N-N^{O3-}$ (Atiyeh *et al.*, 2000 citado en Moreno, s/f). La vermicomposta se caracteriza por estar conformada por materiales finamente divididos como el peat con gran porosidad, aireación drenaje y capacidad de retención de humedad.

2.7 Historia de los olivares del “Rancho Panteón Valle de los olivos”

Como ya se mencionó, en el año de 1941 se inició el proyecto de propagación del olivo en cuatro zonas del país, como mencionó Paredes, (1944) en su tesis “Debe propagarse el olivo en México”, el vivero correspondiente al Estado de México se instaló en Chapingo quien también participó en el proyecto.

Las primeras estacas fueron plantadas sin tratamiento alguno, solo se previno plantarlas en los meses de Marzo a Mayo, las estacas usadas tuvieron una longitud de 60 cm.

Se mantuvieron los arbolitos hasta cumplir dos años, una vez pasado este tiempo por orden presidencial se realizó el reparto. Para el año de 1942 en terrenos del mismo vivero y por acuerdo del ministro de Agricultura se trató de llevar a cabo una replantación de 125, 000 estacas de olivo, en el cual se trataron con ácido indol-acético y vitaminas B₁. De las obtenidas en esta segunda ocasión solo se obtuvieron 2,500 debido a que las plantaciones se hicieron en otoño.

Parte de las estacas enraizadas se llevaron al municipio de Chimalhuacán ya que los productores de esta zona mostraron interés en cuanto al cultivo.

En esa misma época el antiguo dueño del rancho participo en dicho proyecto y parte de su terreno fue usado para el establecimiento de las estacas enraizadas, no se tiene la cantidad exacta del número de árboles, pero aproximadamente fueron poco más de 500 olivos.

En la actualidad el nuevo dueño conoce perfectamente la procedencia de estos olivos, puesto que colaboraba con el antiguo dueño, pero desconoce la o las variedades de estos, ya que cuando se realizo el proyecto en el país no se manejaron variedades.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

La comunidad de San Luis Huexotla (Figura 4) se localiza en el municipio Texcoco, el cual Colinda con los municipios de Tepetlaoxtoc, Papalotla, Chiautla, Chiconcuac, Chimalhuacán, Chicoloapan, Ixtapaluca, Atenco. El clima es semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y el tipo de suelo es andosol.

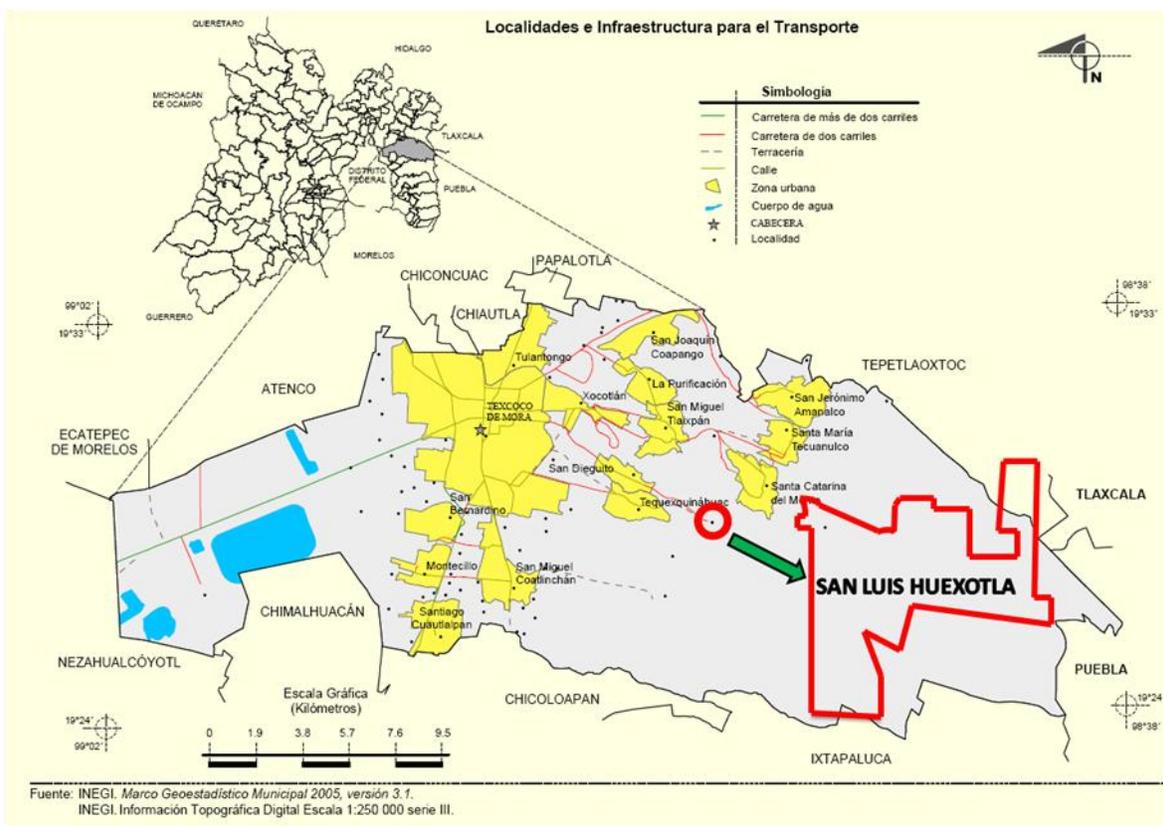


Figura 4. Ubicación de la zona de colecta.

Los árboles de olivo del Rancho “Panteón valle de los olivos” tienen una edad aproximada de 50-60 años, provienen de la Universidad Autónoma Chapingo, cuando se autorizó establecer viveros en algunos estados del país para la propagación de este frutal por los 40’s, del cual las primeras estacas fueron plantadas en Chapingo sin tratamiento alguno (Paredes, 1944), el antiguo dueño tenía tratos con la Universidad por tal motivo ofreció una parte de su rancho para establecer la plantación puesto que se obtuvieron más estacas de lo esperado; desde ahí se realizaron investigaciones sobre el cultivo como su adaptación, comportamiento, etc., según cuenta el actual dueño del rancho. Debido al cambio

de dueño los árboles estuvieron abandonados por un largo tiempo y es por eso su descuido en cuanto al manejo.

3.2 Colecta de material vegetal

La colecta se realizó en el mes de Julio, tomando en cuenta las condiciones ambientales y considero a los árboles con mejor apariencia (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Árboles seleccionados para la colecta de material vegetal.



Figura 6. Árboles de olivo en la zona de colecta.

3.3 Selección de material vegetal

Se seleccionaron diez surcos tomando un árbol con características similares (Figura 7) por cada uno, el material vegetal fue tomado de al azar para obtener estacas de aproximadamente de 10 cm de largo, de igual forma se consideró los caracteres morfológicos como vigor, porte, densidad de la copa, diámetro y perímetro del fuste (Viñuales, 2007) (Anexo 1).

A continuación se mencionan estas características.

