



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

INGENIERO AGRÓNOMO

PROYECTO FIN DE CARRERA:

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Pistacia lentiscus*: ENSAYOS DE
ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES”**

Realizado por:

Antonio López Liria

Dirigido por:

D. Juan A. Fernández Hernández

Cartagena, Mayo de 2016.

Agradecimientos:

Quisiera agradecer al Departamento de Producción Vegetal, en especial al director de este trabajo, Juan A. Fernández Hernández y a Pablo Bielza Lino por su inestimable ayuda.
A Laura Balenzategui por su ayuda durante el trabajo de campo.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN..... | 6 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| 1.1.- EMPLEO DE PLANTAS AUTÓCTONAS CON FIN ORNAMENTAL..... | 9 |
| 2.- ANTECEDENTES..... | 14 |
| 2.1.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA..... | 14 |
| 2.2.- ECOLOGÍA..... | 15 |
| 2.3.- DISTRIBUCIÓN..... | 18 |
| 2.4.- FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN..... | 19 |
| 2.5.- USOS..... | 20 |
| 2.5.1.- USO EN JARDINERÍA..... | 20 |
| 2.5.2.- USO EN REPOBLACIONES Y RESTAURACIONES..... | 21 |
| 2.5.3.- OTROS USOS..... | 22 |
| 2.6.- OBSERVACIONES..... | 23 |
| 2.7.- PROPAGACIÓN DE LENTISCO..... | 23 |
| 2.7.1.- MARCO NORMATIVO. Identificación de los materiales de reproducción..... | 23 |
| 2.7.2.- MULTIPLICACIÓN SEXUAL..... | 24 |
| 2.7.3.- MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA..... | 25 |
| 2.7.3.1.- MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE..... | 26 |
| 2.7.3.2.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE..... | 28 |
| 2.7.3.2.1.- FITORREGULADORES..... | 28 |
| 2.7.3.2.1.1.- PACLOBUTRAZOL..... | 30 |
| 2.7.3.2.1.2.- FITOHORMONAS..... | 33 |
| 2.7.3.2.2.- CONTENIDO EN HIDRATOS DE CARBONO..... | 36 |
| 2.7.3.2.3.- DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL..... | 37 |
| 2.7.3.2.4.- ÉPOCA DE ESTAQUILLADO..... | 38 |
| 2.7.3.2.5.- POSICIÓN DEL ESQUEJE EN EL TALLO (TOPÓFISIS)..... | 39 |
| 2.7.3.2.6.- OTROS FACTORES..... | 40 |
| 3.- OBJETIVOS..... | 43 |
| 4.- MATERIAL Y MÉTODOS..... | 45 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.- MATERIAL VEGETAL..... | 45 |
| 4.2.- CONDICIONES DE CULTIVO Y AMBIENTALES..... | 46 |
| 4.3.- TRATAMIENTOS..... | 47 |
| 4.4.- PARÁMETROS VEGETALES EVALUADOS..... | 48 |
| 4.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 49 |
| | |
| 5.- RESULTADOS..... | 51 |
| 5.1.- RESULTADOS DE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO..... | 52 |
| 5.1.1.- Resultados ensayo de noviembre (porcentaje de enraizamiento).. | 53 |
| 5.1.2.- Resultados ensayo de noviembre (porcentaje de enraizamiento).. | 55 |
| 5.1.3.- Resultados ensayo de enero (porcentaje de enraizamiento)..... | 56 |
| 5.1.4.- Resultados ensayo de febrero (porcentaje de enraizamiento)..... | 57 |
| 5.2.- RESULTADOS DE PESO FRESCO..... | 58 |
| 5.2.1.- Resultados ensayo de noviembre (peso fresco)..... | 59 |
| 5.2.2.- Resultados ensayo de diciembre (peso fresco)..... | 59 |
| 5.2.3.- Resultados ensayo de enero (peso fresco)..... | 60 |
| 5.2.4.- Resultados ensayo de febrero (peso fresco)..... | 60 |
| 5.3.- RESULTADOS DE PESO SECO..... | 61 |
| 5.3.1.- Resultados ensayo de noviembre (peso seco)..... | 62 |
| 5.3.2.- Resultados ensayo de diciembre (peso seco)..... | 62 |
| 5.3.3.- Resultados ensayo de enero (peso seco)..... | 63 |
| 5.3.4.- Resultados ensayo de febrero (peso seco)..... | 63 |
| 5.4.- RESULTADOS DE ÁREA..... | 64 |
| 5.5.- RESULTADOS DE NÚMERO DE PUNTAS..... | 65 |
| 5.6.- RESULTADOS DE NÚMERO DE BIFURCACIONES..... | 66 |
| 5.7.- RESULTADOS FINALES..... | 67 |
| | |
| 6.- DISCUSIÓN..... | 69 |
| 6.1.- Discusión época del año..... | 69 |
| 6.2.- Discusión material vegetal..... | 69 |
| 6.3.- Discusión tratamientos hormonales..... | 70 |
| | |
| 7.- BIBLIOGRAFÍA..... | 72 |
| 8.- ANEJOS..... | 72 |

RESUMEN

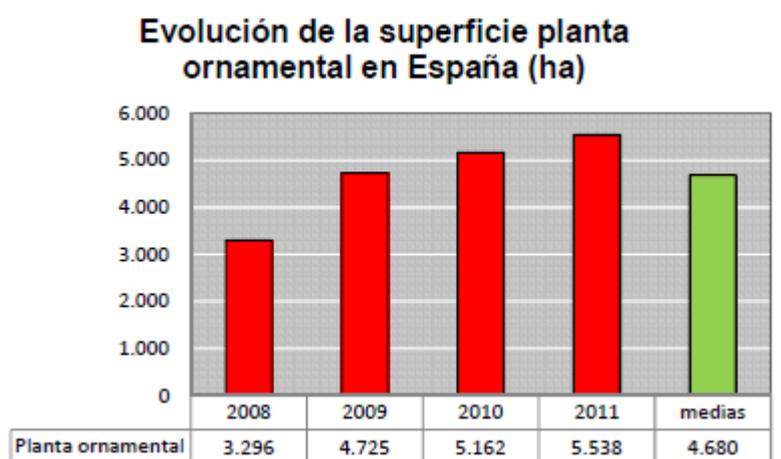
El objetivo de éste proyecto fue el estudio de la capacidad de enraizamiento de *Pistacia lentiscus* para optimizar su multiplicación vegetativa, utilizando distintas técnicas. Los factores estudiados fueron: el sexo de la planta madre, la posición del esqueje en el tallo, la aplicación de compuestos hormonales y la época del año. Los ensayos se realizaron en noviembre, diciembre, enero y febrero, con una duración de doce semanas cada uno. El material vegetal se obtuvo de plantas adultas macho y hembra. De los tallos obtenidos se diferenciaron esquejes procedentes de la parte apical y basal del mismo. Los tratamientos hormonales empleados fueron: testigo (sin tratamiento hormonal), T1 (20.000 ppm de IBA) y T2 (40.000 ppm de IBA). Los esquejes se desfoliaron en sus tres cuartas partes dejando dos o tres folíolos por esqueje. Se utilizaron bandejas de polietileno negro, en mesas calefactoras cubiertas, dotadas de sistema de nebulización. El sustrato utilizado fue la perlita. Las mayores tasas de enraizamiento se obtuvieron en diciembre y las menores en febrero, teniendo mayor éxito los esquejes procedentes de la planta hembra que los de la macho. En cuanto a la topófilis se vieron grandes diferencias, siendo los esquejes procedentes de la parte apical del tallo los que más enraizaron. *Pistacia lentiscus* presentó mayores porcentajes de enraizamiento con el compuesto hormonal, especialmente en el T2 (40.000 ppm de IBA) pero sin diferencias significativas respecto al T1, siendo prácticamente despreciables los éxitos obtenidos en el testigo. La aplicación de hormonas de enraizamiento favoreció el desarrollo radicular.

1.- INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

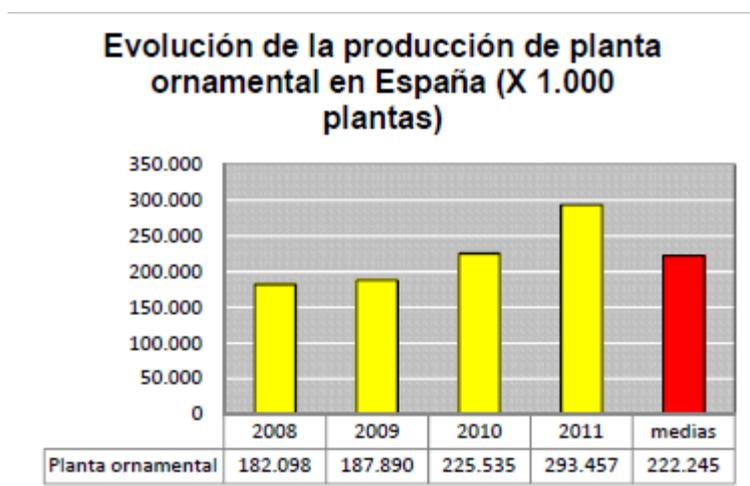
El sector de la planta ornamental ocupa una posición relevante en la horticultura española, ha experimentado una tendencia al alza aumentando en un 37% en la última década (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). Su valor económico alcanzó en 2006 el 4% de la Producción Vegetal Final, generando alrededor de 50.000 empleos y contribuyendo de manera significativa a la balanza comercial agraria vegetal (datos facilitados por el M.A.P.A., 2006). La producción, el comercio y el consumo de los productos de la horticultura ornamental gira en torno a la flor cortada, que representa el 61% de su valor económico a nivel nacional (Arcas y Romero, 2000).

La producción de flores en el año 2011 fue de 153.194 miles de docenas, mientras que la de planta ornamental fue de 293.457 mil plantas. La superficie dedicada al cultivo de flor cortada en España ese año fue de 1.500 hectáreas, y la de planta ornamental 5.500 hectáreas (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).



Fuente: Anuario estadística MAGRAMA.

La producción de flor cortada en España se concentra fundamentalmente en el clavel y la rosa, representando ambas aproximadamente el 60% del total. La balanza comercial es negativa en flor cortada, procediendo nuestras importaciones fundamentalmente de Países Bajos y otros países de la UE, mientras que en planta ornamental las exportaciones y las importaciones están en el mismo nivel (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012).



Fuente: Anuario estadística MAGRAMA.

1.1.- EMPLEO DE PLANTAS AUTÓCTONAS CON FIN ORNAMENTAL.

A pesar de ser España un país muy rico en endemismos, con más de 1.500 especies o superficies con un potencial ecológico y comercial aún sin explotar, los trabajos sobre utilización de flora autóctona, así como la puesta a punto de las técnicas de reproducción, producción y adaptación comercial no son demasiado abundantes. El uso ornamental de especies autóctonas mediterráneas en xerojardinería, paisajismo y proyectos de revegetación es de un interés creciente debido a su capacidad para adaptarse a condiciones medioambientales adversas y a su potencial ahorro en el agua de riego, siendo capaces de sobrevivir durante prolongados periodos de tiempo con baja disponibilidad hídrica una vez establecidas (Burés, 1993). Las “plantas mediterráneas” son consideradas como plantas más tolerantes a plagas y

enfermedades, estando especialmente adaptadas a condiciones de veranos secos y en ciertos casos a la salinidad, un problema común de la Región Mediterránea (Caballero y Cid, 1993). Las estrictas condiciones de la Región Mediterránea, con veranos cálidos e inviernos templados, una irregular distribución de las precipitaciones, unido a fuertes degradaciones edáficas provocadas por causas naturales o antropogénicas, que ocasionan problemas de erosión y pérdida de suelo, hacen que una adecuada elección de especie autóctona para la revegetación sea de primordial interés (Naveh, 1987). Los proyectos de revegetación, que incluyen las grandes obras públicas, se decantan actualmente por la implantación de especies propias de los terrenos afectados, demandando a veces planta que no se encuentra comercializada. Aun así, en los últimos años se ha observado una mayor presencia de viveros de plantas autóctonas en las principales ferias españolas (Iberflora, Hortimostra, Expoflor,...) procedentes principalmente de las comunidades que se pueden considerar pioneras en la introducción de nuevos productos: Valencia y Cataluña.

El empleo de planta autóctona con fines de flor cortada, verde de complemento o planta de maceta es otra posibilidad, frente al empleo de material vegetal foráneo con mayores exigencias medioambientales, peor adaptación a nuestras condiciones, problemas de contaminación de nuevas plagas y enfermedades, dependencia de otros países y mayores inversiones económicas. De hecho, en el sector de la planta ornamental se está produciendo un cambio progresivo del consumo hacia la novedad y diversificación del material vegetal, que se refleja en los cultivos de flor cortada, verde de corte y planta en maceta. El empleo de flora autóctona con fines comerciales supone la incorporación al mercado de un producto novedoso. En la mayoría de países europeos la demanda de nuevos cultivos está tomando un mayor auge, encaminándose los mercados europeos hacia la flor cortada con aspecto de flor silvestre (Chimonidou, 2000).

También el uso de planta autóctona en jardinería privada y pública ha aumentado enormemente su demanda. En jardinería pública, su empleo en la remodelación o construcción de nuevos jardines conlleva ciertos escollos que deben ser superados, como reticencias de su uso por parte de los ciudadanos, desconocimiento de las técnicas de su cultivo, adaptación a medios artificiales

de cultivo, poca variedad y formato reducido de plantas, etc. (López y Medina, 2000). Del mismo modo, en jardinería privada también se detecta una mayor demanda de planta autóctona, a veces por la facilidad de mantenimiento, lo que hace a la jardinería más sostenible, y a veces por un intento de acercamiento a la naturaleza. Al igual que ocurría con la jardinería pública, existe una gran cantidad de especies silvestres que en la actualidad no se comercializan, y en el caso de que se haga, las técnicas de producción en vivero son fundamentales para su posterior empleo de esta planta en el jardín (Pedreño, 2000).

Existe una escasa información sobre propagación por semilla o por esquejes de las plantas silvestres. El empleo de planta procedente de semilla en restauraciones del paisaje permite mantener la biodiversidad de la especie, asegurando la existencia de fuentes de genes que pueden ser empleados para procurar resistencia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas, el fuego y/o tratamientos químicos (González et al., 2000). En las especies destinadas a jardinería y otros usos ornamentales, el desarrollo de un sistema de propagación por semillas permite rebajar considerablemente los costes de producción, cuando se obtiene un número elevado de descendencias homogéneas a partir de la planta madre seleccionada (Erstad y Hansen, 1990).

Para propagar una determinada especie y mantener las características de crecimiento y desarrollo de los progenitores, la propagación vegetativa es el método más adecuado (Mac Donald, 1986; Arman et al., 1990). El enraizamiento de esquejes es un método muy empleado en la producción viverística, aunque presenta algunos inconvenientes, como la posibilidad de propagación de enfermedades, menor vigor de las plantas obtenidas frente a las procedentes de semillas y mayores costes de producción. Por ello, la optimización de la reproducción vegetativa por esquejes en plantas silvestres debe lograrse no sólo con la reducción de los costes de producción, cuestión de gran interés para la empresa viverística, sino también con el empleo de técnicas respetuosas con el medio ambiente que permitan reducir el empleo de productos fitosanitarios y hormonales y disminuir el gasto energético. De ahí, que aspectos como la naturaleza, posición en la planta y dimensión del esqueje, así como mínimas necesidades térmicas, tipo de sustrato y tratamientos mecánicos sean aspectos a estudiar en este proceso.

Como reconoce el Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, la conservación de la biodiversidad es un interés común de toda la humanidad y tiene una importancia crítica para satisfacer sus necesidades básicas. El Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad 2011-2017 constituye el elemento fundamental de desarrollo de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Este instrumento, novedoso en la legislación española, establece metas, objetivos y acciones para promover la conservación, el uso sostenible y la restauración del patrimonio natural y la biodiversidad para el periodo 2011-2017. El Plan Estratégico incorpora los compromisos adquiridos por España en el ámbito internacional y comunitario en materia de biodiversidad, en particular los derivados del Plan Estratégico del Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica para el período 2011-2020 (aprobado por las Partes Contratantes en octubre de 2010) y la Estrategia europea sobre biodiversidad (adoptada en mayo de 2011 por la Comisión Europea y respaldada por el Consejo de Ministros de Medio Ambiente en junio de 2011). Así, la finalidad del proyecto es favorecer el empleo de la planta autóctona en las distintas utilidades ornamental y paisajística, con la introducción y la diversificación de su oferta, contribuyendo de esta manera a mantener la biodiversidad y sostenibilidad medioambiental.

2.- ANTECEDENTES

2.- ANTECEDENTES

2.1.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La especie *Pistacia lentiscus* L. pertenece a la familia *Anacardiaceae*, género *Pistacia*. Esta especie es también conocida comúnmente como lentisco, lentisco macho o almáciga entre otros vulgarismos.

Se trata de un arbusto perenne, que suele medir uno o dos metros de altura, pudiendo alcanzar de cinco a siete metros. Su corteza es de un color grisáceo en las ramas más viejas, siendo verdosa o rojiza en las partes más jóvenes. Sus hojas son compuestas, paripinnadas, y tienen de dos a diez folíolos. Los folíolos son coriáceos, opuestos, enteros y de forma elíptica u oblongo-lanceolada. Las flores, muy pequeñas y de color amarillento a rojizo, se presentan en inflorescencias. Éstas son paniculadas y muy densas. El fruto es una drupa pequeña y de forma globosa, que al principio es de color rojizo y se torna parda conforme madura.



Figura 1. Frutos de *Pistacia lentiscus* en otoño, en proceso de maduración (Foto: C. Cardo).

Figura 2. Semillas de *Pistacia lentiscus*.

