



**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA**

**TITULACIÓN DE INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD MECANIZACIÓN Y CONSTRUCCIONES RURALES**

**EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RESTOS  
VEGETALES GENERADOS POR LA AGRICULTURA  
INTENSIVA BAJO PLÁSTICO EN ALMERÍA**

**ALUMNO:**

**JOAQUÍN RAMÍREZ GONZÁLEZ**

**DIRECTORES:**

**D. ÁNGEL JESÚS CALLEJÓN FERRE**

**ALMERÍA, SEPTIEMBRE DE 2011**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradecer a mi tutor, D. Ángel Jesús Callejón Ferre, por su la facilidades dadas y su ayuda, sin la cual no me hubiese sido posible llevar este proyecto a cabo.

A Dña. María Dolores Suarez Medina, del área de producción animal de la UAL, por su colaboración y orientación en los laboratorios.

Pero sobre todo agradecer a mis padres, D. Joaquín Ramírez Lázaro y Dña. Carmen González Rivas, por su más que infinita paciencia.

A cada uno de ellos, gracias

## INDICE GENERAL

<b>CAPITULO 1. INTERES Y OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
1. INTERESES Y OBJETIVOS	3
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. INTERÉS	4
1.3. OBJETIVOS	4
<b>CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	<b>5</b>
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. INTRODUCCIÓN	7
2.2. PRINCIPALES MAGNITUDES DE LA CAMPAÑA 2009/2010 EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	8
2.3. QUÉ ES LA BIOMASA	22
2.3.1. LA BIOMASA COMO FUENTE ENERGÉTICA	22
2.3.2. EMPLEO DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE	24
2.4. GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)	25
2.5. BENEFICIOS AMBIENTALES DEL EMPLEO DE BIOMASA	27
2.6. COMPOSICIÓN DE LOS RESTOS VEGETALES	28
<b>CAPITULO III. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>34</b>
3. MATERIAL Y METODOS	38
3.1. RECOGIDA DE MUESTRAS	38
3.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	38
3.3. ANÁLISIS ENERGÉTICO	41
3.3.1. INTRODUCCIÓN A LA BOMBA CALORIMETRICA	41
3.3.2. MODO DE OPERAR LOS SISTEMAS DE CONTROL	41

3.3.2.1. CONTROL DE LA TEMPERATURA EN LA CAPA AISLANTE DE AGUA	41
3.3.2.2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA	42
3.3.2.3. CIRCUITOS DE ENCENDIDO	43
3.3.2.4. CUBIERTA DEL CALORIMETRO	43
3.3.3. INSTALACIÓN	44
3.3.3.1. SITUACIÓN	44
3.3.3.2. VASO DEL CALORIMETRO	44
3.3.3.3. COLUMNA SOPORTE DEL TERMOMETRO	44
3.3.3.4. TERMISTORES	44
3.3.3.5. TERMOMETROS	45
3.3.3.6. SISTEMA DE AUMENTO/VIBRADOR DEL TERMOMETRO	45
3.3.3.7. SUMINISTRO DE AGUA	45
3.3.3.8. SUMINISTRO DE OXIGENO	46
3.3.3.9. LLENADO DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA	46
3.3.4. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CALOR EFECTIVA	47
3.3.5. DETERMINACIÓN DEL VALOR CALORÍFICO	48
3.3.5.1. MUESTRA	48
3.3.5.2. COLOCACIÓN DE LA MUESTRA	48
3.3.5.3. MONTAJE DE LA BOMBA	48
3.3.5.4. LLENADO DE LA BOMBA	49
3.3.5.5. COMPROBACIÓN DEL CIRCUITO DE ENCENDIDO	49
3.3.5.6. AJUSTE DEL CALORIMETRO	49
3.3.5.7. BALANCE INICIAL DEL PUENTE DE TERMISTORES	51
3.3.5.8. MEDIDA DEL AUMENTO DE TEMPERATURA	51
3.3.6. PREPARACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN SIGUIENTE	52

3.3.7. TOTALIDAD DE LA COMBUSTIÓN	52
3.3.8. CALCULO DE LOS RESULTADOS	53
3.3.8.1. CALOR DE ENCENDIDO	53
3.3.8.2. CORRECCIONES PARA EL AZUFRE Y NITRÓGENO	53
3.3.9. CUIDADOS DIARIOS Y MANTENIMIENTO	53
3.3.9.1. BOMBA	53
3.3.9.2. VASO CALORIMÉTRICO	54
3.3.9.3. CAVIDAD DE LA CAPA AISLANTE	54
3.3.9.4. CONTROLES	54
3.3.10. ATENCIONES DE RUTINA	54
3.3.10.1. CORRIENTE DEL CALENTADOR DE LA CAPA AISLANTE	54
3.3.10.2. SOPORTES	55
3.3.10.3. BOMBA	55
3.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES QUÍMICOS	58
3.4.1. HUMEDAD	59
3.4.2. CENIZAS	61
3.4.3. EXTRACTO ETÉREO	63
3.4.4. PROTEÍNA BRUTA	66
3.4.5. FIBRA BRUTA (SISTEMA VAN SOEST)	69
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS</b>	<b>76</b>
4. RESULTADOS	79
4.1. TOMATE	79
4.2. PEPINO	82
4.3. CALABACÍN	85
4.4. PIMIENTO	88
4.5. SANDÍA	91

4.6. MELÓN	94
4.7. JUDÍA	97
4.8. BERENJENA	10
4.9. PODER CALORÍFICO DE LOS RESTOS VEGETALES GENERADOS EN ALMERÍA	103
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN</b>	<b>104</b>
5. DISCUSIÓN	106
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES</b>	<b>109</b>
6. CONCLUSIONES	111
<b>CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>112</b>
7. BIBLIOGRAFÍA	114

# **CAPITULO I**

# **INTERÉS Y OBJETIVOS**

<b>CAPITULO 1. INTERES Y OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
1. INTERESES Y OBJETIVOS	3
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. INTERÉS	4
1.3. OBJETIVOS	4

## 1. INTERESES Y OBJETIVOS

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo intensivo bajo plástico se ha convertido en uno de los sectores agrícolas con mayor crecimiento e importancia en el sector primario, eso se demuestra en las  $1,6 \cdot 10^6$  ha cultivadas bajo plástico (túneles e invernaderos) a nivel mundial, de los cuales en torno al 80 % de dicha superficie se sitúa en el lejano oriente, del resto, 190000 ha están situadas en la zona Mediterránea, entre los que destacan los países de Italia, con 67700 ha, y España, con 55800 ha, en el caso de España se la situación de que gran parte de la superficie bajo plástico se sitúa en la zona suroriental de la península, siendo Almería la más representativa con 25000 ha invernadas. (Sanjuán, 2007).

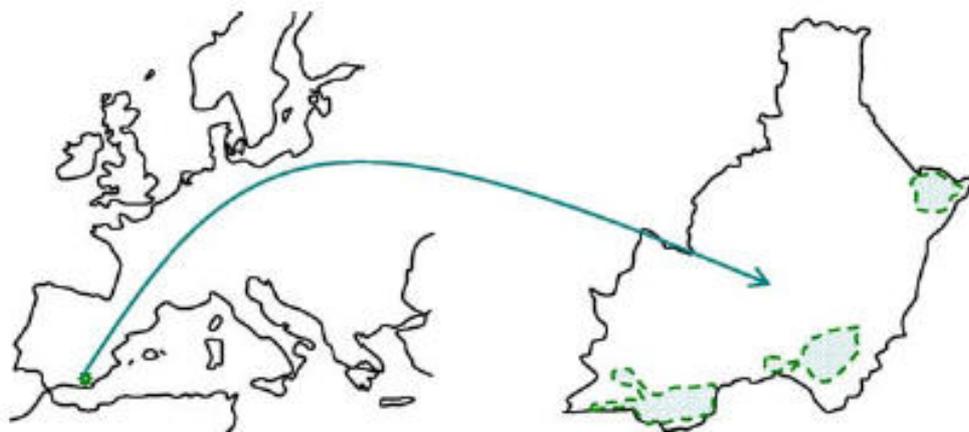


Figura 1. Localización del 80 % de los invernaderos en Almería

Situándonos en la zona de estudio, ésta alcanzó una producción total de 2.788.222 toneladas en la campaña 2009/2010 (Fundación Cajamar, 2010).

En los últimos años, las exigencias y competencia a las que se ha visto sometido el campo almeriense, han ido en aumento con la entrada cada vez con más fuerza en el mercado europeo, principal objetivo de exportación, de nuevos productores.

## **1.2. INTERÉS**

Uno de los principales problemas que se presenta en los cultivos intensivos bajo plástico es el resto vegetal generado tras la cosecha, ya que, por una parte se encuentra el coste en tiempo y dinero que supone su retirada como además el problema ambiental que supone la eliminación de dichos residuos.

Este trabajo trata de evaluar la capacidad energética y composición de los residuos a fin, de dar una visión más detallada con la que afrontar dicha problemática.

## **1.3. OBJETIVO**

El objetivo de este estudio es el de cuantificar el poder calorífico de cada especie hortícola cultivada en Almería para conocer el potencial energético del “resto vegetal” generado, relacionándolo con los análisis orgánicos (composición del residuo).

## **CAPÍTULO II**

# **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

<b>CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	<b>5</b>
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. INTRODUCCIÓN	7
2.2. PRINCIPALES MAGNITUDES DE LA CAMPAÑA 2009/2010 EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	8
2.3. QUÉ ES LA BIOMASA	22
2.3.1. LA BIOMASA COMO FUENTE ENERGÉTICA	22
2.3.2. EMPLEO DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE	24
2.4. GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)	25
2.5. BENEFICIOS AMBIENTALES DEL EMPLEO DE BIOMASA	27
2.6. COMPOSICIÓN DE LOS RESTOS VEGETALES	28

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1. INTRODUCCION

El fuerte desarrollo producido en la agricultura bajo plástico en la provincia de Almería, ha llevado consigo un aumento de los problemas provocados en cuanto a la gestión de los residuos generados en las distintas cosechas. Estos residuos provocan diversos problemas en su eliminación o tratamiento, problemas de índole tanto económica como medioambiental, esta última cada vez con mayor importancia.

La creciente preocupación que existe en la sociedad acerca de los residuos animales, la contaminación ambiental de los fertilizantes, la calidad del agua y efectos de gases de efecto invernadero (GEI), así como su creciente interés en los alimentos cultivados ecológicamente (20% de crecimiento anual en América del norte), el desarrollo sostenible de los sistemas de producción ecológica de hortalizas es esencial para la satisfacción del consumidor y para la productividad del productor.(Dorais,. 2007)

En la provincia de Almería se producen aproximadamente 769.500 toneladas de residuo cada año (Callejón-Ferre et al, 2010), esta cifra está calculada para una superficie de 27.000 ha invernadas.

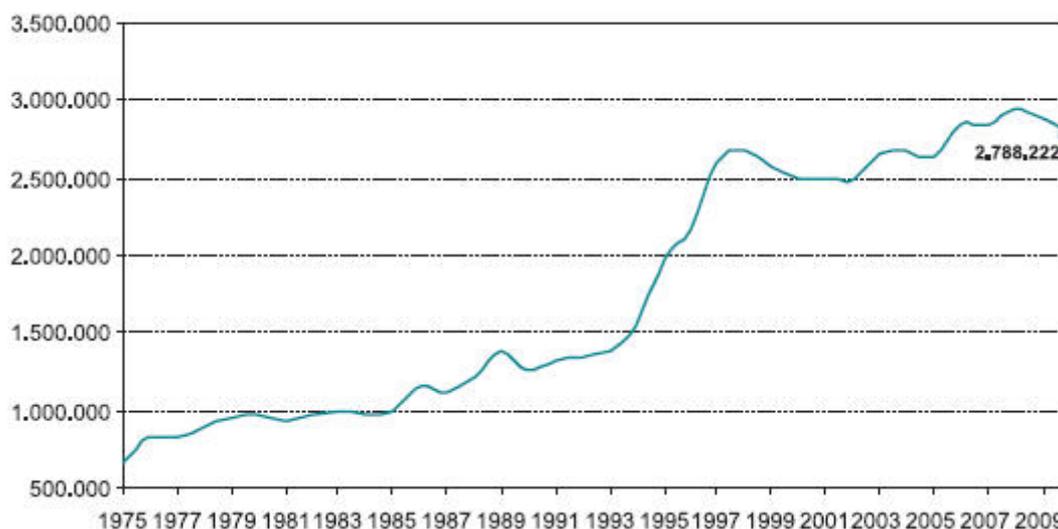
Tal cantidad de residuos hace necesario el estudio de los restos vegetales, a fin de poder evaluar sus posibilidades y sus posibles empleos. Los usos contemplados en la actualidad para la biomasa de los restos vegetales contemplan los biocombustibles, la producción de energía, u otros empleos alternativos.

Uno de los campos en los que más se está progresando es en el de los biocombustibles, ya que la disminución de los suministros de combustibles fósiles han impulsado la investigación en fuentes alternativas de combustible en todo el mundo, incluido el uso de la biomasa y los residuos agrícolas. (Gomes et al, 1997)

## 2.2. PRINCIPALES MAGNITUDES DE LA CAMPAÑA 2009/2010 EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA(Fundación Cajamar, 2010)

La agricultura almeriense se centra principalmente en las especies hortícolas objeto de estudio en este informe, estas son: tomate, pimiento, pepino, calabacín, melón, sandía, judía y berenjena.

Basándose en los datos obtenidos de CAP (Consejería de Agricultura y Pesca) de la Junta de Andalucía, del Servicio Oficial de Inspección, Vigilancia y Regulación de las Exportaciones (SOIVRE), Dirección general de Aduanas (DGA) y las empresas comercializadoras del sector, la producción se sitúa en un total de 2.788.222 toneladas. Se observa una caída en la producción de un 3,47 % con respecto a la campaña anterior (Figura 2), pero que podríamos considerar constante si tenemos en cuenta las diez últimas campañas.



**Figura 2.** Evolución de la producción hortofrutícola (1975-2010). En toneladas.

Fuente: Estimación realizada a partir de datos facilitados por CAP, SOIVRE, DGA y datos aportados por empresas comercializadoras del sector. Elaboración: Fundación Cajamar

Particularizando, el caso de la judía merece una mención especial, ya que experimento una nueva caída, en este caso del 20,3 %, como ya sucediese en campañas anteriores, a esta se le suma el melón que sufre un recorte por sexta campaña, en esta ocasión de 14,27 %, mientras que en el caso contrario se encuentran la berenjena y el pepino, que registraron máximos históricos, en caso

excepcional se encuentra el tomate que debido a inclemencias meteorológicas en la primera parte de la campaña y a la incertidumbre generada por la *tutta absoluta* (polilla del tomate).

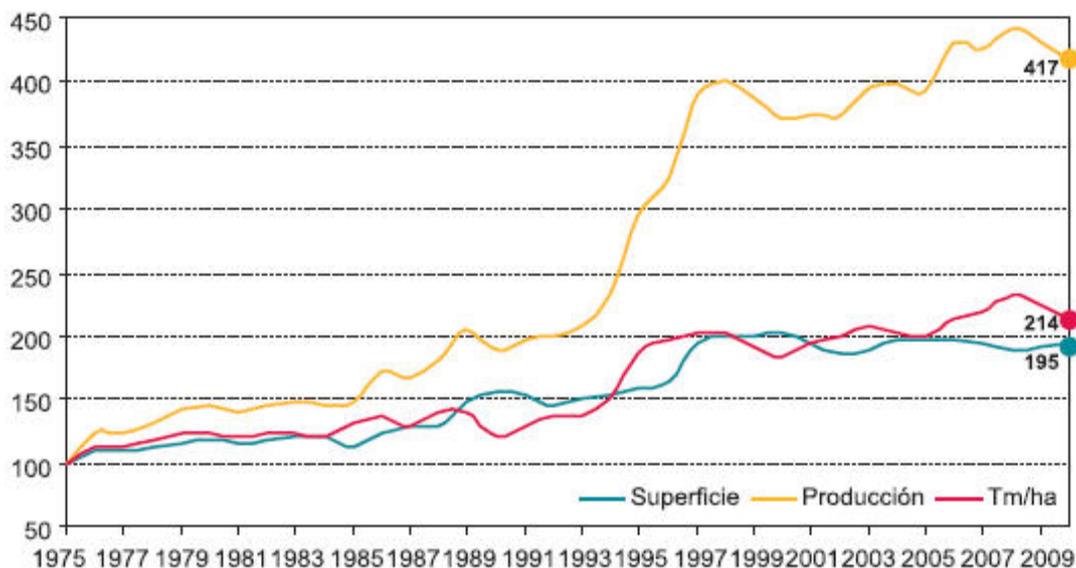
Analizando las cifras económicas, la campaña 2009/2010 nos dejó un incremento en el valor de la producción del 4,70 %, dato que siendo positivo, nos deja una lectura negativa en el aspecto de que varios de los cultivos han sufrido grandes retrocesos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparación de los ingresos medios de la campaña 2009/10 con la media del periodo 2001/10.

	Media 2001/10			Campaña 2009/10			
	Cantidad (Tm)	Precio (Euro/kg)	Valor (Miles euros)	Cantidad (Tm)	Precio (Euro/kg)	Valor (Miles euros)	% var. valor
Berenjena	98.164	0,47	45.999	150.593	0,46	69.080	50,17
Calabacín	247.465	0,48	119.524	286.600	0,58	166.058	38,93
Judía verde	43.023	1,19	51.070	10.745	1,11	11.932	-76,64
Melón	182.091	0,43	77.817	141.964	0,39	54.987	-29,34
Pepino	319.129	0,46	146.345	382.326	0,40	152.930	4,50
Pimiento	521.667	0,68	355.542	530.626	0,69	368.373	3,61
Sandía	285.967	0,27	75.800	335.439	0,25	84.967	12,09
Tomate	828.300	0,49	407.753	772.035	0,56	432.274	6,01
<b>Total</b>	<b>2.525.804</b>	<b>0,51</b>	<b>1.279.851</b>	<b>2.610.328</b>	<b>0,51</b>	<b>1.340.602</b>	<b>4,70</b>

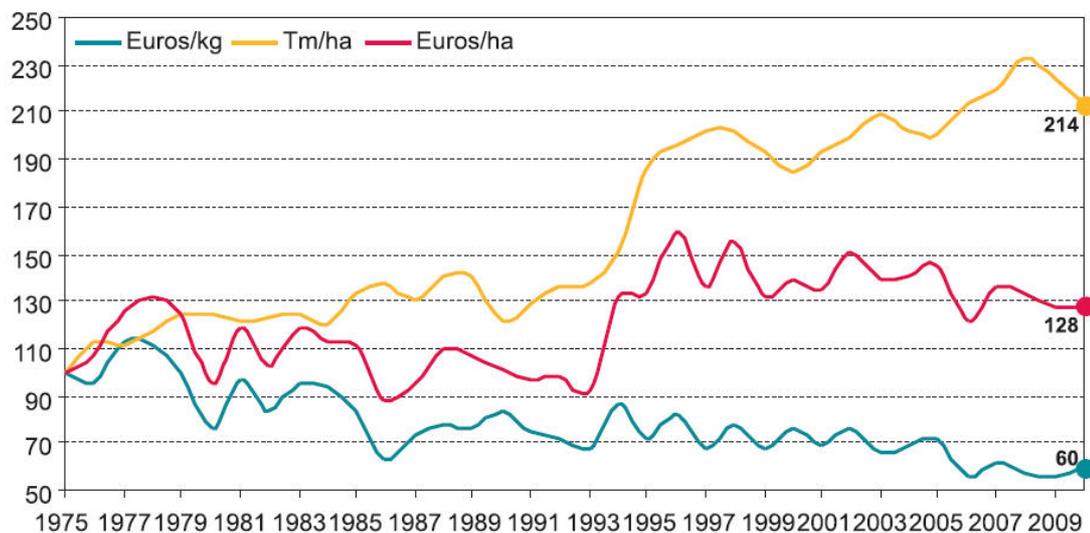
Fuente: Estimación realizada a partir de datos facilitados por CAP, SOIVRE, DGA y datos aportados por empresas comercializadoras del sector. Elaboración: Fundación Cajamar

El hecho de que el valor de la producción aumentase, contraste con el hecho de que tanto rendimientos como producción total cayesen con respecto a la campaña anterior (Figura 3), hecho atribuible a unos mejores precios, que, junto con un descenso en los costes de producción de un 5,4% por hectárea, hicieron que la rentabilidad de las explotaciones aumentara en esta campaña.



