

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Ingeniería Técnica Forestal

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

**“CARACTERIACIÓN ENERGÉTICA  
DE *Ulex parviflorus* EN EL TÉRMINO  
MUNICIPAL DE SIETE AGUAS”**

**TRABAJO FINAL DE  
CARRERA**

Autor/es:

**Vicente Jorge Corbín**

Director/es:

**Prof. Dr. José Vicente Oliver**

**GANDIA, 2013**

# ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</b>	1
1.1.1. Aspectos medioambientales	1
1.1.2. Aspectos socioeconómicos	4
1.1.3. Marco Mundial	5
1.1.4. Marco Europeo	6
1.1.5. Marco Nacional	7
1.1.6. Marco Autonómico	8
<b>1.2. ESTADO DEL ARTE</b>	9
<b>2. OBJETIVOS</b>	11
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL</b>	11
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	11
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	12
<b>3.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE <i>ULEX PARVIFLORUS</i></b>	12
3.1.1 Características morfológicas	12
3.1.2. Ecología y distribución	13
<b>3.2 ZONA DE ESTUDIO</b>	14
3.2.1. Situación	14
3.2.2. Localización de la zona de estudio	16
3.2.3. Geografía	17
3.2.4. Climatología	18
3.2.5. Tipos de uso y sobrecarga	23
3.2.6. Geología y litología	24
<b>3.3. SELECCIÓN DE LA PARCELA</b>	25
3.3.1. Criterios de selección	25
3.3.2. Muestreo de la parcela	26

<b>3.4. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE ANÁLISIS</b>	27
3.4.1. Medición de los pies en la parcela	27
3.4.2. Selección de los pies representativos	27
3.4.3. Extracción del material a analizar	28
<b>3.5. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA</b>	29
3.5.1. Equipos de laboratorio	29
3.5.2. Ensayos	32
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	34
<b>4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MASA</b>	34
<b>4.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS</b>	35
<b>4.2.1. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE LA MASA</b>	35
4.2.1.1. Altura total	35
4.2.1.2. Altura de arranque de copa	37
4.2.1.3. Diámetro de la base del tallo principal	39
4.2.1.4. Diámetro de la copa	41
4.2.1.5. Número de tallos	42
4.2.1.6. Histogramas de los principales parámetros morfológicos	43
<b>4.2.2. COMPARATIVA ENTRE LOS PARÁMETROS MORFOLÓGICOS</b>	44
<b>4.2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL MATERIAL DE ENSAYO</b>	48
<b>4.3. CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS</b>	50
<b>4.3.1. CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA PLANTA COMPLETA</b>	52
<b>4.3.2. CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL ENERGÉTICO DEL FOLLAJE Y DEL MATERIAL LEÑOSO</b>	54
<b>5. CONCLUSIONES</b>	59
<b>5.1. POTENCIALIDAD DEL APROVECHAMIENTO</b>	60
<b>5.2. TRANSFORMACIÓN</b>	61

---

<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	62
<b>7. ANEJOS</b>	65
<b>7.1 ANEJO 1: MEDICIONES PARÁMETROS MORFOLÓGICOS</b>	65
<b>7.2 ANEJO 2: PIES REPRESENTATIVOS DEL MATERIAL DE ANÁLISIS</b>	71

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Índice de sensibilidad a la desertificación	3
<b>Figura 2:</b> <i>Ulex parviflorus</i>	12
<b>Figura 3:</b> Mapa de comarcas	14
<b>Figura 4:</b> Mapa de la Hoya de Buñol	15
<b>Figura 5:</b> Imagen satélite	16
<b>Figura 6:</b> Polígono 1 y parcela 520	16
<b>Figura 7:</b> Mapa topográfico de Siete Aguas	18
<b>Figura 8:</b> Diagrama bioclimático correspondiente a Siete Aguas	21
<b>Figura 9:</b> Foto de la parcela de estudio de 2.500 m <sup>2</sup>	26
<b>Figura 10:</b> Mediciones con calibre	27
<b>Figura 11:</b> Mediciones con metro rígido y extensible	27
<b>Figura 12:</b> Biotrituradora modelo BGS 2400	29
<b>Figura 13:</b> Molino modelo IKA-WERKE M20	29
<b>Figura 14:</b> Balanza de precisión modelo METTLER TOLEDO AB 304-S/Fact	30
<b>Figura 15:</b> Horno Mufla modelo “SELECT – HORN”	30
<b>Figura 16:</b> Calorímetro modelo “E2K”	31
<b>Figura 17:</b> Estación de servicio	32
<b>Figura 18:</b> Hilo de combustión	32
<b>Figura 19:</b> Calibración y puesta en marcha calorímetro	32
<b>Figura 20:</b> Muestras trituradas en bolsas de muestreo	32
<b>Figura 21:</b> Función de distribución probabilidad altura total	35
<b>Figura 22:</b> Función de densidad de probabilidad Altura total	35
<b>Figura 23:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) de la Altura total	36
<b>Figura 24:</b> Función de distribución de probabilidad Altura arranque copa	37
<b>Figura 25:</b> Función de densidad de probabilidad Altura arranque copa	37

<b>Figura 26:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) Altura del arranque de copa	38
<b>Figura 27:</b> Función de distribución de probabilidad Diámetro base- tallo principal	39
<b>Figura 28:</b> Función de densidad de probabilidad Diámetro base-tallo principal	39
<b>Figura 29:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) Diámetro base-tallo principal	40
<b>Figura 30:</b> Función de distribución de probabilidad Diámetro copa	41
<b>Figura 31:</b> Función de densidad de probabilidad Diámetro copa	41
<b>Figura 32:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) Diámetro copa	42
<b>Figura 33:</b> Comparativa de histogramas	44
<b>Figura 34:</b> Gráfico de dispersión. Altura total y Altura base – copa	45
<b>Figura 35:</b> Gráfico de dispersión. Altura total y Diámetro copa	45
<b>Figura 36:</b> Gráfico de dispersión. Altura total y Diámetro base	45
<b>Figura 37:</b> Gráfico de dispersión. Altura base - copa y Diámetro base	46
<b>Figura 38:</b> Gráficos de dispersión. Altura base – copa - Diámetro copa	46
<b>Figura 39:</b> Gráficos de dispersión. Diámetro base - Diámetro copa	47
<b>Figura 40:</b> Foto parcela con marcaje de pies seleccionados	49
<b>Figura 41:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS según Fracciones de romero	53
<b>Figura 42:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS Fracciones de <i>Ulex parviflorus</i>	55
<b>Figura 43:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS según Fracciones de <i>Ulex parviflorus</i> (FOLLAJE y MEZCLA)	56
<b>Figura 44:</b> Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS según Fracciones de <i>Ulex parviflorus</i> (TALLO y MEZCLA)	58

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Número de especies incluidas en los Catálogos Valencianos de Especies Amenazadas según categorías de protección y en otras categorías autonómicas y porcentaje respecto a la riqueza citada en la Comunidad Valenciana	2
<b>Tabla 2:</b> Consumo de energía final en la UE-27 en 2010	6
<b>Tabla 3:</b> Creación de empleo atribuida a cada una de las tecnologías renovables, medido como número de puestos de trabajo por unidad de potencia instalada	7
<b>Tabla 4:</b> Biomasa en peso seco para el cálculo de biomasa de la fracción arbustiva	8
<b>Tabla 5:</b> Datos físicos y parámetros climáticos del Municipio de Siete Aguas	19
<b>Tabla 6:</b> Temperaturas medias mensuales de Siete Aguas	20
<b>Tabla 7:</b> Temperaturas medias mensuales de las mínimas absolutas de Siete Aguas	20
<b>Tabla 8:</b> Temperaturas medias mensuales de las máximas absolutas de Siete Aguas	20
<b>Tabla 9:</b> Precipitación media mensual (mm), estación Requena – Rebollar	22
<b>Tabla 10:</b> Pluviometría estacional y anual (mm), estación Requena – Rebollar	22
<b>Tabla 11:</b> Informe de municipio por tipo de uso y sobrecarga 1980–1990	23
<b>Tabla 12:</b> Informe de municipio por tipo de uso y sobrecarga 2000–2010	23
<b>Tabla 13:</b> Estadísticas descriptivas de los principales Parámetros morfológicos	35
<b>Tabla 14:</b> Valores comprendidos entre la media menos desviación típica y media más desviación típica	38
<b>Tabla 15:</b> Selección de pies representativos	49
<b>Tabla 16:</b> Poder Calorífico Superior (MJ / Kg)	51
<b>Tabla 17:</b> Estadísticas descriptivas para PCS (MJ / Kg)	51
<b>Tabla 18:</b> Tabla ANOVA para PCS según Fracciones de aliaga	52
<b>Tabla 19:</b> Tabla ANOVA para PCS según Fracciones 1 y 2	54
<b>Tabla 20:</b> Resumen estadístico para PCS (MJ/Kg) 1 y 2	55
<b>Tabla 21:</b> Tabla ANOVA para PCS según Fracciones 2 y 3	56

---

<b>Tabla 22:</b> Resumen estadístico para PCS (MJ/Kg) 2 y 3	57
<b>Tabla 23:</b> Tabla ANOVA para PCS según Fracciones 1 y 3	57
<b>Tabla 24:</b> Resumen estadístico para PCS (MJ/Kg) 1 y 3	58
<b>Tabla 25:</b> Datos tomados en campo	65
<b>Tabla 26:</b> Datos Altura total	66
<b>Tabla 27:</b> Datos Altura base-copa	67
<b>Tabla 28:</b> Datos Diámetro de la base	68
<b>Tabla 29:</b> Datos Diámetro de la copa	69
<b>Tabla 30:</b> Datos numero de tallos	70
<b>Tabla 31:</b> Conjunto de todos los pies representativos de la masa de estudio	71



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

### 1.1.1. Aspectos medioambientales

#### a) El uso del matorral mediterráneo como biocombustible

Se puede definir la biomasa como la “materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”, es decir, cualquier sustancia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales que resultan de su transformación natural o artificial (IDAE 2007). En la actualidad la biomasa engloba al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de la materia orgánica, quedando por tanto excluidos los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron un origen biológico en épocas remotas (PER 2011).

El Plan 20-20-20, plan de acción energética, es un Acuerdo aprobado por el Parlamento Europeo el 17 de Diciembre de 2008, cuyos principales objetivos son fomentar el uso de la energía procedente de fuentes renovables, la mejora de la eficacia energética y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (IDAE 2011). Por todo ello se tiene que optimizar la biomasa forestal como combustible desde el punto de vista de la energía final (Rueda 2011). Además, se debe tener en cuenta que, las masas forestales, especialmente en la Comunidad Valenciana, están alcanzando una situación preocupante de colapso debido a la falta de aprovechamientos, que influyen en su estructura coetánea y competencia, lo cual provoca una disminución de crecimiento, mayor mortalidad, aumento de riesgos de incendios y plagas. Por tanto extraer esta biomasa es una razonable gestión silvícola de mejora del monte mediterráneo (PATFOR 2011).

Las ventajas de los trabajos de limpieza de los residuos forestales con destino a la producción de biomasa son:

- a. Favorece la regeneración natural de la masa principal.
- b. Facilita la repoblación artificial de la masa forestal.
- c. Posibilita el crecimiento del arbolado.
- d. Mejora la calidad del arbolado y de sus productos derivados.
- e. Disminuye considerablemente el peligro de plagas e incendios.
- f. Facilita el resto de las operaciones silvícolas.
- g. Incrementa la capacidad de aprovechamiento de productos forestales.
- h. Facilita los movimientos por el monte.
- i. Incrementa el hábitat de cierta fauna silvestre.
- j. Mejora estéticamente el monte.

Un aumento destacable de la productividad de los montes ha provocado un incremento de la generación de los residuos de origen forestal, lo que hace necesaria una correcta gestión de los mismos, tanto desde el punto de vista ambiental como socioeconómico (Iglesias 2003). Estos residuos reciben el nombre de “Biomasa Forestal Residual (BFR)”. La adecuada gestión de los recursos del monte y de los residuos generados en él, bien de manera natural, o mediante una explotación controlada, influirán de manera positiva en aspectos fundamentales relativos a la conservación de los montes (IDAE 2007):

- b) Conservación de los espacios forestales, así como de la fauna y la flora que en ellos habitan (Espacios Naturales).

Según CMAAUH (2010b) más del 11 % de las especies de fauna terrestre valenciana y cerca del 3 % de las especies de la flora vascular están amenazadas (Tabla 1) e incluidas en los catálogos valencianos de especies de fauna y flora amenazada.

	En peligro		Vulnerable		Catalogadas n (en peligro o vulnerable)		Protegida		Vigilada (flora) Tutelada (fauna)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<b>Flora vascular</b>	42	1,0 %	83	1,9 %	125	2,9 %	108	2,5 %	160	3,7 %
<b>Fauna terrestre</b>	21	0,3 %	43	0,5 %	64	0,8 %	26	0,3 %	8	0,1 %
<b>Fauna vertebrada terrestre</b>	18	4,1 %	32	7,3 %	50	11,4 %	26	5,9 %	8	1,8 %

**Tabla 1:** Número de especies incluidas en los Catálogos Valencianos de Especies Amenazadas según categorías de protección y en otras categorías autonómicas y porcentaje respecto a la riqueza citada en la Comunidad Valenciana.

**Fuente:** CMAAUH, 2010b

Debido a la presencia de estas especies, y en ocasiones a la aplicación en exceso del principio de precaución, la gestión y el aprovechamiento forestal, en estos ecosistemas, se han visto, de manera habitual, dificultados. Sin embargo, en muchas situaciones, son estos mismos trabajos los que han permitido y favorecido la presencia de estas especies, principalmente derivados de la diversificación de hábitats y creación de mosaicos (apertura de áreas cortafuegos, tratamientos silvícolas, eliminación de biomasa forestal, instalación de puntos de agua, mejoras cinegéticas, etc.) (PATFOR 2011)

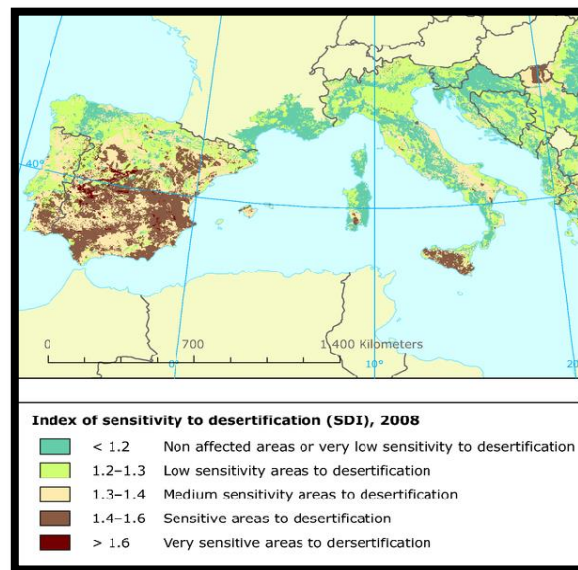
c) Mejora en la prevención de los incendios forestales

La gestión forestal sostenible, específicamente la relacionada con la recogida y limpieza de la biomasa que se acumula en los bosques, proporciona tres ventajas de gran valor ambiental:

1. Reducir el peligro de incendio.
2. Mejorar la utilización de los espacios.
3. Apoyar la regeneración natural de la masa principal.
  - a. Menor riesgo de plagas forestales.
  - b. Mejora de la calidad del arbolado.

En el ámbito de la reducción de incendios, la gestión de la biomasa forestal permitiría reducir el riesgo de incendios en un 70%, teniendo en cuenta que los incendios forestales afectan anualmente entre un 0,2% y un 1,6% del patrimonio forestal español (ENCE 2010). La biomasa permite evitar incendios forestales debido a la limpieza forestal periódica, la recogida de residuos agrícolas y la poda de árboles frutales (IDAE 2007).

La Figura 1 muestra el índice de sensibilidad a la desertificación que muestran las diferentes áreas en Mediterráneo. Las áreas que presentan una sensibilidad moderada o moderada – alta son las zonas de España donde tenemos mayores zonas de matorral.



**Figura 1:** Índice de sensibilidad a la desertificación  
**Fuente:** DISMED (2008)

### 1.1.2. Aspectos socioeconómicos

La implantación de sistemas de producción de biomasa para uso energético en áreas rurales, permite desarrollar una nueva actividad con una base de mercado sin fluctuaciones y con una demanda continua. Tal y como expone el Comité de las Regiones en su dictamen sobre el Libro Blanco de las Energías Renovables, a igual potencia instalada se crean hasta cinco veces más puestos de trabajo con energías renovables que con combustibles convencionales (IDAE 2007).

Este aumento en la oferta de empleo permite fijar una mayor población en los núcleos rurales, evitando algunos de los problemas sociales derivados de la migración hacia las grandes ciudades como son; el abandono de las actividades en el mundo rural, el abandono de los pueblos, la aparición de zonas marginales y desempleo en las grandes ciudades (IDAE 2007).

El aumento de la población y el crecimiento de las industrias locales, facilita la aparición de nuevos servicios e infraestructuras en áreas rurales, tales como, centros de salud y educativos, carreteras, y servicios a la población en general. Esta sinergia aumenta aún más el empleo y la calidad de vida en los núcleos rurales. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, alcanzar los niveles de instalación previstos en el PER (Plan de Energías Renovables) supondría 84 millones de euros de beneficio anual en el medio rural y su potencial se eleva hasta los 225 millones de euros (PER 2011).

Por otro lado, la contribución a una menor dependencia externa en el suministro de combustibles, además de facilitar el desarrollo rural, es una de las bazas macroeconómicas más sobresalientes de la energía procedente de la biomasa. Tanto el uso de biomasa en calefacciones de viviendas unifamiliares, como en calefacciones centralizadas de edificios o en redes de calefacción centralizadas son alternativas viables al consumo de gas natural y otros combustibles fósiles, como el gasóleo de calefacción, que pueden verse favorecidas y ampliadas si se desarrollan normas que promuevan e incentiven su implantación a nivel local, regional y nacional (IDAE 2007).

Un punto clave en la conservación de los montes desde el punto de vista socioeconómico es el fomento del empleo rural. El desarrollo efectivo de la biomasa, tanto en el sector doméstico como en el industrial, puede dar lugar, durante el período de vigencia del Plan de Energías Renovables (2005-2010), a la aparición de 57.000 puestos de trabajo de carácter anual (IDAE 2007).

El desarrollo de la biomasa permite generar nueve empleos inducidos por cada MW instalado. Más del 90% del empleo generado con la promoción de la biomasa para generación eléctrica es rural y forestal (ENCE 2010).