2.2.- ECOLOGÍA

Como otras plantas de las costas mediterráneas, es un arbusto de origen semitropical que no resiste heladas prolongadas, por lo cual falta en el interior de la península Ibérica, aunque sí es muy abundante en las islas Baleares, donde a menudo es una formación arbustiva dominante, lo mismo que en zonas de levante. En climas propicios llega a darse en regiones montañosas, pero el tope máximo de altitud son los 1000 m. Escasea en las zonas más áridas del sudeste, siendo abundante en el sur de Cádiz y el norte de Marruecos. Aunque es probable que hace siglos dominara las costas del sudeste de la Península, ha sufrido una importante regresión, debida a la actividad humana y al pastoreo.

Aparece en los pisos bioclimáticos termomediterráneo, mesomediterráneo y en el horizonte inferior del supramediterráneo, con ombrotipos que varían de semiárido a subhúmedo. En la Región de Murcia se encuentra formando parte del matorral y sotobosque de diferentes formaciones de *Pinus* y *Quercus*, desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud (hasta los 1.200 si crece en solanas). Respecto al suelo, le es indiferente el tipo de terreno: puede crecer tanto en suelos básicos como en suelos ácidos. Los caracteres tropicales que conforman su ciclo reproductivo le sirven tanto para tener una excelente supervivencia en el matorral mediterráneo, como para colonizar los nuevos hábitats que surgen de la destrucción del anterior.

Las plántulas de *P. lentiscus* se establecen principalmente debajo de árboles o arbustos donde se posan las aves dispersantes y regurgitan o defecan las semillas (Debussche et al. 1982), fenómeno asociado a las áreas de matorral (García-Fayos y Verdú 1998) y a los campos de cultivo (Verdú y García-Fayos 1996b). Esto es debido a que las perchas, además de atraer aves dispersantes pero no depredadores, proporcionan un microclima adecuado para la germinación de semillas y emergencia de plántulas (Acherar et al. 1984, Verdú y García-Fayos 1996a, 1996b, 1998b). Estas modificaciones microambientales positivas para el establecimiento de plántulas implica al

menos una mayor disponibilidad hídrica y una menor compactación del suelo. Así pues, *P. lentiscus* puede verse beneficiado de este proceso de facilitación, muy común en zonas áridas (Bertness y Callaway 1994), que mejora las duras condiciones mediterráneas actuales. Sin embargo, la protección de las perchas, al menos en las áreas de matorral, aunque mejore las condiciones de germinación y emergencia, no evita una alta tasa de mortalidad (fundamentalmente por sequía) de plántulas durante el primer año (93 %), similar a la que se produce en el suelo desnudo (98 %)(García-Fayos y Verdú 1998). Las semillas que no germinan son incapaces de formar un banco permanente en el suelo, debido a que su viabilidad decrece drásticamente después de un año (Troumbis, 1991; García-Fayos y Verdú, 1998). Asimismo, las semillas no pueden germinar tras un incendio, ya que mueren cuando son sometidas a temperaturas iguales o superiores a 70 °C (Salvador y Lloret, 1995; Verdú, 2000).

Las plántulas establecidas en campos de cultivo, donde la competencia por recursos es baja, poseen un desarrollo mucho mayor que las establecidas en matorrales. Así, mientras que en 5 años un individuo de *P. lentiscus* puede medir 165 ± 46 cm, en un matorral se han medido plántulas de 4 años con una altura de sólo 8 ± 3 cm (Ne'eman y Izhaki 1996, García-Fayos y Verdú 1998). De nuevo, la capacidad de colonizar hábitats lejanos que le confiere la anacrónica dispersión endozoócora es vital para el éxito de esta especie.

Poco se sabe sobre la estructura de edades de las poblaciones de *P. lentiscus* ya que en esta planta es muy difícil determinar la edad. Esto es debido a que el crecimiento secundario anual puede detenerse según las condiciones ambientales y por lo tanto el número de anillos no corresponde al número de años de la planta (Fahn 1955, Liphschitz 1985, Abril y Gracia 1992). Por otra parte, el tamaño de la planta puede ser poco indicativo de la edad de la misma ya que la planta es capaz de rebrotar tras perder la biomasa aérea (e.g., producto de incendios). Esta capacidad de rebrotar también representa un anacronismo, posiblemente desarrollado por sus ancestros ante la presión de herbivoría, aunque actualmente cumple la función de rebrote después del fuego (López-Soria y Castell 1992, Lloret et al. 2000, Verdú 2000), que es otra perturbación frecuente en el mediterráneo (Naveh 1975). De esta manera, los

individuos *P.lentiscus* se auto suceden exitosamente después de un incendio. En un campo abandonado de 11 años, Debussche et al. (1982) proporcionó una pirámide de edades de una población de *P. lentiscus*. En este campo de cultivo abandonado, los individuos de 3 años representaron un 23 % de la población, disminuyendo progresivamente el número de individuos de las clases de edades mayores. Las edades de 2 y 1 año representaron el 17 y el 3 % de la población, respectivamente, lo que supuso que la tasa reclutamiento estaba ralentizándose. Estos resultados contrastan fuertemente con lo que ocurre en un área de matorral, donde el reclutamiento es muy escaso y además permanece constante entre años (García-Fayos y Verdú 1998). En último término, con el paso del tiempo las estructuras poblacionales de edades de los matorrales y de los campos de cultivo colonizados por *P. lentiscus* convergerían. Así, a partir de la dinámica de regeneración, sería esperable que la estructura de edades en matorrales estables fuera la del predominio de edades viejas y ausencia casi total de edades jóvenes, como ocurre por ejemplo en *Quercus ilex* (Espelta et al. 1995). La estructura de sexos ha sido explorada en muchas poblaciones de *P. lentiscus* encontrándose proporciones sexuales tanto sesgadas hacia hembras como a machos y también en equilibrio. El único patrón que se ha encontrado para explicar la proporción sexual es que las zonas más perturbadas suelen tener mayor proporción de hembras que las no perturbadas (Verdú y García-Fayos, 1998c, Díaz Barradas y Correia 1999). Este hecho puede explicarse, en parte, debido a que los machos poseen una mayor capacidad competitiva bajo condiciones de recurso limitado, como es el agua (Correia y Díaz- Barradas 2000). Por otra parte, es probable que la explotación humana de *P. lentiscus* haya sido diferencial, conservando en mayor proporción las hembras para explotar el aceite de sus frutos y atraer aves para cazar y por otro lado cortando los machos para leña y carbón (Verdú y García- Fayos 1998c). En definitiva, la estructura sexual varía ampliamente entre sus poblaciones como un efecto de la perturbación del hábitat, que es algo común en la cuenca mediterránea.

2.3.- DISTRIBUCIÓN

El lentisco es una especie muy extendida en la cuenca mediterránea (Quézel, 1981). Se distribuye por todos los países circunmediterráneos, incluidas las islas mediterráneas, encontrándose también en el archipiélago canario. En la España peninsular es abundante en el este y la mitad sur (Fig. 3), en mezcla o como dominante junto a otras especies de matorral y bajo pinar, siendo escaso en el resto del territorio, más fresco y húmedo.

El lentisco crece en matorrales soleados, junto a especies como el palmito, la coscoja, el aladierno o el espino negro, y en bosques abiertos, principalmente pinares. Al ser una planta termófila, se hace cada vez más raro encontrarla conforme las heladas van siendo más frecuentes, hasta llegar a desaparecer. Tampoco tolera una aridez excesiva, pero es indiferente al tipo de sustrato. Tiene capacidad de rebrotar de cepa tras el fuego o la tala (Paula et al., 2009).

Se ha encontrado una importante correlación entre las características morfológicas de las plantas de lentisco y las características ambientales en las que se encuentran, debido posiblemente a su elevada plasticidad fenotípica (Nahum et al., 2008).



Figura 3. Distribución de *Pistacia lentiscus* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Mapa Forestal de España, 1:200.000).

2.4.- FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Pistacia lentiscus es una especie dioica y su polinización es anemófila. La floración se produce entre marzo y abril solapándose la de ambos sexos (Jordano 1988, Correia et al. 1992, Martínez-Palle y Aronne 2000, M. Verdú observaciones personales). Las flores masculinas tienen entre 8-10 estambres que producen 47-60 x 103 granos de polen por flor y están agrupados en inflorescencias de 8-10 flores (Jordano 1989). Los granos de polen son subcirculares o elípticos, con un diámetro mayor de 25-30 μm y un diámetro menor de 22-27 μm (Ballouche 1986). Las flores femeninas poseen un ovario tricarpelar y unilocular con un óvulo anátropo (Scaramuzzi 1957). Después de la polinización anemófila, los ovarios quedan latentes durante parte de la estación estival (Grundwag 1976). Posteriormente, mediante un crecimiento rápido, se desarrollan frutos carnosos con una única semilla. Los frutos son de color blanco y al madurar pasan por un color rojizo hasta alcanzar finalmente el negro. Los frutos de los tres colores coexisten en el mismo individuo y el cambio de tono se produce desde el mes de agosto hasta el de diciembre (De Lillis y Fontanella 1992, M. Verdú observaciones personales). No todos los frutos terminan por madurar, ya que la maduración está fuertemente asociada a la viabilidad de la semilla. Así, los frutos negros son los que contienen la mayoría de las semillas viables y los rojos y blancos son partenocárpicos o presentan semillas abortadas (Jordano 1988, 1989).

El número de flores que finalmente forman frutos de tamaño final oscila en las distintas poblaciones estudiadas entre el 9 y el 53 %, habiendo una tendencia a incrementarse conforme aumenta la densidad poblacional (Verdú y García-Fayos 1998a). Sin embargo, muchos de estos frutos no poseen una semilla viable, de tal manera que se pueden encontrar tasas poblacionales de viabilidad de semillas que varían entre el 7 y 49 %. La viabilidad de las semillas de *P. lentiscus* no es dependiente de la densidad poblacional sino de los recursos hídricos. Así, individuos experimentalmente regados incrementaron significativamente el porcentaje de semillas viables al año siguiente del riego, mientras que los individuos no regados tuvieron la misma tasa de viabilidad ambos años (Verdú 1994). En poblaciones del sur de la Península Ibérica se

han observado oscilaciones bienales en la producción de frutos, si bien no muy acusadas (Herrera, 1998).

En definitiva, las diferencias interindividuales en fructificación y crecimiento vegetativo están estrechamente asociadas a la historia pasada de cada individuo, como por ejemplo la acumulación de recursos, la depredación o la competencia. Por ello, las contingencias históricas son también responsables a escala microevolutiva de la supervivencia y reproducción de los individuos de esta especie. También las contingencias históricas a nivel específico actúan sobre la fructificación. En este sentido, dos procesos limitantes en la fructificación como son el aborto y la partenocarpia tienen, además de una historia propia en cada individuo, una historia común en la especie. La partenocarpia aparece en cada individuo reproductor como un lastre filogenético con el que tiene que cargar por pertenecer a dicha especie.

2.5.- USOS

2.5.1.- USO EN JARDINERÍA

El lentisco puede utilizarse como arbusto en jardinería de acompañamiento viario (glorietas, isletas, medianas, etc.), constituyendo macizos arbustivos monoespecíficos o en formaciones mixtas con otros arbustos (de hoja y de flor) e incluso delimitando parterres de medianas y terrazas de avenidas de nuevo ensanche. Debido a su buena tolerancia al recorte puede utilizarse como seto (Fig. 4). Dependiendo de para que se utilice, se le dará un tipo poda u otro. Puede tener interés su utilización como árbol de sombra en avenidas amplias con bulevar central, dada su tendencia a crecer horizontalmente, al igual que lo hace *Pistacia terebinthus*, utilizada con buenos resultados en paseos peatonales. Al igual que otros arbustos de gran crecimiento tiene mucho interés para la formación de pantallas industriales que reduzcan la contaminación química, acústica y visual.



Figura 4. Seto de *P. Lentiscus*.

2.5.2.- USO EN REPOBLACIONES Y RESTAURACIONES

El uso del lentisco en restauraciones forestales está muy generalizado en buena parte del área mediterránea española. Su utilización se ha incrementado, sobre todo a partir de los años 90, como especie acompañante de otras principales (Navarro-Cerrillo et al., 2001; Alloza, 2003; Álvaro Esteban et al., 2009; Rodríguez et al., 2009). Según las cifras ofrecidas por el programa de forestación de tierras agrarias hasta el año 1999, su uso fue minoritario, con algo más de 4.000 ha en repoblaciones mixtas con carrasca, pino carrasco y acebuche en Murcia y unas 30 ha en repoblaciones puras en las Islas Baleares.

Pese a ello, la realidad es que se trata de una especie de matorral secundaria o acompañante casi obligada en los programas de restauración forestal de los pisos termo y mesomediterráneos. Su participación en las mezclas es variable, con un máximo del 40% (del Campo y Segura, 2009), aunque el rango más común está entre el 5 y el 30% (Álvaro Esteban et al., 2009; Rodríguez et al., 2009). El lentisco se emplea tanto en repoblaciones convencionales como en repoblaciones de enriquecimiento bajo cubierta de pinar (Castillo et al., 2009). La heterogeneidad de la respuesta observada en la supervivencia es una pauta bastante común en la literatura consultada sobre esta especie (Morote et al., 2001; Navarro-Cerrillo et al., 2001; Padilla et al., 2004; Trubat et al., 2004; Ceacero et al., 2005; Vilagrosa et al., 2008, Castillo et al., 2009; Rodríguez et al., 2009), pero se podría decir que, en términos generales, suele tener tasas de supervivencia entre el 50% y el 80%. El

lentisco también muestra una variación importante en su crecimiento. Así, Rodríguez et al. (2009) presentan valores promedio de altura de 1,7 m a los nueve años de plantación en una zona de terraza fluvial en Sevilla, mientras que Alloza (2003) observa valores de apenas 50 cm de altura tras diez años de plantación en terrenos margosos de la Comunidad Valenciana. Los datos de Vilagrosa et al. (2008) confirman el lento desarrollo de esta especie, siendo la quinta entre 16 especies en mostrar un menor crecimiento en altura a los cuatro años (45 cm). No obstante, por ser un arbusto, no se debe valorar solamente su crecimiento en altura, sino también su capacidad para crear cobertura de suelo.

2.5.3.- OTROS USOS

Las drupas maduras son un alimento importante de aves frugívoras como zorzales, mirlos y currucas. Las hojas contienen más de 11% de taninos. La esencia se encuentra en pequeñas cantidades y contiene pineno. La semilla contiene un 50% de un aceite que, en Baleares, se utilizó como aceite de lámparas. La almáciga contiene ácidos masticínicos, y una esencia integrada principalmente por alfa pineno en proporción de 1 a 3 %.

Del tronco del lentisco se obtiene una resina llamada almáciga que, desde muy antiguo, se ha extraído en algunas regiones como la isla de Quío, en el mar Egeo, donde los lentiscos, siendo de una variedad denominada chia, son árboles de buena talla. En Marruecos se recogen también las lágrimas de lentisco y se venden en los mercados para aromatizar la boca, fortificar las encías y como reconfortantes del corazón. La almáciga se ha utilizado para la elaboración de barnices y, en odontología, para la preparación de cementos dentarios.

El vino de lentisco se elabora desde los más remotos tiempos; el propio Dioscórides da la receta en el siglo I: en tres congios de mosto (unos 10 kg y medio) se echan diez minas (unos 5 kg y tres cuartos) de ramas granadas de lentisco, bien majadas en un almirez. Todo ello mezclado se pone a hervir en un recipiente hasta que el mosto se reduzca una tercera parte o a la mitad,

después de lo cual se cuele y se guarda. Se utilizaba para reconfortar el estómago y cortar las diarreas.

La madera, de color blanco rosáceo, es dura, densa y de buena calidad para la ebanistería. Acepta bien el pulimento. Considerada como una de las mejores leñas combustibles, de fuego lento y vivo, ésta es posiblemente una de las causas de que el árbol haya sido muy castigado en toda el área mediterránea.

2.6.- OBSERVACIONES

En su hábitat natural, *P. lentiscus* se hibrida con *P. terebinthus*, formando el híbrido *P. x saportae* Burnat, el cual tiene el folíolo terminal de la hoja reducido. Este híbrido es relativamente frecuente en algunos puntos de Moratalla, en la sierra de la Pila, etc. Se encuentra catalogada como especie cuyo aprovechamiento en el territorio de la Región de Murcia requiere la obtención de autorización administrativa previa según el Decreto 50/2003, 30 mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia.

2.7.- PROPAGACIÓN DE LENTISCO

2.7.1.- MARCO NORMATIVO. Identificación de los materiales de reproducción.

Los materiales forestales de reproducción de *P. lentiscus* no están afectados por la normativa estatal, pero sí están sometidos al sistema de autorización y control en las fases de producción, comercialización y uso establecido por la normativa de la Comunidad Valenciana en esta materia, según el Decreto 15/2006. Asimismo, en Andalucía está considerada especie de interés etnobotánico y su aprovechamiento en terrenos particulares requiere autorización administrativa previa (O. de 2 de junio de 1997). En la Región de Murcia también es necesario solicitar autorización para su aprovechamiento, según el Decreto 50/2003.

Se recomienda el uso de plantas cuyo origen corresponda a la misma región biogeográfica en que se va a efectuar la plantación, con el fin de evitar transferencias de genotipos a grandes distancias y promover la conservación de los recursos genéticos de las poblaciones. Se puede emplear para ello el sistema de división territorial establecido por García del Barrio et al. (2001), que facilita la identificación de las zonas de recolección.

Las especies del género *Pistacia* se pueden propagar tanto por multiplicación sexual como vegetativa.