- ▣ **Vigor:** Bajo
- ▣ **Porte:** Erguido
- ▣ **Densidad de la copa:** Media
- ▣ **Perímetro promedio:** 54.2 cm
- ▣ **Diámetro promedio:** 17.14 cm



Figura 7. Árboles de olivo con características similares.

También se tomó en cuenta la edad del árbol y que no hubiera presencia de síntomas y signos de alguna enfermedad (Figura 8), en este punto se realizó un análisis fitosanitario del árbol con ayuda del Manual de Laboratorio de Fitopatología (Espadas y Zita, 2009).



Figura 8. Árboles para la selección del material vegetal.

3.4 Establecimiento del experimento

Una vez colectado el material vegetal se procedió a cortar las varetas con un largo aproximado de 10 a 20 cm, con un diámetro de 0.5 a 1.5 cm, las cuales se le retiro completamente las hojas y se realizaron cuatro incisiones en la parte basal (Figura 9).



Figuras 9. Preparación de las varetas y elaboración de incisiones en la parte basal de la estaca.

El experimento se describe a continuación:

♣ Tratamiento

Se dejó remojar las estacas con los aminoácidos de nombre comercial Aminogen 500 con una dosis de 3 g L^{-1} durante 1 hora, con la finalidad de nutrir a la estaca (Figuras 10, 11 y 12), posteriormente en la parte basal se aplicó radix 10,000 en su versión en polvo, en las cuales previamente se hicieron cuatro incisiones (Figura 9) como lo mencionó Enrriquez G. A. (1985) y se colocaron en cada sustrato a una profundidad aproximada de 3 cm finalizando con una población total de 900 estacas, pero solo se tomó una muestra de 20 estacas por sustrato para obtener 60 estacas.

Posteriormente se tomo de este tratamiento una muestra al azar para realizar otros subtratamientos con 20 repeticiones cada uno, pasados los tres meses de evaluación, dando un total de 240 estacas totales (Tabla 3).



Figuras 10 y 11. Aplicación de aminoácidos en la parte basal de las estacas.



Figura 12. Aplicación de Radix 10,000.

♣ Tratamiento

Se dejaron las estacas en agua durante un mes (Figura 13), pasado este tiempo se procedió a la aplicación de Raizal en su versión polvo y aminoácidos, teniendo una población total de 180 estacas (Figuras 13 y 14) (Tabla 3).

La aplicación de aminoácidos se realizó igual que al inicio de la instalación del experimento.

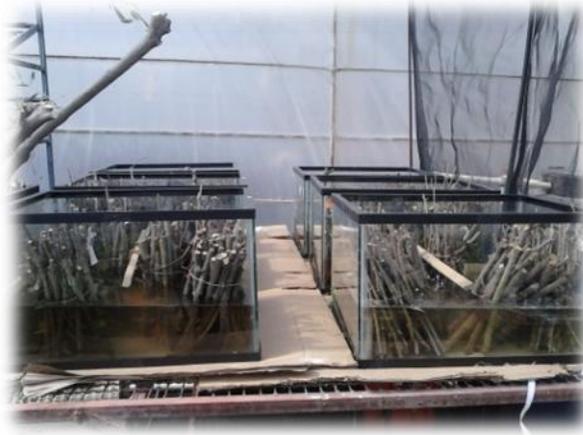


Figura 13. Preacondicionamiento en agua durante un mes antes del trasplante.



Figura 14. Aplicación de los estimuladores de raíz.

♣ Tratamiento

Se aplicó té de composta (no hay una cantidad específica de composta por L^{-1} de agua para su elaboración), como lo marcan los Compostadores (s/f) y lixiviados de vermicomposta, las estacas se remojarán durante 1 hora en cada estimulante orgánico (Figuras 15) y posteriormente se colocaron en cajas de unicel (Figura 16), se obtuvo una población total de 60 estacas, estas estuvieron dos meses en agua como preacondicionamiento (Tabla 3).

Los riegos para este método se realizaron de forma manual, con el mismo té y lixiviados tres veces por semana con una dosis de 2 L por caja.



Figura 15. Aplicación de té de composta y lixiviados.



Figura 16. Montaje de las estacas una vez aplicado el tratamiento.

El experimento se estableció bajo una cubierta plástica en las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo; se realizó un diseño experimental Factorial 11X3 completamente al azar, con un testigo, 11 tratamientos (Agua, Aminoácidos, Radixaminoácidos, Raizal, Raizone, Raizoneaminoácidos, Rxamino, Rzneaminoaradix, Rzneraizal, Técomposta y Lixiviados) con 20 repeticiones por tratamiento, con un total de 660 unidades experimentales con la combinación de un factor y un nivel y los tres tipos de sustrato, composta, fibra de coco y vermicomposta. Se realizó un análisis de varianza para número y tamaño de raíces, así como también una comparación de medias por el método Tukey con el programa MINITAB (Anexo 3 y 4).

➤ **Tabla de tratamientos**

Tabla 3. Tabla de tratamientos totales

TRATAMIENTO	SUSTRATO	APLICACIÓN QUÍMICA
M.1	COMPOSTA	RADIX-AMONOÁCIDOS
M.1	FIBRA DE COCO	RADIX-AMONOÁCIDOS
M.1	VERMICOMPOSTA	RADIX-AMONOÁCIDOS
M.1.1	COMPOSTA	RXAMINO RZONEAMINOÁRADIX RAIZAL RZONERAIZAL
M.1.1	FIBRA DE COCO	RXAMINO RZONEAMINOÁRADIX RAIZAL RZONERAIZAL
M.1.1	VERMICOMPOSTA	RXAMINO RZONEAMINOÁRADIX RAIZAL RZONERAIZAL
M.2	COMPOSTA	RZONE AMINOÁCIDOS RZONEAMINOÁCIDOS
M.2	FIBRA DE COCO	RZONE AMINOÁCIDOS RZONEAMINOÁCIDOS
M.2	VERMICOMPOSTA	RZONE AMINOÁCIDOS RZONEAMINOÁCIDOS
M.3	COMPOSTA	TÉ LIXIVIADOS
M.3	FIBRA DE COCO	TÉ LIXIVIADOS
M.3	VERMICOMPOSTA	TÉ LIXIVIADOS
T	COMPOSTA	H ₂ O
T	FIBRA DE COCO	H ₂ O
T	VERMICOMPOSTA	H ₂ O

La vermicomposta y la composta se elaboraron en el Colegio de Post-graduados Campus Montecillos, Texcoco de Mora, Estado de México y la fibra de coco se compró en una casa de agroquímicos; las características físicas y químicas de cada uno de los sustratos se presentan a continuación, las cuales fueron determinadas en el mismo Campus:

Tabla 4. Características físicas y químicas de los sustratos.

Sustrato	Ph	Densidad aparente	Densidad Real	% de espacio poroso
Composta	7.25	0.83	1.96	42.33
Fibra de coco	7.11	0.09	10	0.93
Vermicomposta	6.68	0.79	1.69	46.4

Además se realizó un diagnóstico fitosanitario a los sustratos, en los cuales no se encontraron microorganismos de importancia fitosanitaria.