El desarrollo de la biomasa favorece la cohesión y el desarrollo del medio rural en un contexto de reducción de las subvenciones, dichas subvenciones se están reduciendo muy rápidamente en el medio rural, ya que los fondos comunitarios de apoyo a la actividad agrícola en España se han reducido un 9.5% en los años comprendidos entre 2005-2008 (AVEBIOM 2012). Con ello se puede resumir que:

- a. Existe cierta incertidumbre a partir del año 2013 en las ayudas europeas.
- b. La mencionada reducción está provocando un abandono de los cultivos.

- c. El desarrollo de la generación con biomasa es una alternativa para mantener la actividad agrícola y forestal de España.
- d. Genera rentas en zonas donde las ayudas y subvenciones se reducen.
- e. Entrega de certidumbre al medio rural, instalando activos que aseguran la entrega de rentas durante más de 25 años.

### 1.1.3. Marco Mundial

Atendiendo a los datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se observa que algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles. En África, Asia y Latinoamérica representa la tercera parte del consumo energético y para 2.000 millones de personas es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico. Pero, en muchas ocasiones, esta utilización masiva no se realiza mediante un uso racional y sostenible de los recursos, sino como una búsqueda intensa de energía que provoca la deforestación de grandes áreas, dejando al suelo sin defensas frente a la erosión. La propia FAO admite que la mejora del uso eficiente de los recursos de la energía de la biomasa, incluidos los residuos agrícolas y las plantaciones de materiales energéticos, ofrece oportunidades de empleo, beneficios ambientales y una mejor infraestructura rural (FAO 2007). Incluso va más allá al considerar que el uso eficiente de estas fuentes de energía ayudarían a alcanzar dos de los objetivos de desarrollo del milenio: erradicar la pobreza y el hambre y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Volviendo al principio, la biomasa podría ser el vector energético que permitiera el desarrollo de los países pobres, evitando que el aumento del consumo energético asociado a este desarrollo pusiera en peligro el medio ambiente y la seguridad de abastecimiento energético de nuestra sociedad (IDAE 2007).

Es evidente que, un desarrollo de las tecnologías y una planificación adecuada de los aprovechamientos de biomasa, permitiría contrarrestar los efectos perniciosos de este mal uso generalizado y promovería un mercado maduro internacional, generando empleo, mejoras ambientales y el correspondiente desarrollo rural de zonas degradadas (PER 2011)

Las previsiones establecidas, entre otros, por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, establecen que antes de 2100 la cuota de participación de la biomasa en la producción mundial de energía debería estar entre el 25 y el 46% (IDAE 2007).

Según WEC (2008), la contribución de la biomasa (incluyendo usos tradicionales no eficientes) a nivel mundial alcanzaba los 1.194 Mtep de energía primaria, lo que suponía un 10% del total mundial, prácticamente el mismo porcentaje que en el año 2006 donde la biomasa sumaba 1.186 Mtep. Si descontamos la biomasa mediante usos tradicionales, la contribución de todas las energías renovables a nivel mundial baja significativamente, situándose alrededor del 7% del consumo de energía primaria mundial (IDAE 2005).

## 1.1.4. Marco Europeo

El consumo total interior bruto de energías renovables en la UE-27 era casi de 152 millones de toneladas en 2010, de las cuales 118.22 Mtep eran de biomasa (AEBIOM 2012).

- El 12,90% de la demanda total de calor en Europa se cubre con biomasa. La calefacción con biomasa representa más del 93% de toda la producción de calor renovable en Europa.
- La bioelectricidad cubre el 16,85% de toda la demanda de electricidad en forma RES Europa. La cuota de cogeneración fue del 63,59% de toda la electricidad producida con biomasa sólida en 2010.
- 13,2 millones de Tep de biocarburantes consumidos en el sector del transporte en Europa en 2010. El biocombustible es el principal biocombustible en el transporte europeo, con una cuota del 78% del consumo total.
- La producción de pellets de madera en la Unión Europea, aumentó un 20,5% entre 2008 y 2010, alcanzando 9,2 millones de toneladas en 2010. En 2012, se obtuvieron 3,2 millones de toneladas de producción de pellets con la certificación de calidad ENplus.

Según datos de AEBIOM (2012) en España se consumen 5,67 Mtep de biomasa, frente a Alemania que se posiciona como el país con más consumo de biomasa de toda la Unión Europea con 16,19 Mtep. La proporción de biomasa sobre el total de consumo de energía en España se cifra en un 6,26%, por debajo de la media de la UE-27 que es de 8,16%.

	Final Energy Consumption Total Mtoe	Final Energy Consumption Biomass Mtoe	Share of Biomass
EU27	1 153,30	94,07	8,16%
BE	36,43	1,65	4,52%
BG	8,84	0,90	10,12%
CZ	25,62	2,12	8,27%
DK	15,54	2,82	18,13%
DE	217,36	16,49	7,59%
EE	2,91	0,75	25,67%
IE	11,79	0,31	2,61%
EL	19,03	1,00	5,23%
ES	90,60	5,67	6,26%
FR	158,77	13,43	8,46%
IT	124,77	5,76	4,62%
CY	1,92	0,04	1,93%
LV	4,27	1,18	27,54%
LT	4,75	0,93	19,47%
LU	4,30	0,10	2,26%
HU	16,66	1,31	7,86%
MT	0,45	0,00	0,00%
NL	53,98	1,46	2,70%
AT	27,93	4,44	15,88%
PL	66,32	5,52	8,33%
PT	18,16	2,69	14,83%
RO	22,48	3,94	17,51%
SI	4,97	0,62	12,43%
SK	11,59	0,75	6,49%
FI	26,48	7,18	27,10%
SE	34,44	10,06	29,21%
UK	142,95	2,97	2,08%

**Tabla 2:** Consumo de energía final en la UE-27 en 2010 (millones de toneladas) y la proporción de la biomasa

**Fuente:** AEBIOM (2012)

### 1.1.5. Marco Nacional

El aprovechamiento energético de la biomasa forestal es la única alternativa para la generación de empleo a gran escala en España y una importante fuente de financiación del mantenimiento de las masas forestales. Dicho aprovechamiento podría generar una actividad sostenible y anticíclica que ayudaría al mantenimiento del tejido productivo primario de miles de empresas de servicios forestales, ahora que otras actividades industriales como la fabricación de tablero o de pasta de papel reducen su actividad; fortaleciendo de esta manera a dichas industrias (AVEBIOM 2012).

La biomasa es la única energía renovable totalmente gestionable. Es decir no necesita de un soporte de ciclos combinados de gas para poder garantizar su potencia. Por tanto no genera ningún sobre coste al sistema (AVEBIOM 2012).

TECNOLOGIA	2008			2009			2010		
	Personal Directo	MW instalados	Ratio per/MW	Personal Directo	MW instalados	Ratio per/MW	Personal Directo	MW instalados	Ratio per/MW
EOLICA	22.970	16.323	1,41	21.620	18.811	1,15	17.898	19.700	0,91
FOTOVOLTAICA	25.063	3.463	7,24	10.889	3.630	3,00	9.952	3.841	2,59
SOLAR TERMOELECTRICA	761	0	N/A	978		N/A	1.810	532	3,40
HIDRAULICA	1.101	1.981	0,56	1.110	2.014	0,55	1.094	2.027	0,54
BIOMASA - BIOGAS	21.238	587	36,18	21.620	665	32,53	20.122	699	28,79

Fuente: Deloitte y CNE

**Tabla 3:** Creación de empleo atribuida a cada una de las tecnologías renovables, medido como número de puestos de trabajo por unidad de potencia instalada.

**Fuente:** Deloitte (2010) y la CNE (2010)

Los datos de la Tabla 3 muestran la gran capacidad de creación de empleo que supone la valorización energética de la biomasa: entre 36 y 28,7 empleos por MW instalado. Hay que destacar que la generación de empleo aportada por esta actividad se produce principalmente en zonas rurales, ayudando a la fijación de la población en estas áreas, y al desarrollo industrial de las mismas.

Las principales barreras al desarrollo del uso de biomasa forestal con fines energéticos (Cabrera 2012):

- Falta de vínculos entre productor de biomasa y productor de energía.
- Gestión del recurso en régimen de competencia (fábricas de tableros de partículas y fibra, industria del papel).
- Falta de coordinación entre las distintas administraciones involucradas e inflación legislativa que dificulta la puesta en marcha de proyectos.
- Ausencia de incentivos para el desarrollo de la biomasa en origen.
- Competencia frente a combustibles convencionales.
- Apoyo económico a combustibles fósiles. Tanto para producción eléctrica como para producción térmica.
- Falta de tradición en el uso de biomasa térmica por parte de los agentes sociales.

### 1.1.6. Marco Autonómico

Para calcular la biomasa forestal existente en la Comunidad Valenciana se parte de los datos ofrecidos por el tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) y el Mapa Forestal de España 1:200.000 (MFE200). Los datos disponibles de biomasa de especies de matorral encontrados en la bibliografía presentan una elevada heterogeneidad en cuanto a la naturaleza del dato y las unidades de medición, por lo que se ha realizado un análisis de los mismos con el objetivo de emplear aquellos que mayor fiabilidad puedan ofrecer en base a la información disponible de la fracción arbustiva del IFN3 y el MFE200 (PATFOR 2011)

Especie	Dato seleccionado de biomasa en peso seco (g/m <sup>2</sup> )	Referencia	Especie	Dato seleccionado de biomasa en peso seco (g/m <sup>2</sup> )	Referencia
<i>Calicotome spinosa</i>	207,0	Blanco & Navarro, 2003	<i>Phill. angustifolia</i>	901,6	Blanco & Navarro, 2003.
<i>Cistus albidus</i>	1263,0	CEAM, 2009	<i>Pistacia lentiscus</i>	1966,0	Navarro & Blanco, 2006.
<i>Cistus clusii</i>	1263,0	CEAM, 2009	<i>Quercus coccifera</i>	1816,0	CEAM, 2009
<i>Cistus ladanifer</i>	1263,0	CEAM, 2009	<i>Quercus ilex</i>	2580,0	García Plé <i>et al</i> , 1989
<i>Cistus mons.</i>	1263,0	CEAM, 2009	<i>Retama shaerocarpa</i>	6505,66	Castro <i>et al</i> , 1996
<i>Cistus salvifolius</i>	1263,0	CEAM, 2009	<i>Rhamnus oleoides</i>	1670,5	Blanco & Navarro, 2003.
<i>Cistus spp.</i>	1263,0	CEAM, 2009	<i>Rosmari. officinalis</i>	1748	CEAM, 2009
<i>Daphne gnidium</i>	803,1	Blanco & Navarro, 2003	<i>spp pastizal</i>	305	Martínez <i>et al</i> , 2006
<i>Dory. pentaphyllum</i>	350,4	Dopazo, 2008	<i>Stipa tenacissima</i>	775,6	Gauquelin <i>et al</i> , 1996
<i>Erica arborea</i>	1143,0	Navarro & Blanco, 2006	<i>Teline linifolia</i>	696,6	Blanco & Navarro, 2003.
<i>Erica multiflora</i>	1143,0	Navarro & Blanco, 2006	<i>Thymus vulgaris</i>	352,1	Dopazo, 2008
<i>Erica scoparia</i>	1143,0	Navarro & Blanco, 2006	<i>Ulex parviflorus</i>	1579,0	CEAM, 2009
<i>Erica spp.</i>	1143,0	Navarro & Blanco, 2006	<i>Viburnum tinus</i>	512,7	Blanco & Navarro, 2003.
<i>Erinacea anthyllis</i>	5624,5	Blanco & Navarro, 2003	<i>Maquia densa</i>	2895	Basanta, 1982

**Tabla 4:** Biomasa en peso seco para el cálculo de biomasa de la fracción arbustiva  
**Fuente:** diversos autores

A nivel autonómico, destacar también el Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana (PATFOR 2011), donde se establecen las directrices de ordenación y gestión de los montes de la comunidad en base a sus posibles aprovechamientos, entre ellos la biomasa forestal.



## 1.2. ESTADO DEL ARTE

La información sobre la especie de trabajo es escasa, y el número de estudios que están relacionados con la misma es reducido. Por ello, se va a tratar de mencionar características y cualidades de dicha especie, recogidas en las publicaciones de referencia analizadas en el estado del arte.

Los matorrales se encuentran por lo general en suelos desarrollados sobre margas. Estos suelos son generalmente profundos, calcáreos y sin excesivos afloramientos rocosos. La mayor parte de estos suelos se han cultivado mediante terrazas, incluso en las zonas montañosas. En la actualidad, la agricultura en zonas marginales de secano, generalmente al lado del cinturón forestal, ha sido abandonada y la vegetación se mantiene por el fuego recurrente. Estas áreas requieren un largo periodo sin incendios para ser colonizadas por arbustos rebrotadores y árboles (Santana et al. 2010).

La regeneración post-incendio del matorral, en el marco de un proceso de autosucesión, presenta dos grandes tipologías, dependiendo de la estrategia reproductiva de las especies dominantes. Por una parte, están las comunidades donde predominan las especies rebrotadoras, como los coscojares y los lentiscares. Estas comunidades son ricas en especies que rebrotan con eficacia después del fuego. En contraste con estas formaciones, existen las comunidades donde predominan especies germinadoras, especialmente la aliaga (*Ulex parviflorus*), las jaras (*Cistus sp.*), o el romero (*Rosmarinus officinalis*) como especies muy abundantes. La contribución de las especies germinadoras al recubrimiento vegetal es muy pobre el primer año después del incendio, especialmente cuando el otoño es seco (Abad et al. 1996).

Vallejo y Alloza (1998) realizaron un amplio análisis de la capacidad de este tipo de vegetación para responder a los incendios que se produjeron en la Comunidad Valenciana en 1991. Encontraron que la cubierta vegetal media registrada era sólo el 40,5% durante el primer año. Tres años después del incendio sólo era del 54,7%.

*Ulex parviflorus* es una especie germinadora obligada, que nunca se regenera mediante rebrote. Únicamente en condiciones de podas suaves puede llegar a recuperar los niveles de biomasa anteriores (Sanchez-Vazquez, 1988).

La masa de aulagar se instala fácilmente en los cultivos abandonados tras el incendio. En estos medios, las especies rebrotadoras han sido arrancadas para la instalación del cultivo y tras el paso del fuego *Ulex parviflorus* no encuentra ningún tipo de competencia y desplaza el resto de germinadoras, excepto a las arbóreas como el caso de los pinos. En los pinares maduros, con niveles de sombra mayores, los crecimientos de *Ulex parviflorus* son muy pobres y con producciones de semillas más bajas, sin embargo tras el incendio de estos pinares las semillas que germinan producen individuos vigorosos que formarán un denso aulagar.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del trabajo es:

Caracterizar energéticamente, la especie forestal *Ulex parviflorus*. en el término municipal de Siete Aguas.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar el objetivo general, el trabajo persigue los siguientes objetivos específicos u operativos:

1.- Estudiar la distribución de *Ulex parviflorus*. en el término municipal de Siete Aguas.

2.- Establecer un muestreo representativo de la especie en el área de estudio para su caracterización morfológica y energética.

3.- Evaluar el crecimiento en altura y diámetro de *Ulex parviflorus*.

4.- Caracterizar energéticamente la especie de estudio *Ulex parviflorus* en sus diferentes fracciones

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE *ULEX PARVIFLORUS*.

La aliaga (*Ulex parviflorus*) es una fabácea. Existen unas 20 especies propias del territorio Atlántico europeo y de la parte occidental de la región Mediterránea. *Ulex parviflorus*, es una especie pirófito y germinadora obligada, primera colonizadora de las etapas post-incendio y que juega un papel importante en los ecosistemas mediterráneos terrestres.

##### 3.1.1. Características morfológicas

“Sufrútice o arbusto de hasta 2 m de altura, erecto, con ramificación cerrada y densa, con ramas todas semejantes, o abierta y con largos tallos floríferos, el porte de la planta varía considerablemente, según el medio en que se desarrolle, verde blanquecino o amarillento. Tallos y ramas vilosos, con pelos  $\pm$  patentes, curvos o crespos, pubescentes o glabrescentes; espinas primarias de hasta 3 cm, rectas o algo arqueadas, alternas, desde casi sin espinas secundarias en los tallos floríferos hasta con espinas secundarias  $\pm$  abundantes; espinas secundarias de hasta 1 cm, rectas o ligeramente arqueadas, alternas, subopuestas u opuestas, regularmente dispuestas a lo largo de la primaria (a veces solo en la mitad inferior), ni fasciculadas, ni trifurcadas; espinas glabras, glabrescentes, o con pelos largos, curvos, y  $\pm$  patentes. Filodios primarios de hasta 4 mm, rígidos, espinescentes, de triangular-lanceolados a linear-lanceolados, de patentes a aplicados sobre su espina, glabrescentes; filodios secundarios de hasta 2,5 mm de longitud, lanceolados. Bractéolas 0,5-2 x 0,5-1 mm; pedicelo 2-4,5mm. Cáliz (6,5) 7.10 mm, de glabrescente a pubescente, con pelos  $\pm$  largos, blanquecinos o de un castaño claro, curvos, aplicados a patentes; labio superior 2-3 mm de anchura, subredondeado o  $\pm$  atenuado hacia la base; labio inferior atenuado, frecuentemente con una constricción neta cerca de la base. Estandarte 8,5-10 x 4,5-7 mm, tan largo como el cáliz o poco mayor, glabro; alas 6,5-9 x 2-2,5 mm; quilla 8,5 x 2-3,3 mm, más largas que las alas. Fruto 8,5-9 x 4-4,5 mm, tan largo como el cáliz o algo mayor, oval-oblongo, con 1-2 semillas. Semillas 2,5-3,4 x 1,6-2,2 mm” (Castroviejo, 1999)



**Figura 2:** *Ulex parviflorus*

### 3.1.2. Ecología y distribución.

Es un arbusto muy frecuente y abundante en la Comunidad Valenciana, siempre que exista influencia marítima en el ambiente (maresia) ya que es muy sensible a la continentalidad (Stübing & Peris, 1988). Muy común en zonas próximas al litoral, va extinguiéndose gradualmente a medida que se progresa hacia el interior del territorio y deja de sentirse la influencia del viento procedente del mar. Es indiferente a la naturaleza del sustrato, aunque vegeta mejor en suelos ricos en bases y prefiere suelos profundos (Mateo & Figuerola, 1987).

“Su área de distribución es el Mediterráneo occidental. (*Romarinetalia, Lavanduletalia stoechadis*). En Cataluña se encuentra en las comarcas marítimas, internándose en algunas zonas, la altitud varía entre 0-800 (1000) m. En el País Valenciano: Desde el puerto de Morella y el Bajo Maestrazgo a las montañas Diánicas y al “territorio serránico y lucéntic”, la altitud varía entre 0-1250 m. En las Islas Baleares: Ibiza, la altitud entre 0-300 m” (Bolos & Vigo, 1984).