2.7.2.- MULTIPLICACIÓN SEXUAL

El lentisco se multiplica principalmente por semilla. Actualmente la propagación por esquejes no se utiliza en vivero debido a la mala o inexistente inducción de raíces adventicias. La germinación es bastante heterogénea, encontrándose información contradictoria en la bibliografía científica en relación a su potencial germinativo y a los modos de proceder para estimular su germinación. Una de las razones es que las semillas presentan una cubierta impermeable que les impide germinar con facilidad, por tanto es recomendable aplicar algún tratamiento pregerminativo, aunque otros autores afirman que con los tratamientos pregerminativos no se incrementa el porcentaje de germinación, pero sí se consigue una mayor rapidez en la nascencia. Se han realizado estudios de germinación con semillas de lentisco bastante exitosos gracias a la escarificación de las semillas con ácido sulfúrico al 10 y 50%, seguida de la aplicación de ácido giberélico (GA₃) a 100 y 1000 mg/l o su sumersión en agua 24 horas (García-Fayos 2001). Tras esto la siembra se hace en un sustrato a base de turba y perlita a partes iguales, a una temperatura de 20 °C, consiguiéndose así un porcentaje de germinación del 80% en unos 18 días. La siembra de las semillas puede efectuarse desde el otoño hasta la primavera, siendo el rango idóneo de temperatura de 10 a 30°C. En estas condiciones, las semillas pueden germinar al mes de efectuar la siembra. Respecto a la obtención de la semilla, ésta se extrae despulpando el fruto en agua y separando las semillas viables de las vacías por flotación. Para su conservación se aconseja mantenerlas en condiciones de baja humedad (6-

8%) y a baja temperatura (4-5°C). Un kilogramo de semillas contiene unas 50.000 unidades.

Para hacer la siembra en vivero es recomendable realizarla lo más temprano posible (antes de la primavera). Ésta puede hacerse en envases forestales de unos 200-300 cm³. Se han realizado algunos ensayos acerca del endurecimiento de la planta en vivero. Éstos concluyen que el tratamiento más eficaz para lograr una reducción del crecimiento y del desarrollo tanto de la parte aérea como la radicular, es la interacción de un riego deficitario (reducción de la dosis de riego respecto a la inicial) y la aplicación de 50 g/ml de "Cultar" (Paclobutrazol 25% Syngenta Agro, S.A.), cuando las plantas tienen una edad aproximada de un año. Según otros autores, también puede conseguirse una mejor adaptación del lentisco a un ambiente semiárido gracias al endurecimiento en vivero, mediante la inoculación de micorrizas para obtener un sistema radicular de entrenudos más cortos y menos ramificado. Respecto a la fertilización, se han realizado algunos ensayos con el fin de conocer la respuesta del lentisco al abonado con compost de origen urbano (residuos de EDAR, restos de poda y residuos sólidos urbanos), siendo la respuesta de las plantas bastante positiva en cuanto al crecimiento en altura. Estos ensayos sugieren que esta respuesta puede deberse a la adecuada relación C/N de los composts y a que los mayores contenidos de fósforo, potasio y otros nutrientes garantizan un adecuado suministro de nutrientes durante todo el ciclo de cultivo. Esto es una ventaja en la producción, ya que los sustratos basados en turba requieren aplicaciones periódicas de fertilizantes, y este tipo de composts garantizan un suministro de nutrientes a largo plazo, similar al que se conseguiría con fertilizantes de liberación lenta o mediante otras prácticas de fertilización más complicadas o costosas.

2.7.3.- MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA

Aunque todas las plantas superiores producen semillas, no siempre éstas son fácilmente germinables, en ocasiones las produce en poca cantidad

o, muchas veces, las plantas cultivadas fuera de sus zonas de origen ni siquiera llegan a producir semillas. Es en estos casos cuando se acude a la multiplicación vegetativa o asexual. Este tipo de propagación consiste en desprender un trozo de un individuo ya desarrollado que, por procesos mitóticos, es capaz de formar un individuo completo genéticamente idéntico a él. Se lleva a cabo con un solo progenitor y sin la intervención de los núcleos de las células sexuales o gametos. Los métodos de multiplicación vegetativa son esqueje, acodo, división, injerto y cultivo in vitro. A continuación se desarrolla la multiplicación por esqueje, que fue la estudiada en el proyecto.

2.7.3.1.- MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE

La multiplicación por esqueje tiene una serie de ventajas, que se mencionan a continuación:

- La mayoría de especies son aptas para reproducirse por este sistema en un período de tiempo razonablemente corto, pues no tienen que producir células sexuales, ni tienen que gastar energía en las operaciones previas a la fecundación, y con un coste prácticamente nulo.

- Los esquejes enraizados poseen las mismas características de la planta madre.

- Permiten la propagación de plantas sin semillas o plantas en las que la viabilidad de estas sea casi nula o presenten barreras en el momento de la germinación.

- Con este método se crea un sistema radicular fibroso y, como consecuencia de ello, las plantas serán más fáciles de trasplantar y podar las raíces.

Pero también tiene inconvenientes como:

- Si los esquejes no son muy gruesos, se precisa un cierto tiempo hasta conseguir una planta atractiva, si bien es cierto que este tiempo es mucho más corto que con semillas.

- Se produce una descendencia sin variabilidad génica, clónica, al ser genotípicamente equivalentes los descendientes a su parental y entre sí.

- Es posible que los individuos clónicos no logren sobrevivir a un medio que cambie de modo hostil, pues no poseen la información genética necesaria para adaptarse a este cambio. Por lo tanto esa especie podría desaparecer, salvo que haya algún individuo portador de una combinación genética que le permita adaptarse al nuevo medio.

Existen varios tipos de esqueje, que se clasifican en función de la parte de la planta que se use para tal fin en esquejes de tallo y de raíz. El esqueje de tallo, a medida que aumenta su grado de lignificación puede tardar más en emitir raíces, pero es menos sensible a enfermedades o problemas por el nivel de humedad. Además, el tallo enraizado ya tendrá un cierto calibre de tronco, acortando el tiempo de cultivo para conseguir una planta interesante. Los esquejes se pueden cortar de la planta madre en otoño o al final del invierno (depende del clima), cuando la leña ha madurado totalmente y tiene ya acumuladas suficientes reservas, y puede tratarse de leña de uno o dos años.

La reproducción por esqueje se basa en la capacidad de los vegetales de producir raíces en una parte separada del árbol madre. El cámbium emite primero un callo de cicatrización, para después producir un nuevo crecimiento de células, que en este caso, al estar enterradas y húmedas, son nuevas raíces. Esto es posible gracias a la capacidad que poseen las células vegetales vivas de regenerar la estructura entera de la planta. Esta capacidad de las células vegetales depende de dos propiedades:

- Totipotencia, una célula es capaz de diferenciarse en todos los tipos celulares de un organismo dando lugar a una planta completa y funcional.
- Desdiferenciación, capacidad de las células maduras para volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo.

2.7.3.2.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE

2.7.3.2.1.- FITORREGULADORES

El desarrollo normal de una planta depende de la interacción de factores externos, luz, nutrientes, agua y temperatura, entre otros, como así mismo de factores internos, tales como las hormonas vegetales o fitohormonas. Las fitohormonas se han definido como compuestos naturales que poseen la propiedad de regular procesos fisiológicos en concentraciones muy por debajo de la de otros compuestos (nutrientes, vitaminas) y que en dosis más altas los afectarían (Salisbury, 1994). Dentro de las hipótesis más acertadas en el mecanismo de regulación de las fitohormonas, está la acción de receptores específicos capaces de reconocer a la hormona, y la sensibilidad de los tejidos para responder a sus efectos (Weaver, 1975).

La ciencia de la regulación del crecimiento se desarrolla a partir de los primeros trabajos sobre hormonas vegetales realizados en diferentes países, principalmente durante la primera mitad del siglo XX. Una vez establecido que el crecimiento y la reproducción de las plantas están controlados por hormonas vegetales producidas en la propia planta, se vio la posibilidad de interferir en el comportamiento vegetal mediante la aplicación externa de compuestos que afectan al sistema hormonal. Pero era necesario descubrir la naturaleza química de las hormonas endógenas. Este trabajo fue realmente difícil, teniendo en cuenta los métodos de análisis relativamente poco sofisticados disponibles entonces, y la extremadamente pequeña concentración en que se presentan las hormonas en los tejidos vegetales. El camino se abrió en 1934, cuando dos químicos holandeses, F. Kogl y A. J. Haagen-Smit, identificaron un ácido 3-indol acético como sustancia natural de crecimiento o auxina. Es una molécula relativamente simple, que podía ser sintetizada y aplicada a las plantas para modificar su crecimiento. Fue, de hecho, el primer regulador de crecimiento y la primera hormona endógena vegetal descubierta.

En el año 1938, al estudiarse los daños producidos en arroz por un hongo del género *Gibberella*, se descubrió la giberelina, capaz de estimular el crecimiento de este cereal. Posteriormente se descubrieron otras sustancias,

unas naturales y otras sintetizadas en el laboratorio, cuya acción es bastante compleja y, a veces, poco conocida.

Los fitorreguladores naturales, obtenidos de vegetales, son costosos de extraer, por lo que en la práctica se sustituyen por fitorreguladores de síntesis, obtenidos en laboratorios a través de productos orgánicos, tales como benceno, fenol, etc. Estos fitorreguladores sintéticos producen los mismos o efectos parecidos a los fitorreguladores naturales (Luckwill, 1981).

Aunque sólo suponen un 3-4% de los productos fitosanitarios comercializados en el mundo, en los últimos años los fitorreguladores desempeñan un papel valioso en la agricultura, tanto en los cultivos destinados a la alimentación como en los cultivos ornamentales (Greene, 2002; Rademacher y Bucci, 2002).

Estudios referentes a los procesos de formación de raíces adventicias dan una mayor importancia a la dinámica de los reguladores, que a su cantidad en los tejidos vegetales. Su acción se genera mediante cofactores (ácidos fenólicos, flavonoides y terpenos), los que actuarían desbloqueando genes reprimidos y sintetizando enzimas nuevas las que influirían en la formación del callo.

Dentro de los fitorreguladores se pueden distinguir distintos tipos: hormonas naturales, agentes que liberan etileno, inhibidores del transporte de hormonas, miméticos de hormonas, antagonistas de hormonas, retardadores del crecimiento, inhibidores del crecimiento, etc., siendo los retardadores del desarrollo los más usados (Rademacher y Bucci, 2002).

Actualmente, los retardadores del desarrollo son usados en numerosos sistemas de producción hortícola, especialmente en plantas ornamentales, para manipular el tamaño, la forma y otros aspectos cualitativos y funcionales. Su utilización en los cultivos ornamentales es mayor que en los cultivos destinados a la alimentación (Halevy, 1995).

2.7.3.2.1.1.- PACLOBUTRAZOL

El paclobutrazol es un retardador del desarrollo perteneciente al grupo de los triazoles, que integra al grupo más importante de compuestos sistémicos desarrollados para el control de hongos en plantas y animales (Siegel, 1981). Los triazoles fueron desarrollados en los años sesenta y se caracterizan por su actividad fúngica y retardadora del desarrollo vegetal (Fletcher y Hofstra, 1988). Su actuación en un sentido u otro depende de unas mínimas modificaciones en su estructura química (Fletcher y Hofstra, 1990).

La investigación sobre compuestos triazoles que manifestaban una mayor actividad retardadora del desarrollo fúngico desembocó en la obtención del paclobutrazol (Fletcher *et al.*, 1986). Comparado con otros retardadores del desarrollo, el paclobutrazol es muy efectivo a dosis bajas y no suele presentar problemas de fototoxicidad (Davis *et al.*, 1988; Jung *et al.*, 1986).

El nombre químico del paclobutrazol es (2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il)pentano-3-ol y su estructura se caracteriza por tener un heterociclo con nitrógeno. El mecanismo de acción principal por el que el paclobutrazol reduce el crecimiento es por la inhibición de la biosíntesis de las giberelinas (Dalziel y Lawrence, 1984). Interfiere con la segunda de las tres etapas de este proceso, inhibiendo la oxidación de *ent*-kaureno a ácido kaurenoico (Rademacher, 1989). Esta oxidación está catalizada por enzimas dependientes del citocromo P-450 (Graebe, 1987; Izumi *et al.*, 1985; Rademacher, 1991b). El paclobutrazol interactúa con el citocromo P-450 inhibiendo las enzimas dependientes de este sistema y, por tanto, inhibe la oxidación del kaureno (Rademacher, 1997).

La actividad fungicida de los triazoles se debe a que interfieren el metabolismo de los esteroides, un componente imprescindible de la pared celular en hongos (Benton y Cobb, 1997). En la planta, el paclobutrazol puede alterar los niveles de los esteroides (Burden *et al.*, 1987), lo que produce cambios que pueden implicar alteraciones en la función y estructura de la membrana celular (Haughan *et al.*, 1987) y aumentar la aclimatación a determinados estreses (Fletcher *et al.*, 2000).

Por otra parte, ha sido sugerido que el paclobutrazol afecta al metabolismo de otras fitohormonas endógenas. Se ha mencionado que el

paclobutrazol aumenta la síntesis del ácido abscísico (Grossman, 1992) al reducir su catabolismo (Hauser *et al.*, 1990); dado que los niveles del ácido abscísico están asociados con la protección frente a estreses (Zeevart y Greelman, 1988), el efecto antiestrés del paclobutrazol podría efectuarse, al menos en parte, por su influencia sobre esta hormona.

Igualmente, se ha comprobado el aumento de los niveles de las citoquininas por el paclobutrazol (Fletcher y Arnold, 1986; Grossmann, 1990). Por el contrario, inhibe la producción del etileno (Graus *et al.*, 1992; Min y Bartholemew, 1996), posiblemente al inhibir la actividad ACC (1-aminociclopropano-1-carboxílico) oxidasa (Grossman *et al.*, 1994). La alteración de la biosíntesis del etileno podría afectar también a la síntesis de las poliamidas, ya que comparten un mismo precursor SAM (S-adenosilmetionina). Los triazoles pueden modificar el metabolismo de los brasinosteroides (Srivastava, 2001), compuestos que actúan de forma similar y aditivas que las giberelinas.

El paclobutrazol puede ser aplicado vía foliar o sustrato. La baja solubilidad en agua del paclobutrazol (30 ppm) facilita su entrada en la planta (Lever, 1986). Una vez dentro de la planta, se desplaza principalmente por el xilema hacia las hojas y yemas, a través del flujo de nutrientes y agua que activa la transpiración (Davis *et al.*, 1988; Intriari *et al.*, 1987; Quillan y Richardson, 1986; Wang *et al.*, 1986). Estudios recientes han demostrado que el movimiento del paclobutrazol no es exclusivo por el xilema, como se creía antes, pues se mueve también por el floema (Witchard, 1997a).

Es más efectivo cuando se aplica al sustrato, frente a la pulverización foliar (Davis *et al.*, 1998; Bañón *et al.*, 2001a; 2002; Barret y Bartuska, 1982; Goulston y Shearing, 1985). Sin embargo, en este caso, la composición del medio puede alterar su movimiento y con ello su eficacia (Barret, 1982; Klock, 1998; Lever, 1986). La movilidad del paclobutrazol en el suelo es baja y depende del movimiento del agua y del coeficiente de adsorción de las partículas del medio (Lever, 1986). Es por ello que para una buena absorción radical se necesita que las raíces y el retardador estén localizados en la misma zona (Lever, 1986). En la planta, el paclobutrazol es catabolizado muy lentamente (Davis y Curry, 1991). Su alta resistencia a la degradación en la planta (Sterrett, 1988) limita su uso para cultivos destinados a la alimentación.

Los estudios ecotoxicológicos del paclobutrazol indican su compatibilidad con mamíferos, aves y peces, siendo relativamente poco peligroso para las abejas. Respecto a su peligrosidad general, el paclobutrazol se considera un producto irritante (Registro de Productos Fitosanitarios, 2003).

La aplicación de paclobutrazol, repercute, pues, en el comportamiento de las plantas una vez transplantadas bajo condiciones desfavorables, pues les confiere mayor tolerancia al estrés hídrico e incremento del uso del agua tanto en plántulas como en plantas adultas (van den Driessche, 1996; Watson, 2001).

En estudios realizados anteriormente con distintas especies ornamentales se pudieron comprobar disminuciones en la altura de la planta, en su biomasa, el área foliar y la transpiración en caso de *Phillyrea angustifolia* (Fernández *et al.*, 2004); mientras que en caso de *Arbutus unedo* se observaron reducciones en altura y peso seco de la parte aérea, y un aumento del diámetro de las raíces y del volumen del sistema radical (Navarro *et al.*, 2004). En ambos casos, además de estos cambios morfológicos, se produjo una disminución de la actividad estomática, lo cual, unido a las demás adaptaciones, permitió una mayor supervivencia tras el transplante.

La aplicación de paclobutrazol también confiere un aumento de la tolerancia a la salinidad. Con el uso de PBZ ha sido posible reducir el estrés salino en *Nerium oleander* y *Rhammus alaternus*. En caso de *N. oleander*, las plantas tratadas reducían la absorción de iones Na⁺ y Cl⁻, promoviendo un proceso de ajuste osmótico mediante la acumulación de citosolutos orgánicos (Bañón *et al.*, 2005). En plantas de *R. alaternus*, la aplicación de PBZ aumentaba la conductancia estomática, la síntesis de citosolutos orgánicos, reduciendo la disponibilidad de iones en el medio (Bañón *et al.*, 2003b).