De igual forma se preparó Caldo Bordeles para controlar posibles brotes de hongos.

Se instaló el sistema de riego por nebulización con micro nebulizadores, con un gasto de boquilla de $18.8 \text{ Gal}\cdot\text{L}^{-1}$, el riego se suministro las 24 horas del día durante 15 minutos cada dos horas, se colocó una malla sombra para cubrir las cajas de plástico con medidas de de 30 cm ancho x 70 cm de largo x 30 de alto, las cuales se acomodaron en una mesa de metal con una altura aproximada de 1m (Figura 17).



Figura 17. Funcionamiento del sistema de riego por nebulización instalado.

3.5. Parámetros a evaluar

Los parámetros que se evaluaron fuerón:

- Porcentaje de enraizamiento
- Numero de raíces
- Longitud de raíz por estaca
- Porcentaje de estacas con formación de callo

IV. RESULTADOS

4.1 Porcentaje de enraizamiento

La evaluación de las variables medidas se realizó a los 90 y 180 días después del establecimiento del diseño.

Los resultados obtenidos en las evoluciones permitieron determinar la interacción de los factores, sustrato, estimuladores químicos y orgánicos de raíz.

Se obtuvo un promedio total del 5.8 % de enraizamiento, teniendo como mejores tratamientos la composta-radixaminoácidos con un 60 % de enraizamiento y 40 % a fibra de coco Rzoneaminoáradix en M1.1 (Muestra tomada de M1 con diferentes tratamientos), (Figura 18, 19 y 20).

	M1			M1.1		M2		M3	T	
SUSTRATO	RADIX-AMONOÁCIDOS	RXAMINO	RZONEAMINOÁRADIX	RAIZAL	RZONERAZAL	RZONE	AMINOÁCIDOS	RZONEAMINOÁCIDOS	TÉ LIXIVIADOS	AGUA
COMPOSTA	10%	60%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FIBRA DE COCO	30%	20%	40%	10%	20%	0%	0%	10%	0%	10%
VERMICOPOSTA	30%	0%	0%	0%	10%	10%	0%	0%	0%	0%

Figura 18. Porcentajes de enraizamiento.

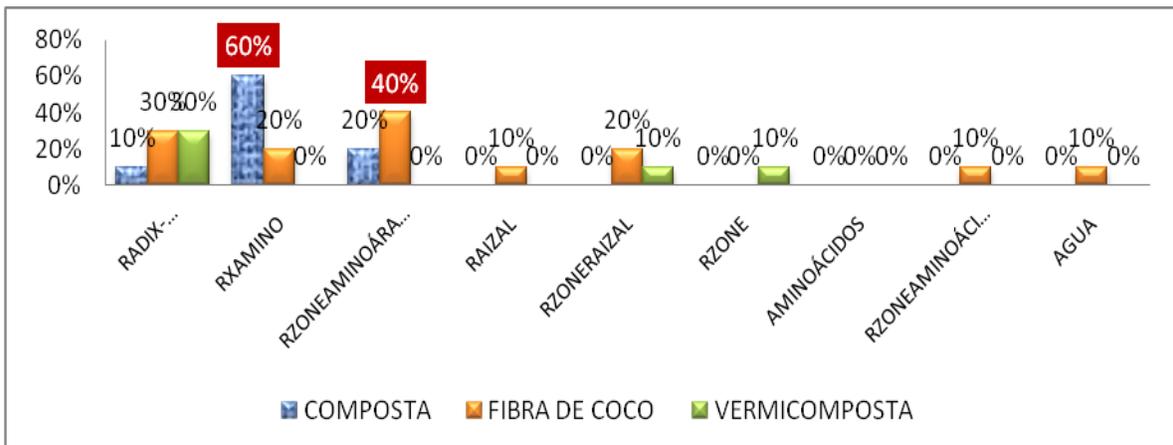


Figura 19. Porcentajes de enraizamiento de los diferentes métodos en los tres sustratos.



Figura 20. Estacas enraizadas en fase de endurecimiento.

4.2 Número de raíces

Después de haber realizado el análisis de varianza arrojó los siguientes resultados; la interacción entre los factores estimulador de raíz y sustrato presentaron un efecto significativo en número de raíces ($P=0.003$).

En la prueba de medias por el método Tukey no hubo significancia alguna entre los tratamientos, pero se ver que el tratamiento que tuvo el mayor promedio de número de raíces por estaca, fue Raizoneaminoácidosradix, el cual tuvo un promedio de dos raíces por estaca en el sustrato fibra de coco (Figura 21, 22 y 23).

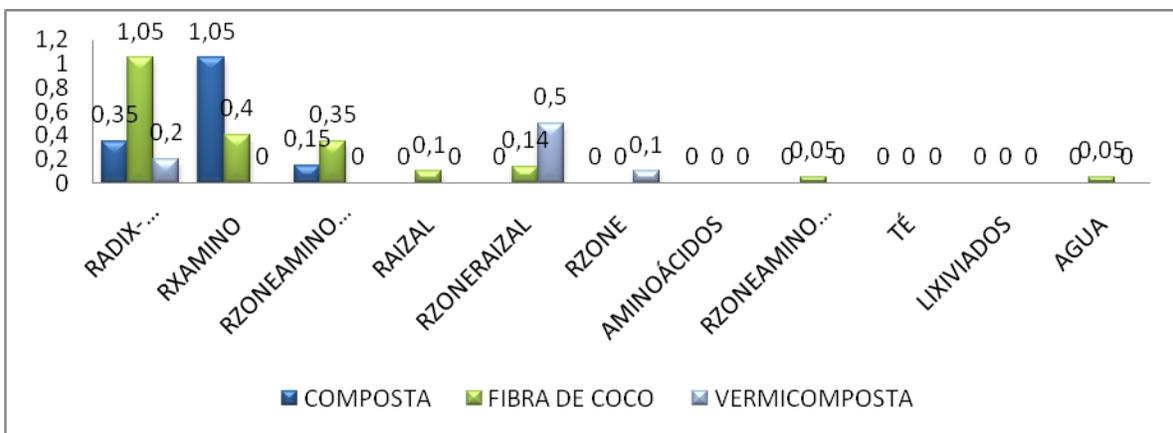


Figura 21. Promedio de número de raíces por estaca en los diferentes métodos.



Figuras 22. Estacas enraizadas que superaron el número de raíces promedio.



Figura 23. Número de raíces promedio de las estacas enraizadas.

4.3 Tamaño de raíces

El análisis de varianza mostró efectos significativos en la interacción de los factores estimulador de raíz y sustrato ($P=0.006$).

Al realizar la prueba de medias por el método Tukey no mostró significancia alguna entre los tratamientos (Figura 24), pero el tratamiento que tuvo el mayor promedio en tamaño de raíz por estaca, el cual tuvo un promedio de 1.21cm en el sustrato fibra de coco (Figura 25).