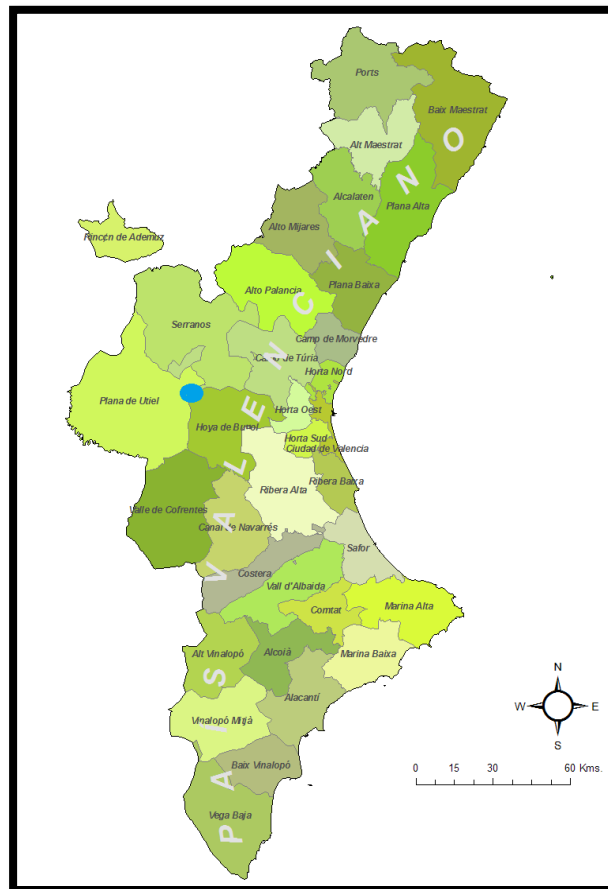
El aulagar es un matorral alto, formado principalmente por especies germinadoras, que ocupan territorios más o menos perturbados, en los que la especie *Ulex parviflorus* es claramente dominante frente al resto de especies. En las primeras etapas de la sucesión, en la que encontramos comunidades juveniles, aporta el 45% de la cobertura total. Aunque el nivel de protección que ejerce, según Abad et al. (1996), en estas fases, al suelo no es excesivamente alto a pesar de ser una especie oportunista invasora.

### 3.2. ZONA DE ESTUDIO

#### 3.2.1. Situación

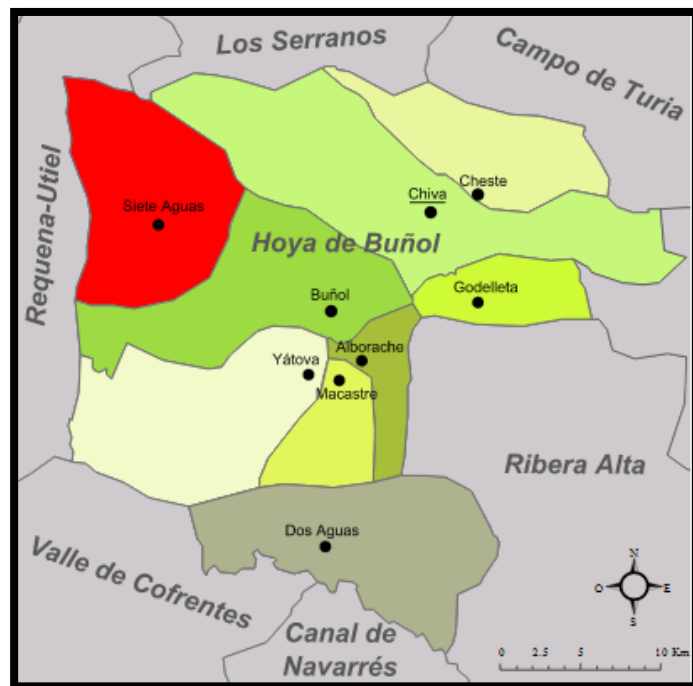
La villa de Siete Aguas forma parte de la comarca central valenciana de la Hoya de Buñol-Chiva, junto a Alborache, Buñol, Chiva, Cheste, Dos Aguas, Godelleta, Macastre y Yátova.

Está situada a 39° 28' 17" de latitud y a 2° 46' 20" de longitud. Limita al Norte con los términos de Gestalgar y Chera, al Este con los de Chiva y Buñol, al Sur con el de Buñol y al Oeste con el de Requena (Figura 5).



**Figura 3:** Mapa de Comarcas

Su término municipal tiene una extensión de 109,75 Km<sup>2</sup>. Dista de la ciudad de Valencia en 52,4 Km en dirección Oeste y se encuentra a 700 metros de altitud media sobre el nivel del mar (Domingo 2001).



**Figura 4:** Mapa de la Hoya de Buñol

Como podemos observar en la Figura 6, Siete Aguas, linda por el Noroeste con Requena – Utiel, por el Sureste con el municipio de Buñol y por el Noreste con Chiva.

### 3.2.2. Localización de la zona de estudio

La parcela de estudio está situada en el Termino Municipal de Siete Aguas, concretamente en la Parcela 520 del Polígono 1, de la partida de Las Basetas. La superficie total de dicha parcela es de 6.934 m<sup>2</sup>, de la cual se marcará una subparcela de 2.500 m<sup>2</sup> dentro de los cuales la Fracción de Cabida Cubierta (Fcc) deberá ser mayor del 85%.

Según datos del GPS, la parcela de estudio se sitúa a una latitud de 39,5087 y una longitud de -0,9416. La parcela está a 758,72 metros de altura sobre el nivel del mar.

En la siguiente imagen, se puede observar el punto exacto donde se localiza la parcela de estudio.



**Figura 5:** Imagen satélite



**Figura 6:** Polígono 1 y parcela 520

**Fuente:** Goolzoom (2012)

### 3.2.3. Geografía

Siete Aguas está situado en el escalón montañoso que separa la comarca de la Hoya de Buñol de la Meseta de Requena. El relieve es muy accidentado, irregular y montañoso. Las únicas zonas llanas se encuentran hacia el O y son una prolongación de la cuenca terciaria que constituye la Meseta de Requena. En la zona septentrional se levantan varias sierras de NO a SE. Por el NO cierran el término las sierras de Santa María y el Pico del Tejo, con alturas superiores a los 1.200 metros, (Peñarubia de 977 m., el Alto del Malén de 1.037 m. y Santa María, de 1.137 m.), así como la Sierra de La Cabrera. El Pico del Tejo (1.251 metros) recibe este nombre por abundar en sus laderas el *Taxus baccata* (tejo) (Domingo 2001).

Por el Sur, y formando límite natural con el término de Buñol, se levanta la Sierra de Malacara, un relieve calcáreo que supera los 1.100 metros de altitud, compuesta por materiales cretáceos con su punto más elevado en el pico La Nevera, de 1.118 metros. En las dos sierras anteriores predominan los pliegues jurásicos de orientación ibérica, muy ricos en materiales fósiles (Blasco 1988).

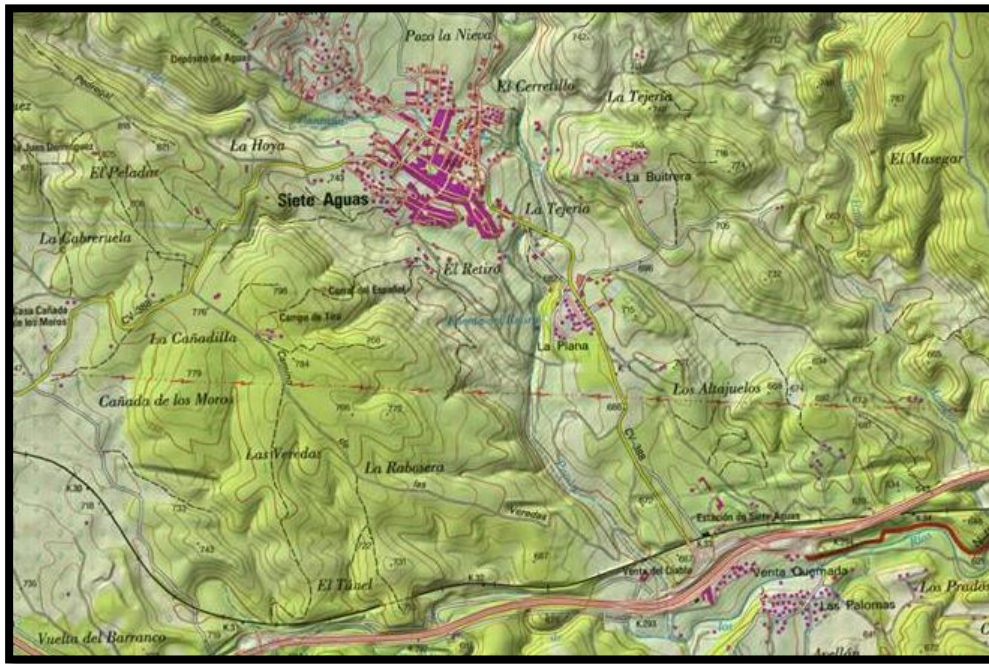
El terreno sobre el que se sitúa el término, pertenece a las Eras Secundaria o Mesozoica y Terciaria o Neozoica, habiéndose encontrado fósiles de la Era Secundaria como Ammonites y Belemnites. Hay margas, areniscas y arenas, depósitos de yeso, conglomerados, rocas calizas y mármoles pertenecientes al Mesozoico. Del Neozoico predominan los conglomerados de arenas, arcillas y margas (Domingo 2001).

Según Cavanilles (1797) *en Siete Aguas se encuentran los más altos y fragosos montes de la Hoya de Buñol y todos estos montes son calizos, hay colinas de yeso, cañadas y barrancos fértiles.*

De los 109,75 Km<sup>2</sup> de extensión total del término, 41 Km<sup>2</sup> están ocupados por la Sierra de Las Cabrillas, lo cual da una idea de lo agreste del paisaje. Esta sierra de quebradas vertientes y rocosas cimas, forma un abrupto macizo de picos que, en ocasiones, sobrepasan el millar de metros de altitud. Como dato señalar que el 40 % de la extensión del término lo ocupa la sierra de Las Cabrillas, y casi el 80 % no es cultivable (superficie forestal, pastos y zonas eriales o improductivas) (Domingo 2001).

En la zona menos montañoso, en el centro del término municipal, se sitúa el núcleo urbano, donde hay pequeñas llanuras terciarias, como la Cañadica, y lomas atravesando por unos cuantos barrancos, los cuales han depositados progresivamente materiales cuaternarios en sus lechos.





**Figura 7:** Mapa topográfico de Siete Aguas

**Fuente:** Terrasit.gva

### 3.2.4. Climatología

El clima de Siete Aguas es una mezcla del clima mediterráneo y del clima de montaña. Según Cavanilles (1797) *por todas partes se respira aire puro, frío en los puntos y templado en las hoyas*.

En condiciones normales suele nevar un par de veces al año y solo una de esas veces la nieve permanece durante varios días, llegándose a veces a quedar totalmente aislada la población exterior, tanto por circulación vial como telefónica, además de observarse numerosas irregularidades en el fluido eléctrico (Grau 2008).

Los veranos son secos y cálidos, dadas las especiales condiciones de relieve y altitud: el casco urbano se halla a 700 m. sobre el nivel del mar. No obstante, las noches verano suelen ser frescas (Grau 2008). Así, en condiciones normales, la temperatura suele ser 3 ó 4 grados sistemáticamente inferior a Valencia capital, a causa de la diferencia de altitud. Esta diferencia todavía se acusa más en las noches estivales.

Los vientos predominantes son: el viento del norte, llamado Cierzo, frío y seco; el del noreste, llamado Matababras, que arrecia en los temporales; el del este o Levante, cálido y húmedo, que en las tardes veraniegas produce una sensación de bienestar, y el viento del oeste o Poniente, causante del bochorno estival. Los vientos procedentes del sur son más bien escasos (Grau 2008).

## A) PARÁMETROS CLIMÁTICOS

	Altitud (m)	Pendiente (%)	Pluviometría Anual (mm)	ETP anual	Temp. media de las mín. del mes más frío (C°)	Temp. media anual (C°)	Temp. media de las máx. del mes más cálido (C°)	Factor R (Erosividad de la lluvia)	Duración del periodo cálido en n° de meses	Duración del periodo frío o de heladas en n° de meses
SIETE AGUAS	804	22,81	673	734	1.90	13,10	29,40	188	1	6

**Tabla 5:** Datos físicos y parámetros climáticos del Municipio de Siete Aguas

**Fuente:** Estación meteorológica del Rebollar

Los datos de la estación meteorológica del Rebollar (estación meteorológica más cercana al Municipio de Siete Aguas) nos indican que, tenemos una pluviometría de 673mm anuales de precipitación en forma de lluvia. La temperatura media anual es de 13,10 °C. La altitud es de 804 metros sobre el nivel del mar.

La Tabla 6, muestra una comparativa de las temperaturas medias mensuales, de las temperaturas medias mensuales de las mínimas absolutas y de las medias mensuales de las máximas absolutas.

Temperaturas medias mensuales (°C)														
Nombre	Clave	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
REQUENA	8313	6,2	7,7	10,1	12,1	15,9	20,3	23,9	23,9	20,2	15,0	9,8	6,6	14,3

**Tabla 6:** Temperaturas medias mensuales de Siete Aguas

Temperatura media mensual de las mínimas absolutas (°C)														
Nombre	Clave	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	MÍNIMA ANUAL
REQUENA	8313	-4,4	-3,9	-1,9	0,6	4,0	8,5	12,1	12,1	8,0	3,4	-1,5	-4,1	-6,4

**Tabla 7:** Temperaturas medias mensuales de las mínimas absolutas de Siete Aguas

Temperatura media mensual de las máximas absolutas (°C)														
Nombre	Clave	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	MÁXIMA ANUAL
REQUENA	8313	16,2	19,7	23,7	24,5	28,3	32,8	36,2	36,4	32,1	25,1	19,8	15,5	37,3

**Tabla 8:** Temperaturas medias mensuales de las máximas absolutas de Siete Aguas

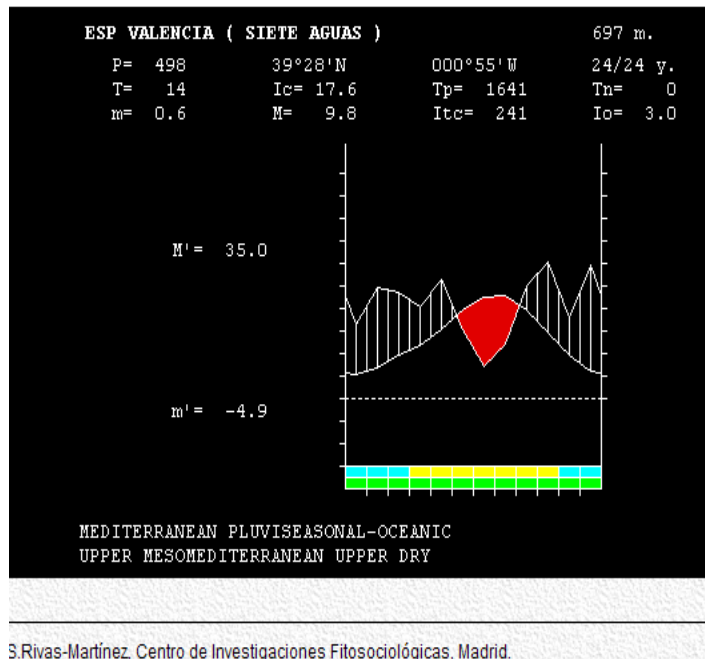
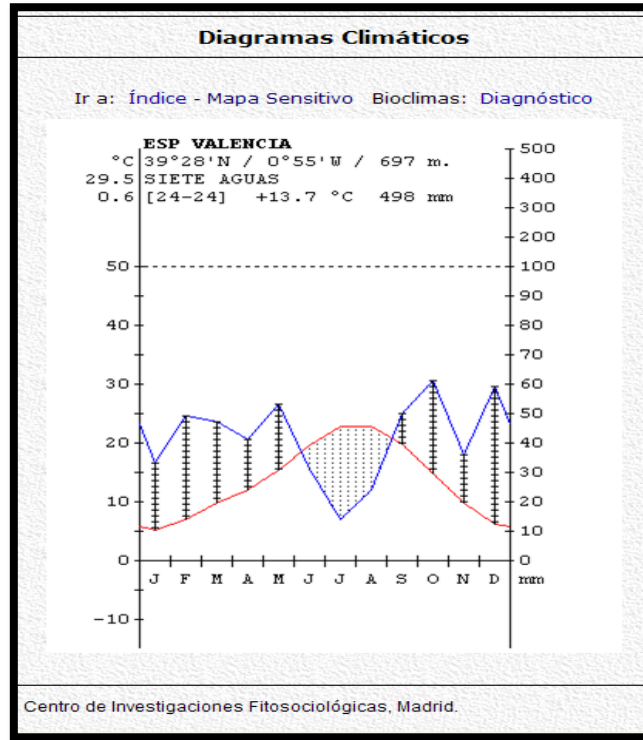
En la Tabla 6, como podemos observar la temperatura media anual es de 14,3°C. A continuación, tenemos las Tabla 8 y 9 donde respectivamente vienen dadas, la temperatura mínima anual (-6,4°C) y la temperatura máxima anual (37,3°C).

El mes que presenta temperaturas más bajas, es el mes de Enero (-4,4°C), por el contrario el mes que presenta temperaturas más elevadas es el mes de Agosto (36,4°C).

Los datos definidos en las tablas anteriores, han sido obtenidos de la Estación meteorológica más cercana al término de Siete Aguas (Estación de Requena-Rebollar).

B) BIOCLIMA: Índices y Diagramas bioclimáticos

Según Rivas-Martínez (2004) el bioclima de Siete Aguas se corresponde con un Bioclima Mediterráneo Pluviestacional-oceánico. Su ombrotipo pertenece al Mesomediterráneo superior seco.



**Figura 8:** Diagrama bioclimático correspondiente a Siete Aguas Rivas-Martínez (2004)

## C) PRECIPITACIONES

A continuación se presentan los datos pluviométricos de la estación de REQUENA REBOLLAR (Precipitación Media Mensual P.P.M. (mm)).

MESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOT AL
P.M.M (mm)	59,2	27,2	25,8	55,3	45,8	28,3	14,9	21,9	50,9	<b>72,7</b>	58,4	<b>63,7</b>	524, 1

**Tabla 9:** Precipitación media mensual (mm), estación Requena - Rebollar

Según la Tabla 9, se da un máximo de precipitaciones en Octubre (72,2 mm.) coincidiendo con la entrada del Otoño. En Diciembre se da un nuevo máximo (63,7mm.) pudiendo englobarse también las precipitaciones de nieve, que coinciden con el mes de Diciembre y Enero (59,2 mm.).