2.7.3.2.1.2.- FITOHORMONAS

Se han establecido cinco grupos de hormonas vegetales reguladoras del crecimiento que son las auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno.(Weaver, 1976). De los distintos reguladores, las auxinas de síntesis, como el ácido indolbutírico (AIB) son los compuestos más comúnmente utilizados por estar directamente implicados en el proceso de enraizamiento (Liu y Reid, 1992). De hecho, son numerosas las citas que demuestran el efecto promotor de la rizogénesis de esta hormona en esquejes de diversas especies (Jarvis, 1986; Piccioni et al., 1996; Lee y Suh, 1997; Khabou y Drira, 2000; Klein et al., 2000). Normalmente, la aplicación de AIB provoca la misma respuesta que el ácido indolacético (AIA) pero a concentraciones más bajas (Nordström y Eliasson, 1984; Copes y Mandel, 2000). Por otro lado, también ha sido sugerida la capacidad estimulante de dicho proceso por retardantes del crecimiento. Las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices en crecimiento, es decir, en la punta del coleóptilo, en las yemas y en los ápices en crecimiento de las hojas y de las raíces (Rojas y Ramírez, 1987; Jensen y Salisbury, 1994). Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleóptilos (Weaver, 1976). En algunos casos la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidora, y en un tercer grupo de casos actúa como un participante necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas, como por ejemplo citoquininas y giberelinas (Devlin, 1982).

Los efectos típicos de las auxinas son:

- Alargamiento de las células.
- Incremento de la longitud del tallo.
- Desarrollo del fruto en ausencia de polinización.
- Producción de raíces adventicias.

En el proceso de formación de raíces adventicias, las auxinas provocan la desdiferenciación de células parenquimáticas y luego ellas mismas estimulan la formación de las iniciales de raíz, actuando sobre la división celular. El esquejado no es un medio de multiplicación vegetativa viable en todas las especies debido a que la producción natural, por parte de la planta, de inhibidores de enraizamiento provoca la ausencia del sistema radical. Este

fenómeno queda demostrado en numerosos ensayos con especies de madera dura.

La mayoría de especies tienen una respuesta positiva a la aplicación exógena de auxinas, que modifican y aceleran la producción de raíces adventicias. Además hay especies que sólo pueden propagarse vegetativamente con la ayuda de auxinas. La aplicación de sustancias reguladoras de crecimiento de tipo auxinas se justifica con los beneficios que aporta en los esquejes que son: aumentar el porcentaje de esquejes enraizados, acelerar la emisión de las raíces, aumentar el número y la calidad de las raíces producidas por esqueje y aumentar la uniformidad del enraizamiento. Hay especies que enraizan sin necesidad del uso de reguladores de crecimiento por lo que no sería necesaria su aplicación.

Las auxinas.

El ácido indol-butírico o A.I.B.

Producto de síntesis muy poco tóxico para la planta. Tiene una mala actividad auxínica general, pero una excelente acción rizógena. Se mueve poco en la planta, por lo que tiene una acción muy localizada. Es bastante estable a la luz.

El ácido naftalen-acético o A.N.A.

Es obtenido por síntesis; tiene una gran actividad auxínica general y rizógena. Es bastante estable y ligeramente más tóxico para la planta que el AIB.

El ácido indol-acético o A.I.A.

Obtenido por síntesis, poco tóxico para la planta, tiene una débil estabilidad a la luz; es degradado rápidamente por las bacterias del suelo. Posee una excelente actividad auxínica en el sentido amplio y una buena actividad rizógena; no es el más utilizado.

La auxina (ácido indol-3-acético) o A.I.A es una hormona natural sintetizada por la planta. Esta síntesis se efectúa en los ápices de los tallos así como en los meristemas y en las hojas jóvenes de las yemas terminales. Esta hormona

migra enseguida por el vegetal hasta las raíces. Se desplaza preferentemente por el floema aunque está presente en toda la planta. Su circulación es de polaridad basípeta (de arriba abajo). La auxina desempeña múltiples papeles en el vegetal, pero el que más nos interesa para la multiplicación, es su importante acción rizógena. Muchas veces se ha puesto en evidencia, ya que este papel ha conducido a la fabricación de sustancias de síntesis muy cercanas a las utilizadas durante el estaquillado. Es necesario sin embargo, poner mucha atención a la dosificación de estas sustancias que pueden transformarse rápidamente en tóxicas. Hay que señalar igualmente el papel de la auxina en los fenómenos de diferenciación celular. Las auxinas de síntesis utilizadas para el estaquillado son mucho más estables que la auxina natural y su acción está fuertemente localizada. Sin embargo, en un suelo o en un sustrato, los microorganismos degradan con bastante rapidez estos productos. Así pues, son poco residuales y poco contaminantes. Su modo de acción se sitúa principalmente a nivel de las membranas celulares. Modifican la permeabilidad de esta, llevando consigo también una modificación del funcionamiento celular y activan su metabolismo.

Interacciones hormonales

Si los efectos de la auxina son evidentes sobre la rizogénesis, es probable que la auxina no sea la única causa y obraría como las citoquininas, en interacción con otras sustancias.

Se considera la existencia de sustancias rizógenas llamadas "rizocalinas" pero como nunca han podido ser aisladas, parece que la rizogénesis sea la resultante de interacciones de diferentes sustancias poco específicas que actúan en concierto con la auxina al nivel de la diferenciación de las raíces.

Modo de empleo de las auxinas.

Las especialidades comerciales que contienen auxinas se presentan bajo tres aspectos: polvo, comprimidos y líquido.

Para la aplicación en seco. Los esquejes a tratar se sumergen en un polvo que envuelve así la base del esqueje. Esta técnica, muy extendida, es fácil de poner en práctica pero la dosificación es difícil de controlar.

Para la aplicación por absorción o remojo. Se practica con las especialidades comerciales en forma líquida o de comprimidos a disolver. Pueden considerarse dos técnicas:

El remojo largo: el producto comercial es diluido en agua en dosis del orden de 10 a 150 p.p.m. de producto comercial por litro. La base de los esquejes reagrupados en paquetes es colocada en remojo durante un tiempo que varía entre 10 min y 24 h, incluso hasta 48h. En este caso de remojo largo, se añade a la solución un bactericida o un fungicida.

El remojo corto o Quip..Dip: se hace con el producto comercial puro o poco diluido (dos o cuatro veces). En este caso el remojo no dura más que algunos segundos. Esta técnica solo se emplea en vegetales leñosos.

2.7.3.2.2.- CONTENIDO EN HIDRATOS DE CARBONO

Los carbohidratos son la fuente primaria de energía en las plantas, funcionando como compuestos de reserva y como sustratos en la síntesis de compuestos orgánicos. Adicionalmente, juegan un papel importante en la formación de las raíces con anterioridad a la aparición y crecimiento de los brotes en los esquejes (Haissing, 1982). Aun cuando en esquejes de *Hedera helix* ha sido observada una correlación negativa entre el contenido en carbohidratos en hojas y tallos y su capacidad de enraizamiento (Chang et al., 1981), otros muchos autores, Davis (1988) y Hartmann et al., (1997) en diversas especies, French (1990) en rododendro, Haissing (1990) en *Pinus banksia*, Patil y Shirol (1991) en adelfa, Smalley et al. (1991) en *Acer rubrum*, Svenson et al. (1995) en poinsetia, Yoo y Kim (1996) en *Abeliophyllum distichum*, Rowe et al. (1999) en *Pinus taeda*, etc., han observado que tanto los azúcares solubles como los carbohidratos de reserva están altamente implicados en el proceso de formación de raíces, generando dicho proceso una reducción de sus niveles en el esqueje. Por ello, parece evidente que los carbohidratos juegan un papel como fuente del proceso de enraizamiento, llegando a ser limitantes cuando no se encuentran en las concentraciones adecuadas (Veierskov et al., 1976; Veierskov, 1988) o cuando se procede a enraizar esquejes sin hoja o defoliados (Faabijan et al., 1981).

2.7.3.2.3.- DESARROLLO DEL SISTEMA RADICAL

El sistema radical es una parte de la planta de vital importancia debido a las funciones que realiza, algunas son: donde se da síntesis de varias hormonas vegetales y reguladores del crecimiento, fijación de la planta al suelo, almacenamiento de sustancias nutritivas, absorción de agua y nutrientes del suelo y su transporte hasta los tallos.

A pesar de que las distintas especies vegetales tienen unas características determinadas genéticamente de crecimiento radical, éstas pueden ser substancialmente modificadas por el medio ambiente en que las raíces se desarrollen (Scout, 1977; Bathke et al., 1992; Smucker y Airen, 1992); así, la velocidad y forma de crecimiento radicular en el suelo varían con las propiedades físicas, químicas y biológicas, el potencial genético y el clima. En cuanto a las propiedades físicas del suelo, un factor clave es el grado de aireación del suelo a diferentes profundidades (Westwood, 1982; Brown y Scout, 1984; Drew, 1988; Giulivo, 1990; Meyer y Barrs, 1991; Zobel, 1991). Entre las otras propiedades físicas del suelo; si bien están todas frecuentemente relacionadas, se han realizado diversos estudios específicos sobre la influencia desarrollo radicular de la textura (Dwyer et al. 1988), el tamaño de los agregados (Logsdon et al. 1987), la densidad aparente y la macroporosidad (Hughes y Wilde, 1988) y la profundidad (Brown y Sott, 1984).

La distribución del sistema radical en el perfil del suelo es otro factor importante. Las raíces no suelen ocupar más del 5% del volumen del suelo, ni en los horizontes superficiales, donde son más abundantes. Para la mayoría de cultivos, el volumen que ocupan decrece rápidamente al aumentar la profundidad y frecuentemente no es más de una centésima a una milésima por ciento a partir de 50-60 cm (Greenwood et al., 1982). De esto se deduce que solo una pequeña fracción del suelo de la zona de enraizamiento está en contacto directo con las raíces (Wild, 1992). Desde el punto de vista agrícola cobra vital importancia la profundidad de enraizamiento, sobre todo si el agua y los nutrientes son escasos. Es aquí donde la textura y la estructura pasan a jugar un papel fundamental ya que influyen la profundidad de las raíces en el suelo, la capacidad de retención de agua en el suelo y la disponibilidad de esta para las raíces. Afectando todo esto en el crecimiento y desarrollo radical.

Más aun teniendo en cuenta que el efecto de las condiciones físicas del suelo es a menudo un factor limitante de importancia para el crecimiento de la planta. En general, la profundidad del sistema radical y su distribución están enormemente influenciados por la disponibilidad de agua en los distintos horizontes del suelo (Fowkes y Landsberg, 1981; Brown y Sott, 1984; Dwyer et al., 1988; Fernández et al., 1992), siendo la proliferación de raíces mucho más rápida en regiones del suelo con adecuado aporte hídrico que en regiones del suelo más secas.

Los parámetros que mejor definen la distribución del sistema radical son la densidad de longitud radical y la profundidad de enraizamiento (Ehlers et al., 1991), aunque existen otros parámetros como la longitud total de raíces tanto en el perfil completo como por profundidades, el diámetro de las mismas, y el número de extremos apicales que poseen.

2.7.3.2.4.- ÉPOCA DE ESTAQUILLADO

Según Barnes y Lewandowski (1991) la elección del momento óptimo puede suponer la diferencia entre obtener unos buenos o mediocres resultados en relación con el aprovechamiento del material de propagación. La variación estacional de la capacidad de enraizamiento ha sido atribuida a diversos factores dependientes tanto de las condiciones medioambientales (temperatura, luz, estrés hídrico, etc.) (Hartmann et al., 1997) como de las fisiológicas de la planta madre (contenidos hormonales endógenos, contenidos carbohidratos, nutrición mineral, etc.) (Abousalim et al., 1993; Andersen, 1994; Montarone et al., 1997), estando ambos tipos de factores estrechamente relacionados. El enraizamiento de esquejes está muy influenciado por la temperatura, posición en el tallo y consistencia de la madera (Heller et al., 1994; Pastor et al., 1997).

Esquejes tomados de la planta madre en épocas en las que ha existido un fuerte crecimiento, han mostrado niveles de carbohidratos (solubles y de reserva) superiores a los de otras épocas. Yoo y Kim (1996) y Al-Obeed (2000) encontraron un paralelismo entre los contenidos elevados de glucosas y fructosa (analizados durante la época de fuerte crecimiento de las brotaciones

de *Abeliophyllum distichum* y *Psidium guayaba*) y la mayor capacidad de enraizamiento de éstas, aunque, este patrón estacional puede cambiar según la especie considerada (Blakesley et al., 1991; Papafotiou et al., 2000). Igualmente, los contenidos hormonales endógenos juegan un papel decisivo en el enraizamiento. Smith y Wareing (1972) encontraron un descenso de los niveles de auxinas en la zona de enraizamiento del tallo de *Populus* directamente relacionado con el declive estacional de la capacidad de enraizamiento de los esquejes. Tanto los niveles endógenos de AIA (ácido indolacético) como los de AAB (ácido abscísico) han sido correlacionados con la distinta capacidad de enraizamiento mostrada durante las diversas estaciones en diferentes especies (Jarvis, 1986; Moncousin et al., 1988; Shin et al., 1988; Blakesley et al., 1991; Yoo y Kim, 1996).

2.7.3.2.5. POSICIÓN DEL ESQUEJE EN EL TALLO (TOPÓFISIS)

Es conocido que la posición del esqueje en el tallo puede alterar el enraizamiento (Montarone et al., 1999), aunque lo contrario también ha sido observado (Akoumianaki et al., 2000). Según la porción de tallo analizada, los niveles hormonales encontrados han determinado igualmente la mayor o menor capacidad de enraizamiento de dichas porciones (Patil y Shirol, 1991; Yoo y Kim, 1996). Sin embargo parece más lógico pensar que la diferente capacidad para enraizar dependa de un balance funcional entre carbohidratos, contenidos hormonales y otros factores del enraizamiento (Tschaplinski y Blake, 1989). Está bien demostrado en numerosas plantas la distinta capacidad de enraizamiento que tienen los esquejes tomados de diferentes partes del tallo (Dunn et al., 1996; Montarone et al., 1997; Firoz et al., 1998; Bauer et al., 1999; Al Tury et al., 1999), aunque lo contrario también ha sido demostrado en algunas especies (Akoumianaki et al., 2000). Hartmann et al., (1997) postularon que la posición del nudo en el tallo era determinante en la rizogénesis debido a los distintos grados de juvenilidad existente a lo largo del mismo. En este sentido, Bauer et al. (1999) observaron que los esquejes juveniles de *Persoonia virgata* enraizaron significativamente mejor que los maduros, jugando las auxinas un papel decisivo en su enraizamiento. Igualmente, en otro

estudio realizado sobre los efectos del rejuvenecimiento del material vegetal en la propagación por esquejes de distintas especies, entre ellas *Pistacia lentiscus*, se observaron diferencias significativas en el enraizamiento de esquejes procedentes de tallos maduros respecto a tallos jóvenes (menores a 18 meses), obteniendo unos valores de enraizamiento superiores en más del 50% en los esquejes jóvenes frente los maduros, (Pignatti G. y Crobeddu S., 2005. Effects of rejuvenation on cutting propagation of Mediterranean shrub species.). La topófisis está bien relacionada con los niveles de auxinas, pudiendo ser determinante en la propagación por esquejes de una determinada especie. Esquejes más jóvenes tienen mayores concentraciones de auxinas. Las auxinas se sintetizan en tejidos meristemáticos, lo que hace pensar que los esquejes apicales van a ser más ricos en auxinas durante el periodo de actividad vegetativa y crecimiento, sin embargo, como su transporte es basípeto por la estela (conductos floemáticos) del esqueje podemos pensar que los basales contendrán más auxinas en las épocas en que cese la actividad meristemática y tenga lugar dicho tipo de transporte hacia las partes bajas de la planta, (p.ej. época invernal).

2.7.3.2.6. OTROS FACTORES

Las condiciones necesarias para un correcto esquejado implican buena iluminación (nunca el sol directo), una temperatura alta y constante tanto ambiental como en el suelo (15 – 25° C) y un índice de humedad elevado. Es conveniente añadir algún fungicida general para destruir o evitar el desarrollo de mohos y hongos perjudiciales para las plantas. El material a utilizar para estaquillado debe proceder de plantas madres libres de enfermedades y bien cultivadas, es decir, debe ser sano y bien desarrollado. Los esquejes tomados de brotes laterales enraízan más rápido que los tomados del tallo principal. Además no deben seleccionarse de estacas con madera de mucho crecimiento, ni con entrenudos muy largos, ni de ramas pequeñas o débiles y tampoco de los tallos que han producido flores. La longitud del esqueje varía entre 10-15 cm y un diámetro de 0,5 a 5 cm, cortando la parte inferior justo por debajo de una yema y la superior un poco por debajo de otra, dejando en medio por lo menos dos yemas. Las estacas de madera dura se obtienen de

especies leñosas. Se toman de las ramas nuevas que han tenido un periodo de crecimiento y están maduras en parte. Las estacas procedentes de plantas de hoja perenne se realizan dejándoles algunas hojas en el extremo. El sustrato de enraizamiento debe retener la humedad pero eliminar el agua en exceso. Debe ser inocuo, libre de parásitos y hongos. Se suelen utilizar las turbas, la arena, vermiculita, etc. o perlita que es la que se usó en este ensayo. Todos ellos mezclados en diversas proporciones, según el tipo de enraizamiento a realizar.

3.- OBJETIVOS

3.- OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es el estudio de diferentes factores sobre la capacidad de enraizamiento de esquejes de *Pistacia lentiscus*. Para la reproducción por esquejes en vivero con la finalidad principal de aprovechar al máximo los recursos disponibles.

Los factores objeto del presente estudio fueron: la época del año, la topófisis, el sexo de la planta madre y las concentraciones hormonales.

1.- La época del año. Se buscó comparar los resultados en cuanto a capacidad de enraizamiento en función de la época del año, coincidiendo los ensayos con distintos estados fenológicos de la planta madre.