**Figura 3.** Superficie, producción y el rendimiento por hectárea. Índice 1975=100.

Fuente: Estimación realizada a partir de datos facilitados por CAP, SOIVRE, DGA y datos aportados por empresas comercializadoras del sector. Elaboración: Fundación Cajamar

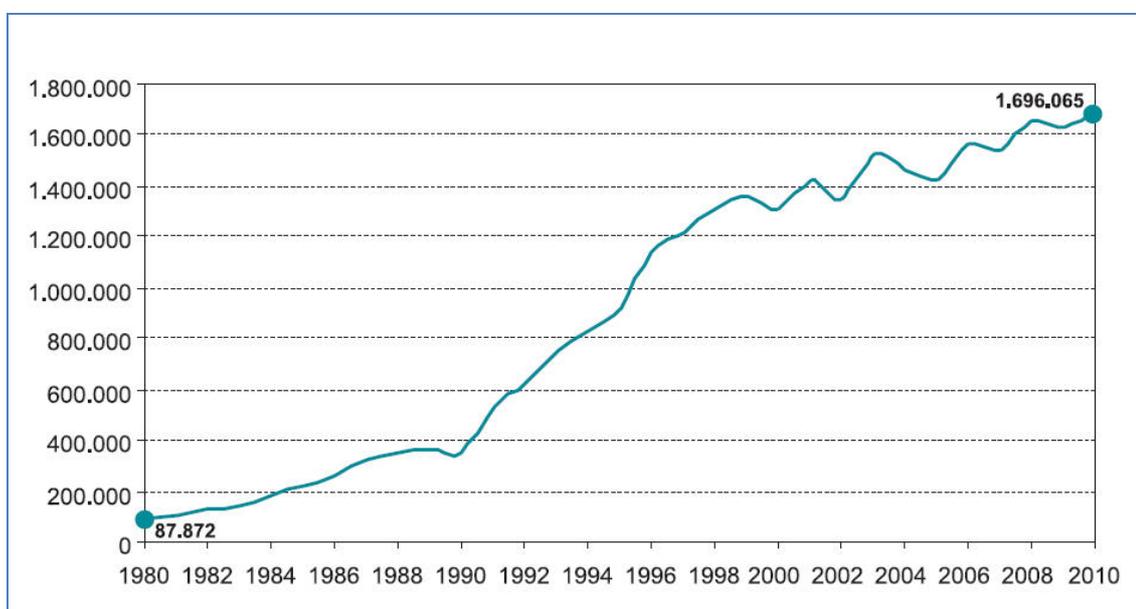


**Figura 4.** Rendimientos y rentabilidad de la producción hortícola en términos medios. índice 1975=100.

Fuente: Estimación realizada a partir de datos facilitados por CAP, SOIVRE, DGA y datos aportados por empresas comercializadoras del sector. Elaboración: Fundación Cajamar.

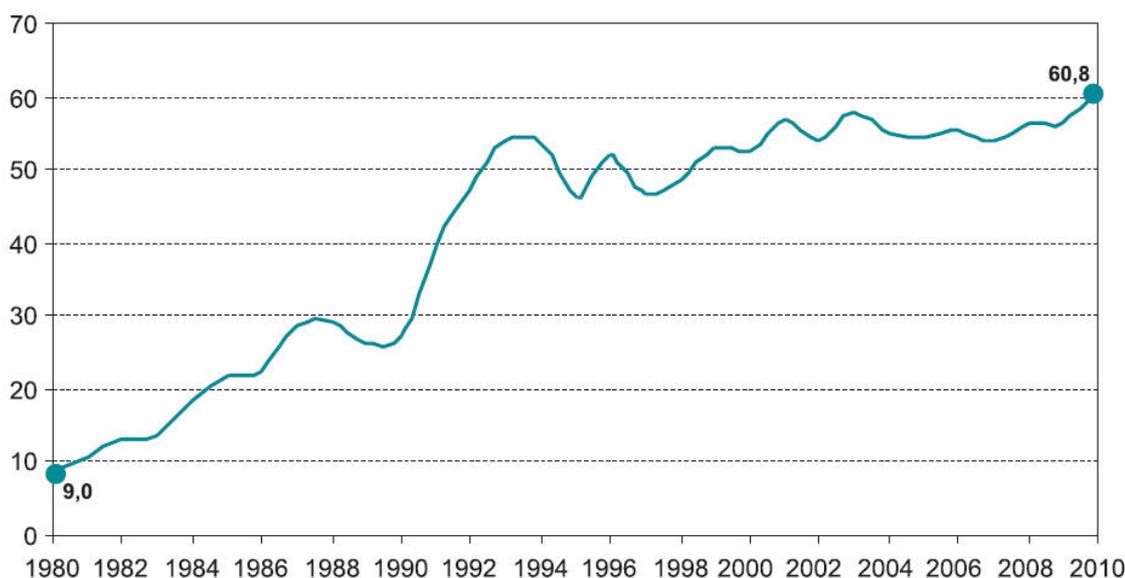
La reducción de costes fue propiciada por la situación de crisis y comportamiento deflacionario de la economía española, siendo los costes financieros y de fitosanitarios los que mayor descenso sufrieron. A tener en cuenta es también el descenso del coste del control biológico, merced a lo que se podría denominar “efecto aprendizaje” (mejor utilización de los recursos debido a la experiencia), y al aumento de la competencia en el suministro de la fauna auxiliar, lo que derivó en una reducción de precios.

En cuanto al mercado exterior, la demanda externa supuso un total de 1.696.065 toneladas (Figura 5), siendo el 60,82 % del total de la producción (Figura 6), siendo estos datos un nuevo máximo histórico, suponiendo un aumento total de 3,98%



**Figura 5.** Evolución de las exportaciones hortícolas 1980/2010.

Fuente: DGA Elaboración: Fundación Cajamar (2008/2009).



**Figura 6.** Exportación sobre la producción hortícola. En porcentaje.

Fuente: Estimación realizada con los datos facilitados por CAP, SOIVRE, DGA y empresas comercializadoras del sector.

Elaboración: Fundación Cajamar

En términos económicos, los ingresos por exportación también aumentaron situándose en esta campaña en un total de 1.526,5 millones de euros, lo que supuso un aumento de 1,4 % con respecto a la campaña anterior.

Por productos, el calabacín y la lechuga tuvieron los incrementos de ingresos con un 28,6 % y un 27,9 %, respectivamente, aunque fue el tomate una vez más el principal producto exportado, logrando unos ingresos de 416,4 millones de euros, un incremento del 6,1 %. Un caso especial es el de la judía verde, que si bien su producción se ha visto recortada en un 20,3 %, su ingresos en cambio tuvieron un crecimiento del 7,4 %, siendo este crecimiento anormal, si echamos la vista atrás y comparamos con campañas anteriores, la explicación la encontramos en que Almería se ha convertido en un centro reexpedidor de la judía verde africana.

Por destinos, la Unión Europea (UE) es el principal mercado para los productos almerienses, ya que, con el 96,9 % continúa siendo Alemania el principal cliente para el sector hortofrutícola almeriense, si bien nuestras ventas se vieron reducidas en dicho mercado un 4,57%. El segundo puesto ha cambiado con respecto al año anterior, siendo en esta ocasión Francia el siguiente comprador de productos almerienses y recuperando su posición histórica, aportando el 16,11% de nuestras ventas. Holanda (13,61%) y Reino Unido (11,7%) cierran el *ranking* de los 4 mayores compradores. Como es habitual, la mayor parte de nuestras ventas se realizan en el seno de la UE, concretamente el 96,9% de las mismas, con un aumento progresivo en el peso total de los países de la Europa ampliada: 7,2% en

2009/10. En esta campaña también se registró un crecimiento por encima de la media de las ventas a países terceros, habiendo conseguido más que duplicar las ventas a EEUU –de 1,8 a 3,9 millones de euros–.

Respecto a los competidores en el mercado europeo, este año destaca el tropiezo de Marruecos en tomate, con una pérdida del 11,8% en euros y del 20,5% en volumen. Por el contrario, en ese mismo producto Holanda (con unos costes superiores a los magrebíes y mucha reexportación) y Turquía vuelven a ganar posiciones. En los principales productos, destaca la ganancia de cuota de mercado de Holanda con respecto a España en euros. Así sucede en: tomate, pimiento, berenjena, pepino y sandía. Sólo en calabacín y judía verde España le erosiona cuota. Finalmente, hemos fortalecido nuestro liderazgo tanto en melón (gracias al estancamiento de Brasil y nuestros mejores precios), como en sandía.

### **ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE COSTES**

La metodología empleada para calcular la evolución de la estructura de costes de producción en una empresa agraria es la siguiente:

- Se ha considerado una explotación media.
- Invernaderos modernos de tipo “raspa y amagado”.
- Capacidad productiva media-alta.

Así mismo, para el cálculo las opciones más frecuentes se han escogido: tomate en ciclo único; pimiento-melón; pepino-sandía; calabacín-calabacín; y judía verde-judía verde.

Esta estructura de costes es un indicador basado en premisas teóricas, que refleja las tendencias fundamentales del sector, pero que no tienen por qué corresponder con ningún ejemplo concreto. En el caso de estructuras antiguas, costes y rendimientos serán menores, mientras que en explotaciones de mayor tamaño probablemente se darán economías de escala que reduzcan los costes, al margen del comportamiento de los rendimientos.

**Tabla 2.** Evolución de la estructura de costes de producción en una empresa agraria tipo.

	Campaña 2007/08		Campaña 2008/09		Campaña 2009/10		Variación
	Euros	% gastos anuales	Euros	% gastos anuales	Euros	% gastos anuales	%
<b>Gastos corrientes</b>							
Mano de obra	21.223	36,6	21.902	37,8	22.077	39,8	0,8
Semillas y plantones	4.353	7,5	4.497	7,8	4.623	8,3	2,8
Agua	1.416	2,4	1.420	2,5	1.379	2,5	-2,8
Fertilizantes	5.136	8,8	5.998	10,4	3.911	7,1	-34,8
Fitosanitarios	3.324	5,7	3.455	6,0	3.257	5,9	-5,7
<i>Control químico</i>	2.295	4,0	2.363	4,1	2.349	4,2	-0,6
<i>Control biológico</i>	1.029	1,8	1.092	1,9	908	1,6	-16,8
Energía	1.197	2,1	1.201	2,1	1.208	2,2	0,6
Servicios	6.351	10,9	4.476	7,7	4.079	7,4	-8,9
<i>Transporte</i>	1.860	3,2	1.872	3,2	1.870	3,4	-0,1
<i>Comunicaciones</i>	397	0,7	397	0,7	397	0,7	0,0
<i>Costes financieros y seguros</i>	4.094	7,1	2.207	3,8	1.812	3,3	-17,9
Otros gastos	1.620	2,8	1.626	2,8	1.628	2,9	0,1
<b>Total gastos corrientes</b>	<b>44.620</b>	<b>76,9</b>	<b>44.575</b>	<b>76,9</b>	<b>42.162</b>	<b>76,1</b>	<b>-5,4</b>
<b>Gastos de amortización</b>							
Sustrato/enarenado	2.300	4,0	2.300	4,0	2.300	4,2	0,0
Estructura de invernaderos	4.000	6,9	4.000	6,9	4.000	7,2	0,0
Plástico	3.313	5,7	3.247	5,6	3.140	5,7	-3,3
Sistema de riego	2.220	3,8	2.220	3,8	2.220	4,0	0,0
Balsa de riego	345	0,6	345	0,6	345	0,6	0,0
Otros	1.250	2,2	1.250	2,2	1.250	2,3	0,0
<b>Total gastos de amortización</b>	<b>13.428</b>	<b>23,1</b>	<b>13.362</b>	<b>23,1</b>	<b>13.255</b>	<b>23,9</b>	<b>-0,8</b>
<b>Total gastos anuales</b>	<b>58.048</b>	<b>100</b>	<b>57.936</b>	<b>100</b>	<b>55.417</b>	<b>100</b>	<b>-4,3</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística; Delegación Provincial de la Consejería de empleo de la Junta de Andalucía; Estación Experimental de la Fundación Cajamar y empresas comercializadoras. Elaboración: Fundación Cajamar.

## EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie dedicada al cultivo de frutas y hortalizas en la provincia de Almería ha sufrido un incremento de un 1,14% durante la campaña 2008/2009. Este dato hace referencia al total cultivado tanto de forma intensiva bajo abrigo, como al aire libre. Por otro lado, la superficie invernada está estabilizada en torno a las 26.500 hectáreas. Se da la circunstancia de que según los datos publicados por la Junta de Andalucía, la superficie de cultivo bajo plástico, teniendo en cuenta los distintos

ciclos que se producen en una campaña, no ha variado con respecto al periodo anterior, Lo que sí se ha modificado es la distribución de la superficie por cultivos. (CAP, 2008).

Centrados ahora por cultivo, la judía verde mantiene desde la campaña 2003/2004 una tendencia descendente, en esta ocasión sufre un retroceso de un 15,75 %, debido esto a unos mayores costes que supone la elevada demanda de mano de obra especializada. En línea descendente se encuentra también el melón con un retroceso del 9 % con respecto a la anterior campaña, aunque dicho retroceso es continuo desde la campaña 2006/2007. Los productos que completan el grupo en retroceso, son el tomate y la berenjena, en el caso de la berenjena esta disminución del 2,5 % se produce tras tres campañas en aumento, el caso del tomate se debe principalmente al descenso producido por la incidencia de la *tutta absoluta* durante la plantación de primavera, esto provocó que agricultores que tradicionalmente se habían decantado por el cultivo del tomate se decidieran en esta ocasión otros cultivos.

En el caso opuesto nos encontramos con el calabacín, con un incremento del 7,63 %, debido a su bajo coste y su rápida entrada en producción, sin embargo no se ha dado el efecto de saturación que cabría esperar. El caso del pepino es otro caso que ha aumentado en este caso del 4 %

El calabacín presenta una tendencia positiva desde hace cuatro campañas, que se ha materializado en ésta con un 7,63% más de superficie que en la anterior. Como se acaba de comentar, esto se debe a que su puesta en producción conlleva un bajo coste y además, tiene una rápida entrada en producción. Por otra parte, parece que el aumento de producto no ha alcanzado su saturación en el mercado, ya que está presentando un buen comportamiento en términos de ingresos. El pepino es otra hortaliza a la que se le ha dedicado mayor espacio por su baja puesta en producción, habiendo crecido en un 4,06%.

La única especie que se puede considerar como estable en este periodo en cuanto a superficie se refiere es el pimiento, que apenas ha descendido un 0,4%.

## **EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

El análisis de los datos refleja un descenso en la producción total de frutas y hortalizas en la provincia, en un 3,5%, debida fundamentalmente a una menor productividad de los cultivos. A pesar del descenso en la producción, no ha sido en todos los cultivos, sino que dicho descenso se ha concentrado en tomate, judía verde y melón.

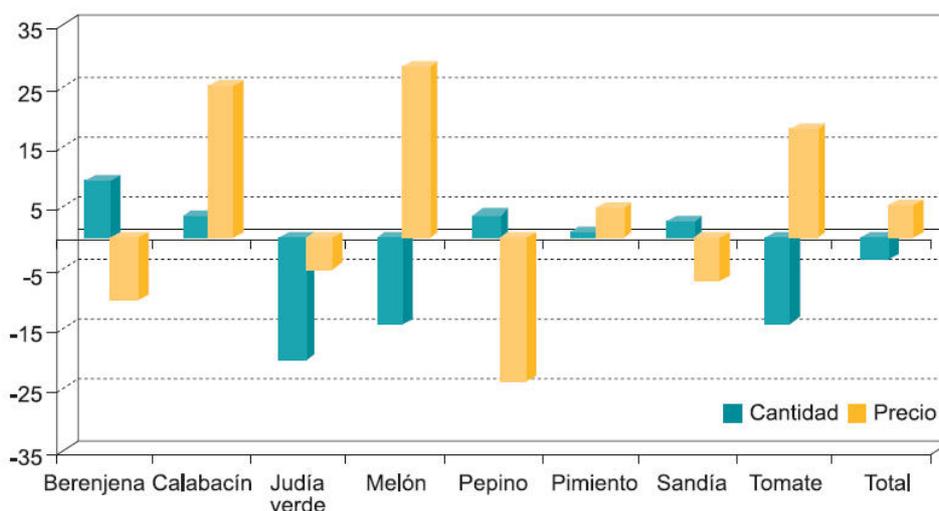
El caso de la judía verde ha sido el más marcado, con una caída del 20 %, dicho descenso se debe a malas condiciones climáticas marcadas por unas intensas lluvias. Para el caso del tomate, cuyo descenso se sitúa en un 16,95 %, a las lluvias se le une el temor producido por el ataque e la *tutta absoluta*, en cuanto al melón, la caída del 14 % se debe a la climatología antes mencionada.

Por el contrario la berenjena y el pimiento, a pesar que cuyas superficies se vieron mermadas su producción sufrió un aumento del 9,5% y 1%, respectivamente. El calabacín y el pepino tuvieron ambos un aumento aproximado de un 3%, y la sandía, que a pesar de las dificultades en el cuaje tuvo un aumento del 2,7%

### EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS

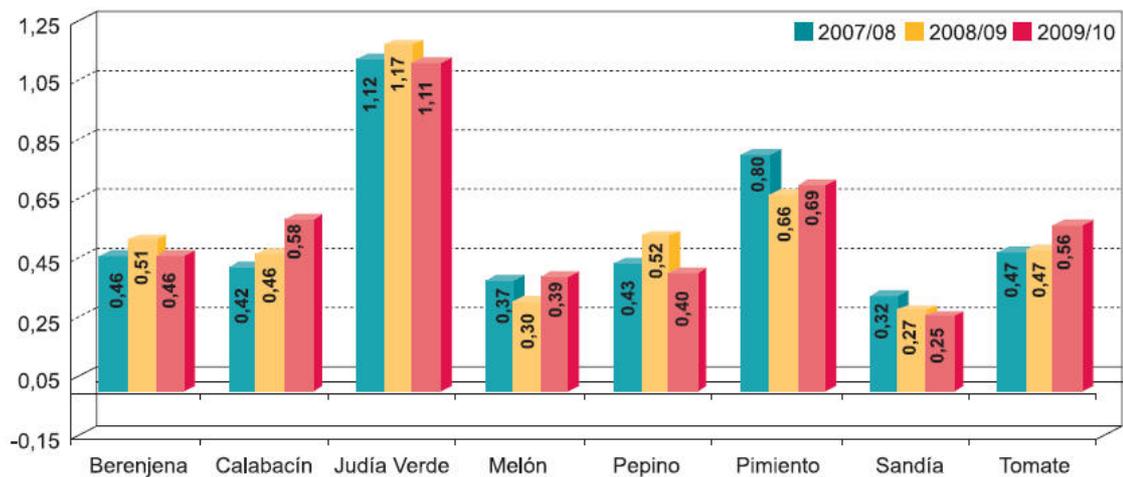
Durante esta campaña, el precio medio de las principales frutas y hortalizas cultivadas bajo plástico ha aumentado en un 5,45% con respecto al periodo anterior. Este incremento ha quedado plasmado en un aumento del valor de la producción de dicho grupo del 1,5%, y de la producción total del 2,34%.

Si se analizan cada una de estas frutas y hortalizas de forma individual, se observa que la mitad de los productos considerados han disminuido sus precios medios, debiéndose el aumento total al incremento de las cotizaciones medias de la otra mitad.



**Figura 7.** Variaciones porcentuales de precio y cantidad de los productos hortícolas con respecto a la campaña anterior.

Fuente: Empresas comercializadoras, CAP, SIGVRE y DGA. Elaboración: Fundación Cajamar



**Figura 8.** Evolución de los precios medios de las principales hortalizas. En euros

Fuente: Empresas comercializadoras. Elaboración: Fundación Cajamar

## COMERCIO EXTERIOR

### EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES

La campaña 2009/2010 de frutas y hortalizas, supuso para el campo almeriense un aumento tanto en la cantidad como en el valor de las exportaciones, siendo de un 2,3 % el aumento de las toneladas exportadas en referencia a la campaña anterior, mientras que si nos referimos al valor de las mismas estaríamos hablando de un incremento del 1,4 %. Esta diferencia que, aunque siendo creciente en ambos casos nos deja ver que el incremento del valor de las exportaciones no ha crecido con la misma intensidad que la cantidad, y que dicho incremento se vio potenciado con el del volumen total exportado.