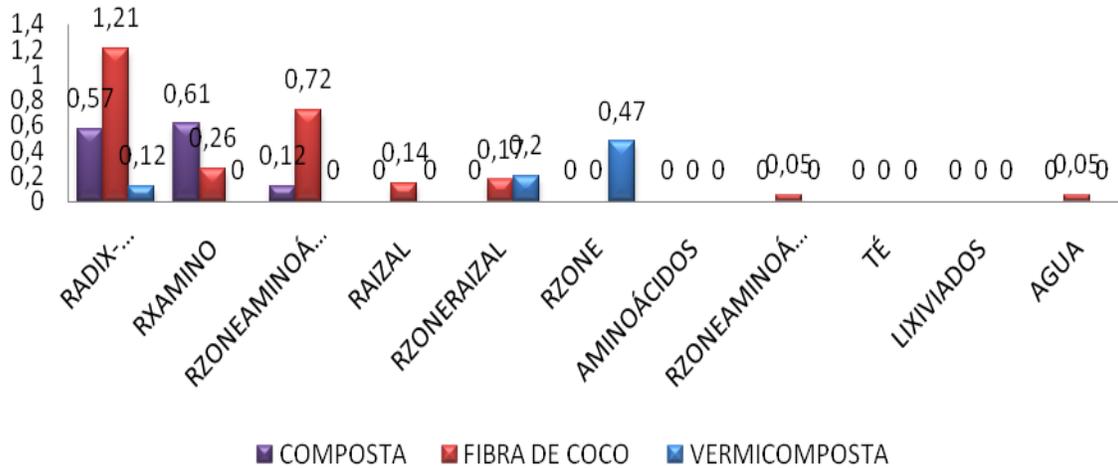


Figura 24. Promedio de tamaño de raíz en cm para los diferentes métodos.



Figuras 25. Longitud de raíces de las estacas enraizadas.

4.4 Porcentaje de callo por cada tratamiento

La formación de callo inicio a partir de los 15 días después de la colocación del diseño, el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de callo fue raizone en el sustrato vermicomposta en M2 con un 21 %, para M3 fue lixiviados en fibra de coco con un 20 %, mientras que en M1 fue en vermicomposta y fibra de coco con un 18 % y 17 % y en M1.1 los mayores porcentajes se concentraron en fibra de coco con un rango de 17-18 % a excepción de el tratamiento Rzoneaminoáradix que se encontró en composta con un 17 %, y deja atrás al sustrato fibra de coco con un 9 % (Figura 26, 27 y 28).

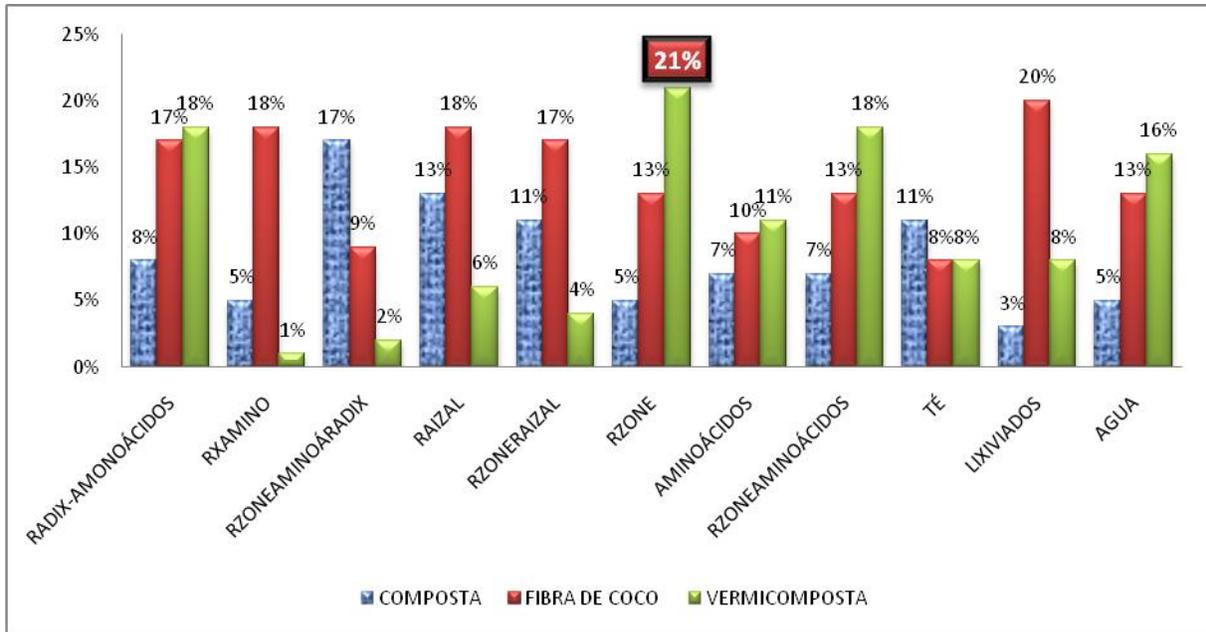


Figura 26. Porcentaje de formación de callo por cada tratamiento en cada uno de los métodos.



Figuras 27. Estacas con formación de callo



Figura 28. Estaca con formación de callo.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La aptitud de enraizamiento de las estacas en esta investigación dan a conocer los diferentes factores que intervinieron en su proceso de formación de callo a raíz, si bien menciona Paredes (1944) al iniciar el proyecto de propagación de olivo en el país no se considero que variedades se estaban utilizando, siendo este un punto muy importante para la propagación, puesto que existen variedades con un bajo porcentaje de enraizamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos se notó que el porcentaje de enraizamiento se mantuvo dentro del porcentaje manejado en diversas referencias bibliográficas.

Caballero y del Rio (1999) indicaron que el enraizamiento se puede llevar a cabo en cualquier época del año, en este caso se realizó en el ciclo verano-otoño, y se obtuvo un porcentaje total del 5.8 %. De acuerdo con Paredes (1944) la investigación realizada en 1941 por la Universidad Autónoma Chapingo y la Ex CONAFRUT fue en el ciclo de primavera, en el cual se obtuvieron buenos resultados superando el mínimo porcentaje de enraizamiento, por lo cual la temperatura podría ser un factor importante en el proceso de formación de callo a raíz, ya que el verano-otoño las temperaturas comienzan a descender conforme se acerca el otoño aun que en las mañanas la temperatura fuera la suficiente, en la noche la temperatura desciende y por la humedad del sustrato esta baja aun mas, tal y como lo indicó Tapia (s/f) las temperaturas óptimas en la base de la estaca tienen que ser entre 23 y 24 °C, apoyados de un circuito cerrado de agua o resistencias pero este tiene un costo elevado, mientras que en primavera la temperatura por el contrario comienza a aumentar y los sustratos pueden retener aún más el calor.

De acuerdo al resultado de 5.8 % de enraizamiento si se compara con las cinco categorías establecidas por Del Rio y Caballero (2005), citado por El Riachy (2007), de acuerdo a estas categorías, los resultados obtenidos indican que son árboles con muy bajo potencial de enraizamiento que va del 1 al 20% (Anexo 2).