2.- La topófisis. En este caso el factor a estudiar fueron las diferencias entre los éxitos obtenidos entre esquejes procedentes de la parte apical del tallo y los de la parte basal del mismo.

3.- El sexo de la planta madre. También fueron objeto de este ensayo ver las diferencias entre los resultados obtenidos en el enraizamiento de esquejes procedentes de plantas madre macho y plantas madre hembras.

4.- Las concentraciones hormonales. El último factor estudiado fue la optimización del uso de la concentración de AIB en la producción de plántulas mediante enraizamiento de esquejes.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.- MATERIAL VEGETAL

Se estudió el enraizamiento de esquejes procedentes de tallos de dos plantas de *Pistacia lentiscus*, una macho y otra hembra, situadas en la finca experimental Torreblanca, perteneciente al IMIDA, en Torrepacheco, Campo de Cartagena. Los tallos del primer ensayo fueron recolectados el 4 de noviembre de 2003 y los siguientes se fueron recolectando a intervalos de un mes, siendo de una longitud comprendida entre 40 y 60 cm y de un año (semileñosos) sin ramificar y no apicales. De cada tallo se obtuvieron dos esquejes, uno perteneciente a la parte apical del tallo y otro a la basal, eliminando la parte central del tallo. Ambos esquejes tenían una longitud aproximada de 10 cm y un diámetro central alrededor de 6 mm en basales y 3,35 mm en los apicales. Sólo se dejaron los dos o tres folíolos de la parte superior de cada esqueje, podando el resto.



Figura 5. Ejemplo de planta madre rejuvenecida.

4.2.- CONDICIONES DE CULTIVO Y AMBIENTALES

Los ensayos se realizaron en la Finca Experimental de la U.P.C.T. situada en el Campo de Cartagena (Murcia) (37°45'N; 0°59'W). Los esquejes se plantaron en bandejas de polietileno negro "TEKU TK 30-40" con dimensiones de 33 x 45 x 8 cm (volumen útil de 8 litros) utilizando como sustrato perlita, previamente humedecida. Dichas bandejas fueron colocadas en mesas calefactoras cubiertas con un film de polietileno transparente de 200 micras de espesor sostenido por arquillos metálicos de un metro de altura en la parte cenital. Las mesas estaban colocadas en el interior de un invernadero de 100 m² cubierto con placa ondulada de policarbonato y dotado de sistema de ventilación cenital automatizado y programado para su apertura con temperaturas superiores a los 20 °C. Las cuatro plantaciones se realizaron el 5 de noviembre, 11 de diciembre de 2003, 8 de enero y 10 de febrero de 2004, respectivamente, plantando 10 esquejes por bandeja (5 x 2) y quedando estos a unos 2-3 cm del fondo. La temperatura del sustrato durante el periodo de enraizamiento fue de 20 °C de forma constante gracias al panel radiante dispuesto en cada una de las mesas, la humedad relativa dentro del túnel de enraizamiento fue de 90±10 %, controlada por un sistema de riego "fog-sistem" (Fig.6) y el nivel de iluminación entre 3000 y 5000 lux.



Figura 6. Mesa de enraizamiento.

4.3.- TRATAMIENTOS

Los tallos recién cortados se trasladaron metidos en agua (Fig. 7), una vez en el invernadero, se prepararon los esquejes; primero se quitó el último nudo del brote y luego se clasificaron en esquejes apicales y basales, ambos de 15 cm, la parte central se desechó. Se podaron los foliolos dejando solo 2 ó 3 de la parte superior. Inmediatamente se introdujeron en una disolución de Ac. Ascórbico y agua destilada, esta cubría unos 3 cm la base del esqueje, se tuvieron durante 24h lavando. Tras el lavado se recortaron los esquejes a 10 cm y se realizó un tratamiento fungicida sumergiendo los esquejes en un baño de quinosol (BETANOL 50% p/v) a 0,1% durante 15 minutos, para prevenir el ataque de enfermedades fúngicas.



Figura 7. Traslado de tallos recién recolectados.

A continuación se realizaron los tratamientos hormonales con soluciones acuosas a diferentes concentraciones; IBA a 40000, 20000, y 0 ppm, estos tratamientos consistieron en introducir los esquejes en la disolución durante 20 minutos, cubriendo 3 cm la base del esqueje. Finalmente se introdujo aproximadamente un centímetro de la base del esqueje en el compuesto hormonal, que es un producto comercial formulado en polvo

(Inarbaplant) y se sacudió dando pequeños golpes para quitar el exceso de producto. Finalmente se plantaron en el sustrato previamente humedecido.

4.4.- PARÁMETROS VEGETALES EVALUADOS

Transcurrido el tiempo de ensayo, que fueron de 12 semanas cada uno, se realizó el conteo de los esquejes que habían enraizado, sacándolos de las bandejas y eliminando el sustrato adherido a las raíces. Una vez limpio todo el sistema radicular formado se analizó con la ayuda de un scanner Epson Expresion 836 XL y el programa informático WinRhizo v4.0, ajustándolo a una definición de 400 dpi (Bouma et al., 2000). Los parámetros evaluados fueron la longitud total de raíces (cm), superficie (cm²), volumen (cm³), diámetro medio (mm), número de puntas y de bifurcaciones. También se midió con una balanza de precisión el peso fresco y seco de las raíces. El peso seco se determinó secando las muestras en estufa a 65 °C.

En los ensayos de propagación vegetativa, se siguieron los descriptores definidos para estos casos (Hartman, 1983) completados con datos referentes a la evaluación económica del coste de propagación. Se estudió la influencia de los siguientes tratamientos:

- ✓ Concentraciones de reguladores de crecimiento (IBA, paclobutrazol,)
- ✓ Posición del esqueje (basales y apicales)
- ✓ Época del esquejado
- ✓ Velocidad, porcentaje y calidad de la rizogénesis (peso seco radicular, número de raíces que parten de la sección de corte, ramificación radicular, estudio anatómico).

4.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico para la interpretación de los resultados se realizó con el programa Statgraphics Plus mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5%. Para el análisis del porcentaje de enraizamiento se realizó la transformación al arcoseno de la raíz cuadrada en tanto por uno.

5.- RESULTADOS

5.- RESULTADOS

Debido al elevado número de factores a estudiar, se decidió, para un mejor entendimiento del comportamiento de los mismos, realizar análisis de forma diferenciada. Llevando a cabo la siguiente estructura:

5.1.- Porcentaje de enraizamiento.

5.2.- Peso fresco.

5.3.- Peso seco.

5.4.- Área.

5.5.- Número de puntas.

5.6.- Número de bifurcaciones.

5.1.- RESULTADOS DE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

Analizando el porcentaje de enraizamiento se observó que existían diferencias significativas respecto a la época, los tratamientos hormonales y la topófisis, pero a su vez se detectó interacción entre los distintos factores observados (tabla1). Por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento en cada una de las épocas de forma diferenciada.

Tabla 1.

Estudio de la significación de los efectos de los factores estudiados (época, hormona, topófisis y sexo) y su interacción respecto al **porcentaje de enraizamiento**.

| | Época(A) | Hormona(B) | Topófisis(C) | Sexo(D) |
|-----------------|----------|------------|--------------|---------|
| % enraizamiento | 0,0054 | 0,0005 | 0,0002 | 0,1896 |
| significancia | * | * | * | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas

| | Interacción % enraizamiento | significancia |
|------|--------------------------------|---------------|
| AB | 0,0009 | * |
| AC | 0,0306 | * |
| AD | 0,3008 | |
| BC | 0,0495 | * |
| BD | 0,0906 | |
| CD | 0,2691 | |
| ABC | 0,2322 | |
| ABD | 0,2954 | |
| ACD | 0,5473 | |
| BCD | 0,9498 | |
| ABCD | 0,0921 | |

5.1.1.- Resultados ensayo de noviembre (porcentaje de enraizamiento).

En el ensayo realizado con esquejes recolectados en noviembre se encontraron diferencias significativas en cuanto al tanto por ciento de enraizamiento, entre los distintos tratamientos hormonales (tabla 1.1), así como entre las distintas partes del esqueje (topófisis).

Tabla 1.1.- Análisis de varianza para **noviembre** . Porcentaje de enraizamiento.

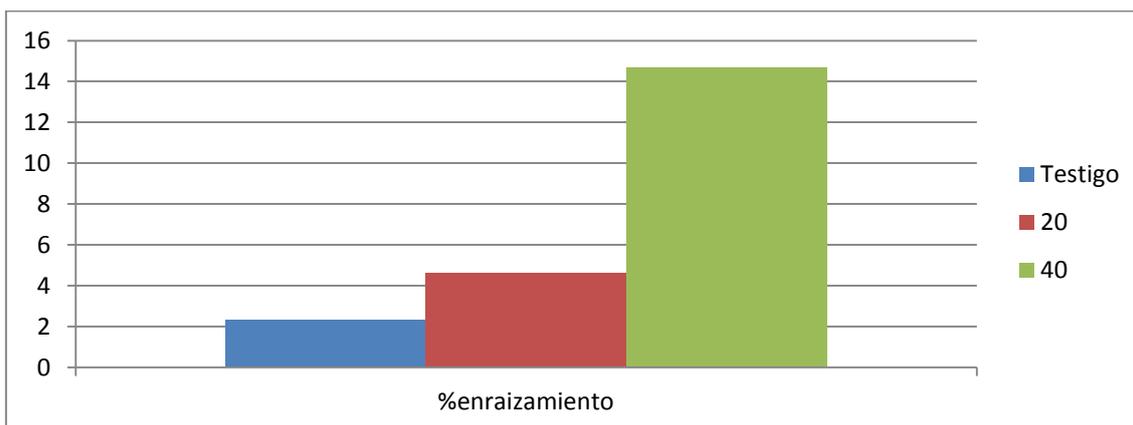
| | Hormona(A) | Topófisis(B) | Sexo(C) |
|-----------------|-------------------|---------------------|----------------|
| % enraizamiento | 0,0160 | 0,0006 | 0,9107 |
| significancia | * | * | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas.

Se realizó el estudio de enraizamiento para los distintos tratamientos hormonales, obteniéndose unos resultados que indican una mayor tasa de enraizamiento en los esquejes tratados con un tratamiento hormonal de IBA a 40.000 ppm, respecto al testigo y al tratamiento con IBA a 20.000 ppm (tabla 1.2).

Tabla 1.2.- Estudio de enraizamiento para los distintos tratamientos hormonales, para noviembre.

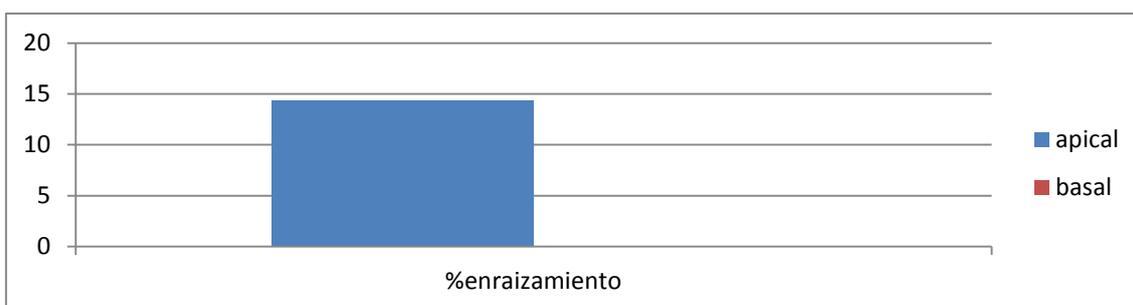
| | LS mean | Homogeneidad |
|---------|---------|--------------|
| Testigo | 2,30437 | a |
| 20 | 4,60874 | a |
| 40 | 14,6803 | b |



En cuanto a la topófisis, los resultados indican una mayor tasa de enraizamiento por parte de los esquejes procedentes de la parte basal en el ensayo realizado en noviembre, ya que no hubo resultados positivos en los esquejes apicales (tabla 1.3).

Tabla 1.3.- Estudio de enraizamiento de las distintas partes del esqueje, apical y basal (topófisis). Para noviembre.

| | LS mean | Homogeneidad |
|--------|---------|--------------|
| apical | 14,3956 | a |
| basal | 0,0 | b |



5.1.2.- Resultados ensayo de diciembre (porcentaje de enraizamiento).

En el ensayo realizado en diciembre, se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos hormonales, en el éxito de enraizamiento (tabla 1.4).

Tabla 1.4.- Análisis de varianza para **diciembre**. Porcentaje de enraizamiento.

| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|-----------------|-------------------|---------------------|----------------|
| % enraizamiento | 0,0153 | 0,2069 | 0,1441 |
| significancia | * | | |

*; $p < 0,05$ existen diferencias significativas.

Fueron los esquejes tratados con IBA a 20.000 ppm los, que en este caso, arrojaron mejores resultados en cuanto al tanto por ciento de enraizamiento sobre el resto de tratamientos (tabla 1.5).

Tabla 1.5.- Estudio de enraizamiento para los distintos tratamientos hormonales, para diciembre.

| | LS mean | Homogeneidad |
|----------------|----------------|---------------------|
| Testigo | 0,0 | A |
| 20 | 19,289 | B |
| 40 | 3,32063 | A |

5.1.3.- Resultados ensayo de enero (porcentaje de enraizamiento).

Al igual que en diciembre, en el análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos hormonales (tabla 1.6).

Tabla 1.6.- Análisis de varianza para **enero**. Porcentaje de enraizamiento.

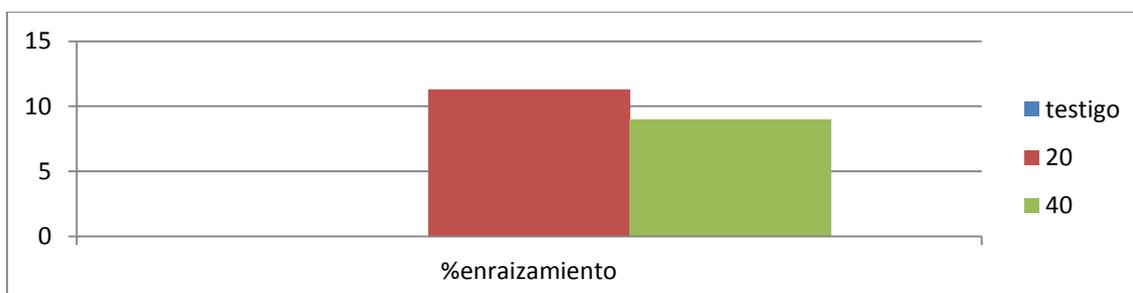
| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|-----------------|------------|--------------|---------|
| % enraizamiento | 0,0316 | 0,0848 | 0,6372 |
| significancia | * | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas

En este ensayo fueron los esquejes testigo los que menos enraizaron con un 0% de éxito. Los tratamientos a IBA a 20.000 ppm obtuvieron mejores resultados que el tratamiento a 40.000, aunque ambos con unos resultados similares (tabla 1.7).

Tabla1.7.- Estudio de enraizamiento para los distintos tratamientos hormonales, para **enero**.

| | LS mean | Homogeneidad |
|---------|---------|--------------|
| Testigo | 0,0 | A |
| 20 | 11,25 | b |
| 40 | 8,94563 | b |



5.1.4.- Resultados ensayo de febrero (porcentaje de enraizamiento).

Dado que en el ensayo realizado con el material vegetal recolectado durante el mes de febrero, los resultados obtenidos fueron de un 0% de enraizamiento, no se ha dispuesto de resultados para poder contrastar con los otros tres ensayos.

5.2.- RESULTADOS DE PESO FRESCO

El siguiente factor a estudiar fue el peso fresco de las raíces, siendo estas minuciosamente separadas del esqueje y pesadas inmediatamente después. En el análisis estadístico se observó que existían diferencias significativas entre los tratamientos hormonales (tabla 2). Así mismo también se observó que existía cierta interacción entre los tratamientos hormonales y la época de recolección de los esquejes, por lo que se realizaron los análisis estadísticos para cada uno de los ensayos de forma diferenciada.

Tabla 2. Estudio de la significación de los efectos de los factores estudiados (época, hormona, topófisis y sexo) respecto al **peso fresco**.

| | Época(A) | Hormona(B) | Topófisis(C) | Sexo(D) |
|---------------|----------|------------|--------------|---------|
| Peso fresco | 0,3313 | 0,0494 | 0,1986 | 0,1003 |
| significancia | | * | | |

*; $p < 0,05$ existen diferencias significativas.

| | Interacción Peso fresco | Significancia |
|------|----------------------------|---------------|
| AB | 0,0189 | * |
| AC | 0,4400 | |
| AD | 0,7081 | |
| BC | 0,3557 | |
| BD | 0,1806 | |
| CD | 0,8371 | |
| ABC | 0,4725 | |
| ABD | 0,3919 | |
| ACD | 0,6294 | |
| BCD | 0,7123 | |
| ABCD | 0,6779 | |

5.2.1.- Resultados ensayo de noviembre (peso fresco).

En el análisis de peso fresco para el ensayo realizado en noviembre no se obtuvieron diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados (tabla 2.1).

Tabla 2.1.- Análisis de varianza para noviembre . **Peso fresco.**

| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|---------------|-------------------|---------------------|----------------|
| Peso fresco | 0,1422 | 0,1390 | 0,6527 |
| significancia | | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas.

(No existen diferencias significativas).

5.2.2.- Resultados ensayo de diciembre (peso fresco).

En el análisis de peso fresco para el ensayo realizado en diciembre, si que se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos hormonales, no existiendo ni entre el sexo de la planta madre, ni en la topófitis (tabla 2.2).