## ANÁLISIS POR PRODUCTO

**Tabla 3.** Evolución de las exportación por productos

Producto	2007/08	2008/09	2009/10	% var 09/10
Berenjena	84.047	73.460	81.314	10,7
Calabacín	182.243	182.780	188.331	3,0
Col china	3.399	2.702	1.201	-55,6
Judía verde	9.320	7.868	7.642	-2,9
Lechuga	67.473	71.202	79.313	11,4
Melón	87.204	80.423	80.900	0,6
Pepino	275.084	263.044	278.718	6,0
Pimiento	287.869	295.804	305.710	3,3
Sandía	109.610	130.109	139.262	7,0
Tomate	470.591	418.597	403.935	-3,5
Otros	56.993	65.859	61.929	-6,0
Total	1.633.833	1.591.848	1.628.255	2,3

Fuente: DGA. Elaboración: Fundación Cajamar

Analizando el volumen de exportaciones según el tipo de productos (Tabla 3), observamos una tendencia positiva en la mayoría de los casos, fuera de dicha tendencia, nos encontramos los casos de la judía verde y el tomate. En el caso del tomate, el descenso es achacable al descenso en la producción debido a condicionantes climáticos (lluvias y temperatura), pero aun así fue una vez más el producto más exportado, suponiendo un 24,8 % del total de las exportaciones, que sumado al pimiento, calabacín y pepino constituyeron el 72,3 % de las exportaciones durante la campaña 2009/2010. En cuanto a la judía como ya se comentó anteriormente, sufre una caída un año más.

La berenjena aumento para esta campaña su cantidad en un 10,7 %, llegando casi a alcanzar la cantidad exportada durante 2007/2008, después de que la campaña anterior sufriera una caída tras cinco campañas creciendo. En situación de incremento de cantidad exportada se encuentran la sandía y el pepino con incrementos del 7 % y 6 % respectivamente, en comparación con la campaña anterior, la situación del calabacín y el pimiento, es similar, habiendo experimentado un aumento de las cantidades exportadas moderado, cercano al 3 %.

En cuanto al valor de las exportaciones (Tabla 4), se presentado una tendencia similar al volumen de las mismas. La mayoría de los productos han mejorado su cotización, aunque el ritmo ha sido inferior al experimentado por las cantidades exportadas. Como consecuencia el valor total de las exportaciones ha sido mayor al obtenido la campaña anterior.

**Tabla 4.** Evolución de las exportaciones por productos. Miles de euros.

Producto	2007/08	2008/09	2009/10	% var 09/10
Berenjena	73.533	73.295,33	74.660	1,9
Calabacín	131.417	139.517,18	179.389	28,6
Col china	2.729	1.964,53	1.092	-44,4
Judía verde	15.159	11.815,75	12.691	7,4
Lechuga	55.849	60.693,83	77.621	27,9
Melón	66.564	56.518,43	58.486	3,5
Pepino	208.415	234.997,62	210.535	-10,4
Pimiento	341.567	394.939,29*	354.379	-10,3
Sandía	60.725	64.024,72	62.291	-2,7
Tomate	393.955	392.630,63	416.430	6,1
Otros	66.469	75.543,38	78.964	4,5
<b>Total</b>	<b>1.416.382</b>	<b>1.505.941</b>	<b>1.526.539</b>	<b>1,4</b>

Fuente: DGA, modificados los datos para Alemania, Portugal e Irlanda por considerarlos como erratas. Elaboración: Fundación Cajamar

## ANÁLISIS POR DESTINO

La distribución del volumen comercializado a países foráneos ha sido similar a la de otras campañas agrícolas. Los principales destinatarios del mismo fueron los países de la UE-15, que recibieron en este periodo el 89,2% del total exportado, en línea con lo que viene siendo habitual.

Al analizar los datos, se observa que la mayoría de los envíos de producto se siguen realizando a Alemania, que ha representado el 27,5% del total. Las hortalizas que más han incrementado su exportación a Alemania fueron la berenjena, el melón y el calabacín. El segundo país en importancia fue Francia con un 17,4 % de las exportaciones, siendo la berenjena, el pimiento, la judía y la sandía los principales productos.

Valoración energética de los restos vegetales generados por la  
agricultura intensiva bajo plástico en Almería

**Tabla 5.** Evolución de las cantidades exportadas según origen. En toneladas

Países	2007/08	2008/09	2009/10	% var 09/10
Alemania	469.917	446.154	447.716	0,4
Austria	18.825	20.836	20.804	-0,2
Bélgica	44.552	40.980	40.221	-1,9
Dinamarca	31.228	30.897	35.891	16,2
Finlandia	15.423	14.779	14.609	-1,1
Francia	299.121	277.906	283.729	2,1
Grecia	353	239	381	59,8
Holanda	218.929	209.322	205.041	-2,0
Irlanda	9.000	8.450	10.858	28,5
Italia	99.351	109.561	99.147	-9,5
Luxemburgo	390	348	370	6,3
Portugal	48.511	53.877	59.082	9,7
Reino Unido	168.692	162.103	179.421	10,7
Suecia	42.866	44.331	54.813	23,6
<b>Total UE-15</b>	<b>1.467.158</b>	<b>1.419.783</b>	<b>1.452.084</b>	<b>2,3</b>
Eslovaquia	3.222	2.303	4.033	75,1
Eslovenia	830	838	2.061	146,0
Estonia	1.857	4.239	3.596	-15,2
Hungría	8.809	15.165	6.604	-56,5
Letonia	6.443	6.761	4.993	-26,2
Lituania	8.552	10.507	11.988	14,1
Polonia	56.724	56.235	56.267	0,1
República Checa	27.228	28.743	36.566	27,2
Rumania	5.899	4.165	3.091	-25,8
Bulgaria	1.246	1.408	158	-88,8
Chipre	0	0	10	0,0
Malta	36	46	46	-0,7
<b>Europa Ampliada</b>	<b>120.846</b>	<b>130.410</b>	<b>129.414</b>	<b>-0,8</b>
<b>Total UE-27</b>	<b>1.588.004</b>	<b>1.550.193</b>	<b>1.581.497</b>	<b>2,0</b>
Noruega	5.491	4.738	5.328	12,5
Suiza	14.192	21.997	20.084	-8,7
Canadá	2.222	1.963	3.335	69,9
EEUU	2.542	1.236	2.891	133,9
Rusia	15.738	8.331	7.533	-9,6
Otros países	5.645	3.390	7.585	123,8
<b>Total países terceros</b>	<b>45.830</b>	<b>41.655</b>	<b>46.757</b>	<b>12,2</b>
<b>Total exportación</b>	<b>1.633.833</b>	<b>1.591.848</b>	<b>1.628.255</b>	<b>2,3</b>

Fuente: Dirección General de Aduanas (DGA) Elaboración: Fundación Cajamar

## PRINCIPALES COMPETIDORAS

En este apartado se analizan las importaciones de frutas y hortalizas realizadas por la UE-27 (Unión Europea, de 27 países), con objeto de conocer qué países que comercializan sus productos a la Unión.

España y Holanda son los que más producto introducen en el mercado europeo con cifras cercanas a las 700 mil toneladas, aunque con tendencias muy diferentes. En el caso de España, ha disminuido sus exportaciones a Europa en un 2,1%, presentando una cuota de mercado que oscila alrededor del 30 y el 40% entre noviembre y abril, aunque sus envíos máximos se centran en diciembre, enero y febrero. Holanda, por su parte, ha presentado una tendencia alza en sus ventas comunitarias, que se ha cuantificado en un 10,5%. Este incremento se debe a una serie de factores que han favorecido la producción, como la bonanza del clima en otoño y una escasa incidencia de *Tuta absoluta* en primavera. Los daños causados por esta plaga se han dejado sentir en la producción de tomate de la mayoría de los países del Mediterráneo. Holanda presenta una cuota de mercado superior a la nuestra en los meses de septiembre, octubre, mayo y junio.

Marruecos es el tercer país en importancia con una exportación a la Unión de unas 300 mil toneladas, aunque con un retroceso en el volumen del 20,5% en esta campaña. A pesar de esta circunstancia, y de que aún tiene una presencia inferior a la española en el mercado europeo, es un país con gran potencial de expansión. Además, el sector agrícola marroquí es una baza importante en el desarrollo del país y por ello el Gobierno lanzó el proyecto *Plan Maroc Vert*, con objeto de fomentar la producción y comercialización de frutas y hortalizas.

El cuarto país con mayor participación en el mercado europeo es Francia, que sigue disminuyendo sus envíos. El producto español y marroquí están ejerciendo una gran presión a la producción francesa desde hace años, lo que está provocando una disminución de la producción de tomate al sur del país y una tendencia al alza en el oeste del mismo, con objeto de obtener producto en fechas alternativas.

La aportación al mercado de los países no comunitarios también ha sido menor pero en mayor proporción (-11,67%). Sin embargo, Israel y Turquía han aumentado las cantidades exportadas a Europa con una variación positiva en torno al 8%. Ambos países, tienen los recursos necesarios para convertirse en un competidor serio aunque de momento se centran en su mercado interno y en el abastecimiento de países más cercanos.

### **2.3. QUÉ ES LA BIOMASA**

Si entramos en la definición de biomasa, encontramos varias, la Real Academia Española de la lengua (RAE) define biomasa como, *“Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen”*, o bien su otra afección, *“Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”*, si bien estas son las definiciones formales, de cara a la materia que nos interesa nos valdremos de la simplificación siguiente: El término biomasa incluye la materia orgánica producida como resultado de la fotosíntesis, además de los residuos de origen orgánico de municipios e industrias (Demirbas 2005).

El potencial de biomasa procedente de residuos vegetales lo aportan la madera de los bosques, los restos de cosechas de zonas agrícolas y zonas abandonadas. Es vital para el agricultor conocer su potencial (Dolensek 2004).

No se ha de olvidar el valor económico de los residuos agrícolas, ganaderos y humanos, ya que pueden suponer una importante fuente de ingreso para las zonas más desfavorecidas, además de una fuente de energía (Chowdiah y Gowda 2004).

La biomasa de origen agrario puede tener diferentes tratamientos que dependen de las características de dicha biomasa, es decir, del contenido de agua, densidad, contenido orgánico, poder calorífico, etc. En particular, algunos de estos residuos pueden ser quemados en plantas especiales, utilizándolo como suministro energético para los diferentes procesos (Bianchi et al 2006).

#### **2.3.1. LA BIOMASA COMO FUENTE ENERGÉTICA**

La energía desempeña un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico mediante el aumento del nivel de vida. La biomasa se ha utilizado durante miles de años como una fuente de energía por la humanidad. Sus formas más tradicionales eran la leña, el estiércol y los residuos de cosecha, incluso hoy en zonas como Pakistán contribuyen diariamente a cubrir las necesidades diarias de energía en zonas rurales y urbanas (Mirza et al 2008).

Sin embargo no ha sido hasta un pasado reciente que ha sido considerada como un sustituto viable para los combustibles fósiles utilizados para la generación de energía (Arbon y Bowell, 2000).

Es ahora cuando la biomasa se ha considerado como una fuente de energía alternativa al petróleo. El uso de esta materia prima ofrece ventajas en lo que a emisiones de contaminantes a la atmosfera ya que se reducen con respecto al petróleo, y por su carácter renovable. Como principal desventaja de esta materia prima siempre se ha presentado su falta de viabilidad económica, debido a la utilización de sistemas de caldera y turbinas de vapor (que ofrecen baja flexibilidad operativa). En la actualidad, con el uso de motores de combustión interna, combinado con gasificadores de biomasa, permite una rápida conexión-desconexión de la planta (unos minutos), que le confiere una gran flexibilidad, que afecta directamente en una mejor explotación de la central. Beneficios a los que se le puede sumar la ventaja que ofrece la instalación de un sistema de cogeneración para el aprovechamiento de los gases a altas temperaturas (Ganan et al, 2006).

De esta forma, se presenta la biomasa como una fuente de energía sostenible y renovable. Se presenta como una alternativa viable para paliar los efectos contaminantes de los combustibles fósiles, ya que el uso de biomasa, reduce la emisión de dióxido de carbono comparativamente con el carbón en el mismo generador, aunque por el contrario su rendimiento disminuye (Mcilveen-Wright et al, 2007).

La conversión de la biomasa y los desechos en energía, abarca una amplia gama de opciones de conversión, aplicaciones o necesidades en infraestructuras. Por lo que, si bien presentan grandes ventajas con respecto al respeto del medio ambiente y la dependencia de los combustibles fósiles, parece que, a pesar de las mejoras en cuanto a flexibilidad, no pueden competir eficazmente en el mercado actual sin beneficios fiscales, subsidios u otras medidas artificiales (Arbon, 2002).

Igualmente, el empleo de la biomasa como materia prima para la generación de energía presenta problema. El potencial energético de las energías renovables es superior en varios órdenes de magnitud al de la energía de los combustibles fósiles. En nuestro país, los residuos orgánicos no se valorizan energéticamente, tan solo algunos residuos sólidos urbanos (RSU), a pesar de que el potencial energético teórico que representan, a escala nacional, es de 6000 MW, equivalente a seis centrales nucleares convencionales (Elías, 2007).

A partir de las tecnologías de conversión energética disponible, casi todos los sectores industriales permiten la tasación de residuos para disminuir su factura energética. Los sistemas de tasación energética de residuos son aptos para la producción de energía a la vez que permiten reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Ayudan pues, a realizar una gestión energética sostenible.

De entre todos los sistemas de conversión energética, la gasificación parece ser el más adecuado (Elías, 2007).

Para un empleo eficiente de la biomasa en plantas de gasificación la biomasa ha de ser fraccionada, de tal modo que su aprovechamiento sea aun mayor, de tal forma que partes tales como las hojas de las plantas pueden ser aprovechadas como alimento para ganado (Preston, 2008)

Otro empleo para la biomasa generada como resto vegetal de cosecha, es la que en 2009, Callejón-Ferre y Lopez-Martinez, contemplaron para los restos generados en la provincia de Almería. En su estudio se evaluó el empleo de estos residuos para la elaboración de briquetas, contemplando que son algo inferiores a las briquetas comerciales de plantas hortícolas (sin materiales forestales). Se estimaron también ciertos problemas debido a la presencia de agroquímicos y cordones de plástico, por lo tanto se hace necesario un cultivo ecológico que reduzca la presencia de estos elementos si se espera una utilización de la biomasa como energía.

### **2.3.2. EMPLEO DE BIOMASA PARA BIOCOMBUSTIBLE**

De entre los modos de utilización de la biomasa (refinado de combustible, producción de energía, etc), no todos son igualmente eficientes, ni tienen igual costo o emisiones. Todas las alternativas de biocombustibles suponen el mayor ahorro de emisiones con respecto a los combustibles fósiles (Laser et al, 2009)

La finitud de los combustibles fósiles, la preocupación por la seguridad energética y la necesidad de responder al cambio climático han llevado al creciente interés mundial en los biocombustibles. Los biocombustibles son vistos por muchos políticos como una clave para reducir la dependencia del petróleo extranjero, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar las metas de desarrollo rural. Sin embargo, el apoyo político y público a los carburantes ha sido frenado recientemente debido a las preocupaciones ambientales y de seguridad alimentaria, y por los informes que cuestionan el hecho de que los biocombustibles reducen sustancialmente las emisiones de carbono (Koh y Ghazoul, 2008).

El coste ambiental y social puede ser mayor si para ello empleamos materias primas para biocombustibles de segunda generación (restos de biomasa). El empleo de biocombustibles ha de ser contemplado como uno más en una gama de fuentes de energía renovable, a fin de reducir la dependencia de los combustibles fósiles (Koh y Ghazoul, 2008).

Por lo cual, existe una fuerte demanda social para evaluar y entender la sostenibilidad de los biocarburantes, sobre todo debido al incremento, cada vez mayor, de la demanda. El empleo de los materiales residuales se contempla como necesario para cubrir parte de las necesidades energéticas. Estudios realizados para el estado de Nebraska (E.E.U.U.) evaluaron que podían cubrir un total del 22 % de las necesidades energéticas (Gopalakrishnan et al, 2009).

El biodiesel producido a partir de cultivos de aceite de cocina y grasas animales no son suficientes para sustituir a los combustibles fósiles. La viabilidad de producción de biocarburantes entra en conflicto con el suministro de alimentos. La producción de biodiesel a partir de microalgas se presenta como una solución viable, al no entrar en conflicto con los cultivos alimentarios, ni influyendo en la demanda, ni afectando a la superficie dedicada a ello (Khan et al, 2009).

La biomasa, por tanto, es un sustituto parcial de los combustibles fósiles, dando una respuesta más respetuosa con el medio ambiente y siendo una forma rentable de la eliminación de los residuos. Una de las alternativas contempladas en la actualidad es la obtención de pilas de hidrogeno a partir de la biomasa (Tomasi et al, 2006).

El gas de hidrogeno puede ser producido a partir de metano derivado de la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos. Si este proceso se utiliza para la producción de pilas de hidrogeno, no sólo se aumentará la eficiencia de generación de energía sino que también mitigara las emisiones de gases de efecto invernadero. Los residuos sólidos del proceso proporcionan un valioso abono orgánico que puede ser devuelto nuevamente al medio evitando el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos (Duerr et al, 2007).

Científicos japoneses ya han conseguido pilas de combustible de hidrogeno a partir de gas procedente de residuos de biomasa (como se ha mencionado anteriormente) y analizaron su viabilidad económica (Dowaki et al, 2007).

## **2.4. GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)**

Se entiende como GEI, todos aquellos gases de que contribuyen en mayor o menor medida al efecto invernadero. El efecto invernadero es el fenómeno por el cual, ciertos gases de la atmosfera tienden a retener la energía emitida por el suelo por haber sido calentado por el sol, teniendo como consecuencia un calentamiento global.

El metano (CH<sub>4</sub>), es uno de los gases traza en la atmósfera que se considera que desempeñan un papel importante en llamado efecto invernadero. Son seis las fuentes principales de metano a la atmósfera:

- Descomposición anaeróbica natural de los humedales.
- Descomposición anaeróbica de los arrozales.
- Las emisiones de los sistemas de producción pecuaria (incluida la fermentación intrínseca y los residuos animales).
- La quema de biomasa (incluidos los incendios forestales, la combustión de carbón, y la quema de leña).
- Descomposición anaeróbica de residuos orgánicos en los vertederos.
- Emisiones de metano asociados al empleo de combustibles fósiles.

Es evidente, por tanto, que las actividades humanas desempeñan un papel importante en el aumento de las emisiones de metano de la mayoría de estas fuentes. Especialmente la expansión a nivel mundial de los arrozales, la producción pecuaria y la utilización de combustibles fósiles han aumentado la concentración de metano en la atmósfera (Heilig, 1994).

En particular, el metano y las emisiones de dióxido de carbono se producen en los vertederos debido a la descomposición de compuestos de carbono biodegradable operados por bacterias anaerobias (Lombardi et al, 2006).

Las evaluaciones realizadas indican que las emisiones de gases de efecto invernadero de almacenamiento puede, en algunos casos, ser mucho mayor que las emisiones del resto de la producción de biocombustibles y la cadena de transporte (Wihersaari, 2005).

El suministro de energía y el empleo que se le da, se vuelve por tanto de gran importancia para la sociedad. Aunque en el pasado las interacciones entre la energía y el medio ambiente fueron inicialmente de carácter local, efectos tales como la lluvia ácida y el efecto invernadero, han ampliado el problema para abarcar cuestiones de carácter regional y mundial (Koa y Chang , 2008).

Esto ha provocado que la Unión Europea (UE) se encuentre en la situación de reducir las emisiones de GEI, aumentando la proporción de energías renovables, dando como consecuencia que se busquen alternativas a los medios tradicionales de producción de energía. Una de dichas alternativas es la producción es la producción de pellets, por ser una alternativa con emisiones de combustible neutral (no contabilizan en la balanza de emisiones de la UE) (Kuokkanen et al, 2009).

Las energías renovables ofrecen grandes oportunidades para reducir las emisiones de GEI y obtener una fuente de energía segura, sin embargo, la demanda de estos biocombustibles, genera una presión adicional sobre las tierras agrícolas y la diversidad de los bosques, así como sobre los suelos y los recursos hídricos.