La estación meteorológica de REQUENA REBOLLAR, nos ofrece datos pluviométricos según las estaciones del año.

NOMBRE	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	TOTAL
<b>Pluviometría Estacional y Anual (mm)</b>	126,9	65,1	<b>182</b>	150,1	524,1

**Tabla 10:** Pluviometría estacional y anual (mm), estación Requena – Rebollar

Confirmando los datos de la Tabla 10, definimos que la estación con mayores picos de precipitación es otoño con 182 mm. El total de precipitaciones anual es de 524,1 mm.

## 3.2.5. Tipo de uso y sobrecarga

En las tablas 12 y 13 se muestra los datos relativos a los tipos de uso que presenta el terreno en el Municipio de Siete Aguas y su correspondiente sobrecarga.

Uso y Sobrecarga	Superficie (Ha)
Coníferas	4.121,4
Coníferas asociadas con otras frondosas	214,1
Frutales en secano	770,8
Huerta o cultivos forzados	44,8
Improductivo	83,8
Labor en secano	373,9
Matorral	3.686,7
Matorral asociado con coníferas	872,2
Matorral asociado con frondosas	129,5
Viñedo asociado con frutales en secano	34,9
Viñedo asociado con olivar en secano	9,1
Viñedo en secano	722,9
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>11.064,4</b>

**Tabla 11:** Informe de municipio por tipo de uso y sobrecarga 1980 - 1990

Uso y Sobrecarga	Superficie (Ha)
Coníferas	765,2
Frutales en regadío	1,6
Frutales en secano	594,4
Huerta o cultivos forzados	40,2
Improductivo	197,4
Labor en secano	480,4
Matorral	2712,9
Matorral asociado con coníferas	5861,1
Olivar en secano	18,9
Pastizal	18,1
Pastizal - Matorral	21,8
Viñedo en secano	352,3
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>11.064,4</b>

**Tabla 12:** Informe de municipio por tipo de uso y sobrecarga 2000 - 2010

Observando los datos de las tablas 11 y 12 se puede determinar la tendencia de los tipos de usos en Siete Aguas.

En los años 80, había 765,2 Ha de coníferas en las que predominan el pino carrasco (*Pinus halepensis*), la sabina negral (*Juniperus phoenicia*), el enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus*) como los más característicos de la zona. En la actualidad, dichas coníferas se han expandido alcanzando una magnitud de 4121,4 Ha.

La presencia de matorral es muy importante en el término municipal, ocupando en la actualidad más de la mitad del territorio. Además se puede observar que ha aumentado considerablemente. Por el contrario, el matorral asociado a coníferas a reducido extensión de 5861,1 Ha a 872,2 Ha en la actualidad. Esto puede ser debido al gran incendio que hubo en Siete Aguas en el año 1994, donde las especies más afectadas fueron las aliagas (*Ulex parviflorus*), la coscoja (*Quercus coccifera*), el romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y el cerrillo (*Hiparrhenia hirta*). Esta formación pertenece a una comunidad de matorral típico mediterráneo.

Una tendencia arraigada a la zona, es la aparición de un mayor número de hectáreas de viñedo en secano, ya que nos encontramos muy próximos a la Plana de Utiel-Requena donde hay una elevada producción de vino.

### 3.2.6. Geología y Litología

Por el reconocimiento de sus fósiles, sabemos que estos terrenos pertenecen a las Eras Secundaria o Mesozoica y Terciaria o Neozoica. Así, se han encontrado Ammonites y Belemnites, fósiles característicos de la Eras Secundaria. La mayoría de los fósiles se encuentran a flor de tierra, pero, a veces es preciso excavar para encontrarlo. Los restos fosilíferos suelen desaparecer, quedando sobre las rocas impresiones del espacio que ocuparon, denominándose moldes. También hay margas, areniscas y arenas, depósitos de yeso, conglomerados, rocas calizas y mármoles pertenecientes al Mesozoico. Los sedimentos del Neozoico son poco coherentes y de tonalidades claras. Sus materiales están superpuestos a los terrenos de las Eras anteriores. Predominando los conglomerados de arenas, arcillas y margas. En el ámbito del paraje dominan los materiales del cretácico; generalmente se encuentran dolomías sacaroideas, compactas o friables, con excepción de una franja estrecha situada al sur donde aparecen calizas gris claro, localmente dolomíticas (Domingo 2001).

Tectónicamente el área está bastante fragmentada al este del término, en la Sierra de Malacara. Una de estas fallas, con orientación N-S, coincide aproximadamente con el linde del paraje del Fresnal. La Sierra de Malacara se sitúa en la zona centro-occidental de la provincia de Valencia, sirviendo como límite entre dos comarcas bien diferenciadas, como son las de la Plana de Requena-Utiel, al O, y la Hoya de Buñol-Chiva, al E.

Desde el punto de vista geológico, la sierra de Malacara es una estructura anticlinal cuyo núcleo son las calizas del Jurásico medio (Dogger). Su dirección es aproximadamente NE-SE (similar, por tanto, a la alineación tectónica de toda la Cordillera Ibérica), hundiéndose su eje hacia el sureste. Al profundizar los materiales del núcleo en esa dirección, van aflorando paulatinamente los materiales cretácicos de sus flancos (Domingo 2001).

### 3.3. SELECCIÓN DE LA PARCELA DE ESTUDIO

#### 3.3.1. Criterios de selección

Tras la realización de un estudio de campo de diferentes zonas del término municipal de Siete Aguas en las cuales está presente la aliaga, se identificaron las zonas más importantes que fueron 14. De ellas se descartaron 11 por no cumplir con uno o varios de los principales criterios de selección. Finalmente seleccionamos, en una zona representativa, un rodal que cumple con todos los criterios de selección para el estudio, que son:

- a. Fracción de Cobertura Cubierta mayor de 85%. Grado de recubrimiento del suelo por la proyección vertical de las copas del arbolado. Se expresa en tanto por ciento.

$$Fcc (\%) = (Sc \times 100) / St$$

Sc: equivale a la superficie de proyección de copas.

St: equivale a la superficie del terreno, corresponde al área del cuadrado.

- b. Altitud comprendida entre 500 y 800 m.s.n.m.
- c. Superficie de 50m x 50m (superficie representativa del total del área de la parcela 5.371 m<sup>2</sup>). La subparcela presenta un área de 2.500 m<sup>2</sup> suficiente para realizar el estudio.
- d. La orientación idónea para la especie de estudio debería ser la predominante (NE-SE).

La parcela de estudio se localiza en el Término municipal de Siete Aguas, más concretamente en la partida de “Las Balsetas” polígono 1 y parcela número 520.

Tiene un área de 2.500 m<sup>2</sup>, con más de un tercio de la superficie ocupada por pies de *Ulex parviflorus*.

Los lados del cuadrado que forman la parcela de estudio han sido medidos mediante una cinta métrica de 50 m.

La parcela de estudio es un campo de cultivo abandonado, en el que podemos encontrar aliaga (*Ulex parviflorus*), romero (*Rosmarinus officinalis* L.), jara blanca (*Cistus albidus*) y varios pies menores de pino carrasco (*Pinus halepensis*). Los porcentajes de ocupación son:

- Aliaga: 90%
- Romero: 3%
- Jara blanca: 3%
- Pino carrasco: 4%





**Figura 9:** Foto de la parcela de estudio de 2.500 m<sup>2</sup>

### 3.3.2. Muestreo de la parcela

En este apartado se definen los criterios a seguir para elegir la parcela de estudio y los individuos seleccionados.

1°.- Se demarca una parcela de 50 m x 50 m en el Termino Municipal de Siete Aguas. Dicha parcela presenta una Fracción de Cobertura (Fcc) del 85% para *Ulex parviflorus*.

2°.- Se realiza una elección aleatoria de 50 individuos de la especie de estudio (*Ulex parviflorus*). Siendo indiferentes: la altura, el diámetro basal y el diámetro de copa.

3°.- Se llevan a cabo las mediciones de altura total, altura desde la base hasta que comienza la copa, diámetro de la copa de cada individuo seleccionado, diámetro de la base del tallo principal y conteo del número de tallos.

4°.- Dichas mediciones ayudarán a seleccionar los individuos representativos de la especie (*Ulex parviflorus*), en la parcela de estudio.

### 3.4. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE ANÁLISIS

#### 3.4.1. Medición de los pies en la parcela

La medición del diámetro en la base de cada uno de los pies seleccionados se realiza mediante un calibre o pie de rey con precisión de 0,1mm.

En las medidas de altura total y diámetro de la copa, se utiliza un metro rígido y extensible. Dicho metro ayudará a realizar medidas de altura total de la planta y medidas del diámetro de la copa (cm.)



**Figura 10:** Mediciones con calibre



**Figura 11:** Mediciones con metro rígido y extensible

#### 3.4.2. Selección de los pies representativos

El diámetro del tallo principal en la base, diámetro de la copa, número de tallos por individuo, la altura total, y altura desde la base al punto de arranque de la copa, son parámetros morfológicos, los cuales se miden en campo.

La medición del diámetro de la base del tallo principal se lleva a cabo mediante la utilización de un calibre o pie de rey. Para ello se coloca el calibre en la zona más baja del diámetro basal. Las medidas del diámetro basal en los individuos de la parcela varían entre 0,8 y 7,3 cm. La media de los diámetros en la base del tallo es de 2,4 cm.

La medida del diámetro de la copa se realiza con un metro rígido y extensible que alcanza una longitud de 3 metros. Se coloca la cinta métrica sobre la copa y se toma la medida que dista entre los extremos de las dos ramas más alejadas de la copa. Dicha medida varía entre 23 y 138 cm. La media de los diámetros de la copa tomados en los 50 pies de aliaga representativos de la masa es de 64,78 cm.

Para computar el número de tallos que presenta cada aliaga se usa una metodología basada en la contabilización de tallos por individuo. El número de tallos por aliaga oscila entre 1 y 4. La media obtenida es de 1,7 tallos por aliaga.

La altura total es medida con el mismo metro rígido y extensible anteriormente nombrado. Para ello, se apoya el metro en el suelo, colocándolo lo más próximo al tallo posible y se toma la medida que marca la rama más alta. Se puede observar en la parcela que las alturas oscilan entre 31 – 173 cm. de altura. La media de las alturas de las 50 medidas tomadas es de 118,77 cm.

El punto de arranque de la copa se mide siguiendo el mismo método que con la altura total. El metro, rígido y extensible, es colocado sobre el terreno, muy próximo al tallo. Se toma la medida cuando la aliaga empieza a ramificarse. Las medidas del punto de arranque de la copa oscilan entre 10 y 105 cm. La media de dicha altura para los 50 individuos medidos es de 39 cm.

### 3.4.3. Extracción del material a analizar

Gracias a las medidas extraídas de los 50 individuos preseleccionados se puede apreciar que las plantas que representan a la masa de estudio cumplen con unos criterios estadísticos para, alturas y diámetros. Las mediciones de los 50 individuos preseleccionados son sometidas a diferentes cálculos de medias y desviaciones típicas. Con estos valores se obtienen intervalos de confianza para cada medición realizada. Con ello, se discriminan los pies que están fuera del intervalo, de modo que la selección de los más representativos se verá reducida a sólo unos pocos pies. En este estudio solo se cortan y extraen de la masa tres pies seleccionados de forma aleatoria.

La extracción se realiza manualmente, ya que no se trata de ejemplares complicados de manipular.

Posteriormente, se trasladan en un vehículo particular al laboratorio del Instituto de Ingeniería Energética (IIE) de la Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI) de la UPV.

Una vez realizado el proceso de muestreo en campo, se trasladan los pies representativos de la masa de estudio al laboratorio del IIE de la UPV para realizar las diferentes mediciones de Poder calorífico.

### 3.5. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

#### 3.5.1. Equipos de laboratorio

Los pies representativos se cortan usando unas tijeras de podar y un serrucho para madera. Se trasladan al laboratorio del IIE de la UPV. En el laboratorio de biomasa del IIE se separan las partes lignificadas (tallos) de las no lignificadas (follaje). Se tritura cada fracción por separado. Para ello se utiliza una biotrituradora Garland modelo BGS 2400.



**Figura 12:** Biotrituradora modelo BGS 2400

Las características de la biotrituradora son:

- Motor eléctrico de 2.400 vatios.
- El diámetro de trituración es de 4 cm.
- Revoluciones: 44 r.p.m.
- Peso: 28 kg.

Debido a que las dimensiones de las astillas obtenidas son mayores a las requeridas para los ensayos de poder calorífico, se emplea el molino modelo IKA-WERKE M20 con para conseguir una mayor trituración. Es un molino de carga utilizado para moler sustancias duras o quebradizas en seco y con pocas pérdidas.



**Figura 13:** Molino modelo IKA-WERKE M20

Las características técnicas del molino son:

- Velocidad máxima de 20.000 r.p.m.
- Máximo tamaño en grano del producto: 7 mm.
- Dimensiones: 170 x 350 x 170 mm.
- Peso 6.6 kg
- Temperatura ambiental permitida: 5 – 40°C
- Humedad relativa permitida: 80 %

Con una balanza de precisión METTLER TOLEDO de 0,0001g, modelo AB 304-S/Fact, se pesa 1 gramo de cada fracción a analizar (tallo, follaje y mezcla)



**Figura 14:** Balanza de precisión modelo METTLER TOLEDO AB 304-S/Fact

Una vez trituradas las fracciones de las muestras, se introducen en el horno Mufla modelo SELECT - HORN, cuyas características son:

- a. Recinto interior compuesto por placas de refractario ligero de alta calidad, de gran contenido en alúmina y exentas de amianto y óxido de hierro.
- b. Elementos calefactores distribuidos uniformemente con hilo especial de elevado punto de fusión y recocido por alta frecuencia asegurando una larga duración.
- c. Aislamiento térmico de fibro-cerámica de baja densidad y conductividad térmica.
- d. Consumo reducido a máximo rendimiento.
- e. Rápida recuperación de la temperatura al abrir y cerrar la puerta. Puerta abatible y elementos fácilmente intercambiables.
- f. Bandeja para la solera en acero especial indeformable útil como base de apoyo del material a ensayar.



**Figura 15:** Horno Mufla modelo “SELECT – HORN”

Para llevar a cabo la introducción y extracción de las muestras en horno se usan guantes térmicos como medida de seguridad. Los guantes empleados en ésta práctica son los guantes anti calor KEVLAR 800. Estos guantes pueden soportar temperaturas de hasta 800°C. Están confeccionados con punto de rizo sin costuras con doble fibrado y presentan un alto nivel de aislante frente al calor y las llamas.

La determinación del poder calorífico de las muestras de estudio se obtiene gracias a las mediciones realizadas con el calorímetro modelo E2K. Es un instrumento usado para medir las cantidades de calor suministradas o recibidas por los cuerpos, es decir, sirve para determinar el calor específico de un cuerpo, así como para medir las cantidades de calor que liberan o absorben los cuerpos.

El calorímetro modelo E2K presenta las siguientes características técnicas:

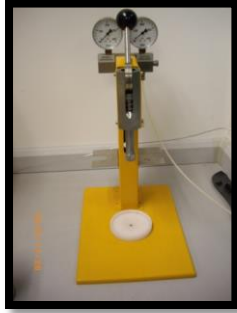
- a. Funcionamiento completamente automático.
- b. Lecturas de temperatura y cálculos realizados por el técnico.
- c. Posibilidad de conectar en red hasta 7 calorímetros.
- d. Determinaciones rápidas y precisas.
- e. Posibilidad de realización de 10 muestras / hora, usando el enfriador CAL2k-2 y 2 vasos.
- f. Diseño isotérmico con un vaso sin agua patentado.
- g. Gran cantidad de memoria para almacenar más de 2000 conclusiones, incluidas las condiciones de funcionamiento y estadísticas de usuario.
- h. Corrección automática en el encendido de hilos, algodón, etc.
- i. Calibración totalmente automática, con 10 calibraciones almacenadas por vaso para la desviación estándar.
- j. Sensores calibrados integrados en la pared del vaso.



1. Calorímetro E2K
2. Enfriador
3. Estación de servicio
4. Bomba

**Figura 16:** Calorímetro modelo “E2K”

Al quemar la aliaga, la cual es un biocombustible, la fuente de calor es una reacción química, Las sustancias reactivas se colocan en un envase de acero pesado, llamado bomba. Esta bomba se introduce en el calorímetro y la reacción es provocada por ignición, con ayuda de una chispa eléctrica.



**Figura 17:** Estación de Servicio



Figura 18: Hilo de combustión



Figura 19: Calibración y puesta en marcha calorímetro

### 3.5.2. Ensayos

En este punto se pretende definir la metodología de ensayo empleada en el laboratorio.

Una vez llevados al laboratorio cada individuo es separado en 3 fracciones, las cuales están definidas por:

- Fracción 1: Follaje, compuesta por hojas y pequeñas ramas.
- Fracción 2: Tallo, compuesta por el tallo de cada pie.
- Fracción 3: Mezcla, compuesta por una combinación de las anteriores.

Cada parte de las muestras es separada en bolsas de muestreo, y tras ellos se procede a triturar cada fracción. En este caso se utiliza una biotrituradora y un molino, adecuados para trabajar con biomasa. Como ya se ha citado anteriormente, la biotrituradora utilizada es una de corte grueso (modelo "BGS 2400") para las partes más duras y lignificadas y un molino que nos confiere un corte más fino (modelo "IKA-WERKE M20") para las partes no lignificadas. Éste segundo consta de un aspa que hace que la muestra previamente triturada gire en su interior, consiguiendo un triturado mucho más fino.



**Figura 20:** Muestras trituradas en bolsas de muestreo

**U.F (Ulex Follaje).** Mezcla de la fracción de las ramas de distintas aliagas.

**U.T (Ulex Tallo).** Mezcla de la fracción de los tallos de distintas aliagas.

**U.M (Ulex Mezcla).** Mezcla de las fracciones tallo y ramas de distintas aliagas.

Una vez trituradas las fracciones se coloca una cantidad suficiente de muestra en cada bote de laboratorio. Se pesan los botes y se introducen en el horno Mufla (modelo "SELECT-HORN") durante 6 horas a 105°C.

Transcurridas las 6 horas, se extraen los botes con las muestras del horno y se pesan las muestras.

De nuevo se introducen las muestras en el horno, durante 6 horas. Los botes de muestras se vuelven a pesar y se calcula la diferencia entre la primera pesada y la segunda. Este proceso es repetido las veces necesarias hasta comprobar que el peso de las muestras que hay en los botes no varía, es decir, que alcanza un peso constante, y que las muestras han perdido el 100% del agua retenida.

Una vez las muestras ya están secas, se pesa, y aparta, 1 gramo de cada una de ellas, ya que ésta es la cantidad necesaria para poder llevar a cabo el proceso de determinación de poder calorífico en el calorímetro.