Tabla 2.2.- Análisis de varianza para diciembre . **Peso fresco.**

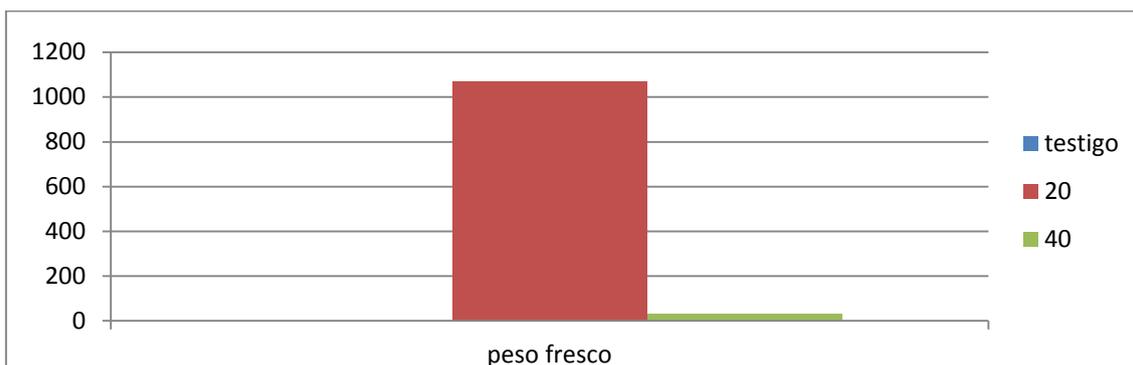
| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|---------------|-------------------|---------------------|----------------|
| Peso fresco | 0,0156 | 0,9796 | 0,2111 |
| significancia | * | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas

En el ensayo de diciembre, los mejores resultados en cuanto al peso fresco de raíces se obtuvo con el tratamiento de IBA a 20.000 ppm, siendo la diferencia notable respecto a los otros tratamientos (tabla 2.3).

Tabla 2.3.- Estudio de peso fresco en los distintos tratamientos hormonales, para diciembre.

| | LS mean | Homogeneidad |
|---------|---------|--------------|
| testigo | 0,0 | a |
| 20 | 1068,38 | b |
| 40 | 30,625 | a |



5.2.3.- Resultados ensayo de enero (peso fresco).

En el análisis de peso fresco para el ensayo realizado en enero, al igual que en diciembre, no se obtuvieron diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados (tabla 2.4).

Tabla 2.4.- Análisis de varianza para enero . Peso fresco.

| | Hormona(A) | Topósis(B) | Sexo(C) |
|-------------|------------|------------|---------|
| Peso fresco | 0,2087 | 0,6242 | 0,2371 |

significancia

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas
No existen diferencias significativas.

5.2.4.- Resultados ensayo de febrero (peso fresco).

Dado que en el ensayo realizado con el material vegetal recolectado durante el mes de febrero, los resultados obtenidos fueron de un 0% de enraizamiento, no se ha dispuesto de resultados en peso fresco para poder contrastar con los otros tres ensayos.

5.3.- RESULTADOS DE PESO SECO

El siguiente factor a estudiar fue el peso seco de las raíces, secando las muestras en estufa a 65 °C. En el análisis estadístico se observó que existían diferencias significativas entre los tratamientos hormonales (tabla 3). Así mismo también se observó que existía cierta interacción entre los tratamientos hormonales y la época de recolección de los esquejes, por lo que se realizaron los análisis estadísticos para cada uno de los ensayos de forma diferenciada.

Tabla 3. Estudio de la significación de los efectos de los factores estudiados (época, hormona, topófisis y sexo) respecto al **peso seco**.

| | Época(A) | Hormona(B) | Topófisis(C) | Sexo(D) |
|---------------|----------|------------|--------------|---------|
| Peso seco | 0,2819 | 0,0207 | 0,1226 | 0,0590 |
| significancia | | * | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas

| | Interacción Peso seco | significancia |
|------|--------------------------|---------------|
| AB | 0,0340 | * |
| AC | 0,5843 | |
| AD | 0,6799 | |
| BC | 0,5218 | |
| BD | 0,1171 | |
| CD | 0,8131 | |
| ABC | 0,6626 | |
| ABD | 0,3822 | |
| ACD | 0,6828 | |
| BCD | 0,9012 | |
| ABCD | 0,7587 | |

5.3.1.- Resultados ensayo de noviembre (peso seco).

En el análisis de peso seco para el ensayo realizado en noviembre no se obtuvieron diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados (tabla 3.1).

Tabla 3.1.- Análisis de varianza para noviembre . Peso seco.

| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|---------------|------------|--------------|---------|
| Peso seco | 0,2558 | 0,1446 | 0,4765 |
| significancia | | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas
No existen diferencias significativas.

5.3.2.- Resultados ensayo de diciembre (peso seco).

En el análisis de peso seco para el ensayo realizado en diciembre, si que se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos hormonales, no existiendo ni entre el sexo de la planta madre, ni en la topófitis (tabla 3.2).

Tabla 3.2.- Análisis de varianza para diciembre . Peso seco.

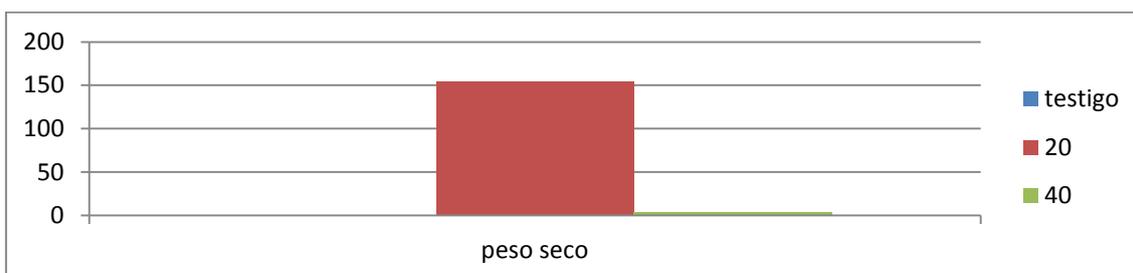
| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|---------------|------------|--------------|---------|
| Peso seco | 0,0121 | 0,7459 | 0,1542 |
| significancia | * | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas

En el ensayo de diciembre, los mejores resultados en cuanto al peso seco de raíces se obtuvo con el tratamiento de IBA a 20.000 ppm, siendo la diferencia notable respecto a los otros tratamientos (tabla 3.3).

Tabla 3.3.- Estudio de peso seco en los distintos tratamientos hormonales, para diciembre.

| | LS mean | Homogeneidad |
|---------|---------|--------------|
| testigo | 0,0 | a |
| 20 | 155,0 | b |
| 40 | 3,875 | a |



5.3.3.- Resultados ensayo de enero (peso seco).

En el análisis de peso seco para el ensayo realizado en enero, al igual que en diciembre, no se obtuvieron diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados (tabla 3.4).

Tabla 3.4.- Análisis de varianza para enero . Peso seco.

| | Hormona(A) | Topófitis(B) | Sexo(C) |
|---------------|------------|--------------|---------|
| Peso seco | 0,1927 | 0,4572 | 0,2667 |
| significancia | | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas
No existen diferencias significativas.

5.3.4.- Resultados ensayo de febrero (peso seco).

Dado que en el ensayo realizado con el material vegetal recolectado durante el mes de febrero, los resultados obtenidos fueron de un 0% de enraizamiento, no se ha dispuesto de resultados en peso fresco para poder contrastar con los otros tres ensayos.

5.4.- RESULTADOS DE ÁREA

En cuanto a los resultados obtenidos en el análisis de varianza del área de las raíces de los esquejes, no se han visto diferencias significativas respecto a los factores época de recolección, tratamiento hormonal, topótesis o sexo (tabla 4).

Tabla 4. Estudio de la significación de los efectos de los factores estudiados (época, hormona, topótesis y sexo) respecto al **área**.

| | Época(A) | Hormona(B) | Topótesis(C) | Sexo(D) |
|---------------|----------|------------|--------------|---------|
| área | 0,4081 | 0,1428 | 0,1732 | 0,1263 |
| significancia | | | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas.

| | Interacción Peso seco | significancia |
|------|--------------------------|---------------|
| AB | 0,3987 | |
| AC | 0,6040 | |
| AD | 0,3725 | |
| BC | 0,4270 | |
| BD | 0,1416 | |
| CD | 0,3819 | |
| ABC | 0,6821 | |
| ABD | 0,4720 | |
| ACD | 0,4737 | |
| BCD | 0,4181 | |
| ABCD | 0,7195 | |

5.5.- RESULTADOS DE NÚMERO DE PUNTAS

En cuanto a los resultados obtenidos en el análisis de varianza del número de puntas de las raíces de los esquejes, no se han visto diferencias significativas respecto a los factores época de recolección, tratamiento hormonal, topófisis o sexo (tabla 5).

Tabla 5. Estudio de la significación de los efectos de los factores estudiados (época, hormona, topófisis y sexo) respecto al **número de puntas**.

| | Época(A) | Hormona(B) | Topófisis(C) | Sexo(D) |
|------------------|----------|------------|--------------|---------|
| Número de puntas | 0,3156 | 0,4602 | 0,9560 | 0,1229 |
| significancia | | | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas

| | Interacción Nº de puntas | significancia |
|------|-----------------------------|---------------|
| AB | 0,5606 | |
| AC | 0,8749 | |
| AD | 0,1711 | |
| BC | 0,4553 | |
| BD | 0,2389 | |
| CD | 0,5114 | |
| ABC | 0,2239 | |
| ABD | 0,7839 | |
| ACD | 0,9683 | |
| BCD | 0,5793 | |
| ABCD | 0,1913 | |

5.6.- RESULTADOS DE NÚMERO DE BIFURCACIONES

En cuanto a los resultados obtenidos en el análisis de varianza del número de bifurcaciones de las raíces de los esquejes, no se han visto diferencias significativas respecto a los factores época de recolección, tratamiento hormonal, topófisis o sexo (tabla 6).

Tabla 6. Estudio de la significación de los efectos de los factores estudiados (época, hormona, topófisis y sexo) respecto al **número de bifurcaciones**.

| | Época(A) | Hormona(B) | Topófisis(C) | Sexo(D) |
|---------------------|----------|------------|--------------|---------|
| Nº de bifurcaciones | 0,5668 | 0,4095 | 0,6612 | 0,2427 |
| significancia | | | | |

* ; $p < 0,05$ existen diferencias significativas.

| | Interacción Nº de bifurcaciones | significancia |
|------|---------------------------------------|---------------|
| AB | 0,5340 | |
| AC | 0,5192 | |
| AD | 0,2414 | |
| BC | 0,7244 | |
| BD | 0,1264 | |
| CD | 0,6885 | |
| ABC | 0,2262 | |
| ABD | 0,8337 | |
| ACD | 0,5628 | |
| BCD | 0,7227 | |
| ABCD | 0,2016 | |

5.7.- RESULTADOS FINALES

Solo se dieron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de enraizamiento en el ensayo de noviembre respecto a la topósis, obteniendo mejores resultados los esquejes procedentes de la parte apical respecto a los basales (tabla 1.2). No siendo significativas las diferencias obtenidas en los ensayos realizados en diciembre, enero y febrero.

Respecto a los tratamientos hormonales, los mejores resultados de enraizamiento se obtuvieron con las plantas tratadas con hormona respecto al testigo, siendo las diferencias significativas. Se obtuvieron mejores resultados en el tratamiento de IBA a 20.000 ppm respecto al de 40.000 ppm en todos los ensayos excepto en noviembre (tablas 1.2, 1.5 y 1.7).

Tanto en el análisis del peso fresco como en el peso seco de las raíces, los resultados indican diferencias entre los tratamientos hormonales y también existe interacción entre las épocas y los tratamientos, por lo que se realizaron los análisis para cada época de forma diferenciada, obteniéndose que los mejores resultados tanto en peso fresco como en peso seco fueron en los esquejes tratados con IBA a 20.000 ppm (tablas 2.3 y 3.3).

No se han encontrado diferencias significativas en los estudios referentes al área (tabla 4), el número de puntas (tabla 5) o el número de bifurcaciones (tabla 6).

En cuanto al sexo de la planta madre, no se han encontrado diferencias significativas entre los esquejes procedentes de plantas madre macho y plantas madre hembras. No siendo este factor determinante a la hora de obtener material vegetal para el esquejado.

6.- DISCUSIÓN

6.- DISCUSIÓN

6.1.- Discusión época del año.

La época de recolección del material es un factor determinante en el éxito del estaquillado, aunque el momento óptimo varía según autores. Así, Isfendiyaroglu (2000) y Viola et. al. (2004) recomiendan recolectar en enero y febrero respectivamente obteniendo el segundo resultados superiores al 75%. Sin embargo, Pignati y Crobeddu (2005) estiman que el mes de julio es mejor que el mes de abril, ya que en verano obtienen resultados cercanos al 80%. Se podría reforzar la recomendación de Isfendiyaroglu siendo los meses de diciembre y enero los que mejores resultados han arrojado.

6.2.- Discusión material vegetal.

Parece estar bastante contrastado que el material vegetal debe ser obtenido de plantas madre rejuvenecidas, según diversos autores (Isfendiyaroglu, 2000; Pignati y Crobeddu, 2005; Viola et. al., 2004). En el caso del presente ensayo el material vegetal fue obtenido de plantas madre maduras, de unos 15 años, previamente rejuvenecidas. También se ha obtenido éxito en otros proyectos con material vegetal procedente de plantas madre jóvenes, de 1.5 años, esquejes enraizados previamente y que han sido podados en invierno, consiguiendo así esquejes semileñosos (Pignatti G, Crobeddu S, 2005).

En cuanto al sexo de la planta madre, que ha sido unos de los objetivos perseguidos en el presente ensayo, no se ha encontrado bibliografía referente con la que poder contrastar los resultados. Se puede concluir que no se han encontrado diferencias significativas entre los esquejes procedentes de plantas madre macho y plantas madre hembras. No siendo este factor determinante a la hora de obtener material vegetal para el esquejado.

Las auxinas se sintetizan en tejidos meristemáticos, lo que hace pensar que los esquejes apicales van a ser más ricos en auxinas durante el periodo de

actividad vegetativa y crecimiento. Pero no se ha encontrado mucha información en la bibliografía respecto a las diferencias entre las zonas de obtención de esquejes dentro del tallo, topósis, solo obteniendo diferencias significativas en el primer ensayo, recolectados en noviembre, no encontrando diferencias en el resto de ensayos.

6.3.- Discusión tratamientos hormonales.

Existen numerosos estudios que indican que, independientemente de la especie, la aplicación de IBA a diferentes concentraciones aumenta el número de raíces por planta en comparación con las de control, en *Pistacia* (Mobli y Baninasab, 2008), en abeto (Scagel et al., 2000), en roble y haya común (Davies et al., 2002). Por otro lado, la aplicación de IBA no mejora la iniciación de raíces en palmas (Broschat y Donselman, 1990).

Concretamente en el género *Pistacia* hay resultados que diferencian la eficacia del IBA, teniendo mayor eficacia sobre *Pistacia khinjuk*, frente a otras especies como *Pistacia mutica* o *Pistacia vera* (Mobli y Baninasab, 2008

7.- BIBLIOGRAFÍA

7.- BIBLIOGRAFÍA

Anónimo, 1998. El sector de flor cortada y planta ornamental en España. FEPEX. Madrid.

Anónimo, 1999. Estrategia española para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Secretaria General de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Alloza J.A., 2003. Análisis de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. Desarrollo de criterios y propuestas de evaluación. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Álvaro Esteban G., Ordóñez F., Arnau E., Moreno R., Boix C., 2009 Actuaciones para la lucha contra la desertificación en la Demarcación Forestal nº 9 de Alicante. En: Actas del 5 Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila. Disponible en: <http://congresoforestal.es>

Arcas, N. Romero, M., 2000. El sector de la flor cortada de la Región de Murcia en el contexto nacional: claves para mejorar su competitividad. Actas de Horticultura, 31:133-153.

Arnott J.T., Grossnickle S.C., Puttonen P., Mitchell A.K., Folk R.S., 1993. Influence of nursery culture on growth, cold hardiness and drought resistance of yellow cypress. Can. J. For. Res. 23: 2537-2547.

Bañón S., González A., Fernández J.A., Franco J.A., 2000a. Effects of nursery irrigation and temperature on morpho-anatomical characteristics of *Lotus creticus*. International Symposium on protected cultivation in mild winter climates: current trends for sustainable technologies. ISHS. Acta Horticulturae (en prensa).

Bañón S., Ochoa J., Fernández J.A., Franco J.A., 2000b. Adecuación de *Asteriscus maritimus* al cultivo en maceta mediante reguladores de crecimiento. IV Jornadas del Grupo de Ornamentales. SECH. Actas de Horticultura. 31: 51-61.

Bañón S., Franco J.A., Fernández J.A., Ochoa J, González A., 2000c. Growth, development and leaf colour responses of oleander (*Nerium oleander L.*) to pinching and chlormequat chloride treatment. International Symposium on protected cultivation in mild winter climates: current trends for sustainable technologies. ISHS. Acta Horticulturae (en prensa).

Burés S., 1993. Xerojardineria. Compendios de Horticultura. Ediciones de Horticultura. Reus.

Broschat T.K., Donselman H. 1990. IBA, plant maturity, and regeneration of palm root systems. HORTSCIENCE 25:232.

Caballero, M., Cid, M.C., 1993. Development of new ornamentals from Canary Islands native plants as alternative crops for Mediterranean areas. En: Environmental constraints in protected cultivation for new growing techniques and crops. Ed. P.F. Martínez, pp: 163-168. Report EUR 15123.

Cabot, P., Argimón, X., 1996. Autóctonas en el paisaje. Arquitectura del paisaje, 28: 22-26.

Cabot, P., Argimón, X., 1997. Autóctonas en el paisaje. Arquitectura del paisaje, Febrero 97: 16-19.