Una alternativa para compensar este problema será el uso de tierras marginales. En este caso se presenta el ejemplo de la India. Produce el 5 % de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, e importa 165 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo). Se da el caso de que de las 305,27 Mha (millones de hectáreas), 51,09 Mha son de las consideradas como marginales. El empleo de estas tierras marginales para la producción de cultivos energéticos supondría un ahorro de 5,15 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, además de reducir la dependencia de las importaciones energéticas (Rashmi et al, 2009)

El empleo de tierras marginales, que suelen estar en zonas deprimidas económicamente, se ha valorado en México, como un recurso exportable, de manera que una menor emisión de GEI pueda ser empleado para la negociación de los certificados de carbono con otros países industrializados a fin de que puedan cumplir con los objetivos marcados en el protocolo de Kyoto (Flores et al, 2008).

La bioenergía se espera que sea el principal contribuyente para alcanzar el objetivo de consumir mayor cantidad de energía renovable. Desde una perspectiva de recursos, el uso de la bioenergía podría ser mucho mayor si, toda la biomasa residual generada en procesos industriales y agrícolas se emplease con fines energéticos. El mayor desafío a largo plazo radica en la reforma y reestructuración del sector agrícola, como se demostró en un estudio realizado en Polonia por Nilsson et al, en el año 2006.

## **2.5. BENEFICIOS AMBIENTALES DEL EMPLEO DE BIOMASA**

Como ya se ha contemplado a lo largo de este apartado se han contemplado que el empleo de biomasa puede aportar ventajas, principalmente en el campo ambiental.

Ya en 1995 Hall y House veían en la biomasa un combustible ambientalmente aceptable para el futuro. Dicha biomasa se encuentra generalmente en forma de leña, residuos vegetales y estiércol. Si son mal utilizados pueden ser perjudiciales para el medio ambiente. Cuando se utiliza de forma eficiente y sostenible, la energía de la biomasa tiene numerosos beneficios ambientales y sociales en comparación con los combustibles fósiles. Se incluyen el control de residuos, el reciclaje de nutrientes, la creación de empleo, la utilización de los excedentes de

tierras agrícolas en los países industrializados, suministro eléctrico de zonas rurales, mejora de la gestión de tierras y reducción de CO<sub>2</sub>.

Como se ve, por los beneficios que aporta en diferentes modos, la reutilización de residuos procedentes de la agricultura se está convirtiendo en un hecho cada vez más importante debido al impacto ambiental de dichos residuos (Muñoz y Riley, 2008)

Por este hecho el gobierno chino ha prestado gran atención al desarrollo y la utilización de la biomasa, con el objetivo de conseguir proporcionar energía limpia y de alta eficiencia para los agricultores (Dai et al, 1999)

En esta misma línea Jakrawatana, et al (2009), contemplaron la construcción de plantas de bionergía en diferentes zonas agrícolas de gran tamaño en Australia, y constataron que se obtienen ventajas importantes con respecto a la producción de energía renovable, reducción de las emisiones de GEI, mejoras en el ciclo del fósforo y reducción de la contaminación por cadmio.

## **2.6. COMPOSICIÓN DE LOS RESTOS VEGETALES (Castilla-Prados, 2005)**

Una valoración de la biomasa que puede generar cada agricultor es fundamental para poder evaluar su potencial energético. Dicho potencial no depende solo de la cantidad de biomasa que tenga sino también de la tecnología y conocimientos de la biomasa vegetal que tenga en su explotación (Dolensek, 2004).

En este aspecto se hace interesante el conocer la composición de la biomasa, Estudios anteriores realizados por Moyano (2010), analizaron anteriormente los restos vegetales a fin de su posible utilización como alimento animal, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6.** Composición de distintos tipos de subproductos vegetales de invernadero (g/100 g. s.s.)

	<b>M.S.</b>	<b>P.B.</b>	<b>E.E.</b>	<b>F.N.D.</b>	<b>F.A.D.</b>	<b>L.D.</b>	<b>Cenizas</b>
<b>Pimiento</b>	18,20	18,03	2,13	38,55	16,50	3,01	19,63
<b>Tomate</b>	14,77	11,26	1,90	42,41	24,66	3,54	15,42
<b>Judía</b>	16,07	17,63	1,90	45,88	21,04	3,05	16,06
<b>Melón</b>	13,81	16,39	2,15	36,22	25,11	5,72	22,24
<b>Sandía</b>	13,60	16,15	1,93	38,31	27,51	6,64	16,91
<b>Calabacín</b>	8,54	18,76	1,81	52,38	26,74	4,61	28,69

Fuente: Moyano, 2010

M.S: materia seca; P.B: proteína bruta; E.E: Extracto etéreo; F.N.: fibra neutro detergente; F.A.D: Fibra ácido detergente; LD: lignina

En otros estudios realizados por Castilla-Prados (2005) se analizó la composición nutritiva de las distintas especies, pero estos no el residuo como tal, sino la composición del fruto. Los resultados se muestran a continuación

## PIMIENTO

**Tabla 7.** Composición nutritiva de distintas variedades de Pimiento. Por cada 100g

	<b>Pimiento dulce verde</b>	<b>Pimiento dulce maduro (rojo)</b>	<b>Pimiento picante verde</b>	<b>Pimiento picante maduro (rojo)</b>
<b>Agua (%)</b>	93,4	90,7	88,8	80,3
<b>Proteínas (g)</b>	1,2	1,4	2,3	2,3
<b>Grasas (g)</b>	0,2	0,3	0,2	0,4
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	4,8	7,1	9,1	15,8
<b>Fibra (g)</b>	1,4	1,7	1,8	2,3
<b>Cenizas (g)</b>	0,4	0,5	0,6	1,2
<b>Calcio (mg)</b>	9	13	10	16
<b>Fósforo (mg)</b>	22	30	25	49
<b>Hierro (mg)</b>	0,7	0,6	0,7	1,4
<b>Sodio (mg)</b>	13	-	-	25
<b>Potasio (mg)</b>	213	-	-	564
<b>Vitamina A (Ui)</b>	420	4.450	770	21.600
<b>Tiamina (mg)</b>	0,08	0,08	0,09	0,10
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,08	0,08	0,06	0,20
<b>Niacina (mg)</b>	0,5	0,5	1,7	2,9
<b>Acido ascórbico (mg)</b>	128	204	265	369
<b>Valor energético (cal.)</b>	22	31	37	65

## TOMATE

**Tabla 8.** Composición nutritiva de del tomate. Por cada 100g

	<b>Según Folquer 1976</b>	<b>Según Watt 1975</b>
<b>Agua (%)</b>	94	93,5
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	4	4,7
<b>Grasas (g)</b>	-	0,2
<b>Proteínas (g)</b>	1	1,1
<b>Cenizas (g)</b>	0,3	0,5
<b>Otros (ácidos, licopeno, etc) (g)</b>	0,7	-
<b>Vitamina A (Ui)</b>	1.700	900
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mcg)</b>	0,10	0,06
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (mcg)</b>	0,02	0,04
<b>Niacina (mg)</b>	0,60	0,70
<b>Vitamina C (mcg)</b>	21	23
<b>Ph</b>	4-4,5	-
<b>Calcio (mg)</b>	-	13
<b>Fósforo (mg)</b>	-	27
<b>Hierro (mg)</b>	-	0,5
<b>Sodio (mg)</b>	-	3
<b>Potasio (mg)</b>	-	244
<b>Valor energético (cal.)</b>	-	22-24

## PEPINO

**Tabla 9.** Composición nutritiva del tomate. Por cada 100g

<b>Agua (%)</b>	94-97
<b>Hidratos de carbono estables (%)</b>	1-2,4
<b>Proteínas (%)</b>	0,8-1,6
<b>Azúcares (%)</b>	0,7-1,5
<b>Celulosa (%)</b>	0,5-1,2
<b>Grasas (%)</b>	0,03-0,2
<b>Potasio (mg/100g de fruto fresco)</b>	160-200
<b>Fósforo (mg/100g de fruto fresco)</b>	27-33
<b>Calcio (mg/100g de fruto fresco)</b>	16-25
<b>Azufre (mg/100g de fruto fresco)</b>	12
<b>Magnesio (mg/100g de fruto fresco)</b>	12
<b>Vitamina A (UI/100g de fruto fresco)</b>	250
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mcg/100g de fruto fresco)</b>	30
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (mcg/100g de fruto fresco)</b>	40
<b>Vitamina C (mg/100g de fruto fresco)</b>	8-11
<b>Colina</b>	Vestigios
<b>Acido oxálico(mg/100g de fruto fresco)</b>	27
<b>Valor energético (cal./100g de fruto fresco)</b>	15-17

**BERENJENA****Tabla 10.** Composición nutritiva de la berenjena. Por cada 100g

<b>Proteínas (g)</b>	1,2
<b>Grasas (g)</b>	0,0-0,2
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	3,1-5,6
<b>Fibra (g)</b>	0,9
<b>Cenizas (g)</b>	0,6
<b>Calcio (mg)</b>	12-15
<b>Fósforo (mg)</b>	26-37
<b>Hierro (mg)</b>	0,4-0,7
<b>Sodio (mg)</b>	2
<b>Potasio (mg)</b>	214
<b>Vitamina A (Ui)</b>	10-30
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mcg)</b>	0,04-0,05
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (mcg)</b>	0,05
<b>Vitamina C (mcg)</b>	5
<b>Valor energético (cal.)</b>	25

**MELON****Tabla 11.** Composición nutritiva de distintos tipos de melón. Por cada 100g

	<b>Tipo "Casaba"</b>	<b>Tipo "Honey- Dew"</b>	<b>Otros melones (Cantalupos "escritos")</b>
<b>Agua (%)</b>	91,5	90,6	91,2
<b>Proteínas (g)</b>	1,2	0,8	0,7
<b>Grasas (g)</b>	-	0,3	0,1
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	6,5	7,7	7,5
<b>Fibra (g)</b>	0,5	0,6	0,3
<b>Cenizas (g)</b>	0,8	0,6	0,5
<b>Calcio (mg)</b>	14	14	14
<b>Fósforo (mg)</b>	16	16	16
<b>Hierro (mg)</b>	0,4	0,4	0,4
<b>Sodio (mg)</b>	12	12	12
<b>Potasio (mg)</b>	251	251	251
<b>Vitamina A (Ui)</b>	30	40	3.400
<b>Tiamina (mg)</b>	0,04	0,04	0,04
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,03	0,03	0,03
<b>Niacina (mg)</b>	0,6	0,6	0,6
<b>Acido ascórbico (mg)</b>	13	23	33
<b>Valor energético (cal.)</b>	27	33	30

## PEPINO

**Tabla 12.** Composición nutritiva del pepino. Por cada 100g

<b>Agua (%)</b>	94-97
<b>Hidratos de carbono estables (%)</b>	1-2,4
<b>Proteínas (%)</b>	0,8-1,6
<b>Azúcares (%)</b>	0,7-1,5
<b>Celulosa (%)</b>	0,5-1,2
<b>Grasas (%)</b>	0,03-0,2
<b>Potasio (mg/100g de fruto fresco)</b>	160-200
<b>Fósforo (mg/100g de fruto fresco)</b>	27-33
<b>Calcio (mg/100g de fruto fresco)</b>	16-25
<b>Azufre (mg/100g de fruto fresco)</b>	12
<b>Magnesio (mg/100g de fruto fresco)</b>	12
<b>Vitamina A (UI/100g de fruto fresco)</b>	250
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mcg/100g de fruto fresco)</b>	30
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (mcg/100g de fruto fresco)</b>	40
<b>Vitamina C (mg/100g de fruto fresco)</b>	8-11
<b>Colina</b>	Vestigios
<b>Acido oxálico(mg/100g de fruto fresco)</b>	27
<b>Valor energético (cal./100g de fruto fresco)</b>	15-17

## SANDÍA

**Tabla 13.** Composición nutritiva de la sandía. Por cada 100g

<b>Agua (%)</b>	92,6
<b>Proteínas (g)</b>	0,5
<b>Grasas (g)</b>	0,2
<b>Hidratos de carbono totales(g)</b>	6,4
<b>Fibra (g)</b>	0,3
<b>Calcio (mg)</b>	7
<b>Fósforo (mg)</b>	10
<b>Hierro (mg)</b>	0,5
<b>Sodio (mg)</b>	1
<b>Potasio (mg)</b>	100
<b>Vitamina A (Ui)</b>	590
<b>Tiamina (mg)</b>	0,03
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,03
<b>Niacina (mg)</b>	0,2
<b>Acido ascórbico (mg)</b>	7
<b>Valor energético (cal.)</b>	26

**CALABACÍN****Tabla 14.** Composición nutritiva del calabacín. Por cada 100g

<b>Proteínas (g)</b>	1,76
<b>Grasas (g)</b>	0,11
<b>Hidratos de carbono(g)</b>	2,14
<b>Calcio (mg)</b>	18
<b>Fósforo (mg)</b>	21
<b>Hierro (mg)</b>	0,6
<b>Vitamina A (Ui)</b>	100
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mcg)</b>	60
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (mcg)</b>	40
<b>Vitamina C (mcg)</b>	20
<b>Valor energético (cal.)</b>	17

**JUDÍA****Tabla 15.** Composición nutritiva de la judía. Por cada 100g

<b>Agua (%)</b>	90,1
<b>Proteínas (g)</b>	1,9
<b>Grasas (g)</b>	0,2
<b>Hidratos de carbono(g)</b>	7,1
<b>Fibra (g)</b>	1
<b>Cenizas (g)</b>	0,7
<b>Calcio (mg)</b>	56
<b>Fósforo (mg)</b>	4,4
<b>Hierro (mg)</b>	0,8
<b>Sodio (mg)</b>	7
<b>Potasio (mg)</b>	132
<b>Vitamina A (Ui)</b>	600
<b>Tiamina (mg)</b>	0,08
<b>Rivoflavina (mg)</b>	0,11
<b>Niacina (mg)</b>	0,5
<b>Acido ascórbico (mg)</b>	19,32
<b>Valor energético (cal.)</b>	

## **CAPITULO III**

# **MATERIAL Y MÉTODOS**

<b>CAPITULO III. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>34</b>
3. MATERIAL Y METODOS	38
3.1. RECOGIDA DE MUESTRAS	38
3.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	38
3.3. ANÁLISIS ENERGÉTICO	41
3.3.1. INTRODUCCIÓN A LA BOMBA CALORIMETRICA	41
3.3.2. MODO DE OPERAR LOS SISTEMAS DE CONTROL	41
3.3.2.1. CONTROL DE LA TEMPERATURA EN LA CAPA AISLANTE DE AGUA	41
3.3.2.2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA	42
3.3.2.3. CIRCUITOS DE ENCENDIDO	43
3.3.2.4. CUBIERTA DEL CALORIMETRO	43
3.3.3. INSTALACIÓN	44
3.3.3.1. SITUACIÓN	44
3.3.3.2. VASO DEL CALORIMETRO	44
3.3.3.3. COLUMNA SOPORTE DEL TERMOMETRO	44
3.3.3.4. TERMISTORES	44
3.3.3.5. TERMOMETROS	45
3.3.3.6. SISTEMA DE AUMENTO/VIBRADOR DEL TERMOMETRO	45
3.3.3.7. SUMINISTRO DE AGUA	45
3.3.3.8. SUMINISTRO DE OXIGENO	46
3.3.3.9. LLENADO DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA	46
3.3.4. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CALOR EFECTIVA	47
3.3.5. DETERMINACIÓN DEL VALOR CALORÍFICO	48
3.3.5.1. MUESTRA	48

3.3.5.2. COLOCACIÓN DE LA MUESTRA	48
3.3.5.3. MONTAJE DE LA BOMBA	48
3.3.5.4. LLENADO DE LA BOMBA	49
3.3.5.5. COMPROBACIÓN DEL CIRCUITO DE ENCENDIDO	49
3.3.5.6. AJUSTE DEL CALORIMETRO	49
3.3.5.7. BALANCE INICIAL DEL PUENTE DE TERMISTORES	51
3.3.5.8. MEDIDA DEL AUMENTO DE TEMPERATURA	51
3.3.6. PREPARACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN SIGUIENTE	52
3.3.7. TOTALIDAD DE LA COMBUSTIÓN	52
3.3.8. CALCULO DE LOS RESULTADOS	53
3.3.8.1. CALOR DE ENCENDIDO	53
3.3.8.2. CORRECCIONES PARA EL AZUFRE Y NITRÓGENO	53
3.3.9. CUIDADOS DIARIOS Y MANTENIMIENTO	53
3.3.9.1. BOMBA	53
3.3.9.2. VASO CALORIMÉTRICO	54
3.3.9.3. CAVIDAD DE LA CAPA AISLANTE	54
3.3.9.4. CONTROLES	54
3.3.10. ATENCIONES DE RUTINA	54
3.3.10.1. CORRIENTE DEL CALENTADOR DE LA CAPA AISLANTE	54
3.3.10.2. SOPORTES	55
3.3.10.3. BOMBA	55
3.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES QUÍMICOS	58
3.4.1. HUMEDAD	59
3.4.2. CENIZAS	61
3.4.3. EXTRACTO ETÉREO	63
3.4.4. PROTEÍNA BRUTA	66

### 3.4.5. FIBRA BRUTA (SISTEMA VAN SOEST)

69

### **3. MATERIAL Y METODOS**

#### **3.1. RECOGIDA DE LAS MUESTRAS.**

El estudio se ha realizado para los cultivos más extendidos en la agricultura intensiva bajo plástico en la provincia de Almería, la recogida de las muestras para el estudio se realizó en la comarca de Roquetas de Mar.

La recogida de las muestras se realizó en el momento posterior a la recolección del fruto, realizando un corte en el tallo de la planta de forma que se recogiese una muestra significativa de todas las partes de la planta, para cada planta se recogieron partes de, al menos dos plantas distintas, para posteriormente embolsarse y trasladarlas al laboratorio.

#### **3.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.**

El objetivo de esta etapa es convertir la muestra en partículas muy finas sin humedad, para ello lo primero fue realizar un troceado grosero con medios manuales para posteriormente colocarlos en bandejas dentro de una estufa a 105°C durante 24 horas para secar las muestras, con objeto de eliminar el contenido de humedad de las mismas. Antes de introducir la muestra en la estufa se realizó una primera pesada en una balanza de precisión, obteniendo una medida ( $P_{\text{muestra}}$ ).



**Imagen 1.** Estufa para secar las muestras



**Imagen 2.** Detalle del interior de la estufa



**Imagen 3.** Balanza de precisión

Tras el secado se vuelve a realizar una pesada ( $P_{seco}$ ), y se procede a su triturado con un molinillo de café para obtener la muestra triturada y lista para su análisis.



**Imagen 4.** Muestra tras el proceso de preparación

### **3.3. ANÁLISIS ENERGETICO**

Para la determinación de la capacidad energética de las muestras utilizaremos una bomba calorimétrica adiabática *GALLENKAMP CB-100*, cuyo modo de operar y especificaciones se detallan a continuación.

#### **3.3.1. INTRODUCCIÓN A LA BOMBA CALORIMÉTRICA**

A lo largo de todo el apartado 3.3 se dan unas directrices generales para el uso de la bomba. Los métodos dados para determinar los valores calóricos están basados en los descritos en la norma ASTM D240

#### **3.3.2. MODO DE OPERAR DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**

##### **3.3.2.1. CONTROL DE LA TEMPERATURA EN LA CAPA AISLANTE DE AGUA**

Su finalidad es suministrar un recinto al sistema del calorímetro que este a la misma temperatura que el calorímetro a lo largo de todo el ensayo, eliminando así la necesidad de corregir el aumento de temperatura observado por la transferencia de calor que se produciría de otro modo entre los dos.