Se introduce 1 gramo de "follaje", a continuación, 1 gramo de "tallo" y por último 1 gramo de "mezcla" para así poder obtener el Peso Seco Superior (PCS MJ / Kg). El proceso en el calorímetro es el siguiente:

1. Pesar 1 gramo de muestra e introducir en un cacito de metal. Colocar un hilo de combustión el cual esté sumergido en la muestra de tallo, follaje o mezcla.
2. Calibrar el calorímetro, proceso que tarda unos 10 minutos.
3. Abrir la bomba de Oxígeno.
4. Introducir el cacito en la bomba del calorímetro, tapar y presurizar con la estación de servicio a 3000 Kpa.
5. Una vez presurizada la bomba, colocarla en el interior del calorímetro calibrado.
6. Introducir el peso exacto de la muestra.
7. Después de 10 minutos obtener el Peso Seco Superior (PCS, MJ / Kg).

Se llevan a cabo 10 ensayos de Poder calorífico por cada muestra, es decir, 10 ensayos de PCS para el tallo, 10 ensayos de PCS para el follaje y 10 ensayos de PCS para la mezcla.

Los resultados de cada ensayo, 30 ensayos en total, se muestran MJ / Kg.

La humedad relativa (HR) es del 0%. Como anteriormente ya se ha mencionado, este dato se consigue introduciendo las muestras en el horno mufla hasta que se obtiene un peso constante de las muestras.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MASA

La parcela seleccionada de estudio con masa de aliaga (*Ulex parviflorus*), presenta las siguientes características en relación de los criterios definidos en la metodología:

- a. Presenta una Fracción de Cobertura Cubierta (Fcc) mayor de 85%.

$$\text{Fcc (\%)} = (\text{Sc} \times 100) / \text{St}$$

Sc: equivale a la superficie de proyección de copas.

St: equivale a la superficie del terreno, corresponde al área del cuadrado.

$$\text{Fcc (\%)} = (2250 \text{ m}^2 \times 100) / 2.500 \text{ m}^2 = \mathbf{90 \%}$$

La masa de *Ulex parviflorus* que se encuentra en la parcela de estudio muestra una “*espesura completa*”, hay tangencia de copas (Fcc 90-100%).

- b. La altitud debe estar comprendida entre 500 y 800 m.s.n.m. La parcela de estudio se localiza a 758,72 metros sobre el nivel del mar.
- c. Tiene una superficie de 50 m x 50 m. Presenta un área de 2.500 m<sup>2</sup> suficiente para realizar el estudio. En ésta superficie se encuentran los pies necesarios para la realización del estudio. Se seleccionan un total de 50 pies de aliaga representativos de la masa.
- d. La parcela se encuentra en una orientación NE – SE. Esta orientación es óptima para el desarrollo de las especies mediterráneas. La zona de estudio tiene una exposición de umbría, debido a la orientación de las formaciones montañosas que facilita este tipo de exposiciones, esto marca en gran medida el tipo de vegetación.

Se considera a tales efectos, como umbría, las exposiciones NW, N, NE, E, SE y como exposiciones de solana, las superficies orientadas al S, SW, W y divisoria o todos vientos (*ICONA 1990*).

## 4.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Los parámetros morfológicos de la especie, tales como, altura total, altura del arranque de la copa, diámetro de la base del tallo principal, diámetro de la copa y número de tallos, se exponen a continuación. Con estos datos se analiza que pies son representativos de la masa.

En la tabla siguiente se observa una representación del promedio de los datos, las medidas mínimas y máximas de cada parámetro, la desviación estándar y el coeficiente de variación (%).

Utilizando estos cálculos, y basándose en las medidas tomadas en campo, es posible averiguar que pies se deben cortar. Estos, serán pies representativos de la masa, con los cuales se llevan a cabo los ensayos de poder calorífico.

	Promedio	Mínimo	Máximo	Std	CV%
h total [cm]	118,8	31,0	174,0	33,2	27,90%
h base-copa [cm]	39,1	12,0	105,0	19,8	50,62%
∅ base [cm]	2,4	0,8	7,3	1,2	48,86%
∅ copa [cm]	64,8	21,0	138,0	28,5	44,03%
Nº Tallos	1,7	1	4	0,9	51,67%

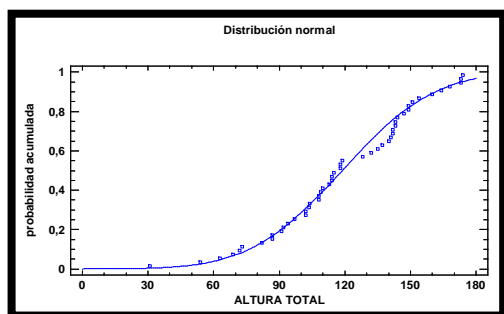
**Tabla 13:** Estadísticas descriptivas de los principales parámetros morfológicos

### 4.2.1. Parámetros morfológicos de la masa

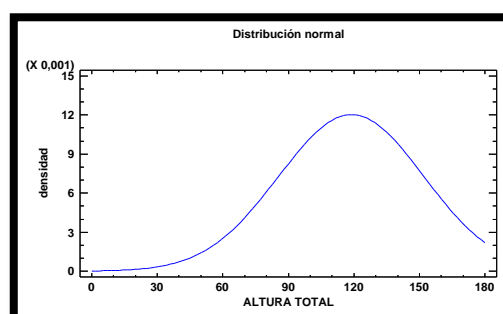
#### 4.2.1.1. Altura total

Este valor viene dado por la distancia existente entre la base del individuo elegido y la altura de la rama más alta. Esta expresada en centímetros. La altura total media de los 50 pies representativos es de 118,8 cm. Se observa que, los datos obtenidos coinciden con los que muestra Carvajal (2010) en sus estudios, en los que se apunta que una aliaga puede llegar a medir hasta 2 metros de altura.

Usando el programa Statgraphics, se obtiene el gráfico de distribución normal, tanto de probabilidad acumulativa como de densidad.



**Figura 21:** Función de distribución de probabilidad Altura total



**Figura 22:** Función de densidad de probabilidad Altura total

En Las figuras 21 y 22, se ve el resumen estadístico para altura total. En este resumen se incluye las medidas de variabilidad, de tendencia central, y medidas de forma. Cabe destacar los coeficientes de asimetría y curtosis estandarizados ya que es posible utilizarlos para determinar si la muestra procede, o no, de una distribución normal. Los valores estadísticos que se encuentran fuera del rango de -2 a +2 señalan un alejamiento destacable de normalidad, el cual tendería a invalidar cualquier test estadístico con respecto a la desviación normal. En este caso, se observa que, el valor del coeficiente de asimetría estandarizado está dentro del rango esperado para los datos correspondientes a una distribución normal. Gracias a este gráfico se puede concluir que los valores de altura total son aceptables.

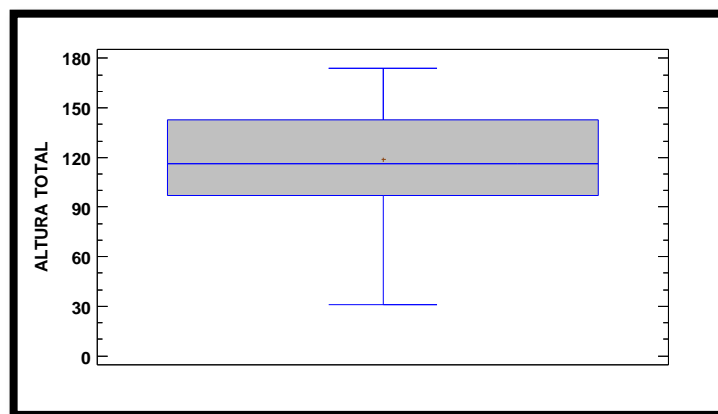
La Figura 21 corresponde a la función de distribución de probabilidad. La Figura 22 corresponde a la función de densidad de probabilidad, para la altura total. Se observa que los datos se encuentran muy próximos a la curva de la función de probabilidad.

La media de las alturas totales de los 50 pies de aliaga seleccionados es de 118,8 cm. y la desviación típica es de  $\pm 33,2$  cm.

Con la media y la desviación típica, se calcula:

- Media – Desviación típica =  $118,8\text{cm} - 33,2\text{ cm} = 85,6\text{ cm}$
- Media + Desviación típica =  $118,8\text{cm} + 33,2\text{ cm} = 152\text{ cm}$

Gracias a los valores obtenidos anteriormente, se calcula el gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) para altura total.



**Figura 23:** Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) de la Altura total

Una gráfica de este tipo consiste en una caja rectangular, donde los lados más largos muestran el recorrido intercuartílico. Este rectángulo está dividido por un segmento horizontal que indica donde se posiciona la mediana y por lo tanto su relación con los cuartiles primero y tercero (recordemos que el segundo cuartil coincide con la mediana).

Esta caja se ubica a escala sobre un segmento que tiene como extremos los valores mínimo y máximo de la variable. Las líneas que sobresalen de la caja se llaman bigotes. Estos bigotes tienen un límite de prolongación, de modo que cualquier dato o caso que no se encuentre dentro de este rango es marcado e identificado individualmente. El gráfico de Box and Whiskers anterior muestra un Sesgo Estandarizado de  $-1,03$ , por lo que existe un sesgo a la izquierda, o negativo.

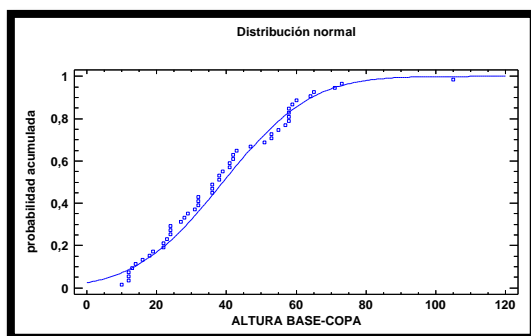
Se aprecia que la parte inferior de la caja es menor que la superior, lo que quiere decir que las alturas comprendidas entre el 25% y el 50% de los individuos de la masa están de forma más dispersa que entre el 50% y el 75%.

#### 4.2.1.2. Altura del arranque de copa

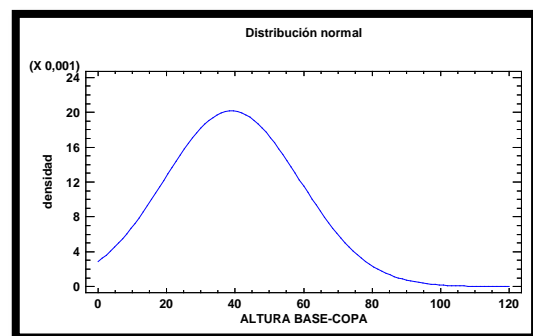
La distancia comprendida entre la parte más baja del tallo y el inicio de la copa, se denomina altura base-copa. La altura media del arranque de copa de los 50 pies representativos es de 39,1 cm.

Al realizar una comparación entre las Tablas 26 y 27 (Anejo 1), se observa que los pies en los que vienen representados los valores máximos y mínimos de altura total (pie n° 28 y pie n°26) respectivamente, con respecto a los de altura de la base a la copa (pie n°33 y pie n°6) guardan una relación directamente proporcional. No se puede asegurar que esto sea representativo para toda la masa de estudio, para ello, hay que esperar a la realización de un análisis estadístico.

A continuación se representa con el programa Statgraphics, la gráfica de distribución normal para el parámetro, altura de la base a la copa, tanto de probabilidad acumulativa como de densidad (Figuras 24 y 25).



**Figura 24:** Función de distribución de probabilidad arranque copa



**Figura 25:** Función de densidad de probabilidad arranque copa

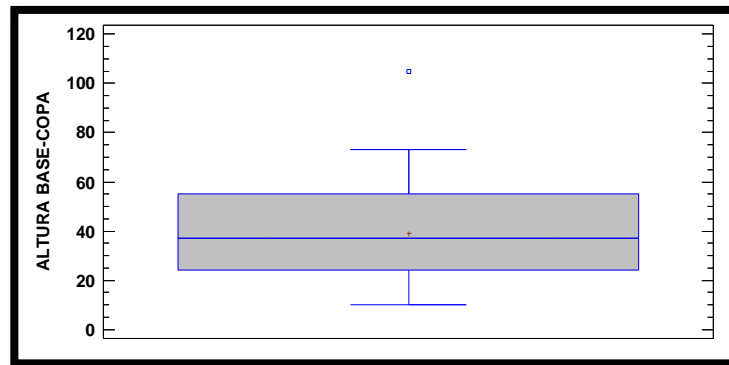
Se aprecia en la figura 24 como en el centro, los datos se encuentran más agrupados, mientras que en los extremos existe una mayor separación. Esto da lugar a una Campana de Gauss (función de densidad de probabilidad) más ensanchada hacia la parte derecha, donde los datos se separan mucho más.

El programa Statgraphics ofrece los datos de la media de las alturas de éste último parámetro morfológico, 39,1 cm y la desviación típica  $\pm 19,8$  cm.

Con estos dos valores se calcula:

- Media – Desviación típica = 39,1 cm – 19,8 cm = 19,3 cm
- Media + Desviación típica = 39,1 cm + 19,8 cm = 58,9 cm

Los valores obtenidos anteriormente, se utilizan para definir el gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers).



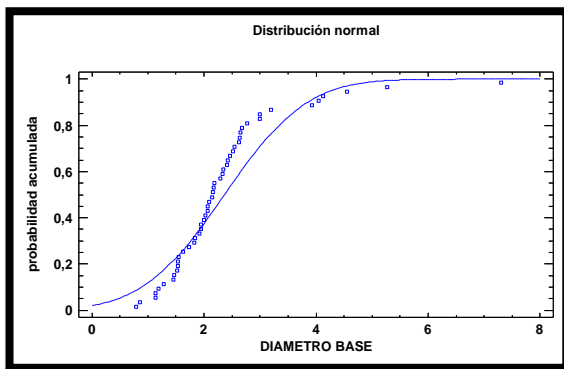
**Figura 26:** Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) Altura del arranque de copa

Los valores extremos de esta variable son, el valor mínimo que es 105 cm y el valor máximo que es 10 cm. Los datos mínimo y máximo vienen definidos por los lados de la caja. La línea central nos muestra la mediana de los datos que no coinciden con la media, la cual viene representada por el punto rojo del centro de la caja. El gráfico nos ofrece un Sesgo Estandarizado de 2,20, por lo que existe un sesgo positivo, o a la derecha. Se aprecia un valor anómalo al extremo superior de la gráfica, que coincide aproximadamente con la altura máxima de arranque de copa obtenida en los pies de aliaga.

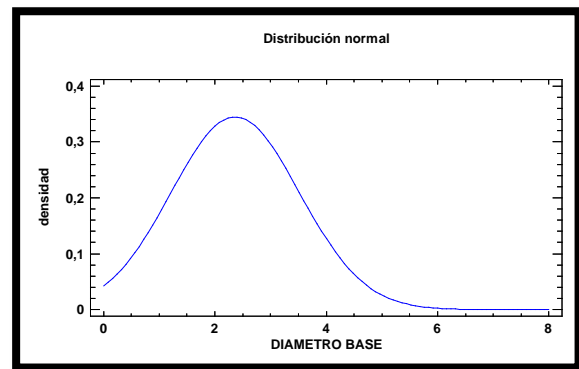
Se observa que la parte de abajo de la caja es más pequeña que la parte de arriba, lo cual quiere decir que las alturas comprendidas entre el 25% y el 50% de los individuos de la masa están de forma menos dispersa que entre el 50% y el 75%.

#### 4.2.1.3. Diámetro de la base del tallo principal

Utilizando un calibre, también llamado pie de rey, se toman los datos correspondientes al diámetro de la base del tallo principal. El diámetro medio de los 50 pies representativos es de 2,4 cm. En las figuras 27 y 28, se observan las gráficas de distribución normal para el parámetro, diámetro de la base, tanto de probabilidad acumulativa como de densidad.



**Figura 27:** Función de distribución de probabilidad Diámetro base tallo principal



**Figura 28:** Función de densidad de probabilidad Diámetro base tallo principal

En la figura 27 se observa que los datos se encuentran más alejados en los extremos, es decir hay una mayor variabilidad de los puntos. Esto da lugar a una Campana de Gauss (función de densidad de probabilidad) más ensanchada hacia la parte derecha, donde los datos se separan mucho más.

Con la ayuda del programa de cálculo Excel, se calcula la media y la desviación típica para el diámetro de la base de los individuos de la masa de estudio.

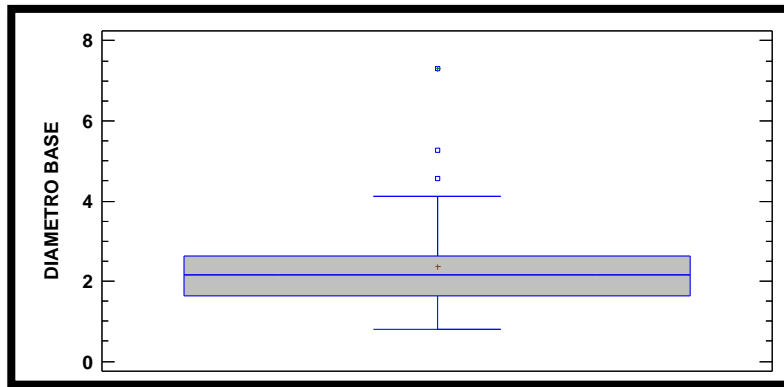
- Media = 2,4 cm
- Desviación típica =  $\pm 1,2$  cm

A partir de estos valores calculados, se determinan los siguientes valores:

- Media – Desviación típica = 2,4 cm – 1,2 cm = 1,2 cm
- Media + Desviación típica = 2,4 cm + 1,2 cm = 3,6 cm

El resultado de la media menos la desviación típica y la media más la desviación típica define los límites entre los que se encuentran comprendidos todos los individuos, en éste caso para el parámetro diámetro de la base del tallo principal, que son representativos de la masa.

Con el gráfico de Box and Whiskers se puede comprobar si para ésta variable se dan valores anómalos.



**Figura 29:** Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) Diámetro base tallo principal

En la Figura 29, se definen 3 valores anómalos para el diámetro de la base, los cuales se sitúan por encima del extremo superior del bigote de la parte alta del gráfico. Se observa en la caja que la media y la mediana no coinciden, puesto que la media se localiza por encima de la mediana de los datos. El gráfico Box and Whiskers, ofrece una Sesgo Estandarizado de 6,03, esto indica que existe un sesgo positivo, o a la derecha.