Carrión M.A., Sánchez P., Guerra J., González A., 2000. Narcisos silvestres en la Región de Murcia. Interés ornamental. IV Jornadas del Grupo de Ornamentales. SECH. Actas de Horticultura. 31: 123-131.

Castillo V.M., Barberá G.G., Querejeta J.I., Martínez Sánchez M.A., Martínez Fernández F., 2009. Diversificación de masas repobladas de pino carrasco mediante claras e introducción de sotobosque. En: Actas del 5 Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila. Disponible en: <http://congresoforestal.es>

Ceacero C.J., Navarro R.M., Del Campo A.D., 2005. Morphological assesment and field performance in two Mediterranean shrub species. Ecologia 19, 113-128.

Chimonidou D., 2000. New cut flowers for fresh and dry production cultivated in Cyprus. Proceedings of the IV International Symposium on New Floricultural Crops. Acta Horticulturae. 51: 83-86.

Davies M.J., Hipps N.A., Kingswell G. 2002. The effect of indole-3-butyric acid root dips on the root development and shoot growth of transplanted *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. seedlings. J. HORT. SCI. BIOTECH. 77: 209-216.

Del Campo A.D., Segura G., 2009. Definición de protocolos para el control de calidad de planta y puesta en obra de la misma. Entrega 2009. Universidad Politécnica de Valencia y Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, GVA. Inédito.

Erstad J:L:F., Hansen O.B., 1990. Improvement of Ornamental Shrubs by Family Selection. Acta. Agric. Scand. 40: 237-244.

Fernández J.A., Franco J.A., Bañón S., Moreno A.B., González A., Ochoa J., 1999. Respuesta a los aportes Hídricos en vivero en diversos parámetros de *Limonium cocconianum*. VII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Actas de Hortícolas. Actas de Horticultura. 24: 139-144.

Franco J.A., González A., Bañón S., Fernández J.A., 1998. Influencia del acondicionamiento mediante riego en vivero sobre la evolución tras el trasplante del sistema radical de *Lotus creticus cytisoides*. Symposium Hispano-Portugués sobre Relaciones Hídricas en las Plantas, Murcia.

Franco J.A., González A., Bañón S., Fernández J.A., 1999a. Nursery irrigation effects on posplanting root development of two Mediterranean species in semi-arid conditions. 96th Anual Int. Conf. American Soc. Hort. Sci. Mineapolis.

Franco J.A., García M.J., Cros V., 1999b. Nursery irrigation effects on posplanting root dynamics of *Limonium cossonianum* O. Kuntze in semi-arid conditions. 96th Anual Int. Conf. American Soc. Hort. Sci. Mineapolis.

Franco J.A., Bañón S., Fernández J.A., Leskovar D.I., 2001. Effect of nursery regimes and establishment irrigation on root development of *Lotus creticus* seedlings following transplanting. Journal of Horticultural Science & Biotechnology (en prensa).

García del Barrio J.M., De Miguel J., Aliar R., Iglesias S., 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

García-Fayos, P., Gulias, J., Martínez, J., Marzo, A., Melero, J.P., Traveset, A., Veintimilla, P., Verdú, M., Cerdán, V., Gasque, M., Medrano, H. (2001). *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. Banc de Llabors Forestals (Conselleria de Medio Ambient de la Generalitat Valenciana).

García-Fayos P., Verdú M., 1998. Soil seed bank, factors controlling germination and establishment of a mediterranean shrub: *Pistacia lentiscus* L. Acta Oecol. 19, 357-366.

García M.L., Schwarzer H., Cueto M., Pérez J., Guirado J., Molina A., Pallarés A., 1998. Plantas autóctonas del sureste mediterráneo. Producción intensiva con fines ornamentales. Informaciones ticas 52/98. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Sevilla. 47 pp.

González A., Fernández J.A., Martínez J.J., Bañón S., 2000. Reproducción y uso de plantas autóctonas en jardinería y paisajismo. Horticultura. 147: 38-46.

González A., López J., Bañón S., Fernández J.A., 2001b. *Scabiosa cretica*, endemismo mediterráneo de alto valor ornamental. Flormarket (en prensa).

Gutiérrez F., 1999. Perspectivas del futuro del sector de flores y plantas en España. Plantflor 2: 9-15.

Hartmann H.T., Kester D.E., Davies F.T., 1990. Plant Propagation. Principles and practices. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
Horticultura N° 125 - Diciembre 1997.

Herrera C.M., 1998. Long-term dynamics of mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: a 12-year study. *Ecol. Monogr.* 68, 511-538.

Isfendiyaroglu M. (2000). Cutting propagation of mastic tree (*Pistacia lentiscus* var. Chia Duham.). *NUCIS Newsletter* 9: 42-44.

López S., Medina F., 2000. Jardines con planta autóctona en Murcia. IV Jornadas del Grupo de Ornamentales. *Actas de Horticultura, SECH.* 31: 113-122.

Mac Donald B., 1986. Practical woody plant propagation for nursery growers. Batsford Ltd. London.

Maluenda J.M., 1998. El comercio exterior de plantas vivas y flores. *Bolrtin Económico del ICE*, 2581: 13-17.

Mobli M. y Bahram B. 2008. Effect of indolebutyric acido n root regeneration and seedling survival after trnaplanting of three *Pistacia* species. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research.* Vol. 17/(1) 2009: 5-13.

Maroto J.V. 1990. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Masvidal L., López D., 1987. Evaluación de especies silvestres para uso ornamental. I- Germinación. *Actas Threatened Plants International Conference*, Córdoba.

Morote A., Orozco E., Jordán E., López F., Herranz J.M., Martínez J.J., 2001. Evaluación mediante parámetros morfobiométricos de ocho especies autóctonas de matorral empleadas en la forestación de terrenos agrícolas en la Mancha. En: *Actas del III Congreso Forestal Español* (Junta de Andalucía, ed.). Granada. Mesa 3. pp. 619-625. Disponible en: <http://congresoforestal.es>

Mulas M., Abeltino P., Brigaglia N., 1997a. Studio della variabilità fenotipica in popolazioni di lentisco (*Pistacia lentiscus* L.). *Tai del I Congresso su "La Ricerca Italiana per le Foreste e la Selvicoltura"*, Padova, 4-6 giugno: 161-163.

Mulas M., Abeltino P., Brigaglia N., 1999a. Il lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) nell'ambiente mediterráneo: biodiversità e potenziale ecológico. *Monti e Boschi*, (2): 5-9.

Nahum S., Inbar M., Ne'Eman G., Ben-Shlomo, 2008. Phenotypic plasticity and gene diversity in *Pistacia lentiscus* L. along environmental gradients in Israel. *Tree Genet. Genomes* 4, 777-785.

Navarro-Cerrillo R.M., Saiz J.L., Del Campo A.D., Checa R., Álvarez A., 2001. Sistema de control de calidad de repoblaciones forestales: la obra de restauración del río Guadiamar. En: *Actas del III Congreso Forestal Español* (Junta de Andalucía, ed.). Granada. Mesa 3. pp. 817-823. Disponible en: <http://congresoforestal.es>

Naveh Z., 1987. Landscape ecology, management and conservation of European and Levant Mediterranean uplands. En: Plant response to stress. Functional analysis in Mediterranean ecosystems. NATO ASI Series Ecological Sciences. Ed. J.D. Tenhunen, F.M. Catarino, O.L. Lange, W.C. Oechel. Vol 15.

Ochoa J, Bañón S., González A., Martínez P., 2000. Efectos de la aplicación de reguladores del crecimiento sobre la rizogénesis de esquejes de adelfa. IV Jornadas del Grupo de Ornamentales. Actas de Horticultura, SECH. 31: 7-17.

Padilla F.M., Pugnaire F.I., Marín R., Hervás M., Ortega R., 2004. El uso de especies arbustivas para la restauración de la cubierta vegetal en ambientes semiáridos. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 17, 103-107.

Paula S., Arianoutsou M., Kazanis D., Tavsnoglu C., Lloret F., Buhk C., Ojeda F., Luna B., Moreno J.M., Rodrigo A., Espeta J.M., Palacio S., Fernandez-Santos B., Fernandes P.M., Pausas J.G., 2009. Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. Ecology 90, 1420.

Pignatti G, Crobeddu S, 2005. Effects of rejuvenation on cutting propagation of Mediterranean shrub species. Foresta. 2: 290-295 (on line URL: <http://www.sisef.it/>).

Pedreño J.M., 2000. Empleo de planta autóctona en jardines particulares. IV Jornadas del Grupo de Ornamentales. Actas de Horticultura. 31: 109-112.

Peñuelas J.L., Ocaña L., 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Mundi-Prensa. M.A.P.A. Madrid.

Posadas F., 2000. Cultivo de plantas ornamentales. En: Urrestarazu, M. (coord.). Manual de cultivo sin suelo. 2ª edición. Almería. Universidad de Almería, Mundi-Prensa. 597-621.

Quezel P., 1981. Floristic composition and phytosociological structure of sclerophyllous matorral around the Mediterranean. En: Mediterranean-type shrubland (Di Castri F., Goodall D.W., Spetch R.L., eds.). Elsevier, Amsterdam. pp. 107-121.

Revilla A., Sarmiento R., Fernández-Rufete J., Romero M., Ureña R., González A., 2000. Aladierno (*Rhamnus alternus*), Posibilidad de empleo como complemento de verde. IV Jornadas del Grupo de Ornamentales. Actas de Horticultura, SECH. 31: 161-168.

Rodríguez A, Marañón T., Domínguez M.T., Murillo J.M., Jordano D., Fernández Haeguer J., Carrascal F., 2009. Reforestación con arbustos para favorecer la conectividad ecológica en el Corredor Verde del Guadiamar. En: Actas del 5 Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila. Disponible en: <http://congresoforestal.es>

Salvador R., Lloret F., 1995. Germinación en el laboratorio de varias especies arbustivas mediterráneas: efecto de la temperatura. *Orsis* 10, 25-34.

Scagel C.F., Linderman R.G., Scagel R.K. 2000. Ten-year growth and survival of Douglas-fir seedlings treated with plant growth regulating substances at transplant. *CAN. J. FOR. RES.* 30: 1778-1787.

Terradas J., Savé R., 1992. The influence of summer and winter stress and water relationships on the distribution of *Quercus ilex L.* *Vegetation*, 99/100: 137-145.

Trubat R., Cortina J., Vilagrosa A., 2004. Estado nutricional y establecimiento de especies leñosas en ambiente semiárido. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 17, 245-251.

Van der Driessche, 1991a. Influence of container nursery regimens on drought resistance of seedlings following planting. I. Survival and growth. *Can. J. For. Res.* 21: 555-565.

Van der Driessche, 1991b. Influence of container nursery regimens on drought resistance of seedlings following planting. II. Stomatal conductance, specific leaf area, and root growth capacity. *Can. J. For. Res.* 21: 566-572.

Verdú M., 2000. Ecological and evolutionary differences between mediterranean seeders and resprouters. *J. Veg. Sci.* 11, 265-268.

Vilagrosa A., Chirino E., Bautista S., Urgeghe A.M., Alloza A., Vallejo V.R., 2008. Proyecto de demostración de lucha contra la desertificación: Regeneración y plan de manejo de zona semiáridas degradadas en el T.M. de Albaterra (Alicante). *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 317-322.

Viola F, Forleo LR, Cocozza MA (2004). Propagazione a gamica di alcune specie della macchia mediterránea. *Italus Hortus.* 11: 186-190.

8.- ANEJOS

Porcentaje enraizadas

Analysis of Variance for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 929,434 | 3 | 309,811 | 4,77 | 0,0054 |
| B:hormona | 1168,79 | 2 | 584,396 | 9,00 | 0,0005 |
| C:topofosis | 1079,36 | 1 | 1079,36 | 16,63 | 0,0002 |
| D:sexo | 114,905 | 1 | 114,905 | 1,77 | 0,1896 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 1790,92 | 6 | 298,486 | 4,60 | 0,0009 |
| AC | 628,256 | 3 | 209,419 | 3,23 | 0,0306 |
| AD | 244,132 | 3 | 81,3774 | 1,25 | 0,3008 |
| BC | 415,631 | 2 | 207,816 | 3,20 | 0,0495 |
| BD | 327,87 | 2 | 163,935 | 2,53 | 0,0906 |
| CD | 81,1507 | 1 | 81,1507 | 1,25 | 0,2691 |
| ABC | 547,244 | 6 | 91,2074 | 1,41 | 0,2322 |
| ABD | 489,146 | 6 | 81,5243 | 1,26 | 0,2954 |
| ACD | 139,434 | 3 | 46,4779 | 0,72 | 0,5473 |
| BCD | 6,6905 | 2 | 3,34525 | 0,05 | 0,9498 |
| ABCD | 758,568 | 6 | 126,428 | 1,95 | 0,0921 |
| RESIDUAL | 3115,67 | 48 | 64,9097 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 11837,2 | 95 | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of ASIN(SQRT(porcentaje/100)) into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 6 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on ASIN(SQRT(porcentaje/100)) at the 95,0% confidence level.

epoca="noviembre"

Analysis of Variance for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 693,094 | 2 | 346,547 | 5,95 | 0,0160 |
| B:topofosis | 1243,4 | 1 | 1243,4 | 21,34 | 0,0006 |
| C:sexo | 0,764779 | 1 | 0,764779 | 0,01 | 0,9107 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 693,094 | 2 | 346,547 | 5,95 | 0,0160 |
| AC | 66,7465 | 2 | 33,3732 | 0,57 | 0,5786 |
| BC | 0,764779 | 1 | 0,764779 | 0,01 | 0,9107 |
| ABC | 66,7465 | 2 | 33,3732 | 0,57 | 0,5786 |
| RESIDUAL | 699,155 | 12 | 58,2629 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3463,77 | 23 | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of ASIN(SQRT(porcentaje/100)) into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 3 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on ASIN(SQRT(porcentaje/100)) at the 95,0% confidence level.

Multiple Range Tests for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) by hormona

 Method: 95,0 percent LSD

| hormona | Count | LS Mean | Homogeneous Groups |
|---------|-------|---------|--------------------|
| testigo | 8 | 2,30437 | X |
| 20 | 8 | 4,60874 | X |
| 40 | 8 | 14,6803 | X |

| Contrast | Difference | +/- Limits |
|--------------|------------|------------|
| 20 - 40 | *-10,0716 | 8,31548 |
| 20 - testigo | 2,30437 | 8,31548 |
| 40 - testigo | *12,3759 | 8,31548 |

 * denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

 This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 2 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

Multiple Range Tests for ASIN(SQRT(percentage/100)) by topofosis

 Method: 95,0 percent LSD

| topofosis | Count | LS Mean | Homogeneous Groups |
|-----------|-------|---------|--------------------|
| basal | 12 | 0,0 | X |
| apical | 12 | 14,3956 | X |

| Contrast | Difference | +/- Limits |
|----------------|------------|------------|
| apical - basal | *14,3956 | 6,78956 |

 * denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

 This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 1 pair, indicating that this pair shows a statistically significant difference at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

epoca="diciembre"

Analysis of Variance for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| ----- | | | | | |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 1701,56 | 2 | 850,778 | 6,04 | 0,0153 |
| B:topofosis | 250,814 | 1 | 250,814 | 1,78 | 0,2069 |
| C:sexo | 344,112 | 1 | 344,112 | 2,44 | 0,1441 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 162,787 | 2 | 81,3933 | 0,58 | 0,5761 |
| AC | 261,11 | 2 | 130,555 | 0,93 | 0,4225 |
| BC | 6,42149 | 1 | 6,42149 | 0,05 | 0,8345 |
| ABC | 271,715 | 2 | 135,858 | 0,96 | 0,4089 |
| RESIDUAL | 1690,76 | 12 | 140,897 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 4689,28 | 23 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of ASIN(SQRT(percentage/100)) into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since one P-value is less than 0,05, this factor has a statistically significant effect on ASIN(SQRT(percentage/100)) at the 95,0% confidence level.

Multiple Range Tests for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) by hormona

 Method: 95,0 percent LSD

| hormona | Count | LS Mean | Homogeneous Groups |
|---------|-------|---------|--------------------|
| testigo | 8 | 0,0 | X |
| 40 | 8 | 3,32063 | X |
| 20 | 8 | 19,289 | X |

| Contrast | Difference | +/- Limits |
|--------------|------------|------------|
| 20 - 40 | *15,9684 | 12,9313 |
| 20 - testigo | *19,289 | 12,9313 |
| 40 - testigo | 3,32063 | 12,9313 |

 * denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

 This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 2 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

epoca="enero"

Analysis of Variance for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 565,058 | 2 | 282,529 | 4,67 | 0,0316 |
| B:topofosis | 213,398 | 1 | 213,398 | 3,53 | 0,0848 |
| C:sexo | 14,1603 | 1 | 14,1603 | 0,23 | 0,6372 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 106,995 | 2 | 53,4973 | 0,88 | 0,4382 |
| AC | 489,16 | 2 | 244,58 | 4,04 | 0,0454 |
| BC | 213,398 | 1 | 213,398 | 3,53 | 0,0848 |
| ABC | 426,796 | 2 | 213,398 | 3,53 | 0,0623 |
| RESIDUAL | 725,748 | 12 | 60,479 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 2754,71 | 23 | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of ASIN(SQRT(percentage/100)) into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 2 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on ASIN(SQRT(percentage/100)) at the 95,0% confidence level.