Otro de los factores que pudieron haber influido en resultado de enraizamiento es el estado nutricional de los árboles seleccionados como planta madre, dado al abandono de cierta forma en cuanto a fertilización o manejo agronómico de los árboles, así como también la presencia de una planta parásita que absorbe mediante su haustorio el agua, los minerales y los fotosintatos, lo que ocasiona la muerte de el área afectada. Como lo indicó Garate (2010) existen muchos nutrimentos que están relacionados con los procesos metabólicos, asociados a la diferenciación y formación del sistema radicular y es considerado esencial para la iniciación de raíces, debido a esto se tomó la decisión de utilizar aminoácidos con macro y micro nutrimentos para contrarrestar esta deficiencia.

A pesar de haber eliminado totalmente el follaje de las estacas, a las dos semanas posteriores de haber colocado el diseño hubo brotación de hojas en abundancia y, eso permitió suplir la carencia inicial de hojas, y de esta manera se cumplió con lo establecido por Hartmann y Kester (1975), los cuales mencionaron que las hojas ejercen una fuerte influencia estimuladora para la formación de raíces, por los carbohidratos formados en la fotosíntesis.

Como lo indicó Caballero y Del Rio (1999) con el método de enraizamiento por nebulización, se pueden conseguir estacas enraizadas desde las siete semanas en primavera, mientras que en temporadas de frío puede tardar más de 60 días, como fue en el caso de este trabajo que hasta los 90 días después se tuvieron los primeros enraizamientos.

Los sustratos jugaron un papel importante dentro del proceso de formación de raíz, ya que sirven como sostén y en ocasiones contribuyen a la formación de estas.

Si bien lo mencionó Hartmann y Kester (1975), uno de los mejores sustratos para iniciar el enraizamiento es la turba vegetal, la cual tiene buena retención de agua, oxígeno, y buen espacio poroso, para que se desarrolle un sistema de raíces ramificado. Para el caso de esta investigación, la fibra de coco fue una de las mejores alternativas, debido a su porosa estructura que permitió la fácil penetración de las raíces de la planta y un desarrollo saludable de esta; puesto que su textura es consistente y uniforme, caracterizada por su homogeneidad, su especial estructura compuesta por millones de microesponjas capilares, que permiten absorber agua hasta ocho veces el peso de este, y además contiene significativas proporciones de fósforo (10-50 ppm) y potasio (150-450 ppm).

Los datos obtenidos concuerdan con los de Flores (1999), quien también reportó raíces con mayor turgencia en este sustrato.

De acuerdo a los resultados obtenidos el mayor porcentaje de enraizamiento fue en composta en el método M1.1, esto tal vez tuvo respuesta debido a que tiene buena porosidad, estructura, retención de humedad, granulometría y un pH adecuado para las estacas (Ochoa, s/f).

No se encontró diferencia estadística significativa entre los sustratos tanto para el número y tamaño de raíces; la producción de raíces laterales se inhibió por el medio que estaba rico en nitrato, lo cual se debe a la relación C/N. Sin embargo, en los demás tratamientos se observó la misma tendencia, pero ello pudo deberse a las reservas nutritivas contenidas en las estacas, como lo mencionó Flores (1999).

Referente a la aplicación de los estimuladores de raíz se puede señalar que el mejor tratamiento fue rxamino-composta y rzanoaminoáradix-fibra de coco ambos de M1.1, para número de raíces fue en M1 radix-aminoácidos-fibra de coco, para tamaño de raíz rzanoaminoáradix-fibra de coco, y para porcentaje de callo fue raizone-vermicomposta. Los tres estimuladores contienen ácido indol-3-butírico (AIB), que son importantes para la formación de raíces laterales y estimulan específicamente la división celular en ciertas regiones del periciclo, así como también en el crecimiento de tallo y hojas (Flores, 1999).

El Riachy (2007) citado en Perea (2013) señaló que la auxina juega el papel más importante en el enraizamiento, porque su función es el transporte de azúcares hacia los lugares de diferenciación de los primordios radicales. El contenido de nutrimentos de estos estimuladores pudo ser también un factor para el poco desarrollo de raíz, puesto que ambos contienen nitrógeno y al hacer las combinaciones este aumentó, lo cual coincide con lo señalado por Flores (1999).

El uso de los aminoácidos como mencionó Perea (2013), aporta nutrimentos los cuales tienen un efecto estimulante en la iniciación de raíces. Hartmann y Kester (1975) señalaron que el enraizamiento es estimulado por la adición de compuestos nitrogenados tanto orgánicos como inorgánicos.

El M3 en especial no presentó ningún enraizamiento, solo la presencia de callosidades, esto pudo deberse a que al regar un vez por semana con él te y el lixiviado, fueron lavados los sustratos y eliminados sus nutrimentos, incluidos los aminoácidos.

El preacondicionamiento de las estacas en agua durante unos lapsos de tiempo no fue relevante para la formación de raíz, sin embargo, estimuló la formación de callo, lo cual indica que en el tejido de estas estacas hubo producción y translocación de promotores de enraizamiento (Simón, 1998).

Díaz (2002) señaló que la capacidad de enraizamiento de una especie es variable; cuando hay raíces adventicias o preformadas enraízan fácilmente, también cuando las plantas presentan rayos vasculares anchos pero carentes de primordios.

Aunque las estacas no enraizaron continuaron vivas, debido a la translocación de sustancias que evitaron su muerte, lo que sugiere que las condiciones ambientales y los tratamientos evitaron la pudrición y/o desecación de las mismas, como fue señalado por Simón (1998).

La presencia de callo en las estacas fue significativa ya que en su mayoría estaba presente sobre todo en las incisiones realizadas en la base, esto concuerda con Simón (1998) citado en Perea (2013), quien señaló que las heridas estimulan la

división celular, la producción de etileno y una mayor acumulación de auxinas y carbohidratos internamente en las estacas, y con Wilson (1994) citado por Simón (1998), quien observó que el callo se forma como una medida de protección a las heridas, pero ocasionalmente la velocidad con que se inicia es alta y este tejido, pudiera considerarse como inicio de un futuro enraizamiento, en ocasiones el primordio radical rebrota en él y las raíces recién formadas no pueden salir al exterior.