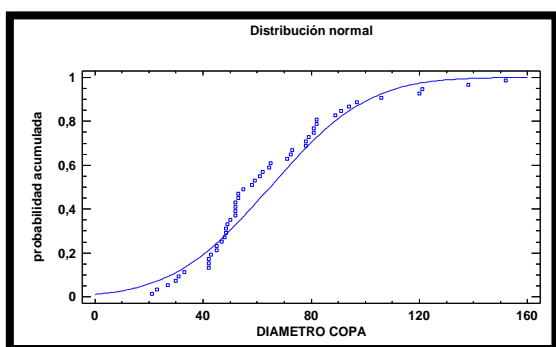
#### 4.2.1.4. Diámetro de la copa

Con el uso de un metro rígido y extensible se mide el diámetro de la copa, para ello se coloca el metro en un extremo de la rama más larga de la copa y se toma la medida hasta el extremo de la rama opuesta más larga de la copa. El diámetro medio de la copa de los 50 pies representativos es de 64,8 cm.

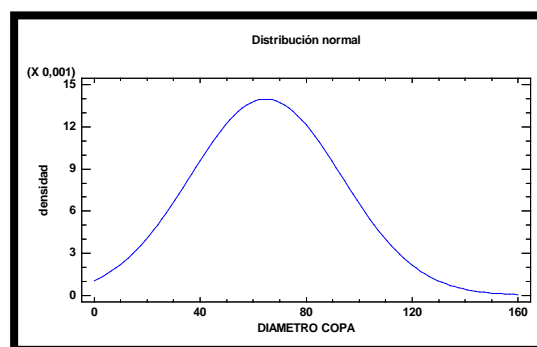
Una vez comparados los datos obtenidos de diámetro de copa y de altura total, se concluye que estos no tienen una relación entre ellos. Los valores, mínimo y máximo de la altura total corresponden con los pies número 26 (31 cm) y 28 (174cm), respectivamente, los cuales se pueden consultar en la Tabla 26 (Anejo 1).

Los valores máximo y mínimo que hacen referencia al diámetro de copa, corresponden a los pies número 2 (152 cm) y 19 (30 cm), respectivamente en la Tabla 29 (Anejo 1). Basándose tan solo en los valores máximo y mínimo se puede concluir que para el muestreo analizado de *Ulex parviflorus*, esta especie presenta para los parámetros morfológicos, altura total y diámetro de la copa una relación directamente proporcional. No se puede asegurar que esto sea representativo para toda la masa de estudio, para ello, hay que esperar a la realización de un análisis estadístico.

A continuación se define el gráfico de probabilidad normal con el programa estadístico, Statgraphics, tanto de probabilidad acumulativa como de densidad (Figuras 30 y 31).



**Figura 30:** Función de distribución de probabilidad Diámetro copa



**Figura 31:** Función de densidad de probabilidad Diámetro copa

La figura 30 muestra como los datos se encuentran más alejados en los extremos, es decir hay una mayor variabilidad de los puntos. Esto da lugar a una Campana de Gauss (función de densidad de probabilidad) más ensanchada hacia la parte derecha, donde los datos se separan mucho más.

Según los datos obtenidos en campo se puede determinar lo siguiente:

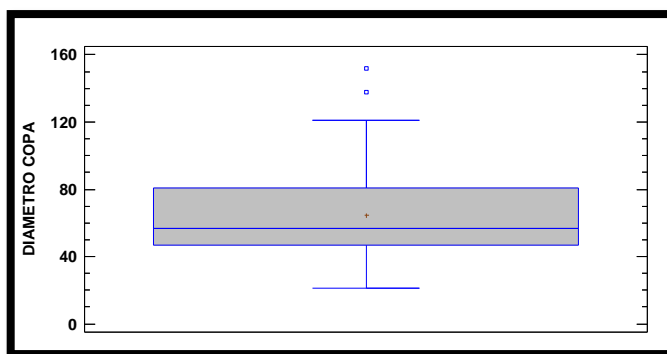
- Media = 64,8 cm
- Desviación típica =  $\pm 28,5$  cm



A partir de estos datos se calcula:

- Media – Desviación típica = 64,8 cm – 28,5 cm = 36,3 cm
- Media + Desviación típica = 64,8 cm + 28,5 cm = 93,3 cm

Gracias al gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) es posible visualizar de forma rápida los datos que vienen representados por el parámetro, diámetro de copa.



**Figura 32:** Gráfico de medias e intervalos de confianza (Box and Whiskers) Diámetro copa

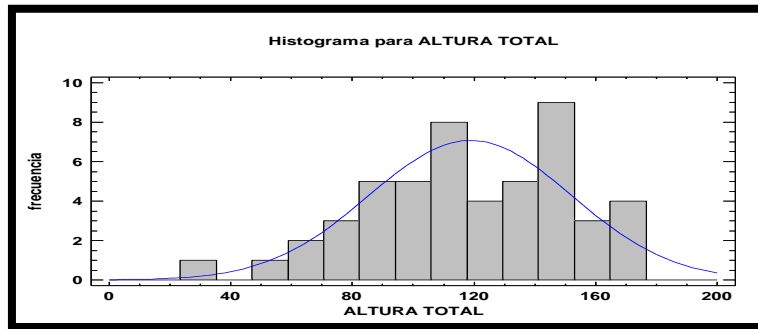
En la Figura 32, se aprecian 2 valores anómalos para el diámetro de la copa, los cuales se sitúan por encima del extremo superior del bigote de la parte alta del gráfico. Se observa en la figura que los pies representativos del parámetro diámetro de copa están comprendidos entre los valores 36,3 cm y 93,3 cm. Estos valores son los que representan los dos lados de la caja (inferior y superior). La media y la mediana, en este caso, están más alejadas que en el caso de parámetros anteriores. El gráfico Box and Whiskers muestra un Sesgo Estandarizado de 3,08, lo cual indica un sesgo positivo, o a la derecha.

#### 4.2.1.5. Número de tallos

La manera en que los individuos de *Ulex parviflorus* brotan del suelo no es siempre la misma. El número medio de tallos en los 50 pies seleccionados es de 1,7. El número mínimo de tallos es de 1, lo cual corresponde a varios individuos de los seleccionados para el estudio. El número máximo de tallos es de 4, lo cual corresponde con los individuos 7 y 25 Tabla 30 (Anejo 1). Se puede concluir que este parámetro no guarda ninguna relación, directa o inversamente proporcional con ninguno de los otros parámetros.

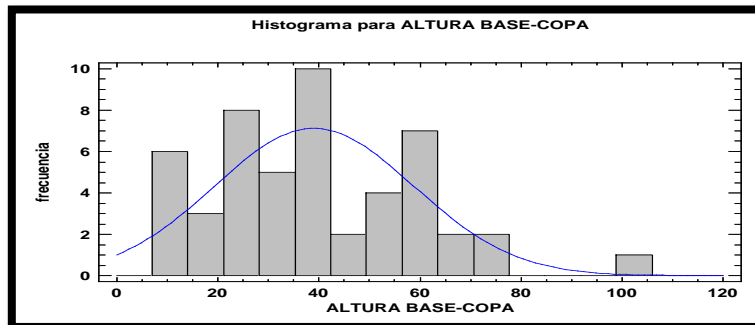
#### 4.2.1.6. Histogramas de los principales parámetros morfológicos

En último lugar se lleva a cabo una comparativa entre los cuatro parámetros morfológicos estudiados, a partir de la composición de histogramas: altura total, altura del arranque de la copa, diámetro de la base del tallo principal, diámetro de la copa. Se puede definir el histograma como una gráfica que muestra la frecuencia de los datos, en la que el eje horizontal representa unidades discretas, ciertos rangos, o intervalos, en tanto que el eje vertical representa la frecuencia.



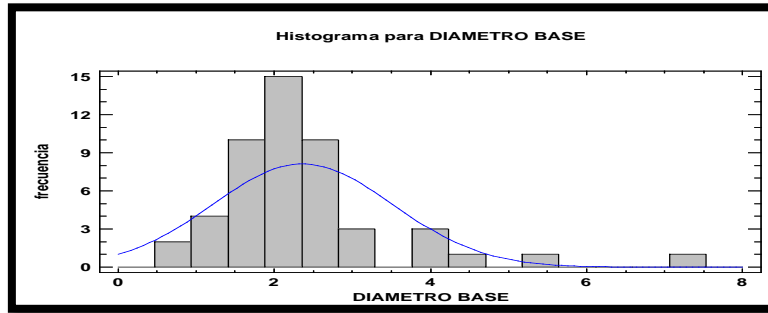
#### Distribución plana

Una gran parte plana, sin ningún pico y con dos ligeras colas a los lados. Esta forma puede ser el resultado de varias distribuciones en campana con sus centros distribuidos uniformemente a lo largo del recorrido de los datos.



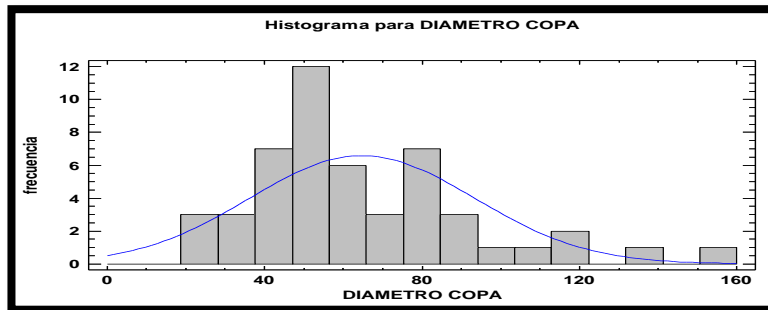
#### Distribución en peine

Valores altos y bajos se alternan de forma regular. Esta pauta de variación es típica de errores de medición, errores en la forma de agrupar los datos para la construcción del Histograma o sesgos sistemáticos de redondeo.



### Distribución con pico aislado

Con un grupo de datos pequeño separado de la distribución normal. Este pequeño grupo indica alguna anomalía del proceso, algo que no ocurre de forma regular.



### Distribución con pico aislado

En este caso se obtiene nuevamente una distribución con pico aislado, la cual tiene las características explicadas anteriormente.

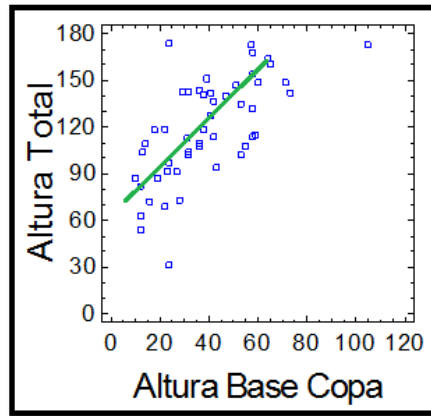
**Figura 33:** Comparativa de histogramas

No hay ningún parámetro que presente una normalidad excesivamente elevada en la distribución de sus datos, ya que en ningún caso se aprecia una Campana de Gauss casi perfectamente formada. No obstante, se puede considerar que todos los parámetros entran de lo aceptable para una adaptación a la distribución normal.

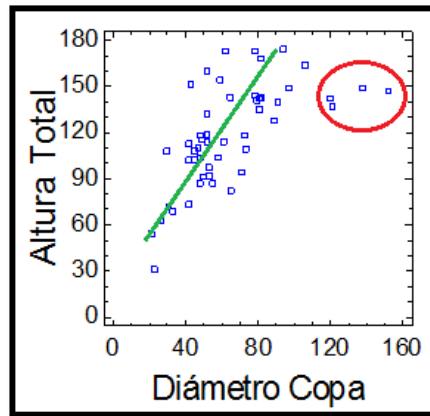
#### **4.2.2. COMPARATIVA ENTRE LOS PARÁMETROS MORFOLÓGICOS**

A continuación, con el uso del programa informático Statgraphics, se lleva a cabo una comparación entre los cuatro parámetros morfológicos, a partir de los cuales se han realizado las mediciones. Para ello se hacen comparaciones de dispersión y regresión de los cuatro parámetros entre sí.

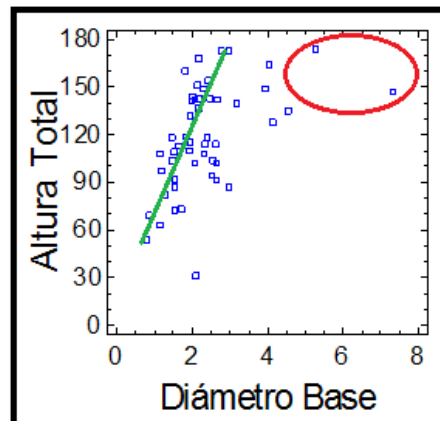
En las primeras graficas se compara la altura total con el resto de las variables.



**Figura 34:** Gráfico de dispersión. Altura total y Altura base – copa



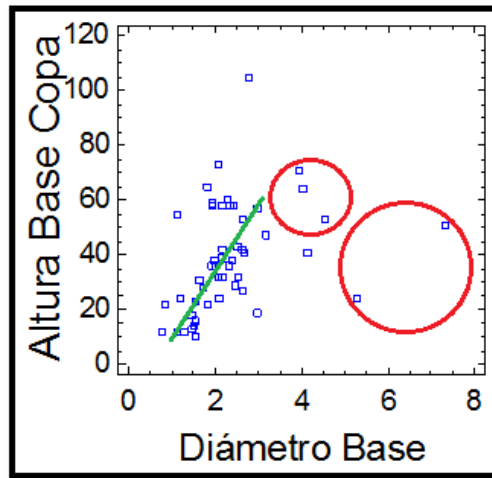
**Figura 35:** Gráfico de dispersión. Altura total y Diámetro copa



**Figura 36:** Gráfico de dispersión. Altura total y Diámetro base

Se observa que, aunque hay algunos valores dispersos, la variable altura total muestra una correlación positiva con el resto de las variables (altura base copa, diámetro copa y diámetro base). Esto quiere decir que, a un crecimiento de X (causa) corresponde un crecimiento de Y (efecto). Controlando la evolución de los valores de X, quedan controlados los valores de Y.

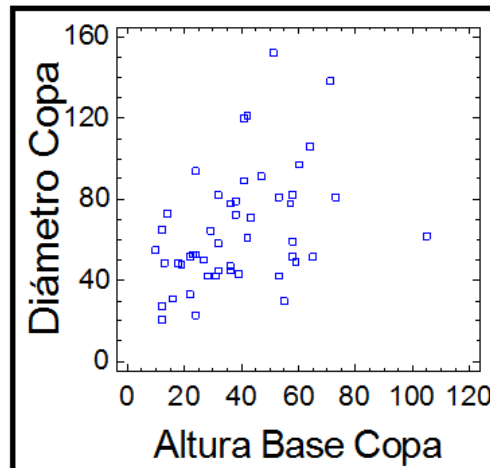
La siguiente figura, muestra un grafico de dispersión entre los parámetros Altura base – copa y Diámetro base.



**Figura 37:** Gráfico de dispersión. Altura base - copa y Diámetro base

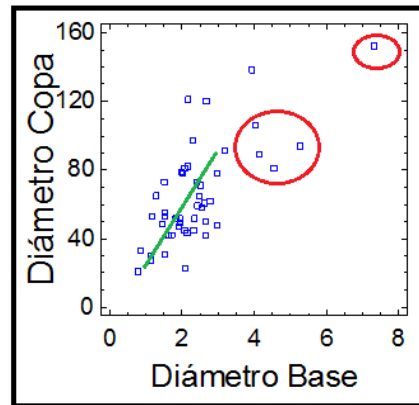
Se concluye que los parámetros altura de la base - copa y diámetro de la base mantienen una correlación positiva. Sin embargo cabe destacar que existen ciertos valores que se encuentran muy dispersos en el grafico.

En los gráficos siguientes se muestran las comparaciones de los demás parámetros entre sí. De este modo es posible averiguar qué relación mantienen entre sí.



**Figura 38:** Gráficos de dispersión. Altura base – copa - Diámetro copa

Estas 2 variables presentan una correlación positiva débil, Esto quiere decir que, a un crecimiento de X se observa una tendencia a crecer de Y, pero se presume que existen otras causas de dependencia.



**Figura 39:** Gráficos de dispersión. Diámetro base - Diámetro copa

Esta gráfica vuelve a mostrar que existe una correlación positiva, en este caso entre los parámetros Diámetro base y Diámetro copa. De nuevo se aprecian algunos valores dispersos, sin embargo, estos no son suficientes como para establecer que la correlación existe no sea positiva.

A continuación se presenta el nivel de determinación de la regresión lineal  $R^2$  ( $R$  cuadrado) existente entre las distintas variables, ordenados de mayor relación entre parámetros morfológicos a menor. El  $R^2$  tiene un rango entre 0 y 1, cuanto más próximo a 1, más relación existe entre los parámetros. Por el contrario, cuanto más se acerca este valor a 0, menor es la relación entre ellos.

- Diámetro de copa-Diámetro de base.....0,50
- Altura Total-Altura arranque de copa.....0,44
- Altura Total-Diámetro de copa.....0,42
- Altura Total-Diámetro de la base.....0,25
- Diámetro de copa-Altura arranque de copa.....0,15
- Altura arranque de copa-Diámetro de base.....0,13

#### 4.2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL MATERIAL DE ENSAYO

Los pies a extraer, con los cuales se realizan los ensayos de poder calorífico se seleccionan a partir del análisis estadístico de los parámetros morfológicos estudiados.

En primer lugar, se definen los intervalos de confianza para los valores de cada parámetro. Esto viene definido por los cálculos realizados anteriormente, usando el programa Statgraphics, a partir de la media y la desviación típica.

	Altura total [cm]	Altura base – copa [cm]	Diámetro base [cm]	Diámetro copa [cm]
Media	118,8	39,1	2,4	64,8
Desv.tip	33,2	19,7	1,2	28,5
Media + desv.	152,0	58,8	3,5	93,3
Media – desv.	85,6	19,3	1,2	36,3

**Tabla 14:** Valores comprendidos entre la media menos desviación típica y media más desviación típica

Los valores que se han obtenidos en este cálculo, tales como, la media menos la desviación típica y la media más la desviación típica, representan el límite inferior y superior de los valores representativos. Estos límites definen el intervalo en el que se representan los datos pertenecientes a los pies representativos de la especie de estudio tomados en campo.

Los intervalos para cada parámetro morfológico son:

- Altura total: [ 85,6 cm ; 152,0 cm]
- Atura base – copa: [ 19,3 cm ; 58,8 cm]
- Diámetro base: [ 1,2 cm ; 3,5 cm]
- Diámetro copa: [ 36,3 cm ; 93,3 cm]

Una vez se han aplicado los intervalos de confianza para cada parámetro morfológico, se obtiene que de los 50 pies estudiados, el número de pies que cumple con todos los intervalos de confianza, es tan solo de 20 Tabla 31 (Anejo 2). Son estos pies los que se consideran representativos para la obtención del material de ensayos energéticos.