El circuito de control de temperatura de la capa de agua consta de un puente, un amplificador, un detector de fase y un relé. Dos electrodos para calentamiento de rápida acción se insertan en la capa de agua y se controlan por el relé. Dos brazos del puente constan de termistores acoplados, uno de los cuales está inmerso en el calorímetro y el otro en la capa de agua. Los otros brazos del puente constan de resistencias de alta estabilidad y un potenciómetro. El potenciómetro se ajusta para balancear el puente de manera que la temperatura del calorímetro permanezca constante. Si la temperatura de cualquier termistor cambia, su resistencia eléctrica cambia y sitúa el puente fuera de balance. Cuando se opera, los cambios de temperatura son normalmente tales que la temperatura de la capa de agua cae con respecto a la del calorímetro. En esta circunstancia la señal de

desequilibrio del puente, tras su amplificación por medio del amplificador, aparece en la válvula como una onda en fase con la del ánodo de esta válvula. Por tanto la válvula conduce durante los hemiciclos positivos y cierra el interruptor del relé en el circuito de calentamiento de la capa de agua. La capa de agua se calienta hasta que su temperatura alcanza un valor que pone en equilibrio el puente. En balance, el voltaje del puente pasa por un punto de valor cero y su fase cambia muy rápidamente a 180°. Inmediatamente después de pasar por el punto de balance, por tanto, la entrada en la red de la válvula es negativa cuando el voltaje de su ánodo es positivo y la válvula no puede conducir. El interruptor del relé en el circuito de calentamiento se abre hasta que la temperatura de la capa de agua cae de nuevo con respecto a la del calorímetro. La actuación del interruptor del relé, y en consecuencia de los calentadores en la capa de agua, es mostrada por el amperímetro y la lámpara indicadora en el panel de control. La combinación de los termistores muy sensibles, el detector de fase y la instantánea respuesta de los calentadores de electrodo produce un control muy estrecho de la temperatura de la capa aislante de agua y le capacita permanecer en la correcta relación respecto a la del calorímetro a lo largo de la prueba, como se requiere. La uniformidad de la temperatura en la capa de agua se consigue por la disposición de los calentadores y el alto grado de circulación del agua que produce la bomba aquí acoplada.

### **3.3.2.2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA**

Se requiere un pequeño flujo de agua a través del sistema de enfriamiento y a lo largo de la prueba con objeto de eliminar el calor generado por la bomba y cualquier calor procedente por conducción.

Bajo la mayoría de las circunstancias un flujo de 300 ml por minuto es adecuado. Deber usarse el menor flujo posible porque de otro modo el grado y velocidad de calentamiento de la capa de agua puede descender y la precisión con que sigue la temperatura del calorímetro podría reducirse durante el periodo principal. Un flujo demasiado lento provocara un aumento lento y descontrolado en la temperatura de la capa de agua.

Amplios cambios en la velocidad de flujo de agua tienen poco efecto sobre el equilibrio del sistema. Debe cuidarse que la velocidad de flujo se mantenga constante de una prueba a otra o se provocara un cambio en la temperatura, que necesite modificar el punto inicial de control de balance.

### 3.3.2.3. CIRCUITOS DE ENCENDIDO

Existe un embobinado especial de 8V sobre el transformador general para suministrar un circuito de encendido para la bomba. Un terminal del embobinado esta conectado a tierra y el otro a un circuito de prueba y a un circuito de encendido.

Circuito de prueba de la bomba. Consta de un interruptor de prueba, un piloto y una clavija de prueba que está normalmente alojada en un enchufe situado bajo el asa de levantamiento de la cubierta del calorímetro.

Para probar la continuidad del circuito de encendido de la bomba, (esto normalmente se lleva a cabo antes del llenado de la bomba con oxígeno y de colocarla en el calorímetro), se sitúa ésta sobre el aparato, inserta la clavija en el enchufe de encendido de la bomba y se pulsa el interruptor de prueba. El piloto situado sobre este interruptor se encenderá solo si el circuito del alambre de encendido está correctamente montado

Circuito de encendido de la bomba. Este consta de un fusible de 5<sup>a</sup> un interruptor de encendido y un piloto "LISTO PARA QUEMAR" conectado a la clavija de conexión situado en la cubierta del calorímetro. La toma de tierra del electrodo no aislado de la bomba se produce a través del vaso del calorímetro y un contacto especial en el resorte en trípode del calorímetro.

Cuando la bomba correctamente conectada es colocada en el calorímetro y la clavija de conexión se inserta, se enciende el piloto "LISTO PARA QUEMAR" y permanece encendido hasta que el interruptor de encendido se presiona. Cuando se libera el interruptor la lámpara seguirá apagada, indicando que ha fundido el alambre de encendido.

### 3.3.2.4. CUBIERTA DEL CALORIMETRO

La cubierta completa con los termómetros, termistores, etc. Se levanta desde la parte superior de la capa de agua por medio de un mango negro situado a la derecha de la columna soporte del termómetro. Levántela hasta el tope superior unos 18 cm. y gírela 90° hacia la parte posterior del aparato. Cuando se vaya a colocar de nuevo levántela claramente antes de girar.

### **3.3.3. INSTALACIÓN**

#### **3.3.3.1. SITUACIÓN**

El aparato puede instalarse en cualquier sitio que tenga red eléctrica y de agua. Como la capa de agua encierra completamente el sistema calorimétrico, las pruebas se pueden realizar independientemente de las condiciones ambientales. Sin embargo, es buena práctica instalar el aparato en lugar libre de corrientes y cambios súbitos de temperatura de modo que puedan realizarse precisas determinaciones de las correcciones a realizar para la temperatura del calorímetro en relación con la longitud de la columna termométrica a ellos expuesta.

#### **3.3.3.2. VASO DEL CALORÍMETRO**

Tiene un pivote de localización que ha de ser introducido en la ranura del pie frontal a la izquierda del soporte del calorímetro.

#### **3.3.3.3. COLUMNA SOPORTE DEL TERMÓMETRO**

Acople el extremo de la columna soporte del termómetro sobre la columna situada en la parte superior del aparato. Fíjelo en su sitio por medio del orificio estriado a su parte inferior

Fije el extremo más ancho de la abrazadera del termómetro sobre la mencionada columna

#### **3.3.3.4. TERMÍSTORES**

Examine las puntas de los termistores para comprobar que no se hallan rotas. Inserte el termistor negro en el orificio situado en la parte posterior de la cubierta del calorímetro que esta más cerca de la columna soporte del termómetro.

Conéctelo al conductor negro. Inserte el termistor rojo en el otro orificio de la parte posterior de la cubierta. Conéctelo al hilo rojo.

### **3.3.3.5. TERMÓMETROS**

Acople el tapón de caucho a un termómetro adecuado al calorímetro de forma que la punta del termómetro este sobre unos 7 mm sobre la parte superior de la capa aislante de agua cuando se sitúe en el orificio de la izquierda en la parte frontal de la cubierta. Fije la parte terminal superior de este termómetro con la abrazadera unida a la parte superior de la columna soporte del termómetro. Fije el termómetro de la capa de agua a la misma profundidad en el otro orificio de la parte frontal de cubierta.

### **3.3.3.6. SISTEMA DE AUMENTO/VIBRADOR DEL TERMÓMETRO**

Fijar el sistema sobre el termómetro del calorímetro don el chip situado a la derecha. Inserte la clavija terminal en el enchufe situado al lado de la base de la columna soporte del termómetro fijando el hilo en los clips de dicha columna.

Enfoque las lentes sobre la escala del termómetro, suba o baje el sistema al nivel aproximado de mercurio y use entonces el mando de ajuste fino situado a la izquierda del sistema óptico. Presione el botón de lectura del termómetro situado sobre el panel de control para hacer vibrar el termómetro y de este modo vencer la fricción entre el mercurio y el capilar y llevar así el mercurio al nivel correcto. Haga un ajuste fina de la posición del sistema óptico se es necesario.

### **3.3.3.7. SUMINISTRO DE AGUA**

Para enfriar el agua de la capa aislante entre pruebas y durante la prueba, se requiere un suministro de agua fría. Su temperatura debe estar 4 o 5°C por debajo de la temperatura de la prueba. Los terminales del sistema de enfriamiento están en la parte inferior de la cubierta posterior del aparato. Se han diseñado para usar un tubo flexible de 6 mm, este es introducido primero en la oliva y después fijado por una nuez.

La capa de agua dispone en su alojamiento de un tubo de derrame unido a una oliva situada en la parte posterior del aparato. Un tubo unido a un desagüe debe fijarse a esta nuez.

### **3.3.3.8. SUMINISTRO DE OXÍGENO**

Se necesita un suministro de oxígeno a no más de 35 atmósferas y libre de material combustible. Nótese que el oxígeno obtenido por proceso electrolítico puede contener cantidad suficiente de hidrógeno para que su empleo sea inaceptable.

### **3.3.3.9. LLENADO DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA**

Advertencia: no ponga en funcionamiento la bomba de agua en seco, o se estropeará.

Llene la capa aislante con agua destilada a través del orificio del termómetro. Después de que se han añadido alrededor de 4,5 litros encienda el aparato (con el calentador de agua apagado) de manera que la bomba llene la cubierta. Continúe añadiendo agua hasta que esta salga por el orificio de drenaje.

Conecte el calentador y anote su corriente, si la hay. Añada una muy pequeña cantidad de carbonato sódico y anote la corriente de nuevo. Continúe añadiendo carbonato sódico en pequeñas cantidades hasta que la corriente del agua alcance de 6 a 7 A en el aparato de 200/250 V o 12 a 14 A en el aparato de 100 a 130 V

Ha de tenerse cuidado al añadir el carbonato sódico porque solo se necesita una muy pequeña cantidad, probablemente no más de 40 mg.

Haga circular el agua por el sistema de enfriamiento y apague el calentador tan a menudo como sea posible para evitar el sobrecalentamiento de la capa de agua, mientras se le está añadiendo el carbonato sódico.

Haga el ajuste final de la corriente del calentador cuando la capa del agua esté a la temperatura de trabajo.

Una vez que se ha ajustado la conductividad esta debe permanecer en el valor requerido durante un considerable periodo. Sin embargo compruebe diariamente la corriente del calentador como precaución para evitar una sobrecarga de los circuitos eléctricos o un modo de operar no adiabático.

### 3.3.4. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CALOR EFECTIVA

La capacidad de calor efectiva se determina quemando una cantidad conocida de ácido benzoico puro seco y midiendo el aumento de la temperatura. Llévase a cabo la determinación de la manera descrita en la sección 3.3.5 para el valor calorífico y haga las correcciones para el aumento de temperatura y desprendimiento de calor según se describe en la sección 3.3.8. Nótese que dado que el ácido benzoico no contiene azufre, la corrección para el nitrógeno puede ser determinada de la acidez total del agua de lavado.

Si, como se recomienda, la masa de agua en el calorímetro se mantiene constante de prueba a prueba, el cálculo de resultados se simplifica y solo es necesario determinar la capacidad de calor efectiva del conjunto del calorímetro en su totalidad.

Si no se dispone de material seco, el ácido benzoico puede ser desecado exponiendo en desecador a un deshidratante fuerte, tal como el perclorato magnésico anhidro, durante al menos tres días. Deber ser comprimido antes de usar. La humedad puede también eliminarse fundiendo cuidadosamente el ácido benzoico en el crisol del calorímetro a una temperatura no mayor de 125°C.

Tomo un peso de benzoico de manera que el desprendimiento de calor sea aproximadamente los mismos en todas las pruebas y estrechamente comparable con el desprendimiento esperado al determinar los valores caloríficos. Un desprendimientos de calor de unas 7500 cal. que de un aumento de temperatura de 3°C es adecuado. Esto se obtiene quemando aproximadamente 1,2 gramos de benzoico.

Advertencia: el ácido benzoico tiene que ser siempre compactado por comprimido o fundido. El uso de ácido benzoico en polvo conducirá a combustión de naturaleza explosiva con proyección de la muestra y consecuente invalidación de la prueba.

La determinación de la capacidad de calor efectiva deber realizarse a temperatura tan próxima como sea posible a la determinación de los valores caloríficos. Si se opera así la misma parte del termómetro del calorímetro será usado siempre con la consecuente reducción en los errores de la medida de la temperatura, y no se requerirá corrección alguna para cambios de l calor específico del sistema o del valor calorífico del ácido benzoico.

La capacidad de calor efectiva debe ser determinada si algún componente del sistema por ejemplo el termómetro se cambia.

### **3.3.5. DETERMINACION DEL VALOR CALORIFICO**

#### **3.3.5.1. MUESTRA**

Pesar con precisión una muestra del material a quemar en un crisol adecuado. Los electrodos estándar de la bomba permiten el uso de crisoles intercambiables cb-260 y cb-262 que son adecuados para el carbón y pruebas distintas en general.

Tómese un peso de muestra que origina un aumento de temperatura de aproximadamente 3°C, es decir, un desprendimiento de calor de 7500 cal. Sobre 1 gramo de carbón o 0,7 gramos de combustible líquido se necesitan para tal fin. Para otros materiales, tales como residuos vegetales, llevar a cabo una prueba preliminar para determinar la cantidad necesaria. Se dispone de capsulas de gelatina para contener combustibles altamente volátiles y de una prensa para comprimidos. Determínese el contenido en humedad de la muestra al mismo tiempo y corríjase el peso de muestra si es necesario.

#### **3.3.5.2. COLOCACION DE LA MUESTRA**

Colocar la cubierta de la bomba sobre el soporte. Llévase el anillo soporte a una lada e insértese el crisol que contiene la muestra. Coloque un trozo de hilo de platino o de níquel-cromo, entre los electrodos de la bomba y ate a el una simple hebra de algodón, con una longitud de unos 9 cm. Mantenga constantes la longitud del hilo y del algodón de prueba a prueba con objeto de facilitar el anillo y dispóngase los terminales del algodón de modo que estén en contacto con la muestra y atarle al hilo de encendido después.

#### **3.3.5.3. MONTAJE DE LA BOMBA**

Pipetear 1 ml de agua y colocarlo en la bomba

Ensámblase la bomba, eliminando primero el polvo del interior de la cubierta y parte superior del cuerpo de la bomba. Apriétese el anillo de cerrado de la bomba solo a mano. Solo con esto se consigue un perfecto cerrado; por tanto, no

se deben usar herramientas con intención de apretar más el anillo, ya que el cierre es ya perfecto. El uso del anillo de caucho hace que este tienda a absorber agua, que causa su deslizamiento y caída desde la muesca que le retiene. Si esto ocurre, cuélguese el anillo al aire para que se seque y utilícese otro anillo entre tanto.

Tras ensamblar la bomba, colóquese sobre la parte superior del aparato, insértese la clavija para comprobar el circuito de encendido y púlsese el interruptor. Si el piloto se enciende, el hilo de encendido ha sido montado correctamente (ver sección 3.3.2.3).

#### **3.3.5.4. LLENADO DE LA BOMBA**

Conéctese el tubo de llenado a la bomba, apriétese la unión a mano y llénese al bomba lentamente con oxígeno sin desplazar el contenido de aire original. Úsese una presión de 25 atm cuando se quemó carbón, la presión correcta varía con el tipo de muestra.

Quítese el tubo de llenado y acóplese la cubierta en el tubo de entrada.

La válvula de aguja está acoplada a un sistema de válvulas que opera a la presión de 37.5 atm, para evitar el llenado excesivo de la bomba. A intervalos regulares cerrar el extremo del tubo de llenado de la bomba, presionándolo contra un tapón de caucho y aumentar la presión para comprobar el correcto ajuste del sistema de válvulas. Este ajuste nunca debe dar mayor presión de trabajo de la señalada.

#### **3.3.5.5. COMPROBACION DEL CIRCUITO DE ENCENDIDO**

Después de llenar la bomba, colóquese sobre la cubierta del aparato, y compruébese de nuevo el circuito de encendido, ver sección 3.3.2.3.

#### **3.3.5.6. AJUSTE DEL CALORIMETRO**

Pésese suficiente agua dentro del vaso del calorímetro para sumergir la bomba completamente. Se ha encontrado adecuado añadir agua hasta un peso total de 3 kg. Este corresponde a unos 2,1 kg de agua y una capacidad de calor total de unas 2500 cal/°C, se puede ajustar el peso para dar una capacidad de calor aproximada a la citada anteriormente para facilitar los cálculos. La cantidad de

agua usada no es crítica pero debe mantenerse constante para todas las pruebas con una precisión de  $\pm 0,5$  g o más aun. No se recomienda la adición de un volumen conocido de agua debido al tiempo extra que se requiere para el secado del vaso calorimétrico y la corrección del volumen medido de modo que sea conocido el peso verdadero del agua a una temperatura estándar.

Un medio de ajustar la temperatura del calorímetro al valor inicial debe tenerse a mano. Ej.: una placa calefactora.

Ajuste la temperatura inicial al mismo valor antes de cada prueba. Si se opera así no será necesaria ninguna corrección por cambios del calor específico con la temperatura y se usará para todas las pruebas la misma parte de la escala del termómetro reduciendo de este modo el efecto de los errores de la escala termométrica. También, el trabajar a una misma temperatura evita el tener que adquirir varios termómetros. Para climas templados se recomienda una temperatura media de trabajo de 25°C, para otros climas la temperatura de trabajo debe escogerse teniendo en cuenta el ambiente y la temperatura del agua del circuito de enfriamiento.

Coloque la bomba en los tres soportes del vaso del calorímetro y compruebe que no muestra señales de pérdida de oxígeno; si la muestra reduce la presión y limpie y examine el lado inferior de la tapa y la parte superior del cuerpo de la bomba. Compruebe si está sucio o dañado. Examine el anillo de caucho y recámbielo si es necesario.

Reajuste la temperatura del calorímetro si es necesario, coloque el vaso calorimétrico en la cavidad que limita la capa aislante de agua y gírelo de manera que la bomba quede a la izquierda. Ahora se puede bajar de manera que el pivote lateral del vaso calorimétrico se aloje en la ranura situada en el pie izquierdo del soporte situado en el fondo de aquella cavidad. Gire la bomba de modo que el electrodo y el tubo de entrada se sitúen sobre una línea paralela al frontal del aparato con el electrodo a la derecha. Estos ajustes facilitan la conexión de la clavija de encendido, pudiéndose realizar con facilidad después de dos o tres ensayos, simplemente a ojo.

Baje la cubierta de la bomba con los termómetros y termistores.

Presione la clavija de encendido (no el interruptor) y compruebe que se acopla al enchufe de la bomba observando que el piloto con el indicativo READY TO FIRE se enciende (ver sección 3.3.2.3). Cuide que la clavija penetra en el enchufe y no contacta con la cubierta de la bomba. Si esto último sucede el fusible del circuito de encendido se fundirá al presionar el interruptor de encendido. Regule la salida de agua del sistema de enfriamiento a la velocidad requerida de agua del sistema de enfriamiento a la velocidad requerida para contrarrestar el efecto calorífico de la

bomba de agua o las condiciones ambientales: (ver sección 3.3.2.2). Es aconsejable emplear una válvula de aguja para controlar el flujo y reducir el riesgo de cambio de flujo que algunas veces ocurre con los grifos ordinarios. Para un trabajo mas seguro o donde tengan lugar grandes cambios de presión de agua es aconsejable usar un sistema de suministro constante o un medidor de flujo de manera que se obtenga un control riguroso del flujo de agua.

### **3.3.5.7. BALANCE INICIAL DEL PUENTE DE TERMISTORES**

Este ajuste solo ocasionalmente suele ser necesario, pero es buena práctica comprobarlo antes de cada prueba. Ello obviara la posibilidad de hacer una prueba falsa debido a la alteración accidental de un componente o de la posición del mando de control.

Encienda el calentador y ajuste el control en sentido de las agujas del reloj para aumentar la temperatura de la capa aislante de agua y viceversa, hasta que la temperatura media de esta este próxima a la del calorímetro. Deje estabilizar la temperatura y haga entonces cuantos ajustes finos sean necesarios para evitar un cambio en la temperatura del calorímetro. Si la bomba estaba inicialmente a una temperatura muy diferente de la del agua del calorímetro el sistema puede emplear de 10 a 15 minutos en estabilizarse. Anote el punto de control como referencia. En pruebas subsecuentes deber ser suficiente comprobar que la temperatura del calorímetro permanece constante después de estabilizarse.

NOTA: este ajuste tiene que se hecho y comprobado con el flujo de agua escogido para la prueba. Ver secciones 3.3.2.2 y 3.3.5.6.

### **3.3.5.8. MEDIDA DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA**

Compruebe que la posición del control de balance inicial es correcta.

Espere hasta que las temperaturas de la capa de agua y del vaso calorimétrico se estabilizan. Compruebe que la temperatura del calorímetro se estabilizan, compruebe que la temperatura del calorímetro es constante y si no haga el necesario ajuste en el control inicial, ver sección 5.7, y deje un posterior periodo de estabilización. Si el agua de bomba y del vaso calorimétrico estuviese inicialmente a temperaturas considerablemente diferentes el periodo de estabilización podría ser de 10 a 15 minutos. No haga ajuste alguno durante este periodo. Cuando las temperaturas se hayan estabilizado utilice el vibrador del termómetro como se

describe en la sección 3.3.3.7 y lea la temperatura inicial del calorímetro con 0,001 °C y presione el interruptor de encendido para quemar la muestra. El piloto de encendido permanecerá apagado cuando el interruptor sea liberado si el encendido funcionó satisfactoriamente. Después de algunos segundos el relé del calentador comenzará a conectarse más frecuentemente conforme el calor de la muestra en combustión es absorbido por el agua del calorímetro. El aparato se deja estar ahora durante 8 a 10 minutos para obtener su temperatura final de equilibrio. Transcurrido este periodo lea la temperatura final del calorímetro, de nuevo con 0,001 °C y compruebe la medida 3 a 5 minutos después. Las dos lecturas deben concordar al menos en 0,002 °C. Si existe cualquier tendencia a fluctuar ajuste el control inicial de balance para pruebas posteriores.