VI. CONCLUSIONES

1. A pesar de que el olivo es una especie de difícil enraizamiento y se desconocía la variedad y su manejo técnico, se logró un enraizamiento de 38 plantas de una población de 660 estacas, que representó el 5.8 % de estacas enraizadas.
2. El mejor tratamiento para el enraizamiento de olivo en este ensayo fue composta-rxamino (M1.1), por lo cual se indica que la composta es una alternativa.
3. Para el número de raíces el mejor tratamiento fue fibra de coco-rzoneaminoáradix, por lo cual se puede hacer una combinación con el mejor tratamiento de porcentaje de enraizamiento y así elevar el número de estacas enraizadas y mejorar el anclaje del futuro árbol.
4. Los aminoácidos con macro y micronutrientes por si solos no fueron suficientes para formar raíz, sin embargo, ayudaron a suplir las deficiencias que presentaban las estacas.
5. El uso de estimuladores de raíz orgánicos no influyeron para la formación de nuevas raíces, esto no quiere decir que no funcione, si no tal vez se necesita poner mas atención en cuanto a las dosis de aplicación.
6. La abundante formación de callo no indica que aumentara el número de raíces, pero estos si son necesarios para su diferenciación y formación de ellas.
7. Los métodos usados en este estudio muestran, que con los resultados obtenidos a partir de ahí se puede realizar una nueva investigación y así aumentar el porcentaje de raíz y el número de raíces para que las plantas de olivo tengan un mejor anclaje.
8. A pesar de la poca investigación en el estaquillado de olivo, se obtuvieron resultados positivos, lo cual lleva a seguir indagando no solo en el municipio de Texcoco, Estado de México sino, en todas aquellas localidades del centro del país, que se desconoce su comportamiento, adaptación y tipos de variedades, que potencialmente pueden ser propagativas como planta madre.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Agrios, G.N. 1999. Fitopatología. Ed. Limusa. México.
2. ACO. 2008. XXXVII Exposición nacional de orquídeas. En: <http://www.ticorquideas.com/pdf/Ticorquideas%20febrero%202008.pdf>. Consultado el 12 de Febrero de 2013.
3. Alcántar, G.G. 2010. Generalidades de los sustratos: historia, conceptos básicos, estadísticas y perspectivas de los sustratos en México y el mundo. Primer curso nacional de sustratos. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.
4. Alonso, M.A.M. y Guzmán, C.G.I. 1999. Cultivo del olivar en Agricultura Ecológica. En: <http://www.cifaed.es/archivos/publicaciones/6-b.pdf>. Consultado el 17 de Mayo de 2012.
5. Alves, C.O., Setti, de L.R. y Maquishima, N. 2002. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. Recuperado el 14 de Febrero de 2013 en
6. Baldoni L. and Belaj A. 2009. Chapter 13, Olive. CNR, Istituto di Genética Vegetale, Perugia, Italy.
7. Caballero, M. J. y del Rio, C. 1999. Métodos de multiplicación. España. Mundi-Prensa.
8. Calderón O. A. S/F. Sustratos Agícolas
9. Canales M. V. 1999. Injerto del olivo. En <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/.../html/propagacion/.../vcanales.doc>. Consultado el 12 de Noviembre de 2012.
10. Cerro C. M. (sin fecha). Origen Histórico. En: <http://www.olivacordobesa.es/HISTORIA.pdf>. Consultado el 9 de Noviembre de 2014.
11. Chávez L. D. et al. 2008. El cultivo del Olivo en los valles de Caravelí. Programa Regional Sur. Unidad Operativa Territorial Caravelí. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo – desco. Biblioteca nacional del Perú N°1era. Perú.
12. Chávez O. I. M. (2012). Estudio de mercado aceite de oliva en México. Guadalajara, Jalisco. México.
13. Compostadores. s/f. Té de compost. En: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/el-compost-casero/te-de-compost>. Consultado el 5 de Diciembre de 2013.
14. Cruz S. M. A. La composta como alternativa para la gestión de residuos sólidos municipales en Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca, 2009. En: http://www.unsis.edu.mx/tesis/tesis_digitales_UNSIS/Administracion_municipal/La%20composta%20como%20alternativa%20para%20la%20gestion%20de%20residuos%20solidos%20municipales.pdf. Consultado el 30 de marzo de 2014.

15. De la Vega L. A. y González E. S. 2005. El cultivo del olivo. En: <http://www.focir.gob.mx/documentos/boletin/infocirnov25.pdf>. Consultado el 20 Marzo de 2013.
16. Díaz M. D. H. (2002). Biología de árboles frutales. AGT. Editor, S. A.
17. Díaz S. F. R. (2004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. En: <http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio4/04-Seleccion-sustratos-prodhortinvernadero.pdf>. Consultado el 14 de Abril de 2013.
18. El mercado del Aceite de Oliva en México. (2008). En: <http://www.infaoliva.com/documentos/documentos/EL%20MERCADO%20DE%20ACEITE%20DE%20OLIVA%20EN%20MEXICO.pdf>. Consultado el 18 de noviembre de 2013.
19. El Riachy, M. (2007). Técnicas de propagación y de acortamiento del Periodo juvenil en el programa de mejora del Olivo. En: <http://www.ciencialivre.pro.br/media/5a112e1d92ce2a3ffff82d2ffffd502.pdf>. Consultado el 25 de Febrero de 2014.
20. Enriquez G. A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. En: <http://books.google.com.mx/books?id=eZgOAQAIAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. Consultado el 5 de Diciembre de 2013.
21. Esaú K. 1976. Anatomía Vegetal. Ediciones Omega, Barcelona, España.
22. Espadas R. M. y Zita P. G. A. 2009. Manual de laboratorio de Fitopatología. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Departamento de Ciencias Agrícolas.
23. Extracción del aceite de olivo. (Sin Fecha). Agronomía y cultivo del olivo. En: <http://www.camponaraya.concepcionistas.es/system/files/1%20Agronom%C3%ADa%20y%20poda%20del%20Olivar.pdf>. Consultado el 5 de Abril de 2013.
24. FAO. (2012). Taller-Técnicas de compostaje. En http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller_tcppar3303/compost.pdf. Consultado el 30 de Mayo de 2013.
25. Flores M. H. (2002). Adaptabilidad térmica del olivo en el estado de Zacatecas, México. En: <https://www.google.com.mx/webhp?ei=l980U7ivGaawsASq3YG4Dw&ved=0CAYQqS4oBA#q=ADAPTABILIDAD+T%C3%89RMICA+DEL+OLIVO+EN+EL+ESTADO+DE+ZACATECAS%2C+M%C3%89XICO.ppt>. Consultado el 14 de Abril de 2013.
26. Flores V. E. 1999. La planta. Editorial Libro Universitario Regional
27. Fortuny S. J. 2002. Metodología del análisis sectorial en el sistema agroalimentario aplicada al subsector oleícola Catalán: Evaluación de la competitividad, el progreso tecnológico y la eficiencia económica empresarial. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. España.