En la siguiente tabla se observan las características morfológicas de los pies seleccionados y considerados como representativos de toda la muestra analizada. Seguidamente se marcan tan sólo aquellos pies de la masa representativos para los cuatro parámetros dendrométricos al mismo tiempo. Esto viene dado cuando los valores de los cuatro parámetros de cada pie se hallan dentro del intervalo definido.

<i>Ulex parviflorus</i>	h total (cm)	Ø copa (cm)	h base-copa (cm)	Ø base (cm)
1	140	91	47	3,19
8	143	82	32	2,16
10	143	64,5	29	2,47
12	110	47	36	1,92
14	118	72,5	38	2,41
15	108	45	36	2,33
18	114	61	42	2,63
20	102	42	53	2,64
21	91	50	27	2,65
23	103,5	58	32	2,54
27	114	52	58	2,34
31	151	43	39	2,14
34	141	79	38	2
37	119	52	22	1,84
38	102	45	32	2,06
39	94	71	43	2,52
41	92	53	23	1,54
43	113	42	31	1,63
46	144	78	36	2,03
47	132	52	58	1,94

**Tabla 15:** Selección de pies representativos

De 20 individuos representativos se realiza la selección del material para realizar ensayos de poder calorífico, calculando el Peso Seco Superior (MJ / Kg). Para llevar a cabo la selección, se eligen, en diferentes zonas de la parcela de estudio, 3 pies de forma totalmente aleatoria. El primer pie seleccionado pertenece a la parte periférica superior de la parcela. El segundo pie pertenece a una zona céntrica de la parcela. El tercer pie es seleccionado en la zona limítrofe inferior de la parcela de estudio. El objetivo de esta selección es elegir pies que representen a toda la masa, por lo que deben estar repartidos en ella y aportar el suficiente material para los ensayos energéticos.



**Figura 40:** Foto parcela con marcaje de pies seleccionados



Dichos pies están repartidos por la parcela de estudio de la forma siguiente:

- **PIE 1: Zona limítrofe superior**

<i>Ulex parviflorus</i>	Altura total [cm]	Altura base – copa [cm]	Diámetro base [cm]	Diámetro copa [cm]
8	143	82	32	2,16

- **PIE 2: Zona central de la parcela**

<i>Ulex parviflorus</i>	Altura total [cm]	Altura base – copa [cm]	Diámetro base [cm]	Diámetro Copa [cm]
27	114	61	42	2,34

- **PIE 3: Zona limítrofe inferior**

<i>Ulex parviflorus</i>	Altura total [cm]	Altura base – copa [cm]	Diámetro base [cm]	Diámetro Copa [cm]
41	92	53	23	1,54

#### 4.3. CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS

Analizar las características energéticas de la especie de estudio es la base para conocer el potencial que puede llegar a alcanzar para ser utilizado como biocombustible.

Las fracciones analizadas del material extraído son:

- **FRACCIÓN 1:** Tallo 1 (pie 8) + Tallo 2 (pie 27) + Tallo 3 (pie 41).
- **FRACCIÓN 2:** Follaje 1 (pie 8) + Follaje 2 (pie 27) + Follaje 3 (pie 41).
- **FRACCIÓN 3:** Mezcla 1 (pie 8) + Mezcla 2 (pie 27) + Mezcla 3 (pie 41).

Una vez están listas las diferentes fracciones, se realizan 8 ensayos de Poder Calorífico Superior (PSC) por cada fracción. Las unidades de medición de este ensayo son MJ / Kg.

El Poder Calorífico Superior (PCS), es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa del combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado. Así pues, se contabiliza el calor desprendido en este cambio de fase. También es llamado poder calórico neto.

La humedad relativa que presentan las muestras, después de ser sometidas durante 24 horas a una temperatura de 105 °C es del 0 %.

ENSAYO	Fracción Tallo [MJ / Kg]	Fracción Follaje [MJ / Kg]	Fracción Mezcla [MJ / Kg]
1	19,0	20,2	20,0
2	19,8	20,0	19,6
3	19,7	20,4	20,2
4	19,7	20,0	20,0
5	20,3	20,1	20,3
6	19,9	19,8	20,1
7	19,8	20,3	20,1
8	19,9	20,0	19,9

**Tabla 16:** Poder Calorífico Superior (MJ / Kg)

De la Tabla 16, se extraen los resultados que corresponden al PCS de las diferentes fracciones, compuesta cada una de ellas por los tres pies seleccionados de la parcela de estudio.

En la siguiente tabla vienen representados: el promedio de los datos, las medidas mínimas y máximas de cada fracción, la desviación estándar y el coeficiente de variación (%). Dando lugar a los resultados obtenidos de las estadísticas descriptivas de la variable PCS para las tres fracciones analizadas.

	Promedio	Mínimo	Máximo	Std	CV%
<b>Fracción 1 [MJ/Kg]</b>	19,8	19,0	20,3	0,36	1,80%
<b>Fracción 2 [MJ/Kg]</b>	20,1	19,8	20,4	0,19	0,95%
<b>Fracción 3 [MJ/Kg]</b>	20,0	19,6	20,3	0,21	1,05%

**Tabla 17:** Estadísticas descriptivas para PCS (MJ / Kg)

En una primera valoración, no se observan diferencias significativas entre unas fracciones y otras. La diferencia máxima que se aprecia entre los promedios de las 3 fracciones es tan solo de 0,3 MJ / kg, la cual se da entre la fracción 1 (tallo) y la fracción 2 (follaje). También entre estas dos fracciones se aprecia la máxima diferencia entre los valores mínimos, siendo esta de 0,8 MJ / kg. En los valores máximos la diferencia es tan solo de 0,1 MJ / kg, llegando incluso a observarse exactamente el mismo valor entre la fracción 1 y la 3.

Se observa, comparando con otros biocombustibles de origen forestal, que los valores obtenidos son claramente superiores en algunos casos, y en otros muy similares.

Así, Latorre y Ruano (2009) han obtenido resultados de PCS para *Paulownia elongata* (17,7 MJ/Kg) y para *Paulownia tomentosa* (18,4 MJ/Kg). Según Fernández (2009) para coníferas define un PCS de 21,06 MJ/Kg y para frondosas un PCS de 19,5 MJ/Kg.

#### 4.3.1. CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA PLANTA COMPLETA

Gracias al uso del programa Statgraphics se realiza un análisis de la varianza (ANOVA), en el que, pese a ser los valores muy homogéneos, es posible ver las pequeñas diferencias que puedan existir entre unas fracciones y otras.

##### Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,5025	2	0,25125	3,53	<b>0,0476</b>
Intra grupos	1,49375	21	0,071131		
Total (Corr.)	1,99625	23			

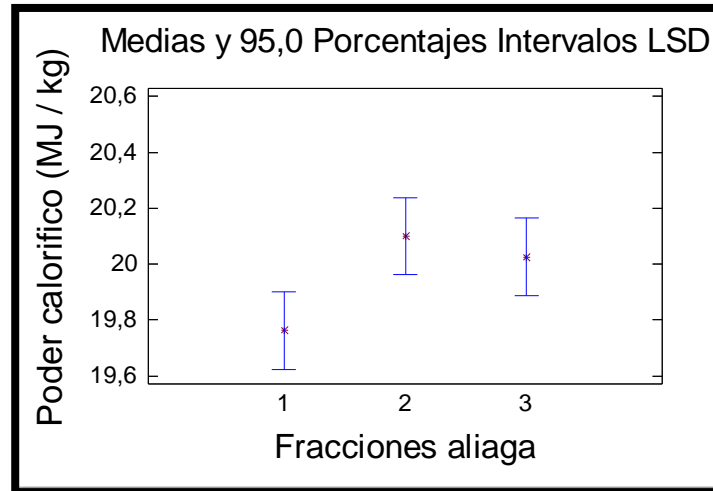
**Tabla 18:** Tabla ANOVA para PCS según Fracciones de aliaga

La Tabla 18 descompone la varianza de PCS en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los propios grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 3,53, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos.

Como se observa, el P-Valor es inferior a 0,05, por lo que podemos afirmar que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de PCS de un nivel de fracciones de aliaga a otro, para un nivel de confianza del 95,0%.

Gracias al resultado del análisis de la varianza del PCS, se puede deducir que existen diferencias entre algunas de las diferentes Fracciones de *Ulex parviflorus*. Todo esto deducido del valor probabilístico (P-Valor), que en este caso es mayor que 0,05 (nivel de significación).

El gráfico de medias e intervalos de confianza nos ofrece una visión rápida y directa de las diferencias entre fracciones, para los ensayos de PCS.



**Figura 41:** Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS según Fracciones de aliaga

En la figura 41, se observa que existen pequeñas diferencias entre las distintas Fracciones del material de análisis. La Fracción 1 correspondiente a los ensayos realizados en el Tallo. La Fracción 2 correspondiente a los ensayos realizados en el Follaje y por último la Fracción 3 que corresponde a los ensayos realizados en la Mezcla (compuesta por tallo y follaje). No obstante, se aprecia una mayor diferencia comparando la fracción 1 con el resto de fracciones. Cabe reiterar que las diferencias no son elevadas.

### 4.3.2. CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL ENERGÉTICO DEL FOLLAJE Y EL MATERIAL LEÑOSO

Ahora se lleva a cabo un análisis de la varianza entre las fracciones 1 (TALLO) y 2 (FOLLAJE).

#### Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,455625	1	0,455625	5,41	<b>0,0355</b>
Intra grupos	1,17875	14	0,0841964		
Total (Corr.)	1,63437	15			

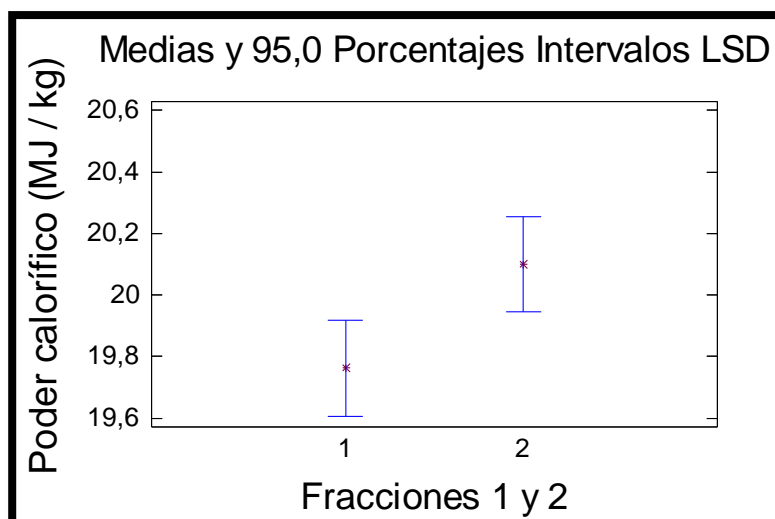
**Tabla 19:** Tabla ANOVA para PCS según Fracciones 1 y 2

La Tabla anterior, descompone la varianza de PCS TALLO Y FOLLAJE en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los propios grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 5,41, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos.

Como se observa, el P-Valor es inferior a 0,05, por lo que podemos afirmar que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de PCS TALLO Y FOLLAJE de un nivel de fracciones de aliaga a otro, para un nivel de confianza del 95,0%.

La comprobación de los resultados obtenidos con anterioridad, demuestran que en al menos una Fracción existen diferencias significativas. La Fracción 2 correspondiente a follaje, es la más significativa para los datos obtenidos de los ensayos de Poder Calorífico Superior (PCS) como bien hemos determinado antes. Todo esto deducido del valor probabilístico (P-Valor), que en este caso es menor que 0,05 (nivel de significación).

El gráfico de medias e intervalos de confianza concluye definitivamente la hipótesis alternativa de que las diferencias de PCS entre las dos fracciones son significativas. Así, el PCS de la fracción follaje es significativamente superior a la de la fracción leñosa.



**Figura 42:** Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS Fracciones de *Ulex parviflorus* (TALLO y FOLLAJE)

En este gráfico se observa que existe una pequeña diferencia entre las dos fracciones.

Con la siguiente tabla de datos, mostraremos los valores exactos de la media y la mediana para las Fracciones TALLO y FOLLAJE.

### Resumen Estadístico para Poder calorífico

Fracciones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	8	19,7625	0,362284	1,83319%	19,0	20,3	1,3
2	8	20,1	0,192725	0,95883%	19,8	20,4	0,6
Total	16	19,9312	0,330088	1,65613%	19,0	20,4	1,4

**Tabla 20:** Resumen estadístico para PCS (MJ/Kg) 1 y 2

En la Tabla 20, se observa que la media de la Fracción 2 (20,10 MJ/Kg) es ligeramente superior a la de la Fracción 1 (19,76 MJ/Kg).

A continuación se realiza un análisis de la varianza con las fracciones FOLLAJE y MEZCLA para PCS.

**Análisis de la Varianza**

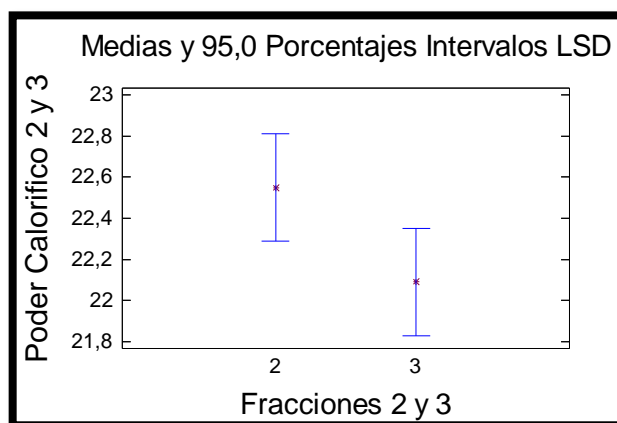
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,0225	1	0,0225	0,55	<b>0,4714</b>
Intra grupos	0,575	14	0,0410714		
Total (Corr.)	0,5975	15			

**Tabla 21:** Tabla ANOVA para PCS según Fracciones 2 y 3

La Tabla 21, descompone la varianza de PCS 2 y 3 en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 0,55, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos.

Puesto que el P-Valor del test F inferior a 0,05 se puede concluir hay diferencia estadísticamente significativa entre el PCS y las medias de un nivel de Fracciones FOLLAJE y MEZCLA a otro, para un nivel de confianza del 95,0%

El gráfico de medias e intervalos de confianza concluye definitivamente la hipótesis alternativa de que las diferencias de PCS entre las dos fracciones son significativas. Así, el PCS de la Fracción FOLLAJE es ligeramente superior a la de la Fracción MEZCLA.

**Figura 43:** Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS según Fracciones de *Ulex parviflorus* (FOLLAJE y MEZCLA)

El gráfico indica que hay valores de PCS en ambas Fracciones que se solapan, por lo que podemos deducir de ello que no se observan diferencias claramente significativas.

El conjunto de datos menores de la Fracción FOLLAJE, se solapa con el conjunto de datos mayores de la Fracción MEZCLA para Poder calorífico.

### Resumen Estadístico para Poder calorífico

<i>Fracciones</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coficiente Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
2	8	20,1	0,192725	0,95883%	19,8	20,4	0,6
3	8	20,025	0,212132	1,05934%	19,6	20,3	0,7
Total	16	20,0625	0,199583	0,994806%	19,6	20,4	0,8

**Tabla 22:** Resumen estadístico para PCS (MJ/Kg) 2 y 3

En el resumen estadístico que se obtiene de las Fracciones 2 y 3, se aprecia que la media de la Fracción 2 (20,10 MJ/Kg) es ligeramente superior a la media de la Fracción 3 (20,02 MJ/Kg).

### Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,275625	1	0,275625	3,13	<b>0,0987</b>
Intra grupos	1,23375	14	0,088125		
-----					
Total (Corr.)	1,50938	15			

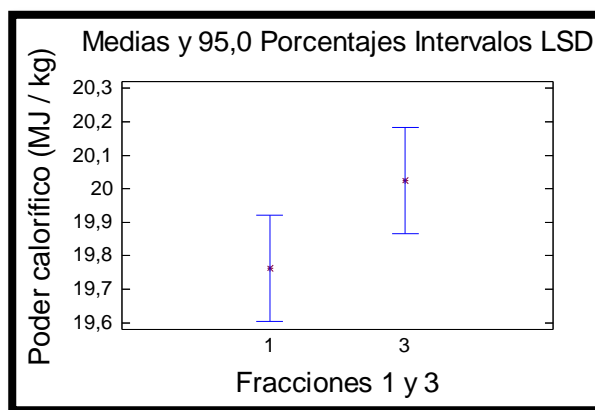
**Tabla 23:** Tabla ANOVA para PCS según Fracciones 1 y 3

La Tabla anterior, descompone la varianza de PCS 1 y 3 en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 3,13, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos.

Puesto que el P-Valor del test F es superior o igual a 0,05 se puede concluir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre el PCS y las medias de un nivel de Fracciones TALLO y MEZCLA a otro, para un nivel de confianza del 95,0%.



Podemos aceptar la hipótesis nula ya que el P-Valor es superior a 0,05 (nivel de significación), donde se corrobora que no existe una diferencia significativa entre las Fracciones TALLO y MEZCLA. El gráfico de medias e intervalos de confianza concluye definitivamente la hipótesis alternativa de que las diferencias de PCS entre las dos fracciones son significativas. Así, el PCS de la Fracción FOLLAJE es ligeramente superior a la de la Fracción MEZCLA. La figura 48, muestra en una grafica las diferencias no significativas entre las dos muestras.



**Figura 44:** Gráfico de medias e intervalos de confianza para PCS según Fracciones de *Ulex parviflorus* (TALLO y MEZCLA)

Se observa en el gráfico que hay valores de PCS que se solapan en ambas Fracciones, con lo que se concluye que no se observan diferencias claramente significativas.

#### Resumen Estadístico para Poder calorífico

Fracciones	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	8	19,7625	0,362284	1,83319%	19,0	20,3	1,3
3	8	20,025	0,212132	1,05934%	19,6	20,3	0,7
Total	16	19,8938	0,317214	1,59454%	19,0	20,3	1,3

**Tabla 24:** Resumen estadístico para PCS (MJ/Kg) 1 y 3

En la Tabla 24, se observa que la media de la Fracción 3 (20,02 MJ/Kg) es ligeramente superior a la de la Fracción 1 (19,76 MJ/Kg).

## 5. CONCLUSIONES

Considerando los objetivos definidos al principio del trabajo y tras llevar a cabo el mismo, se llega a las siguientes conclusiones.

### 1.- Distribución de *Ulex parviflorus* en el término municipal de Siete Aguas.

La especie *Ulex parviflorus* se localiza en la parcela de estudio, la cual está situada en el término municipal de Siete Aguas debido a varios factores, los cuales han sido definidos en apartados anteriores. La altitud es de 758,72 m.s.n.m. donde el intervalo de altitud natural de la especie se sitúa entre los 0 y 800. La orientación debe tener una orientación NE – SE la cual es idónea para el desarrollo de las especies de matorral mediterráneo.