### **3.3.6. PREPARACION PARA LA DETERMINACION SIGUIENTE**

Cuando se ha terminado la prueba, levante la cubierta del calorímetro y desconecte el calentador. En general se prefiere dejar el flujo de agua del sistema de enfriamiento a su velocidad normal entre pruebas. Sin embargo, dependiendo de la intensidad de trabajo, temperatura de esta agua, etc., puede ser necesario aumentar el flujo para obtener una rápida reducción de la temperatura de la capa aislante de agua. Si se opera así, tenga la precaución de reducirlo antes de la siguiente determinación.

### **3.3.7. TOTALIDAD DE LA COMBUSTION**

Una vez terminada la prueba examine la bomba para ver que ha tenido lugar una combustión completa de la muestra. Una combustión parcial viene indicada por la presencia de depósito de polvo negro en la superficie interior de la bomba o de carbón residual en el crisol, tal evidencia anula el ensayo. Si el residuo en la bomba va a ser usado para obtener las correcciones de nitrógeno y azufre, deje transcurrir un periodo de 30 minutos antes de liberar la presión por medio de la capsula especial o use una válvula especial que de salida al gas lentamente a través de agua destilada. Estas precauciones son necesarias de manera que el vapor ácido que después de la combustión está suspendido en los gases no se pierda.

### 3.3.8. CALCULO DE LOS RESULTADOS

Calcule el calor total liberado a partir de la capacidad de calor total y del verdadero aumento de la temperatura, esto es, el aumento observado una vez corregido por las irregularidades del termómetro. Corrija este calor por el desprendimiento de calor debido al algodón e hilo de encendido y nitrógeno. Convierta el resuelto a calor deliberado por 1 gramo de muestra y aplique entonces la corrección para el azufre para obtener de tal modo el verdadero valor calorífico.

El significado de las distintas correcciones y los métodos de determinarlas son los siguientes:

#### 3.3.8.1. CALOR DE ENCENDIDO

- Algodón. Calcule el desprendimiento de calor de un hilo de longitud determinada a partir del valor calorífico de la celulosa (4180 cal/g) y del peso de un hilo de longitud conocida que ha sido desecado a 105°C.
- alambre de encendido. El desprendimiento de calor se deduce del peso de la parte del alambre que se encuentra entre los electrodos de la bomba. Para el níquel-cromo es de 335 cal/g y para el platino es de 100 cal/g

#### 3.3.8.2. CORRECCIONES PARA EL AZUFRE Y NITROGENO

Estas correcciones son necesarias para deducir el calor extra que se libera en la bomba debido a que todo el azufre de la muestra se transforma en ácido sulfúrico, mientras que bajo condiciones normales de combustión se transformaría en dióxido de azufre. Además el nitrógeno que esta inicialmente en el aire de la bomba se transformara en ácido nítrico mientras que en condiciones normales de combustión no soportaría reacción química alguna. Las correcciones son de 22,6 cal por cada 0,01 gramos de azufre en la muestra y 1,43 cal por ml de ácido nítrico 0,1 N formado.

Después de liberada la presión de la bomba, ver sección 7, pasar con ayuda de agua destilada el contenido de la bomba a un vaso de precipitado. Enjuagar varias veces con pequeñas porciones de agua destilada que se incorporan al lavado anterior. Diluir a 100 ml, filtrar y hervir para eliminar todo el anhídrido carbónico. Todavía caliente valorar con hidróxido bórico, usando fenolftaleína como indicador para determinar la acidez total.

Añadir 20 ml de carbonato sódico 0,1 N, calentar, filtrar y lavar con precipitado con agua destilada. Cuando frío, valorar el filtrado con ácido clorhídrico 0,1N, usando rojo de metilo como indicador.

### **3.3.9. CUIDADOS DIARIOS Y MANTENIMIENTO**

La aplicación regular de las siguientes comprobaciones y el mantenimiento después del trabajo de cada día conducirán a seguros resultados y a una más larga duración de la vida de los componentes

#### **3.3.9.1. BOMBA**

Limpie, enjuague y seque la bomba después de cada prueba. Preste particular atención a los siguientes puntos:

**VALVULA DE ENTRADA DE LA BOMBA.** Vierta agua destilada por la parte superior de esta válvula y haga pasar a su través oxígeno o aire comprimido limpio. Repita la operación hasta que la válvula esté seca. Esto eliminará los residuos ácidos de la válvula y prolongará su vida

**CUBIERTA DE LA BOMBA.** Enjuague y seque.

**CUERPO DE LA BOMBA.** Enjuague y seque. Limpie las estrías y compruebe que la parte superior del cuerpo está libre de deterioro mecánico. Coloque siempre el cuerpo sobre su base.

**ANILLO DE CERRADO DE LA BOMBA.** Enjuague y seque. Limpie las estrías.

**ANILLO DE HERMETICIDAD DE LA BOMBA.** Examine si está desgastado o deteriorado. Si un anillo falla durante una combustión, los gases que escapan dañan en casos extremos la bomba.

### **3.3.9.2. VASO CALORIMETRICO**

Limpie y deje escurrir. El vaso está hecho de acero inoxidable de superior calidad y por tanto cualquier señal de óxido es de contaminación, que puede ser eliminada enjuagando con ácido nítrico 2N.

### **3.3.9.3. CAVIDAD DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA**

Mantenga el interior limpio y seco

### **3.3.9.4. CONTROLES**

CORRIENTE DEL CALENTADOR DE LA CAPA AISLANTE DE AGUA. Compruebe que la corriente no aumenta constantemente. Puede observarse un cambio pequeño debido a que la conductividad del agua aumenta la temperatura.

CONTROL DE BALANCE INICIAL. Compruebe que este está correctamente situado para un valor predeterminado y que ello conduce a una temperatura constante del calorímetro durante el periodo inicial.

### **3.3.10. ATENCIONES DE RUTINA**

Los puntos que regularmente deben comprobarse son:

### **3.3.10.1. CORRIENTE DEL CALENTADOR DE LA CAPA AISLANTE DEL AGUA**

Durante las primeras semanas de manejo pueden tener lugar aumentos de la conductividad como resultado de sales que son eliminadas de los materiales empleados en la construcción de la camisa de agua. Si la corriente del calentador aumenta por encima de 8A en el aparato de 200/250 V o de 15 A en el aparato de 110/130 V, vuelva a llenar la camisa. Ver sección 3.3.3.12. Si el problema continúa, sífone el agua, quite la cubierta del aparato y la parte interior de la camisa. Examine la parte destinada al agua atendiendo a la presencia de señales de corrosión o cuerpos extraños. Una delgada capa de polvo rojizo-pardo, especialmente sobre las placas calentadoras, es normal e inerte.

### **3.3.10.2. SOPORTES**

Los soportes del motor de la bomba de agua requieren lubricación ocasional con unas pocas gotas de aceite adecuado.

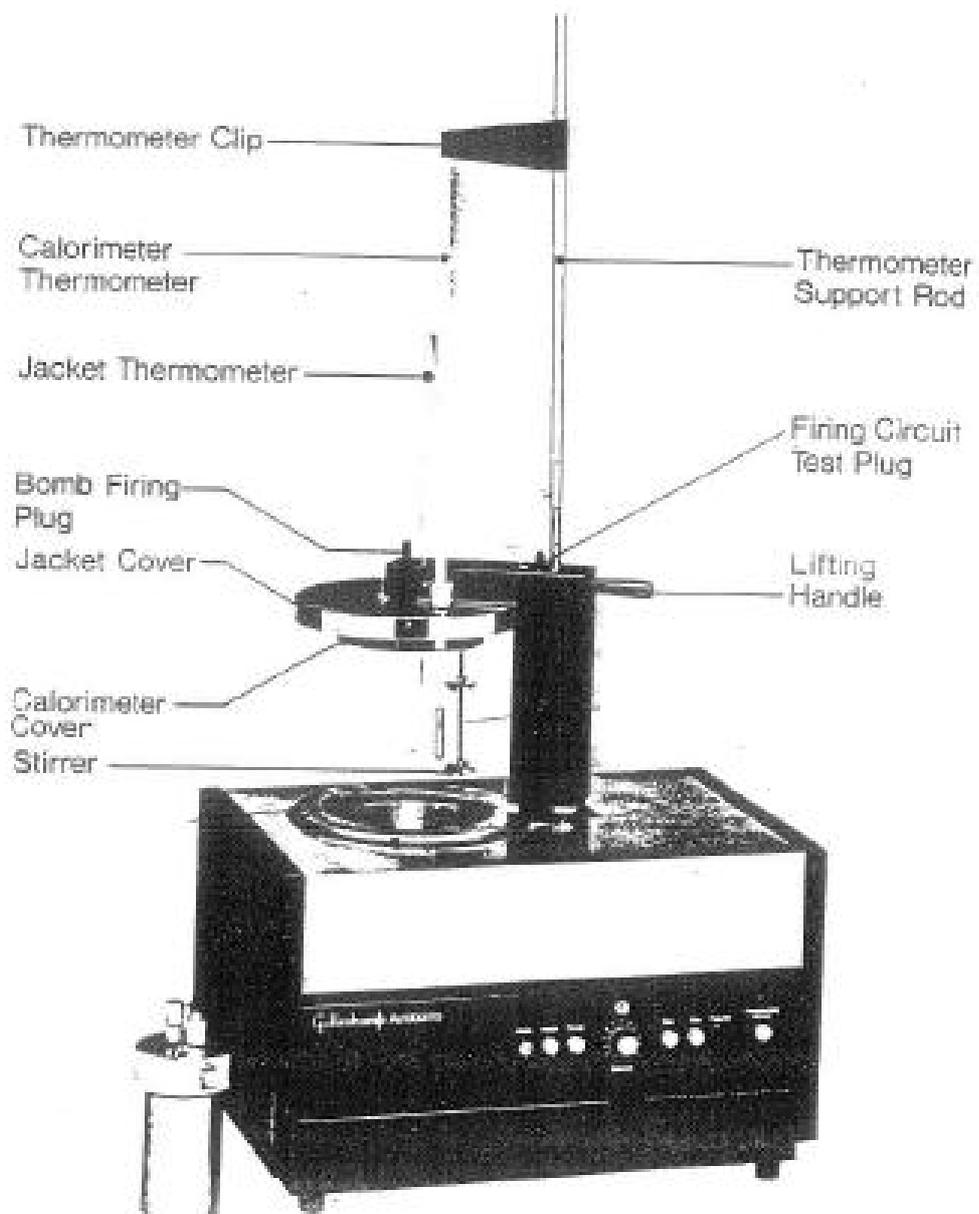
### **3.3.10.3. BOMBA**

Debe recordarse que la bomba es un vaso de agua de alta presión y que cualquier negligencia es peligrosa. Examine la bomba regularmente atendiendo a posibles señales de corrosión, desgaste mecánico o deterioro.

Necesitan inspección rutinaria los siguientes puntos:

**ELECTODOS.** Sepárelos de la cubierta de la bomba y examine su posible corrosión en los vástagos. Esto es especialmente importante si las muestras que se queman tienden a producir grandes cantidades de productos de su combustión corrosivos.

**PASO DE ROSCA.** Examine las estrías del anillo de cierre de la bomba y las del cuerpo de la bomba atendiendo un posible desgaste. El desgaste comienza siempre en las estrías del anillo de cierre. Este anillo tiene un diámetro interno en el paso de rosca de 2,738 pulgadas, cuando es nuevo. Un desgaste que conduzca a más de 2,760 pulgadas es peligroso. Los correspondientes diámetros del cuerpo de la bomba nuevo y como límite de peligrosidad son 2,808 y 2,790 pulgadas.



**Imagen 5.** Bomba Calorimétrica GALLENKAMP CB-100

### 3.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES QUÍMICOS

El sistema más usado es el desarrollado originariamente en la Estación Experimental de WEENDE (Sistema WEENDE), bastante antiguo y algo superado en determinados aspectos pero válido en sus líneas fundamentales.

Según este sistema, los residuos vegetales se dividen en seis fracciones:

HUMEDAD: Agua y sustancias volátiles.

EXTRACTO ETereo: Lípidos, pigmentos y ácidos grasos.

PROTEINA BRUTA: Proteínas y nitrógeno no proteico.

FIBRA BRUTA: Hemicelulosa, celulosa, lignina, cutina.

MINERALES: Materia inorgánica.

M.E.L.N.: Almidón, ácidos orgánicos, azúcares.

Son fracciones que, como vemos, no corresponden a entidades químicas puras. Existen, además, interferencias entre los grupos, tal es el caso de las hemicelulosas o el de la lignina que se integra mayoritariamente en la MELN y es minoritaria en la fracción fibra bruta.



### 3.4.1. HUMEDAD

#### FUNDAMENTO:

El agua se encuentra en los residuos vegetales en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. Dado que la mayor parte de los residuos vegetales son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

Normalmente se considera como humedad a la pérdida de peso que experimenta una muestra sometida a desecación en estufa a presión atmosférica hasta alcanzar un peso constante a una temperatura ligeramente superior a la de ebullición del agua. Muchos productos biológicos, como los residuos vegetales y los residuos fecales, experimentan por esta desecación la pérdida de ácidos grasos volátiles y de algunos azúcares que se descomponen a temperaturas superiores a los 70°C. El peso de tales sustancias será considerado como agua en este análisis. En algunos casos puede evitarse esta inexactitud efectuando la desecación en vacío a temperaturas más bajas, aunque se necesitan estufas de vacío, cuya capacidad suele ser relativamente escasa y esto puede constituir un problema cuando han de realizarse muchas determinaciones diarias. En algunos residuos vegetales (por ejemplo, cereales) solamente una parte del agua que contienen se pierde a esta temperatura. El resto (agua combinada o adsorbida) es difícil de eliminar y parece estar asociada a las proteínas presentes.

El análisis de los componentes viene dado en las tablas en tanto por ciento de sustancia fresca (SF) cuando se refiere a la muestra sin desecar, o bien en tanto por ciento de sustancia seca (SS) cuando se refiere a la muestra sin su contenido en humedad. De la exactitud de la determinación de la humedad depende, por tanto, la del resto de los componentes de la muestra.

#### PROCEDIMIENTO:

El contenido en agua de una muestra es, por convenio, la pérdida de peso que sufre al ser mantenida en una estufa, en condiciones determinadas de desecación, a 105°C durante 12 horas.

Para determinarla, pesar una cápsula vacía completamente seca, añadir entre 0,5 y 1 gramo de muestra triturada de forma homogénea y volver a pesar, meter en estufa a 105°C durante 12 horas como mínimo y volver a pesar la cápsula con la muestra seca cuando esté completamente fría, manteniéndola durante el tiempo necesario en un desecador para evitar que al estar caliente capte humedad del ambiente.

#### CALCULOS:

$$\%HUMEDAD = \frac{(Peso\ Capsula+muestra)-(Peso\ Capsula+muestra\ seca)}{Peso\ Muestra} \times 100$$

### 3.4.2. CENIZAS

#### FUNDAMENTO:

El contenido en cenizas de un producto es el residuo inorgánico resultante de su incineración en un horno a una temperatura de 500°C durante 12 horas. El contenido en cenizas sólo sirve para evaluar, por diferencia, el contenido en materia orgánica de la planta.

#### TECNICA:

Se pesa los crisoles vacíos completamente secos, y a temperatura ambiente, a continuación se pesa 1 gramo de la muestra triturada dentro del crisol. Se coloca el crisol con la muestra dentro en un quemador a una temperatura baja, evitando la excesiva formación hollín, hasta que deja de salir humo. Posteriormente se colocan en el horno mufla a 500 °C durante 12 h. Por ultimo se sacan los crisoles del horno y tras ser enfriado en desecador, se pesan en la balanza.



**Imagen 6.** Horno mufla

$$\%CENIZAS(SF) = \frac{(Peso\ crisol + residuo) - Peso\ crisol\ vacío}{Peso\ muestra} \times 100$$

$$\%CENIZAS(SS) = \frac{\%CENIZAS(SF)}{100 - \%HUMEDAD} \times 100$$

$$\%MATERIA\ ORGÁNICA(SS) = 100 - \%CENIZAS(SS)$$

### 3.4.3. EXTRACTO ETereo

#### FUNDAMENTO:

Se llama grasa bruta de un producto a las sustancias extraídas bajo reflujo con un disolvente orgánico. Este extracto etéreo no contiene la totalidad de los lípidos, mientras que incluye, por el contrario, sustancias no lipídicas solubles en este solvente. Como consecuencia de este hecho, su significación alimenticia presenta una serie de reservas, en particular en el caso de los forrajes, en los que la mitad del extracto etéreo puede estar constituida por pigmentos, representando, pues, una sobreestimación del contenido en lípidos.

La grasa obtenida con éter está constituida principalmente por: Glicéridos de ácidos grasos, Ácidos grasos libres, Colesterol, Lecitina, Clorofila, Sustancias alcalinas, Aceites volátiles y Resinas.

Los cuatro últimos componentes no se clasifican como nutrientes, si bien aparecen en el extracto etéreo de los residuos vegetales por lo que hay que tenerlo en cuenta al analizar el valor nutritivo de los mismos. Para todos los efectos prácticos, el valor nutritivo del extracto etéreo estará relacionado más estrechamente con su contenido de grasas neutras que con cualquier otro componente del mismo. Haría falta un análisis cualitativo del extracto etéreo para determinar su valor nutritivo.

#### PROCEDIMIENTO: METODO SOXHLET

La muestra a analizar se coloca en la cámara de extracción que se llenará repetidas veces con el disolvente. Este se evapora desde un vaso de muestra y se condensa en la cámara hasta llenarla conteniendo parte de la grasa de la muestra. Una vez alcanzado cierto nivel, la cámara se vacía por medio de un sifón hasta el vaso de muestra. En los ciclos iniciales se extrae la mayor parte de la grasa, cada ciclo posterior continúa extrayendo la grasa remanente así como lavando el residuo de grasa extraído desde el vaso. Una extracción completa de la grasa se lleva a cabo tras aproximadamente 12 ciclos completos..



**Imagen 7.** Horno mufla

#### TÉCNICA:

Se enciende el baño de agua que calienta la placa calefactora y se programar a 80°C de temperatura, se tritura la muestra a analizar de forma homogénea hasta partículas de alrededor de 1mm de tamaño y se pesa la muestra directamente en el cartucho, se tapa la muestra en el cartucho con algodón o lana de vidrio.

Se pesan los vasos, se añade solvente (éter etílico) a los vasos (unos 100 ml aproximadamente) y se colocan los vasos en la unidad de extracción.

Se bajan los condensadores, se cierran sobre los vasos y se inicia la extracción.

El matraz se calienta eléctricamente en baño de agua a una temperatura de 80°C evitando la sobreebullición y haciendo que el éter hierva con regularidad. La extracción se mantiene durante una hora. El tiempo de extracción será mayor o menor en función del tipo de grasa que vaya a ser extraída. Pasado dicho tiempo se abre el sistema de drenaje para recoger el éter que se podrá volver a utilizar en una nueva extracción. Se continúa calentando hasta que todo el solvente se haya evaporado de los vasos y recogido en el reservorio, en este momento se apaga el baño de agua.

Los matraces en los que ha quedado la grasa extraída se meten en la estufa para eliminar los restos de éter y posteriormente se enfrían en el desecador. Cuando estén a temperatura ambiente se pesan y se anota.

$$\%GRASA\ BRUTA(SF) = \frac{(Peso\ matraz + Grasa) - Peso\ matraz}{Peso\ muestra} \times 100$$

$$\%GRASA\ BRUTA(SS) = \frac{\%GRASA\ BRUTA(SF)}{100 - \%HUMEDAD} \times 100$$

#### **3.4.4. PROTEINA BRUTA:**

##### FUNDAMENTO:

Se agrupan con el nombre de proteína total o bruta todas las sustancias nitrogenadas contenidas en un vegetal, comprendiendo no solo las materias proteicas sino también otros cuerpos nitrogenados de naturaleza no proteica.