- En:<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8371/Tjfs01de23.pdf?sequence=1>. Consultado el 21 de Abril de 2013.
28. Gárate, D. M. H. (2010). Técnicas de propagación por estacas. En: http://190.187.112.90/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/PROBOSQUE_S/PU/76.pdf. Consultado el 13 mayo del 2013.
 29. García B. F. J. (Sin fecha). Reguladores de crecimiento. En <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Tema%2014%20Reguladores%20del%20Crecimiento.%20Generalidades.pdf>. Consultado el 14 de Abril de 2013.
 30. Grijalva C. R. L., Macías D. R., López C. A. y Robles C. F. 2009. Productividad de cultivares de olivo para aceite (*Olea europaea* L.) bajo condiciones desérticas en Sonora.
 31. Huanca A. L. W. Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación. En: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/propagacion-asexual-plantas-y-su-aplicacion/propagacion-asexual-plantas-y-su-aplicacion.pdf>. Consultado el 17 de Octubre de 2013.
 32. Hartmann, H. y Kester, E. D. 1975. Propagación de plantas, principales prácticas. . Estados Unidos. Editorial continental.
 33. Jiménez B. S/F. El cultivo del olivo. En: <http://www.museoaceite.com/docum/docs/4-%20el%20cultivo.doc>. Consultado el 7 de Febrero de 2013.
 34. Lallana, V.H. y Lallana, Ma. del C. (2001). Manual de prácticas de fisiología vegetal. En: http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/fisiologiaaveg/m_didactico/manual_practicas/GerminacionED.pdf. Consultado el 14 de Abril de 2013.
 35. López M. J., Galvez A., Rodríguez C. M. Conesa E., Ochoa J., Gonzalez A. S/F. Utilización de la fibra de coco como sustrato alternativo a las turbas en cultivo de clavel para maceta. En: <http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/...online/.../13.pdf>. Consultado el 2 de Diciembre de 2013.
 36. Luque J. M. 2005. Introducción al cultivo del olivo, Botánica y Agronomía. En: http://files.terraolea.org/es/TerritorioTerritoireTerritorio/Cultivo_del_olivo_botanica_y_agronomia-es.pdf. Consultado el 17 de Noviembre de 2013.
 37. Mateo, B. J. M., (2005). Prontuario de agricultura. De la Puerta, C. C., Olivicultura España. Mundi-prensa.
 38. Mayorga, C. F. J. (2001). El olivo, eco del Mediterráneo. En: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/094/ca094.pdf>. Consultado el 12 de noviembre del 2012.
 39. Mendoza G. L. Ferrera C. R. y Almaraz S. J. J. (2008). Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cascara. En <http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/10-vermicomposta.pdf>. Consultado el 5 de Junio de 2013.

40. NAGREF-ITAP. 2004. Enciclopedia del olivo del TDC-OLIVE. En:
<http://www.soilzone.com/Library/Crops/Olives/Olive%20culture%20booklet%20in%20english.pdf>. Consultado el 16 de Noviembre de 2013.
41. Ochoa S. I. (Sin fecha). Tipos de composta En:
http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/7.TIPOS%20DE%20COMPOST.pdf. Recuperado el 14 de marzo de 2013.
42. Ortiz J. M. y Ladux J.L. (sin Fecha). Historia del Olivo. En:
<http://portalolivicola.com/descargas/Olivicultura.pdf>. Consultado el 20 de Diciembre de 2012
43. Pacheco, P. S. (2007). Optimización en la técnica de propagación de *Olea europea* L. En variedades de difícil Enraizamiento cv. Empeltre, Santa Catarina y Picual. En: http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20070719/asocfile/20070719102723/pacheco_sebastian.pdf. Consultado el 12 de noviembre del 2012.
44. Paredes, T. A. (1944). Debe propagarse el olivo en México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de agricultura. México.
45. Perea G. L. 2013. Conservación del germoplasma antiguo de olivo (*Olea europaea* L.) en el Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
46. Pico A. G. C. 2002. Composta. En:
<http://agricultura.uprm.edu/calentamiento/pdf/composta.pdf>. Consultado el 30 de Mayo de 2013.
47. Poponoe W. y Monsalve D. (1941). El cultivo del olivo en Colombia. Bogotá, Colombia.
48. Porrás P. A, Soriano M. M. L. y Solana M. P. (1997). Mejoras técnicas en la propagación del olivo bajo nebulización. En:
http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_1997_782_738_741.pdf. Consultado el 12 Noviembre de 2012.
49. Procesoliva. 2011. Cultivo de olivos y variedades de aceitunas de México. En: <http://procesoliva.blogspot.mx/2011/04/cultivo-de-olivos-y-variedades-de.html>. Consultado el 4 de Mayo de 2013.
50. Quintero G. S. L. y González S. L. O. (2006). Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. En:
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/download/2798/1897.pdf>. Consultado el 25 de Febrero de 2013.
51. Rojas G. S., García L. J. y Alarcón R. M. (2004). Propagación asexual de plantas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Pronatta. En:
<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Propagacionasexualdeplantas.pdf>. Consultado el 24 de Marzo de 2013.

52. Ramírez D. L. 1972. Estudio taxonómico de 6 variedades de olivo (*Olea europaea* L.) de Coria del Rio, Sevilla. Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Sevilla, España.
53. Ramos V. R., Payán o. S., Loza V. E. y Alvarado P. J. I. 2012. Cultivo del olivo para el Valle de Mexicali, B. C. N° 49 inifap- Baja California. En <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3312/CultivodeolivoparaelVallededeMexicaliBC.pdf?sequence=1>. Consultado el 13 de Mayo de 2013.
54. Robles F. M. 2000. Sustratos. En: <http://xml.diasiete.com/pdf/445/18COLHIDROPONIA.pdf>. Consultado el 17 de Octubre de 2013
55. Ruiz O. M., Nieto R. D. y Larios R. I. 1983. Tratado Elemental de Botánica. Editorial Porrúa. D. F.
56. Saavedra S. G. 2008. Estructuras de hormonas vegetales. Depto. de Suelos y Recursos Naturales. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. N° 21. Ciencia... ahora. Colombia. En: <http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1GPVXCQT9-46VYGP-GMV/07EstructurasHormonasVegetales%20PDF.pdf>. Consultado el 13 de Mayo de 2013.
57. Saldivar L. R. H. 2007. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. México.
58. Salisbury B. F. y Ross C. W. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana.
59. Sánchez E. S/F. Reguladores de crecimiento empleado en la fruticultura. En: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210849.pdf>. Consultado el 14 de Abril de 2013.
60. Sánchez S. C. D. 2012. Diversidad florística y etnobotánica de los cultivos de *Olea europaea* L. en El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
61. SEFOA 2011. Estudio estadístico y geográfico del olivo en Baja California. En: http://www.oeidrusbc.gob.mx/oeidrus_bca/biblioteca/Estudios/Agricolas/OlivoBC.pdf. Consultado 10 de Noviembre de 2013.
62. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 11 de Noviembre de 2013.
63. Simón, V. G. (1998). Análisis químico de flavonoides y propagación por estacas (*Crysoalanus icaco* L.). Tesis de maestría, COLPOS. México.
64. Sotomayor L. E. M. (1999). Propagación del olivo, *Olea europaea* L. cv. Azapa por estaquillado semileñoso bajo diferentes medios de enraizamiento. En: <http://146.83.108.153/did/IDESIA%2017/17%20%20CAP1.pdf>. Consultado el 12 de Noviembre de 2012.