Multiple Range Tests for ASIN(SQRT(porcentaje/100)) by hormona

```

-----
Method: 95,0 percent LSD
hormona      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
testigo      8          0,0          X
40           8          8,94563     X
20           8          11,25       X
-----
Contrast      Difference      +/- Limits
-----
20 - 40      2,30437      8,47214
20 - testigo *11,25      8,47214
40 - testigo *8,94563     8,47214
-----

```

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

```

-----
This table applies a multiple comparison procedure to determine
which means are significantly different from which others. The bottom
half of the output shows the estimated difference between each pair of
means. An asterisk has been placed next to 2 pairs, indicating that
these pairs show statistically significant differences at the 95,0%
confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are
identified using columns of X's. Within each column, the levels
containing X's form a group of means within which there are no
statistically significant differences. The method currently being
used to discriminate among the means is Fisher's least significant
difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of
calling each pair of means significantly different when the actual
difference equals 0.

```

epoca="febrero"
NO hay variación (todo cero)

Peso fresco

Analysis of Variance for peso_fresc - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 1,94857E6 | 3 | 649522,0 | 1,17 | 0,3313 |
| B:hormona | 3,55988E6 | 2 | 1,77994E6 | 3,20 | 0,0494 |
| C:topofosis | 944067,0 | 1 | 944067,0 | 1,70 | 0,1986 |
| D:sexo | 1,5606E6 | 1 | 1,5606E6 | 2,81 | 0,1003 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 9,47745E6 | 6 | 1,57958E6 | 2,84 | 0,0189 |
| AC | 1,52769E6 | 3 | 509229,0 | 0,92 | 0,4400 |
| AD | 774889,0 | 3 | 258296,0 | 0,46 | 0,7081 |
| BC | 1,17386E6 | 2 | 586929,0 | 1,06 | 0,3557 |
| BD | 1,97113E6 | 2 | 985563,0 | 1,77 | 0,1806 |
| CD | 23751,0 | 1 | 23751,0 | 0,04 | 0,8371 |
| ABC | 3,14869E6 | 6 | 524782,0 | 0,94 | 0,4725 |
| ABD | 3,57672E6 | 6 | 596119,0 | 1,07 | 0,3919 |
| ACD | 970774,0 | 3 | 323591,0 | 0,58 | 0,6294 |
| BCD | 379718,0 | 2 | 189859,0 | 0,34 | 0,7123 |
| ABCD | 2,21789E6 | 6 | 369648,0 | 0,67 | 0,6779 |
| RESIDUAL | 2,66694E7 | 48 | 555613,0 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 5,99251E7 | 95 | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso_fresc into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 2 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on peso_fresc at the 95,0% confidence level.

epoca="noviembre"

Analysis of Variance for peso_fresc - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 4,15337E6 | 2 | 2,07669E6 | 2,31 | 0,1422 |
| B:topofosis | 2,26198E6 | 1 | 2,26198E6 | 2,51 | 0,1390 |
| C:sexo | 191888,0 | 1 | 191888,0 | 0,21 | 0,6527 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 4,15337E6 | 2 | 2,07669E6 | 2,31 | 0,1422 |
| AC | 421985,0 | 2 | 210993,0 | 0,23 | 0,7947 |
| BC | 191888,0 | 1 | 191888,0 | 0,21 | 0,6527 |
| ABC | 421985,0 | 2 | 210993,0 | 0,23 | 0,7947 |
| RESIDUAL | 1,08098E7 | 12 | 900820,0 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 2,26063E7 | 23 | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso_fresc into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on peso_fresc at the 95,0% confidence level.

epoca="diciembre"

Analysis of Variance for peso fresc - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 5,9181E6 | 2 | 2,95905E6 | 6,00 | 0,0156 |
| B:topofosis | 337,5 | 1 | 337,5 | 0,00 | 0,9796 |
| C:sexo | 861088,0 | 1 | 861088,0 | 1,75 | 0,2111 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 21193,8 | 2 | 10596,9 | 0,02 | 0,9788 |
| AC | 1,45874E6 | 2 | 729370,0 | 1,48 | 0,2667 |
| BC | 783371,0 | 1 | 783371,0 | 1,59 | 0,2316 |
| ABC | 1,84733E6 | 2 | 923664,0 | 1,87 | 0,1960 |
| RESIDUAL | 5,91951E6 | 12 | 493293,0 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 1,68097E7 | 23 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso fresc into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since one P-value is less than 0,05, this factor has a statistically significant effect on peso_fresc at the 95,0% confidence level.

Multiple Range Tests for peso_fresc by hormona

```

-----
Method: 95,0 percent LSD
hormona      Count      LS Mean      Homogeneous Groups
-----
testigo      8          0,0          X
40           8          30,625       X
20           8          1068,38      X
-----
Contrast      Difference      +/- Limits
-----
20 - 40      *1037,75      765,144
20 - testigo *1068,38      765,144
40 - testigo 30,625        765,144
-----

```

* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

```

-----
This table applies a multiple comparison procedure to determine
which means are significantly different from which others. The bottom
half of the output shows the estimated difference between each pair of
means. An asterisk has been placed next to 2 pairs, indicating that
these pairs show statistically significant differences at the 95,0%
confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are
identified using columns of X's. Within each column, the levels
containing X's form a group of means within which there are no
statistically significant differences. The method currently being
used to discriminate among the means is Fisher's least significant
difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of
calling each pair of means significantly different when the actual
difference equals 0.

```

epoca="enero"

Analysis of Variance for peso_fresc - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| ----- | | | | | |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 2,96586E6 | 2 | 1,48293E6 | 1,79 | 0,2087 |
| B:topofosis | 209440,0 | 1 | 209440,0 | 0,25 | 0,6242 |
| C:sexo | 1,28251E6 | 1 | 1,28251E6 | 1,55 | 0,2371 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 147984,0 | 2 | 73992,0 | 0,09 | 0,9152 |
| AC | 3,66712E6 | 2 | 1,83356E6 | 2,21 | 0,1520 |
| BC | 19266,7 | 1 | 19266,7 | 0,02 | 0,8813 |
| ABC | 328294,0 | 2 | 164147,0 | 0,20 | 0,8229 |
| RESIDUAL | 9,94009E6 | 12 | 828340,0 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 1,85606E7 | 23 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso_fresc into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on peso_fresc at the 95,0% confidence level.

epoca="febrero"
no variación

peso seco

Analysis of Variance for peso_seco - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 37339,1 | 3 | 12446,4 | 1,31 | 0,2819 |
| B:hormona | 79930,8 | 2 | 39965,4 | 4,21 | 0,0207 |
| C:topofosis | 23468,8 | 1 | 23468,8 | 2,47 | 0,1226 |
| D:sexo | 35535,5 | 1 | 35535,5 | 3,74 | 0,0590 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 143207,0 | 6 | 23867,8 | 2,51 | 0,0340 |
| AC | 18641,0 | 3 | 6213,68 | 0,65 | 0,5843 |
| AD | 14424,3 | 3 | 4808,09 | 0,51 | 0,6799 |
| BC | 12525,4 | 2 | 6262,7 | 0,66 | 0,5218 |
| BD | 42613,4 | 2 | 21306,7 | 2,24 | 0,1171 |
| CD | 536,76 | 1 | 536,76 | 0,06 | 0,8131 |
| ABC | 39038,2 | 6 | 6506,36 | 0,68 | 0,6626 |
| ABD | 62096,2 | 6 | 10349,4 | 1,09 | 0,3822 |
| ACD | 14299,4 | 3 | 4766,45 | 0,50 | 0,6828 |
| BCD | 1980,27 | 2 | 990,135 | 0,10 | 0,9012 |
| ABCD | 31998,5 | 6 | 5333,08 | 0,56 | 0,7587 |
| RESIDUAL | 455949,0 | 48 | 9498,95 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 1,01358E6 | 95 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso_seco into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 2 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on peso_seco at the 95,0% confidence level.

epoca="noviembre"

Analysis of Variance for peso_seco - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| ----- | | | | | |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 40281,6 | 2 | 20140,8 | 1,53 | 0,2558 |
| B:topofosis | 32047,0 | 1 | 32047,0 | 2,44 | 0,1446 |
| C:sexo | 7107,04 | 1 | 7107,04 | 0,54 | 0,4765 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 40281,6 | 2 | 20140,8 | 1,53 | 0,2558 |
| AC | 8280,08 | 2 | 4140,04 | 0,31 | 0,7359 |
| BC | 7107,04 | 1 | 7107,04 | 0,54 | 0,4765 |
| ABC | 8280,08 | 2 | 4140,04 | 0,31 | 0,7359 |
| RESIDUAL | 157879,0 | 12 | 13156,6 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 301264,0 | 23 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso_seco into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on peso_seco at the 95,0% confidence level.

epoca="diciembre"

Analysis of Variance for peso seco - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| ----- | | | | | |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 125010,0 | 2 | 62505,0 | 6,53 | 0,0121 |
| B:topofosis | 1053,38 | 1 | 1053,38 | 0,11 | 0,7459 |
| C:sexo | 22143,4 | 1 | 22143,4 | 2,31 | 0,1542 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 1114,75 | 2 | 557,375 | 0,06 | 0,9437 |
| AC | 38877,3 | 2 | 19438,6 | 2,03 | 0,1740 |
| BC | 6112,04 | 1 | 6112,04 | 0,64 | 0,4398 |
| ABC | 15432,6 | 2 | 7716,29 | 0,81 | 0,4695 |
| RESIDUAL | 114903,0 | 12 | 9575,29 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 324647,0 | 23 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso seco into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since one P-value is less than 0,05, this factor has a statistically significant effect on peso_seco at the 95,0% confidence level.

Multiple Range Tests for peso_seco by hormona

 Method: 95,0 percent LSD

| hormona | Count | LS Mean | Homogeneous Groups |
|---------|-------|---------|--------------------|
| testigo | 8 | 0,0 | X |
| 40 | 8 | 3,875 | X |
| 20 | 8 | 155,0 | X |

| Contrast | Difference | +/- Limits |
|--------------|------------|------------|
| 20 - 40 | *151,125 | 106,602 |
| 20 - testigo | *155,0 | 106,602 |
| 40 - testigo | 3,875 | 106,602 |

 * denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

 This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 2 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95,0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5,0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

epoca="enero"

Analysis of Variance for peso_seco - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| ----- | | | | | |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:hormona | 57846,1 | 2 | 28923,0 | 1,89 | 0,1927 |
| B:topofosis | 9009,38 | 1 | 9009,38 | 0,59 | 0,4572 |
| C:sexo | 20709,4 | 1 | 20709,4 | 1,36 | 0,2667 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 10167,3 | 2 | 5083,63 | 0,33 | 0,7232 |
| AC | 57552,3 | 2 | 28776,1 | 1,89 | 0,1941 |
| BC | 1617,04 | 1 | 1617,04 | 0,11 | 0,7504 |
| ABC | 10266,1 | 2 | 5133,04 | 0,34 | 0,7209 |
| RESIDUAL | 183167,0 | 12 | 15263,9 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 350334,0 | 23 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of peso_seco into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on peso_seco at the 95,0% confidence level.

epoca="febrero"
No variación

longitud

Analysis of Variance for longitud - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 4,33745E8 | 3 | 1,44582E8 | 2,38 | 0,0813 |
| B:hormona | 5,01774E8 | 2 | 2,50887E8 | 4,13 | 0,0222 |
| C:topofosis | 3,05553E8 | 1 | 3,05553E8 | 5,03 | 0,0296 |
| D:sexo | 3,04291E8 | 1 | 3,04291E8 | 5,01 | 0,0299 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 8,76675E8 | 6 | 1,46113E8 | 2,40 | 0,0411 |
| AC | 1,18586E8 | 3 | 3,95288E7 | 0,65 | 0,5865 |
| AD | 1,66778E8 | 3 | 5,55927E7 | 0,91 | 0,4408 |
| BC | 1,384E8 | 2 | 6,92002E7 | 1,14 | 0,3287 |
| BD | 3,01281E8 | 2 | 1,50641E8 | 2,48 | 0,0945 |
| CD | 4,56536E6 | 1 | 4,56536E6 | 0,08 | 0,7852 |
| ABC | 2,22722E8 | 6 | 3,71204E7 | 0,61 | 0,7204 |
| ABD | 6,10393E8 | 6 | 1,01732E8 | 1,67 | 0,1478 |
| ACD | 5,89188E7 | 3 | 1,96396E7 | 0,32 | 0,8085 |
| BCD | 3,90373E7 | 2 | 1,95187E7 | 0,32 | 0,7268 |
| ABCD | 5,0345E8 | 6 | 8,39084E7 | 1,38 | 0,2415 |
| RESIDUAL | 2,91663E9 | 48 | 6,07632E7 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 7,5028E9 | 95 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of longitud into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 4 P-values are less than 0,05, these factors have a statistically significant effect on longitud at the 95,0% confidence level.

area

Analysis of Variance for area - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 5,87178E7 | 3 | 1,95726E7 | 0,98 | 0,4081 |
| B:hormona | 8,06282E7 | 2 | 4,03141E7 | 2,03 | 0,1428 |
| C:topofosis | 3,8008E7 | 1 | 3,8008E7 | 1,91 | 0,1732 |
| D:sexo | 4,81398E7 | 1 | 4,81398E7 | 2,42 | 0,1263 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 1,26641E8 | 6 | 2,11068E7 | 1,06 | 0,3987 |
| AC | 3,71324E7 | 3 | 1,23775E7 | 0,62 | 0,6040 |
| AD | 6,35688E7 | 3 | 2,11896E7 | 1,07 | 0,3725 |
| BC | 3,44574E7 | 2 | 1,72287E7 | 0,87 | 0,4270 |
| BD | 8,10063E7 | 2 | 4,05031E7 | 2,04 | 0,1416 |
| CD | 1,54875E7 | 1 | 1,54875E7 | 0,78 | 0,3819 |
| ABC | 7,87446E7 | 6 | 1,31241E7 | 0,66 | 0,6821 |
| ABD | 1,12775E8 | 6 | 1,87958E7 | 0,95 | 0,4720 |
| ACD | 5,06846E7 | 3 | 1,68949E7 | 0,85 | 0,4737 |
| BCD | 3,53206E7 | 2 | 1,76603E7 | 0,89 | 0,4181 |
| ABCD | 7,30308E7 | 6 | 1,21718E7 | 0,61 | 0,7195 |
| RESIDUAL | 9,54558E8 | 48 | 1,98866E7 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 1,8889E9 | 95 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of area into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on area at the 95,0% confidence level.

puntas

Analysis of Variance for puntas - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 1,41123E8 | 3 | 4,70409E7 | 1,21 | 0,3156 |
| B:hormona | 6,1248E7 | 2 | 3,0624E7 | 0,79 | 0,4602 |
| C:topofosis | 119216,0 | 1 | 119216,0 | 0,00 | 0,9560 |
| D:sexo | 9,57262E7 | 1 | 9,57262E7 | 2,47 | 0,1229 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 1,90804E8 | 6 | 3,18006E7 | 0,82 | 0,5606 |
| AC | 2,68164E7 | 3 | 8,93882E6 | 0,23 | 0,8749 |
| AD | 2,02818E8 | 3 | 6,7606E7 | 1,74 | 0,1711 |
| BC | 6,21097E7 | 2 | 3,10548E7 | 0,80 | 0,4553 |
| BD | 1,14548E8 | 2 | 5,72742E7 | 1,48 | 0,2389 |
| CD | 1,69907E7 | 1 | 1,69907E7 | 0,44 | 0,5114 |
| ABC | 3,32464E8 | 6 | 5,54107E7 | 1,43 | 0,2239 |
| ABD | 1,23082E8 | 6 | 2,05137E7 | 0,53 | 0,7839 |
| ACD | 9,81739E6 | 3 | 3,27246E6 | 0,08 | 0,9683 |
| BCD | 4,28716E7 | 2 | 2,14358E7 | 0,55 | 0,5793 |
| ABCD | 3,61977E8 | 6 | 6,03295E7 | 1,55 | 0,1813 |
| RESIDUAL | 1,86354E9 | 48 | 3,88238E7 | | |
| ----- | | | | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3,64606E9 | 95 | | | |
| ----- | | | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of puntas into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on puntas at the 95,0% confidence level.

bifurcaciones

Analysis of Variance for bifurcacio - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:epoca | 4,94433E7 | 3 | 1,64811E7 | 0,68 | 0,5668 |
| B:hormona | 4,39002E7 | 2 | 2,19501E7 | 0,91 | 0,4095 |
| C:topofosis | 4,69316E6 | 1 | 4,69316E6 | 0,19 | 0,6612 |
| D:sexo | 3,3763E7 | 1 | 3,3763E7 | 1,40 | 0,2427 |
| INTERACTIONS | | | | | |
| AB | 1,23893E8 | 6 | 2,06489E7 | 0,86 | 0,5340 |
| AC | 5,53906E7 | 3 | 1,84635E7 | 0,77 | 0,5192 |
| AD | 1,046E8 | 3 | 3,48667E7 | 1,45 | 0,2414 |
| BC | 1,56607E7 | 2 | 7,83035E6 | 0,32 | 0,7244 |
| BD | 1,04235E8 | 2 | 5,21176E7 | 2,16 | 0,1264 |
| CD | 3,92608E6 | 1 | 3,92608E6 | 0,16 | 0,6885 |
| ABC | 2,05732E8 | 6 | 3,42887E7 | 1,42 | 0,2262 |
| ABD | 6,67167E7 | 6 | 1,11195E7 | 0,46 | 0,8337 |
| ACD | 4,99221E7 | 3 | 1,66407E7 | 0,69 | 0,5628 |
| BCD | 1,58473E7 | 2 | 7,92367E6 | 0,33 | 0,7217 |
| ABCD | 2,15764E8 | 6 | 3,59606E7 | 1,49 | 0,2016 |
| RESIDUAL | 1,15818E9 | 48 | 2,41288E7 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 2,25167E9 | 95 | | | |

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of bifurcacio into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since no P-values are less than 0,05, none of the factors or interactions have a statistically significant effect on bifurcacio at the 95,0% confidence level.