Destacar que, la Fracción de Cobertura (Fcc) debe ser mayor del 85% y en el presente estudio su porcentaje es del 90%, con lo que se da una *Espesura completa*.

### 2.- Muestreo representativo de la especie en el área de estudio para su caracterización morfológica y energética.

Se observa que *Ulex parviflorus* es una especie de matorral mediterráneo muy abundante en la Comunidad Valenciana, y por ende en Siete Aguas, es por ello que es la especie seleccionada para el presente estudio. A esto se suma que la posibilidad de usarlo como biomasa adquiere cada vez más importancia.

El muestreo es una herramienta de selección destinada a determinar, basándose en parámetros o variables definidos, que individuos se deben elegir de la masa. Ya que los resultados que se han obtenido en el presente estudio son satisfactorios, se puede concluir diciendo que, tanto el muestreo representativo para la caracterización morfológica como el muestreo representativo para la caracterización energética, están correctamente definidos para la especie de estudio y los trabajos que se han realizado.

### 3.- Crecimiento en altura y diámetro de *Ulex parviflorus*.

La especie de estudio *Ulex parviflorus* no presenta patrones de crecimiento claramente definidos.

La altura total guarda una correlación positiva con el resto de parámetros.

Se observa que la altura de arranque de copa guarda una correlación positiva con el diámetro de la base. Se aprecia que a mayor diámetro de la base también existe un crecimiento de la altura base-copa.

Se puede concluir que el diámetro de copa guarda una correlación positiva débil con la altura de arranque de copa, por lo que cuando existe un crecimiento de altura de arranque de copa hay una tendencia del diámetro de copa a crecer, aunque se presume que existen otras causas de dependencia.

Se observa que entre el diámetro de la base y el diámetro de la copa guardan una correlación positiva. A pesar de que en el gráfico de dispersión (Figura 37) se aprecia que hay algunos valores muy dispersos, estos no son suficientes para concluir que no exista la correlación positiva citada. Los valores dispersos observados pueden ser debidos a agentes bióticos o abióticos.

#### **4.- Características energéticas de la especie de estudio *Ulex parviflorus***

Los valores de PCS para *Ulex parviflorus* son claramente superiores a los de otras fuentes de biomasa forestal, como *Paulownia elongata* o *Paulownia tomentosa* y muy similares al PCS obtenido en frondosas. Con el fin de conseguir una comprensión más completa del estudio, la especie seleccionada ha sido dividida en tres fracciones: Tallo, Follaje y Mezcla, esta última compuesta por las dos anteriores.

El tallo es la fracción que da valores más bajos de PCS (MJ / Kg), sin embargo la diferencia con el resto de fracciones no es significativa. La fracción follaje y la fracción mezcla dan valores superiores que la fracción, pero entre estas dos fracciones la diferencia es prácticamente nula.

#### **5.1. POTENCIALIDAD DEL APROVECHAMIENTO BIOENERGÉTICO**

*Ulex parviflorus* es una especie la cual pertenece al matorral esclerófilo mediterráneo. La disminución del número de ganaderos en España (pastoreo), El abandono de zonas de cultivo (agricultura), y el aumento de incendios, junto con otros factores de menor importancia han derivado en un crecimiento desproporcionado de especies de matorral en zonas agrícolas.

La aliaga, junto con otras especies como el romero o la jara blanca, se ha convertido en una especie colonizadora que progresivamente ha ido ocupando zonas donde puede alcanzar un crecimiento y desarrollo muy cercanos a su punto óptimo. El alto PCS extraído de este estudio abre una nueva vía para el futuro de esta especie, ya que puede pasar de ser un matorral sin ningún tipo de uso a una materia prima con posibilidades de transformación bioenergética. Sería una posibilidad que la aliaga fuese triturada y aportada a la astilla que se produce en el aprovechamiento de la biomasa arbórea, pasando así en este proceso de ser un residuo a un subproducto forestal.

## 5.2. TRANSFORMACIÓN

Se puede concluir de los resultados de este estudio que las diferencias observadas entre las distintas partes de la planta (tallo, follaje y mezcla) no justifican en ningún caso una separación en fracciones de la planta para su valoración energética, ya que los resultados de todas las fracciones son muy homogéneos entre ellos. No obstante futuras investigaciones deben definir cuáles son las mejores tecnologías de transformación energética de este material, tales como combustión, gasificación, fabricación de biocombustibles sólidos, etc.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AEBIOM (2012). European Biomass Association. European Energy Outlook 2012
- AVEBIOM, 2012 (Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa). Rotunda contribución de la biomasa al crecimiento de España.
- BAEZA, MJ *et al*, (2011). *Successional trends in standing dead biomass in Mediterranean Basin species*. J Veg Sci 22:467–474
- BAEZA, J *et al* (2012). Capítulo 12. *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. DOI 10.1007/978-94-007-2208-8\_12
- BLASCO CARRASCOSA, JA (1973). Siete Aguas. Un estudio Histórico – Geográfico.
- CALVO, L *et al* (2012). Capítulo 12. *Post – Fire Management of Shrublands*. DOI 10.1007/978-94-007-2208-8\_12
- CABRERA BONET, M (2012). MONTES. Revista de ámbito forestal. Tercer trimestre 2012. Número 110 (páginas 5-8)
- CAVANILLES, AJ (1797).
- CORREAL, E *et al* (2009). Capítulo 9. *Agroforestry System in Sotheastern Spain*.
- DELOITTE Y LA COMISIÓN NACIONAL DE LA ENERGÍA (CNE), (2010). Balance general biomasa: Resumen ejecutivo (página 6). Rotunda contribución de la biomasa al crecimiento de España.
- DOMINGO IRANZO, E (2001). Valencia. Historia de la Villa de Siete Aguas.
- ENCE (2010). ENERGÍA Y CELULOSA. Cambio climático, sostenibilidad y ventajas de la biomasa forestal. Los datos contenidos en esta publicación se basan en el estudio “Marco regulatorio para el desarrollo estable de la generación eléctrica con Biomasa en España”.
- EUGENIO M *et al*, (2006) *Effects of repeated burning on Mediterranean communities of the northeastern Iberian Peninsula*. J Veg Sci 17:755–764
- FAO (2007) *Fire management – global assessment 2006*. FAO forestry paper 151
- FERNÁNDEZ, J (2009). Energías renovables para todos. Colección elaborada por Haya Comunicación, editora de la revista “Energías Renovables”.

- GALÁN CELA *et al* (1998). Árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares.
- GINÉS, A (2010). Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares.
- GOOLZOOM (2012). [www.goolzoom.com/](http://www.goolzoom.com/)
- GRAU ZAHONERO, J (2008). Puerta del Reino de Siete Aguas.
- ICKLE, I. (2008). Mapa\_de\_la\_Hoya\_de\_Bu%C3%B1ol.svg.
- IDAE (2005). Plan de energías renovables 2005 – 2010. Madrid: Instituto para la Diversificación Técnica y Ahorro de la Energía.
- IDAE (2007). Energía de la biomasa. Madrid: Instituto para la Diversificación Técnica y Ahorro de la Energía.
- IGLESIAS PÉREZ, JO (2003). Proyecto ambientando Entrimo: Activación socioeconómica del sector ambiental en el municipio de Entrimo.
- Institut Cartogràfic Valencià (2012). <http://www.icv.gva.es/>
- KALOUSTIAL, J *et al* (1999). *Descomposition of bio-polymers of some Mediterranean plants during heating. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 61 (2000) 13.21
- LATORRE, B *et al* (2009). Caracterización energética de la biomasa de *Paulownia sp.* procedente de plántulas cultivadas de una salvia.
- LOPEZ VILA J. R (2003). Modelo matemático del sistema reproductivo de una planta arbustiva mediterránea: *Ulex parviflorus pourr.* Valencia: Tesis Doctoral U.V.
- MARTÍ MONZONIS, EJ (2011). Gandía. Estudio sobre el Aprovechamiento Integral de Biomasa Residual en Enguera. Valencia: TFC. UPV
- MATEU, I (2008). Universidad de Valencia. Distribución natural de *Rosmarinus officinalis* L. <http://www.uv.es/filmed/spp/rosmaresp.htm>
- SANTANA, VM *et al* (2010). *Old-field secondary succession in SE Spain: can fire divert it.* *Plant Ecol* 211:337–349
- MAGRAMA (2012). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente <http://sig.mapa.es/siga/>
- PATFOR (2011). Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana.

- PAUSAS, J *et al* (1999). *The role of fire in European Mediterranean Ecosystems*. In: Chuvieco E (ed) *Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean Basin*. Springer- Verlag, Berlin
- PER (2011). Plan de Energías Renovables 2011-2020
- RIVAS-MATÍNEZ, S (2004). Clasificación Bioclimática de la Tierra.
- RUEDA GUIJARRO, JA (2011). Biomasa forestal de la Comunidad Valenciana: Estado actual y futuro. Aprovechamiento de Biomasa Forestal en los Montes Valencianos: maquinaria, sistemas de recogida, rendimientos y costes.
- VALLEJO, VR *et al* (1998). *The restoration of burned lands: the case of Eastern Spain*. In: Moreno JM (ed) *Large forest fires*. Backhuy Publishers, Leiden.

**ANEJOS**



## 7. ANEJOS

### 7.1 ANEJO 1: MEDICIONES PARÁMETROS MORFOLÓGICOS

La tabla siguiente muestra todos los datos tomados en campo, para los parámetros morfológicos estudiados:

<i>Ulex parviflorus</i>	h total [cm]	ø copa [cm]	h base-copa [cm]	ø base [cm]	Nº Tallos	<i>Ulex parviflorus</i>	h total [cm]	ø copa [cm]	h base-copa [cm]	ø base [cm]	Nº Tallos
1	140	91	47	3,19	1	26	31	23	24	2,09	1
2	147	152	51	7,31	1	27	114	52	58	2,34	2
3	118	48,5	18	1,46	2	28	174	94	24	5,27	1
4	104	48,5	13	1,47	1	29	115	49	59	1,95	1
5	97	53	24	1,19	1	30	142	81	73	2,07	1
6	87	55	10	1,55	3	31	151	43	39	2,14	1
7	137	121	42	2,18	4	32	154	59	58	2,42	1
8	143	82	32	2,16	1	33	173	62	105	2,77	2
9	168	82	58	2,17	2	34	141	79	38	2	2
10	143	64,5	29	2,47	1	35	142	120	41	2,68	3
11	128	89	41	4,13	1	36	149	138	71	3,93	2
12	110	47	36	1,92	2	37	119	52	22	1,84	2
13	72	31	16	1,54	1	38	102	45	32	2,06	1
14	118	72,5	38	2,41	1	39	94	71	43	2,52	1
15	108	45	36	2,33	3	40	54	21	12	0,79	3
16	164	106	64	4,05	3	41	92	53	23	1,54	2
17	87	48	19	2,99	1	42	109	73	14	1,52	3
18	114	61	42	2,63	1	43	113	42	31	1,63	2
19	108	30	55	1,13	1	44	63	27	12	1,14	3
20	102	42	53	2,64	1	45	69	33	22	0,86	1
21	91	50	27	2,65	1	46	144	78	36	2,03	2
22	73	42	28	1,73	2	47	132	52	58	1,94	2
23	103,5	58	32	2,54	1	48	173	78	57	2,99	3
24	135	81	53	4,55	1	49	149	97	60	2,29	3
25	82	65	12	1,28	4	50	160	52	65	1,83	1

**Tabla 25:** Datos tomados en campo

Todas las unidades están en centímetros. Los valores sombreados en color verde, corresponden a los valores mínimos obtenidos en campo para cada individuo. Los datos sombreados en color azul son los datos máximos tomados en la medición los cuatro parámetros para cada individuo de aliaga, un total de cincuenta individuos.

La Tabla 25 muestra los valores medidos en campo, para el parámetro morfológico altura total.

<i>Ulex parviflorus</i>	h total (cm)	<i>Ulex parviflorus</i>	h total (cm)
<b>1</b>	140	<b>26</b>	<b>31</b>
<b>2</b>	147	<b>27</b>	114
<b>3</b>	118	<b>28</b>	<b>174</b>
<b>4</b>	104	<b>29</b>	115
<b>5</b>	97	<b>30</b>	142
<b>6</b>	87	<b>31</b>	151
<b>7</b>	137	<b>32</b>	154
<b>8</b>	143	<b>33</b>	173
<b>9</b>	168	<b>34</b>	141
<b>10</b>	<b>143</b>	<b>35</b>	142
<b>11</b>	128	<b>36</b>	149
<b>12</b>	110	<b>37</b>	119
<b>13</b>	72	<b>38</b>	102
<b>14</b>	118	<b>39</b>	94
<b>15</b>	108	<b>40</b>	54
<b>16</b>	164	<b>41</b>	92
<b>17</b>	87	<b>42</b>	109
<b>18</b>	114	<b>43</b>	113
<b>19</b>	108	<b>44</b>	63
<b>20</b>	102	<b>45</b>	<b>69</b>
<b>21</b>	91	<b>46</b>	144
<b>22</b>	73	<b>47</b>	132
<b>23</b>	103,5	<b>48</b>	173
<b>24</b>	135	<b>49</b>	149
<b>25</b>	82	<b>50</b>	160

**Tabla 26:** Datos Altura total

El pie número 28 presenta la altura máxima medida (174cm.) y el pie número 26 presenta la altura mínima medida en los 50 pies de aliaga (31cm.).

La Tabla 27, muestra las mediciones realizadas en campo, para el parámetro morfológico altura del arranque de copa.

<i>Ulex parviflorus</i>	h base-copa(cm)	<i>Ulex parviflorus</i>	h base-copa(cm)
1	47	26	24
2	51	27	58
3	18	28	24
4	13	29	59
5	24	30	73
6	10	31	39
7	42	32	58
8	32	33	105
9	58	34	38
10	29	35	41
11	41	36	71
12	36	37	22
13	16	38	32
14	38	39	43
15	36	40	12
16	64	41	23
17	19	42	14
18	42	43	31
19	55	44	12
20	53	45	22
21	27	46	36
22	28	47	58
23	32	48	57
24	53	49	60
25	12	50	65

**Tabla 27:** Datos Altura Base - Copa

Observamos que el valor mínimo de altura del arranque de copa es 10 cm. (pie 6) y el valor máximo de altura del arranque de copa es de 105 cm. (pie 33)

La tabla siguiente muestra los datos tomados en campo, para el parámetro morfológico diámetro de la base del tallo principal.

<i>Ulex parviflorus</i>	ø base (cm)	<i>Ulex parviflorus</i>	ø base (cm)
1	3,19	26	2,09
2	7,31	27	2,34
3	1,46	28	5,27
4	1,47	29	1,95
5	1,19	30	2,07
6	1,55	31	2,14
7	2,18	32	2,42
8	2,16	33	2,77
9	2,17	34	2
10	2,47	35	2,68
11	4,13	36	3,93
12	1,92	37	1,84
13	1,54	38	2,06
14	2,41	39	2,52
15	2,33	40	0,79
16	4,05	41	1,54
17	2,99	42	1,52
18	2,63	43	1,63
19	1,13	44	1,14
20	2,64	45	0,86
21	2,65	46	2,03
22	1,73	47	1,94
23	2,54	48	2,99
24	4,55	49	2,29
25	1,28	50	1,83

**Tabla 28:** Datos Diámetro de la base

El diámetro basal mínimo es de 0,79 cm medido en el pie número 40 y el diámetro basal máximo es de 7,31 cm. medido en el pie número 2

La Tabla 29 presenta los datos correspondientes al diámetro de la copa.

<i>Ulex parviflorus</i>	Ø copa (cm)	<i>Ulex parviflorus</i>	Ø copa (cm)
1	91	26	23
2	152	27	52
3	48,5	28	94
4	48,5	29	49
5	53	30	81
6	55	31	43
7	121	32	59
8	82	33	62
9	82	34	79
10	64,5	35	120
11	89	36	138
12	47	37	52
13	31	38	45
14	72,5	39	71
15	45	40	21
16	106	41	53
17	48	42	73
18	61	43	42
19	30	44	27
20	42	45	33
21	50	46	78
22	42	47	52
23	58	48	78
24	81	49	97
25	65	50	52

**Tabla 29:** Datos diámetro de la copa

Se observa que el diámetro mínimo de copa es de 21 cm., el cual corresponde al pie 40 y el diámetro máximo de copa es de 152 cm., correspondiente al pie numero 2.

En la siguiente tabla veremos representados todos los datos correspondientes al número de tallos que presenta cada individuo estudiado.

<i>Ulex parviflorus</i>	Nº TALLOS	<i>Ulex parviflorus</i>	Nº TALLOS
1	1	26	1
2	1	27	2
3	2	28	1
4	1	29	1
5	1	30	1
6	3	31	1
7	4	32	1
8	1	33	2
9	2	34	2
10	1	35	3
11	1	36	2
12	2	37	2
13	1	38	1
14	1	39	1
15	3	40	3
16	3	41	2
17	1	42	3
18	1	43	2
19	1	44	3
20	1	45	1
21	1	46	2
22	2	47	2
23	1	48	3
24	1	49	3
25	4	50	1

**Tabla 30:** Datos Número de tallos

Se observa que hay varios pies con un solo tallo, mientras que el número mayor de tallos es de 4 (pies 7 y 25).

## 7.2 ANEJO 2: PIES REPRESENTATIVOS DEL MATERIAL DE ANÁLISIS

En la Tabla 31, veremos que pies están dentro de los intervalos de confianza definidos para cada parámetro morfológico.

<i>Ulex parviflorus</i>	h total (cm)	ø copa (cm)	h base-copa(cm)	ø base (cm)
1	140	91	47	3,19
8	143	82	32	2,16
10	143	64,5	29	2,47
12	110	47	36	1,92
14	118	72,5	38	2,41
15	108	45	36	2,33
18	114	61	42	2,63
20	102	42	53	2,64
21	91	50	27	2,65
23	103,5	58	32	2,54
27	114	52	58	2,34
31	151	43	39	2,14
34	141	79	38	2
37	119	52	22	1,84
38	102	45	32	2,06
39	94	71	43	2,52
41	92	53	23	1,54
43	113	42	31	1,63
46	144	78	36	2,03
47	132	52	58	1,94

**Tabla 31:** Conjunto de todos los pies representativos de la masa de estudio

En la tabla anterior aparecen que determinan los pies de *Ulex parviflorus* representativos de la masa. Son aquellos pies que se encuentran dentro de los límites del intervalo [Media  $\pm$  desviación típica]. De los cincuenta pies medidos inicialmente nos salen representativos de la masa para los cuatro parámetros morfológicos al mismo tiempo trece. Son 20 pies representativos de la masa.