65. Tanús A. (2006). El origen del olivo. En: http://www.mondoliva.com/el_aceite_de_oliva-el_origen_del_olivo.htm. Consultado el 14 de Noviembre de 2013.
66. Tapia C. F. (sin fecha). Manual del cultivo del Olivo. Propagación. Capitulo 4. En: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR30543.pdf>. Consultado el 31 de Enero de 2013.
67. Tayupanta C. D. F. (2011). Validación del efecto de tres bioestimulantes radicales en viveros de rosa de la Asociación Agropecuaria. En: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4111/1/T-ESPE-IASA%20I-004565.pdf>. Consultado el 10 de Octubre de 2012.
68. Tombesi A. y Tombesi S., Saavedra S. M., Fernández E. R., d'Andria R. y Lavini A. y Jardak T. (2007). Production techniques in olive growing. En: www.internationaloliveoil.org/store/download/7635. Consultado el 11 de Diciembre de 2012.
69. SAGARPA. (1999). Elaboración de composta. En: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>. Consultado el 30 de Mayo de 2013.
70. Trujillo I. y Barranco D. (Sin fecha). Botánica. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. España. En: www.museoaceite.com/docum/docs/3-botanica%20.doc. Consultado el 19 de Noviembre de 2013.
71. Valencia, I. C. E. (2008). Manual de prácticas de edafología. México. UNAM.
72. Valenzuela O. R., Lallana V. H., Tonelli B. B., Rothman S. M., Lallana C. M. y Gallardo C. S. (2000). Proyecto PID-UNER 2067. En: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE_RIOS/58/macronutrientes%20en%20sustratos%20para%20plantas.pdf. Consultado el 14 de Abril de 2012.
73. Velasco V., R. Ferrera-Cerrato y Almaraz S. J.J. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* entomate de cascara. En: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/19/3/art241-248.pdf>. Consultado el 2 de Diciembre de 2013.
74. Viñuales, A. J. (2007). Variedades del olivo del Somontano. En: http://www.iea.es/_docum/115_OTP_Variedades_del_olivo.pdf. Consultado el 11 de Noviembre de 2012.

ANEXOS

Anexo 1. Caracteres morfológicos

Viñuales (2007), propuso una metodología para la descripción morfológica de los árboles de olivo, donde se indica la forma de tomar las muestras y la explicación detallada de cada uno de los caracteres descriptivos, que se agrupan en: 3 del árbol, 4 de las hojas, 2 de la inflorescencia, 11 del fruto y 11 del endocarpo.

Para el presente trabajo se utilizaron 2 de los caracteres propuestos, ya que los árboles se encontraron muy deteriorados por la falta de manejo.

a) Caracteres del árbol

Vigor

Hace referencia tanto al tamaño del árbol como a la capacidad intrínseca de las ramas principales y de las ramas para crecer en longitud y en grosor. Se consideran las siguientes categorías:

- **Bajo.** Árbol con poco crecimiento, incluso en condiciones agronómicas óptima. El tronco y la superficie de proyección de la copa en la fase adulta son claramente menores de lo que se espera de un ejemplar de esta especie.



- **Medio.** Árbol que, en cada zona y para las prácticas de cultivo habituales, representa el desarrollo medio que se espera de un olivo.



- **Elevado.** Árbol que, para cada zona y para las prácticas de cultivo habituales, presenta un gran crecimiento, un tamaño notable del tronco y un

gran volumen de copa, tanto por su altura como por su volumen, con ramas vigorosas y largas.



Porte

Este carácter describe la distribución natural de las ramas principales y de los ramos, independientemente de la formación adoptada y con poca influencia del vigor. Se distinguen tres categorías:

- **Llorón.** Caracterizado por ramas y ramos de poco diámetro que crecen inclinados hacia abajo.



- **Abierto.** Es el porte natural de la especie; se caracteriza por una ramificación inicial erecta. Después, el peso de la copa y/o de la cosecha obliga a la rama a inclinarse y a dirigirse en el sentido de la mayor disponibilidad de espacio y de luz, de forma que la copa adquiere una forma hemisférica.



- **Erguido.** Este porte es característico de algunos cultivares cuyas ramas principales crecen con tendencia a la verticalidad y presentan una

dominancia apical acusada. El árbol adquiere un aspecto cónico más o menos pronunciado que se convierte en cilíndrico cuando llega a adulto. Aunque el porte erguido no siempre va unido al vigor, como norma general los cultivares de porte erguido suelen ser también vigorosos.



Densidad de la copa

Este parámetro indica la abundancia de vegetación de la copa, que se puede medir por la posibilidad de penetración de la luz. Es el resultado de las interacciones entre la longitud de los entrenudos, el número y vigor de las ramas y el tamaño de las hojas. Se clasifica en tres categorías:

- **Clara.** Está normalmente asociada a cultivares de crecimiento rápido con entrenudos largos. Desde cualquier punto se observan «claros» a través de los cuales puede penetrar la luz.



- **Media.** Es la densidad típica de la especie: la vegetación es abundante pero la longitud de los entrenudos y el crecimiento dejan siempre sectores interiores de la copa en los que se produce el efecto de penumbra.



- **Espesa.** Es característica de los cultivares con entrenudos cortos, que presentan una ramificación abundante y muy frondosa. La copa se muestra como una superficie compacta cuya parte interior está sombreada.



Anexo 2. Variedades y su aptitud de enraizamiento

En función de la variabilidad observada por distintos autores, sobre la capacidad de enraizamiento, se establecieron las siguientes categorías (Del Río y Caballero (2005) citados por El Riachy (2007)):

Tipo de enraizamiento	Porcentaje %
Enraizamiento muy alto	80-100
Enraizamiento alto	60-80
Enraizamiento medio	40-60
Enraizamiento bajo	20-40
Enraizamiento muy bajo	1-20

Anexo 3. Comparación de medias, con la prueba de Tukey, para las variables número y tamaño de raíces.

➤ Tamaño de raíz:

TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO
Radixaminoacidos	1.1	A
Rxamino	1.1	A
Rxamino	0.4	AB
Rzneaminoaradix	0.4	AB
Radixaminoacidos	0.4	AB
Rzneraizal	0.3	AB

Nota: Medias que comparten la misma letra son estadísticamente iguales.

➤ Número de raíces:

TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO
Radixaminoacidos	1.2	A
Rzneaminoaradix	0.7	AB
Rxamino	0.6	AB
Radixaminoacidos	0.6	AB

Nota: Medias que comparten la misma letra son estadísticamente iguales.

Anexo 4. Analisis de varianza

Análisis de varianza para NÚMERO DE RAÍCES

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
MÉTODO	10	23.5795	23.4085	2.3408	5.27	0.000
SUSTRATO	2	3.3402	3.6338	1.8169	4.09	0.017
MÉTODO*SUSTRATO	20	18.7278	18.7278	0.9364	2.11	0.003
Error	662	294.2000	294.2000	0.4444		
Total	694	339.8475				

S = 0.666641 R-cuad. = 13.43% R-cuad.(ajustado) = 9.25%

Análisis de varianza para TAMAÑO PROMEDIO DE RAÍZ

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
MÉTODO	10	23.9918	23.7764	2.3776	4.23	0.000
SUSTRATO	2	3.0075	3.3249	1.6624	2.96	0.053
MÉTODO*SUSTRATO	20	22.5448	22.5448	1.1272	2.01	0.006
Error	662	371.8132	371.8132	0.5617		
Total	694	421.3572				

S = 0.749434 R-cuad. = 11.76% R-cuad.(ajustado) = 7.49%