La valoración de la proteína bruta se suele hacer por el método de Kjeldahl, determinando primero la cantidad total de nitrógeno contenido en el alimento, y se multiplica este valor N por el factor 6,25, que se ha fijado teniendo en cuenta que la mayor parte de las proteínas contienen, por término medio, 16 gramos de nitrógeno en 100 gramos ( $100:16=6,25$ ).

La proteína bruta (P.B.) resultante de los análisis, comprende, dos fracciones:

Proteína pura, verdadera o propiamente dicha.

Sustancias nitrogenadas no proteicas: aminoácidos, urea, amidas, nitratos, nitritos.

##### PROCEDIMIENTO: METODO KJELDAHL

El principio del método consiste en transformar el nitrógeno en sulfato amónico  $SO_4(NH_4)_2$  por ebullición con ácido sulfúrico. A esta solución se le añade un exceso de NaOH y, al destilarla, separa amoníaco (la solución a destilar ha de ser fuertemente alcalina, de lo contrario no se separa el amoníaco).

La destilación de la mezcla transporta el amoníaco con el vapor de agua (en forma de hidróxido amónico), quedando atrapado en una solución trampa a base de ácido bórico (cuya misión es evitar que el amoníaco se evapore). Esta solución, a la que se añade un indicador acido-base colorimétrico es valorada con ácido clorhídrico.



Imagen 7. Digestor Büchi

TECNICA:

Digestión:

Se pesan las muestras (0.3-0.5 g) en balanza de precisión introduciéndolas en bolsitas de plástico y se introducen en los matraces de digestión.

Se añaden:

25 ml de ácido sulfúrico concentrado (36 N).

2 bolitas de vidrio (impiden que se forme espuma).

Una cuchara rasa de catalizador.

Se cierran todos los tubos se pone en marcha el digestor y se pone la placa calefactora a la máxima temperatura, cuando empiece a salir humo bajarla a 200°C; cuando disminuya la cantidad de humo, volver a elevar la temperatura al máximo

hasta que el contenido de los tubos adquiriera un color verde manzana transparente, teniéndolo durante media hora más para asegurarnos de que todo el nitrógeno de la muestra se ha transformado en sulfato amónico.

Se desconecta el aparato y se deja enfriar. Una vez fríos sacar los matraces y lavar las paredes.

### Destilación

La destilación se lleva a cabo con un destilador BÜCHI, que hace reaccionar el sulfato amónico producido en la digestión, con hidróxido sódico para formar sulfato sódico y amoniaco gaseoso, el amoniaco se condensa y se recoge en un matraz con la solución trampa que contiene un indicador que vira al pasar de medio ácido (rojo) a medio básico (verde).

De la solución trampa se toman 30ml y se ponen en el matraz colector que se coloca en el destilador antes de poner el matraz de digestión. Una vez que están colocados los dos matraces se dosifica el hidróxido sódico al 40% hasta que el contenido del matraz de digestión adquiriera color pardo, lo que indica que ha reaccionado todo el sulfato amónico con el hidróxido sódico. A continuación se comienza la destilación

### Valoración:

Se valora el contenido del matraz colector erlenmeyer con HCl 0.5 N hasta que vire de color verde al color rojo original de la solución trampa. Anotándose el volumen de HCl gastado. La normalidad del HCl depende del contenido en proteína de la muestra, cuando el contenido es más bajo se utiliza 0.25N para que la determinación sea más precisa.

Es importante que la valoración se realice inmediatamente después de la destilación ya que el hidróxido amónico se volatiliza rápidamente. El retraso en la valoración puede dar lugar a dispersiones en los valores obtenidos.

### CÁLCULOS:

Sabiendo que 1000 ml de HCl 1N acomplejan a 14g de Nitrógeno.

Según esto, a partir del HCl 0.5N consumido al valorar nuestra muestra, se puede calcular la cantidad de nitrógeno que contenía.

1000 ml ClH 1N.....14 g de N

X ml ClH 0.5N ..... Y g de N

Para expresarlo como porcentaje:

Z g de muestra.....Y g de N

100 g de muestra.....A g de N

Para expresarlo como Proteína Bruta (P.B.)

1 g de N ..... 6.25 de P.B.

A g de N ..... B g de P.B.

$$\%P.B. (SF) = \frac{mL\ HCl \times 0,5 \times 14 \times 100 \times 6,25}{Peso\ muestra \times 1000}$$

$$\%P.B. (SS) = \frac{\%P.B. (SF) \times 100}{100 - \%Humedad}$$

### 3.4.5. FIBRA BRUTA (SISTEMA VAN SOEST)

#### FUNDAMENTO:

Según el método de Weende, se considera como fibra bruta al residuo insoluble que se obtiene después de la ebullición del vegetal con dos hidrólisis sucesivas, una en medio ácido, y otra en medio alcalino, y a cuya cifra total se le resta el peso de las cenizas. En un principio se creyó que constituía una porción indigestible de los alimentos. Posteriormente se ha reconocido que la fibra bruta Weende puede constituir un índice falso de la digestibilidad total de un alimento, ya que el contenido en fibra bruta obtenido por este método es netamente inferior que el real debido a que por este método se disuelven buena parte de las hemicelulosas y de la lignina que son indigestibles.

Por otra parte, algunos de los componentes que se consideran dentro de esta fibra bruta pueden ser digeridos por la mayoría de los animales. La razón de que sea

relativamente elevada la digestibilidad de la fibra bruta en los rumiantes se debe al hecho de que la celulosa representa su principal componente, y sabemos que los microorganismos del rumen son capaces de degradar la celulosa para satisfacer sus propias necesidades energéticas, y que en el proceso producen ácido acético y otros ácidos que son absorbidos por el rumen y proporcionan energía al animal.

La digestibilidad de todos los materiales viene dada en función de la composición celular y, más precisamente, de la composición química de cada vegetal en estudio. Las células vegetales están constituidas por una fracción correspondiente al contenido celular y otra a la pared celular. El contenido celular posee una digestibilidad casi total, siendo en promedio del 98%. Mientras tanto, la pared celular posee una digestibilidad muy variable, que se manifiesta en función de la proporción en que se encuentren sus componentes: hemicelulosa, celulosa y lignina. Estos tres elementos químicos constituyen en conjunto la *fibra vegetal*, y es su cantidad como su calidad lo que más afecta la digestibilidad.

Los análisis que se utilizan en la actualidad son los propuestos por Van Soest. Permiten separar el contenido celular de la pared celular; a esta última la divide en tres fracciones: Fibra en detergente neutro (FND), Fibra en detergente ácido (FAD) y Lignina detergente ácido (LAD).

Composición de la célula vegetal y análisis que determina cada fracción.

CONTENIDO CELULAR	PARED CELULAR		
Proteínas, Cenizas, Lípidos, Hidratos de carbono, Ácidos orgánicos, Sustancias Nitrogenadas.	F.N.D		
	Hemicelulosa	F.A.D	
		Celulosa	L.A.D
			Lignina

La digestibilidad de un vegetal estará dada en función de la cantidad y calidad de fibra que posea. Así es que a mayor contenido de fibra y a menor calidad de la misma, menor será la digestibilidad del forraje. Por lo general, cuanto mayor sea el contenido de FDN (pared celular) de un forraje menor será su digestibilidad. Pero esto no siempre es así ya que la digestibilidad de la pared celular dependerá del grado de lignificación de la misma. De tal forma que su digestibilidad estará determinada por la cantidad de FDA y de LDA que posea. A mayor fibra en detergente ácido y a mayor lignina, menor será la digestibilidad del material.

De todas formas cabe aclarar que para que se cumplan correctamente las funciones gastrointestinales será indispensable que la dieta posea por lo menos un mínimo de fibra. Caso contrario el animal sufrirá trastornos digestivos, que se reflejarán en diarreas, mal aprovechamiento del forraje ingerido, decaimiento y merma en la producción. Pero dicha fibra, si es de calidad, con bajos porcentaje de FDA y LDA, será más aprovechable por parte del animal y más beneficioso para la producción.

El método VAN SOEST (1963) está basado en el uso de agentes extractivos y clasifica a los nutrientes en dos categorías:

Sustancias totalmente solubles o CONTENIDOS CELULARES, solubles en detergentes neutros (basados en lauril sulfato sódico disuelto en EDTA a  $\text{pH}=7$ ). Son los llamados *Solubles Neutro Detergentes (SND)*.

PAREDES CELULARES, insolubles en detergentes neutros o fracción de *Fibra Neutro Detergente (FND)*, constituida por celulosas, hemicelulosas, lignina, cutina, y otros compuestos minoritarios.

De esta fracción se puede separar:

Fracción soluble en detergente ácido (acetil trimetil-amonio en sulfúrico 1N) que es la hemicelulosa.

Fracción insoluble o Fibra Ácido Detergente (FAD), constituida por celulosa y lignina.

Posteriormente se puede separar la celulosa tratándola con sulfúrico al 72% peso: volumen, quedando la lignina como fracción insoluble o *Lignina Ácido Detergente (LAD)*.

#### MATERIAL:

Aparato de determinación de Fibra

Crisoles con filtro de porosidad 1

Pipeta

### DETERMINACIÓN DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE

Consiste en mantener a la muestra en ebullición con la solución Neutro Detergente durante una hora al cabo de la cual se filtra y se obtiene la fracción no soluble.

#### Reactivos

Solución Neutro Detergente:

Pesar en un vaso largo 18.6g de EDTA + 6.8 de Borato sódico, disolver en un poco de agua destilada agitando y calentando suavemente. Añadir 30g de lauril sulfato sódico + 10ml de 2-etoxietanol.

En otro vaso poner 4.56g de  $P=4Na_2$  anhidro, añadir agua destilada. Mezclar las dos soluciones y llevar a un volumen de 1 litro. Comprobar que el pH tenga un valor entre 6.9 y 7.1.

- Decalina.

#### Procedimiento

Moler la muestra seca, apertura malla de tamiz: 1 mm.

Cuando se trate de muestras pobres en grasa se usa la muestra sin desengrasar, pero en caso de muestras ricas en materias oleaginosas es necesario desengrasarlo previamente.

Se pesa el crisol vacío y después se vuelve a pesar con la muestra que queremos analizar (entre 0.5 y 1 g) y se pone en el aparato de determinación de fibra, se cierra el aparato y se añaden 100 ml de la solución detergente ácido y unas gotas de decalina (antiespumante).

Encender el aparato y mantener en ebullición durante 1 hora. Asegurándose de que el grifo de refrigeración está abierto.

A continuación conectar el botón Pressure que hace que el líquido de los tubos se filtre y abrir el grifo de la bomba de vacío que hace que el líquido pase al depósito junto con las sustancias disueltas en él. Lavar varias veces con agua caliente para evitar que queden restos en los tubos y, por último, lavar con acetona dos veces.

Cuando esté completamente seco se saca el crisol y se mete en estufa a 105°C durante 12 horas para asegurarnos de que está completamente seco

Enfriar en el desecador y cuando esté a temperatura ambiente se vuelve a pesar, por diferencia de peso se determina la fibra neutro detergente.

Calcular la fibra neutro detergente:

$$\%FND = \frac{\text{peso del residuo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

### DETERMINACIÓN DE FIBRA ACIDO DETERGENTE, FAD

Contiene todos los componentes de la pared celular menos las hemicelulosas

#### Reactivos

Solución de detergente ácido

Disolver 20 g de Cetil Trimetil Amonio Bromuro (CTAB) en el ácido sulfúrico 0,5 M, agitando, para facilitar la disolución.

Acetona

#### Procedimiento

Consiste en mantener al residuo obtenido en la determinación de la fibra neutro detergente en ebullición con la solución de detergente ácido durante una hora al cabo de la cual se filtra y se obtiene la fracción no soluble.

El procedimiento y los cálculos son similares a los descritos para la fibra neutro detergente.

Calculo de la fibra detergente ácida:

$$\%FaD = \frac{\text{peso del residuo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

### DETERMINACIÓN DE CELULOSA

#### Reactivos

- Solución de ácido sulfúrico al 72%

Se calcula la cantidad de ácido que hay que poner en 1 litro:

$$1000 \times (72/96) = 750 \text{ g de ácido al 96\%}$$

$$1000 - 750 = 250 \text{ g de agua}$$

Pesar la cantidad de agua requerida en un matraz y añadir la cantidad calculada de ácido sulfúrico en pequeñas porciones y muy lentamente. Hay que tener cuidado por excesiva producción de calor, enfriar en un baño de agua. Cuando se haya enfriado a 20°C se ajusta el volumen.

### Procedimiento

Se efectúa con el residuo de la determinación de FAD, sometiéndolo al ataque de ácido sulfúrico al 72%, este disuelve la celulosa y la separa del resto (lignina y sílice).

Se pone el crisol con el residuo FAD en el aparato de determinación de fibra, se cierra el aparato y se añaden 25 ml de ácido sulfúrico al 72% y continuar la extracción entre 20 y 23°C durante 3 horas, removiendo cada hora.

Filtrar y lavar 3 veces con agua caliente.

Secar 12 horas a 105°C. Enfriar en desecador.

Pesar.

Calcular

$$\% \text{lignina} + \text{sílice} = \frac{\text{peso del residuo}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{Celulosa} = 100 - (\% \text{lignina} + \text{sílice})$$

El residuo está formado de lignina y sílice, se somete a incineración a 550°C durante 3 h.

La cantidad de materia orgánica representa el contenido de lignina y el residuo inorgánico a la sílice.

$$\%lignina = \frac{(\text{peso lignina} + \text{silíce}) - (\text{peso matraz} + \text{ceniza})}{\text{peso muestra}} \times 100$$

$$\%silíce = \frac{\text{peso residuo despues ignición}}{\text{peso muestra}} \times 100$$

#### MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITROGENO: M.E.L.N.

Es el conjunto de materias orgánicas sin nitrógeno en su composición, que son solubles (digestibles) en la técnica de determinación de la fibra bruta.

Al ser difícil de determinar analíticamente, se hace por vía indirecta, o sea por la diferencia del peso de la muestra o de 100 y la suma de los porcentajes de HUMEDAD, PROTEINA BRUTA, GRASA BRUTA y CENIZAS de la muestra.

En este extracto figuran:

Todos los glúcidos: celulosa, hemicelulosa, glucosa, sacarosa, almidón...

Derivados de los glúcidos: alcoholes polivalentes, ciclosas, glucosidos no nitrogenados, etc.

Algunos ácidos orgánicos.

#### CALCULOS:

$$\%M. E. L. N. (SS) = 100 - (\%PROTEINA BRUTA(SS) + \%GRASA BRUTA(SS) + \%CENIZAS(SS))$$

## **CAPITULO IV**

## **RESULTADOS**

---

<b>CAPITULO IV. RESULTADOS</b>	<b>76</b>
4. RESULTADOS	79
4.1. TOMATE	79
4.2. PEPINO	82
4.3. CALABACÍN	85
4.4. PIMIENTO	88
4.5. SANDÍA	91
4.6. MELÓN	94
4.7. JUDÍA	97
4.8. BERENJENA	10

PODER CALORÍFICO DE LOS RESTOS VEGETALES GENERADOS EN ALMERÍA  
103

**RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS**

	<b>PODER CAL. INF. (kJ·año<sup>-1</sup>)</b>	<b>PODER CAL. SUP. (kJ·año<sup>-1</sup>)</b>	<b>HUMEDAD</b>	<b>MATERIA ORGÁNICA</b>	<b>GRASA BRUTA</b>	<b>PROTEÍNA BRUTA</b>	<b>MELN</b>	<b>FND</b>	<b>FAD</b>	<b>SÍLICE</b>	<b>LIGNINA</b>
<b>TOMATE</b>	12593,89	13762,01	88,37	78,54	2,14	14,51	61,89	33,11	30,83	20,60	5,25
<b>PEPINO</b>	12468,29	13648,97	85,82	82,51	1,63	19,24	62,05	39,90	25,48	17,91	5,13
<b>CALABACÍN</b>	15955,89	17509,20	92,66	74,94	2,34	26,35	46,25	55,24	32,71	15,74	6,76
<b>PIMIENTO</b>	14683,11	16215,48	82,11	82,93	2,96	13,18	67,20	40,23	31,14	25,14	2,91
<b>SANDÍA</b>	15273,45	16935,61	87,95	84,20	4,33	15,82	64,04	43,42	24,53	16,04	5,97
<b>MELÓN</b>	11501,14	12623,20	91,47	73,19	6,18	15,79	50,71	49,28	24,67	18,55	3,62
<b>JUDÍA</b>	14628,68	15901,47	82,83	82,09	3,97	13,65	64,47	81,95	30,60	19,02	3,39
<b>BERENJENA</b>	13741,08	15001,30	81,74	82,55	3,94	19,86	58,78	83,72	24,28	16,24	3,05

## 4. MATERIAL Y METODOS

### 4.1. TOMATE

#### 4.1.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

Poder calorífico inferior (P.C.I.): 12593,89 kJ·kg<sup>-1</sup>

Poder calorífico superior (P.C.S.): 13762,01 kJ·kg<sup>-1</sup>

#### ANÁLISIS DE COMPONENTES

##### 4.1.2. HUMEDAD

Peso muestra: 293,2680 g

Peso Seco: 34,1117 g

Humedad: 88,37 %

-Sustancia Seca

	Peso Muestra	Peso cápsula	Peso cáp y muestra	Humedad	% Humedad	% Sustancia Seca (Ss)
Toma I	1,0692	21,0494	22,1028	0,0158	1,48	98,52
Toma II	1,0072	19,6287	20,6202	0,0157	1,56	98,44
Toma III	1,009	21,7137	22,6978	0,0249	2,47	97,53
Media					1,83	98,17
Des. Est.					0,45	0,45

#### 4.1.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0029	18,6552	18,8667	21,09	21,4830	78,5170
<b>Toma II</b>	1,0084	18,1887	18,4020	21,15	21,5477	78,4523
<b>Toma III</b>	1,0156	18,9047	19,1174	20,94	21,3347	78,6653
<b>Media</b>				21,0615	21,4551	78,5449
<b>Des. Est.</b>				0,1072	0,1092	0,1092

#### 4.1.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0002	102,8399	102,8611	2,1196	2,1592
<b>Toma II</b>	0,9662	105,6988	105,7174	1,9251	1,9610
<b>Toma III</b>	1,0887	107,8974	107,9220	2,2596	2,3018
<b>Media</b>				2,1014	2,1407
<b>Des. Est.</b>				0,1680	0,1711

#### 4.1.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0555	3,50	14,5073	14,7785
<b>Toma II</b>	1,0477	3,30	13,7802	14,0377
<b>Toma III</b>	0,999	3,30	14,4520	14,7221
<b>Media</b>			14,2465	14,5128
<b>Des. Est.</b>			0,4048	0,4123

#### 4.1.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas	% MELN
<b>Toma I</b>	11,9469	2,6699	16,8439	68,5393
<b>Toma II</b>	14,9396	3,3050	16,9835	64,7719
<b>Toma III</b>	11,4228	2,9134	17,3772	68,2867
<b>Media</b>				67,1993
<b>Des. Est.</b>				2,1060

**4.1.7. Fibra Neutro detergente (FND)**

	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso Matraz</b>	<b>Peso matraz + fibra</b>	<b>% FND (Sf)</b>	<b>% FND (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	1,6931	30,2566	30,9016	38,0958	37,5328
<b>Toma II</b>	1,9361	30,3642	30,9792	31,7649	31,2697
<b>Toma III</b>	1,7101	29,6879	30,2232	31,3023	30,5298
<b>Media</b>				33,7210	33,1108
<b>Des. Est.</b>				3,7958	3,8474

**4.1.8. Fibra Acido Detergente (FAD)**

	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso Matraz</b>	<b>Peso matraz + fibra</b>	<b>% FAD (Sf)</b>	<b>% FAD (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	1,6931	30,2566	30,8071	32,5143	32,0338
<b>Toma II</b>	1,9361	30,3642	30,9751	31,5531	31,0613
<b>Toma III</b>	1,7101	29,6879	30,2031	30,1269	29,3834
<b>Media</b>				31,3981	30,8262
<b>Des. Est.</b>				1,2012	1,3408

**4.1.9. Lignina y sílice**

	<b>Peso Matraz +sílice</b>	<b>Peso Matraz+Lig y síl</b>	<b>% Lignina (Sf)</b>	<b>% lignina (Ss)</b>	<b>% Sílice (Sf)</b>	<b>% Sílice (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	30,6548	30,7569	6,0304	5,9412	23,5190	23,1714
<b>Toma II</b>	30,7758	30,8611	4,4058	4,3371	21,2592	20,9278
<b>Toma III</b>	29,9982	30,0943	5,6196	5,4809	18,1451	17,6974
<b>Media</b>			5,3519	5,2531	20,9745	20,5989
<b>Des. Est.</b>			0,8447	0,8260	2,6982	2,7518

La humedad del tomate, se encontró en el 88,37 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 78,6653 % y 78,4526 % y los de grasa bruta, entre 1,9610 % y 2,3018 %. La proteína varía entre el 14,0377 % y el 14,7785 %, mientras la MELN, lo hace entre 68,5393 % y 64,7719 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 37,5328 % y 30,5298 %, los de FAD, entre 32,0338 % y 29,3834 %, los de sílice, entre 23,1714 % y 17,6974 %, y los de lignina, entre 5,9412 % y 4,3371 %.



## 4.2. PEPINO

### 4.2.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 12468,29 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 13648,97 kJ·kg<sup>-1</sup>

### ANÁLISIS DE COMPONENTES

#### 4.2.2. HUMEDAD

Peso muestra: 296,0177 g

Peso Seco: 41,9788 g

Humedad: 85,82 %

-Sustancia Seca

	Peso Muestra	Peso cápsula	Peso cáp y muestra	Humedad	% Humedad	% Sustancia Seca (Ss)
<b>Toma I</b>	1,001	17,0363	18,0062	0,0311	3,11	96,89
<b>Toma II</b>	1,05	21,6265	22,6498	0,0267	2,54	97,46
<b>Toma III</b>	1,0136	20,5723	21,5598	0,0261	2,57	97,43
<b>Media</b>					2,74	97,26
<b>Des. Est.</b>					0,26	0,26

#### 4.2.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0104	18,9611	19,1343	17,14	17,6249	82,3751
<b>Toma II</b>	1,0196	18,7589	18,9305	16,83	17,3045	82,6955
<b>Toma III</b>	1,0063	18,1835	18,3553	17,07	17,5537	82,4463
<b>Media</b>				17,0148	17,4944	82,5056
<b>Des. Est.</b>				0,1636	0,1682	0,1682

#### 4.2.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	0,9893	105,6030	105,6182	1,5364	1,5797
<b>Toma II</b>	1,0353	102,6570	102,6693	1,1881	1,2216
<b>Toma III</b>	1,0796	104,6456	104,6675	2,0285	2,0857
<b>Media</b>				1,5843	1,6290
<b>Des. Est.</b>				0,4223	0,4342

#### 4.2.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0001	4,00	17,4983	17,9915
<b>Toma II</b>	1,0638	4,00	16,4505	16,9142
<b>Toma III</b>	1,0222	4,90	20,9719	21,5631
<b>Media</b>			18,3069	19,2386
<b>Des. Est.</b>			2,3667	2,4334

#### 4.2.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas	%MELN
<b>Toma I</b>	17,9915	1,5797	17,6249	62,8038
<b>Toma II</b>	16,9142	1,2216	17,3045	64,5597
<b>Toma III</b>	21,5631	2,0857	17,5537	58,7975
<b>Media</b>				62,0537
<b>Des. Est.</b>				2,4115

**4.2.7. Fibra Neutro detergente (FND)**

	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso Matraz</b>	<b>Peso matraz + fibra</b>	<b>% FND (Sf)</b>	<b>% FND (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	0,4250	31,0836	31,2641	42,4706	41,1511
<b>Toma II</b>	0,3982	29,8192	29,9799	40,3566	39,3304
<b>Toma III</b>	0,4617	30,1015	30,2874	40,2642	39,2274
<b>Media</b>				41,0305	39,9030
<b>Des. Est.</b>				1,2480	1,0821

**4.2.8. Fibra Acido Detergente (FAD)**

	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso Matraz</b>	<b>Peso matraz + fibra</b>	<b>% FAD (Sf)</b>	<b>% FAD (Ss)</b>
Toma I	0,4250	31,0836	31,1841	23,6471	22,9124
Toma II	0,3982	29,8192	29,9327	28,5033	27,7785
Toma III	0,4617	30,1015	30,2235	26,4241	25,7437
Media				26,1915	25,4782
Des. Est.				2,4364	2,4439

**4.2.9. Lignina y sílice**

	<b>Peso Matraz +sílice</b>	<b>Peso Matraz+Lig y síl</b>	<b>% Lignina (Sf)</b>	<b>% lignina (Ss)</b>	<b>% Sílice (Sf)</b>	<b>% Sílice (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	31,1649	31,1787	3,2471	3,1462	19,1294	18,5351
<b>Toma II</b>	29,8858	29,9114	6,4289	6,2655	16,7253	16,3000
<b>Toma III</b>	30,1911	30,2194	6,1295	5,9717	19,4065	18,9068
<b>Media</b>			5,2685	5,1278	18,4204	17,9140
<b>Des. Est.</b>			1,7570	1,7224	1,4746	1,4101

La humedad del pepino, se encontró en el 85,82 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 82,3751 % y 82,6955 % y los de grasa bruta, entre 2,0857 % y 1,2216 %. La proteína varía entre el 21,5631 % y el 16,9142 %, mientras la MELN, lo hace entre 64,5597 % y 58,7975 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 41,1511 % y 39,2274 %, los de FAD, entre 27,7785 % y 22,9124 %, los de sílice, entre 18,9068 % y 16,3000 %, y los de lignina, entre 6,2655 % y 3,1462 %.

### 4.3. CALABACÍN

#### 4.3.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 15955,89 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 17509,20 kJ·kg<sup>-1</sup>

#### ANÁLISIS DE COMPONENTES

#### 4.3.2. HUMEDAD

Peso muestra: 316,6147 g

Peso Seco: 23,2495 g

Humedad: 92,66 %

-Sustancia Seca

	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso cápsula</b>	<b>Peso cáp y muestra</b>	<b>Humedad</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Sustancia Seca (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	0,9840	21,6173	22,5690	0,0323	3,2825	96,7175
<b>Toma II</b>	1,0946	10,3140	11,3703	0,0383	3,4990	96,5010
<b>Toma III</b>	1,0206	23,1260	24,1130	0,0336	3,2922	96,7078
<b>Media</b>					3,3579	96,6421
<b>Des. Est.</b>					0,1223	0,1223

## 4.3.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
Toma I	18,6125	0,9922	19,6047	18,8540	24,3399	25,1856
Toma II	18,3413	1,0012	19,3425	18,5841	24,2509	25,0935
Toma III	19,0280	1,0106	20,0386	19,2713	24,0748	24,9113
Media				24,2219	25,0635	74,9365
Des. Est.				0,1349	0,1396	0,1396

## 4.3.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
Toma I	1,0078	105,4977	105,5136	0,0159	1,5777
Toma II	1,0333	104,7930	104,8084	0,0154	1,4904
Toma III	1,0699	103,4384	103,4781	0,0397	3,7106
Media				2,2596	2,3381
Des. Est.				1,2574	1,3011

## 4.3.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
Toma I	1,0486	6,20	25,8678	26,7666
Toma II	1,0955	6,40	25,5591	26,4472
Toma III	1,0686	6,10	24,9743	25,8420
Media			25,4671	26,3519
Des. Est.			0,4538	0,4696

## 4.3.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas	% MELN
Toma I	26,7666	1,5777	24,3399	46,4153
Toma II	26,4472	1,4904	24,2509	46,9172
Toma III	25,8420	3,7106	24,0748	45,4071
Media				46,2465
Des. Est.				0,6279

#### 4.3.7. Fibra Neutro detergente (FND)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FND (Sf)	% FND (Ss)
<b>Toma I</b>	0,1165	30,1925	30,2618	59,4850	57,5324
<b>Toma II</b>	0,1533	31,6881	31,7745	56,3601	54,3880
<b>Toma III</b>	0,2006	29,6998	29,8114	55,6331	53,8016
<b>Media</b>				57,1594	55,2407
<b>Des. Est.</b>				2,0466	2,0062

#### 4.3.8. Fibra Acido Detergente (FAD)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FAD (Sf)	% FAD (Ss)
<b>Toma I</b>	0,1165	30,1925	30,2358	37,1674	35,9474
<b>Toma II</b>	0,1533	31,6881	31,7417	34,9641	33,7407
<b>Toma III</b>	0,2006	29,6998	29,7588	29,4118	28,4435
<b>Media</b>				33,8478	32,7105
<b>Des. Est.</b>				3,9965	3,8566

#### 4.3.9. Lignina y sílice

	Peso Matraz +sílice	Peso Matraz+Lig y síl	% Lignina (Sf)	% lignina (Ss)	% Sílice (Sf)	% Sílice (Ss)
<b>Toma I</b>	30,2054	30,2121	5,7511	5,5623	11,0730	10,7095
<b>Toma II</b>	31,7216	31,7354	9,0020	8,6870	21,8526	21,0880
<b>Toma III</b>	29,7318	29,7443	6,2313	6,0262	15,9521	15,4270
<b>Media</b>			6,9948	6,7585	16,2926	15,7415
<b>Des. Est.</b>			1,7548	1,6862	5,3979	5,1964

La humedad del calabacín, se encontró en el 92,66 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 75,0887 % y 74,8144 % y los de grasa bruta, entre 3,7106 % y 1,4904 %. La proteína varía entre el 26,4472 % y el 15,8420 %, mientras la MELN, lo hace entre 46,9172 % y 45,2465 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 57,5324 % y 53,8016 %, los de FAD, entre 35,9474 % y 28,4435 %, los de sílice, entre 21,0880 % y 10,7095 %, y los de lignina, entre 9,0020 % y 5,7511 %.

#### 4.4. PIMIENTO

##### 4.4.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 14683,11 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 16215,48 kJ·kg<sup>-1</sup>

##### ANÁLISIS DE COMPONENTES

##### 4.4.2. HUMEDAD

Peso muestra: 311,5200 g

Peso Seco: 55,7214 g

Humedad: 82,11 %

-Sustancia Seca

	Peso Muestra	Peso cápsula	Peso cáp y muestra	Humedad	% Humedad	% Sustancia Seca (Ss)
<b>Toma I</b>	0,9714	10,3637	11,3186	0,0165	1,6986	98,3014
<b>Toma II</b>	1,0579	21,868	22,9149	0,011	1,0398	98,9602
<b>Toma III</b>	0,9594	10,6614	11,6137	0,0071	0,7400	99,2600
<b>Media</b>					0,0115	1,1595
<b>Des. Est.</b>					0,0047	0,4903

#### 4.4.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	22,0467	1,0163	23,0630	22,2159	16,6486	16,8439
<b>Toma II</b>	18,7289	1,0008	19,7297	18,8969	16,7866	16,9835
<b>Toma III</b>	19,1328	1,0084	20,1412	19,3060	17,1757	17,3772
<b>Media</b>				16,8703	17,0682	82,9318
<b>Des. Est.</b>				0,2733	0,2765	0,2765

#### 4.4.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0042	107,7444	107,7709	0,0265	2,6389
<b>Toma II</b>	1,0500	107,1911	107,2254	0,0343	3,2667
<b>Toma III</b>	0,9932	102,0462	102,0748	0,0286	2,8796
<b>Media</b>				2,9284	2,9627
<b>Des. Est.</b>				0,3167	0,3204

#### 4.4.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,1068	3,00	11,8585	11,9469
<b>Toma II</b>	0,9481	3,20	14,7664	14,9396
<b>Toma III</b>	1,085	2,80	11,2903	11,4228
<b>Media</b>			13,0283	13,1812
<b>Des. Est.</b>			1,8646	1,8973

#### 4.4.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas	% MELN
<b>Toma I</b>	11,9469	2,6389	16,6486	68,5393
<b>Toma II</b>	14,9396	3,2667	16,7866	64,7719
<b>Toma III</b>	11,4228	2,8796	17,1757	68,2867
<b>Media</b>				67,1993
<b>Des. Est.</b>				2,1060

#### 4.4.7. Fibra Neutro detergente (FND)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FND (Sf)	% FND (Ss)
<b>Toma I</b>	0,3762	30,399	30,5485	39,7395	39,0645
<b>Toma II</b>	0,3481	29,6929	29,8402	42,3154	41,8754
<b>Toma III</b>	0,4626	30,4072	30,5924	40,0346	39,7383
<b>Media</b>				40,6965	40,2261
<b>Des. Est.</b>				1,4098	1,4676

#### 4.4.8. Fibra Acido Detergente (FAD)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FAD (Sf)	% FAD (Ss)
<b>Toma I</b>	0,3762	30,399	30,4980	26,3158	25,8688
<b>Toma II</b>	0,3481	29,6929	29,8264	38,3510	37,9523
<b>Toma III</b>	0,4626	30,4072	30,5452	29,8314	29,6106
<b>Media</b>				31,4994	31,1439
<b>Des. Est.</b>				6,1886	6,1859

#### 4.4.9. Lignina y sílice

	Peso Matraz +sílice	Peso Matraz+Lig y síl	% Lignina (Sf)	% lignina (Ss)	% Sílice (Sf)	% Sílice (Ss)
<b>Toma I</b>	30,4799	30,4895	2,5518	2,5085	21,5045	21,1392
<b>Toma II</b>	29,7960	29,8071	3,1887	3,1556	29,6179	29,3100
<b>Toma III</b>	30,5236	30,5379	3,0912	3,0683	25,1621	24,9759
<b>Media</b>			2,9439	2,9108	25,4282	25,1417
<b>Des. Est.</b>			0,3430	0,3511	4,0632	4,0879

La humedad del pimiento, se encontró en el 82,11 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 83,1561 % y 82,6228 % y los de grasa bruta, entre 3,2667 % y 2,6389 %. La proteína varía entre el 14,9396 % y el 11,4228 %, mientras la MELN, lo hace entre 68,5393 % y 64,7719 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 41,8754 % y 39,0645 %, los de FAD, entre 37,9523 % y 25,8688 %, los de sílice, entre 29,3100% y 21,1392 %, y los de lignina, entre 3,1556 % y 2,5085 %.

## 4.5. SANDÍA

### 4.5.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 15273,45 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 16935,61 kJ·kg<sup>-1</sup>

### ANÁLISIS DE COMPONENTES

#### 4.5.2. HUMEDAD

Peso muestra: 339,3674 g

Peso Seco: 52,9950 g

Humedad: 87,95 %

-Sustancia Seca

	<b>Peso Muestra</b>	<b>Peso cápsula</b>	<b>Peso cáp y muestra</b>	<b>Humedad</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Sustancia Seca (Ss)</b>
<b>Toma I</b>	1,439	19,6223	21,0304	0,0215	2,15	97,85
<b>Toma II</b>	1,2233	21,7022	22,9041	0,0175	1,75	98,25
<b>Toma III</b>	0,9846	21,6189	22,588	0,0157	1,57	98,43
<b>Media</b>					1,82	98,18
<b>Des. Est.</b>					0,24	0,24

## 4.5.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	1,1973	22,2506	22,4107	13,37	13,6201	86,3799
<b>Toma II</b>	1,0475	18,1225	18,3295	19,76	20,1284	79,8716
<b>Toma III</b>	0,9566	18,804	18,9323	13,41	13,6612	86,3388
<b>Media</b>				15,5151	15,8033	84,1967
<b>Des. Est.</b>				3,6774	3,7457	3,7457

## 4.5.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	0,9305	105,588	105,628	4,2988	4,3786
<b>Toma II</b>	1,0010	107,18	107,217	3,6963	3,7650
<b>Toma III</b>	1,0890	104,63	104,682	4,7750	4,8637
<b>Media</b>				4,2567	4,3358
<b>Des. Est.</b>				0,5406	0,5506

## 4.5.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,06	3,80	15,6840	15,9753
<b>Toma II</b>	1,13	4,00	15,4566	15,7437
<b>Toma III</b>	1,16	4,10	15,4634	15,7506
<b>Media</b>			15,5347	15,8232
<b>Des. Est.</b>			0,1293	0,1318

## 4.5.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas	% MELN
Toma I	15,9753	4,3786	13,6201	66,0260
Toma II	15,7437	3,7650	20,1284	60,3629
Toma III	15,7506	4,8637	13,6612	65,7245
Media				64,0378
Des. Est.				2,6014

#### 4.5.7. Fibra Neutro detergente (FND)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FND (Sf)	% FND (Ss)
<b>Toma I</b>	0,5041	29,9554	30,1456	37,7306	38,4315
<b>Toma II</b>	0,5252	30,3281	30,5888	49,6382	50,5603
<b>Toma III</b>	0,5115	29,7079	29,9151	40,5083	41,2608
<b>Media</b>				42,6257	43,4175
<b>Des. Est.</b>				6,2298	6,3455

#### 4.5.8. Fibra Acido Detergente (FAD)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FAD (Sf)	% FAD (Ss)
<b>Toma I</b>	0,3923	29,9513	30,0516	25,5672	25,0182
<b>Toma II</b>	0,4823	31,0054	31,1074	21,1487	20,7787
<b>Toma III</b>	0,4856	30,5769	30,7140	28,2331	27,7887
<b>Media</b>				24,9830	24,5285
<b>Des. Est.</b>				3,5782	3,5305

#### 4.5.9. Lignina y sílice

	Peso Matraz +sílice	Peso Matraz+Lig y síl	% Lignina (Sf)	% lignina (Ss)	% Sílice (Sf)	% Sílice (Ss)
<b>Toma I</b>	30,0254	30,0496	6,1687	6,0363	18,8886	18,4830
<b>Toma II</b>	31,0792	31,0987	4,0431	3,9724	15,3017	15,0340
<b>Toma III</b>	30,6489	30,6879	8,0313	7,9049	14,8270	14,5936
<b>Media</b>			6,0811	5,9712	16,3391	16,0369
<b>Des. Est.</b>			1,9955	1,9670	2,2207	2,1298

La humedad de la sandía, se encontró en el 87,95 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 86,3799 % y 79,8716 % y los de grasa bruta, entre 4,8637 % y 3,7650 %. La proteína varía entre el 15,9753 % y el 15,7437 %, mientras la MELN, lo hace entre 66,0260 % y 60,3629 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 50,5603 % y 38,4315 %, los de FAD, entre 27,7887 % y 20,7787 %, los de sílice, entre 18,4830 % y 14,5936 %, y los de lignina, entre 803130 % y 4,0431 %.

## 4.6. MELÓN

### 4.6.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 11501,14 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 12623,20 kJ·kg<sup>-1</sup>

### ANÁLISIS DE COMPONENTES

#### 4.6.2. HUMEDAD

Peso muestra: 233.9736 g

Peso Seco: 19,9579 g

Humedad: 91,47 %

-Sustancia Seca

	Peso Muestra	Peso cápsula	Peso cáp y muestra	Humedad	% Humedad	% Sustancia Seca (Ss)
<b>Toma I</b>	1,251	20,0523	21,3033	0,0439	4,39	95,61
<b>Toma II</b>	1,355	21,5466	22,9016	0,0426	4,26	95,74
<b>Toma III</b>	0,9885	21,0022	21,9907	0,0364	3,64	96,36
<b>Media</b>					4,10	95,90
<b>Des. Est.</b>					0,33	0,33

#### 4.6.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	1,1121	19,6541	20,0142	32,38	33,86	66,1353
<b>Toma II</b>	1,0254	20,0156	20,2404	21,93	22,91	77,0945
<b>Toma III</b>	1,1233	21,3669	21,6231	22,81	23,67	76,3292
<b>Media</b>				25,7056	26,8136	73,1864
<b>Des. Est.</b>				5,7952	6,1184	6,1184

#### 4.6.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,1400	102,829	102,8926	5,5789	5,8173
<b>Toma II</b>	1,3070	105,688	105,8064	9,0589	9,4459
<b>Toma III</b>	1,2660	107,885	107,9249	3,1517	3,2863
<b>Media</b>				5,9298	6,1831
<b>Des. Est.</b>				2,9692	3,0961

#### 4.6.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,21	4,60	16,5897	17,2984
<b>Toma II</b>	1,25	4,20	14,7519	15,3821
<b>Toma III</b>	0,96	3,40	15,5255	16,1887
<b>Media</b>			15,6224	15,7854
<b>Des. Est.</b>			0,9227	0,9621

#### 4.6.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas (Sf)	% MELN (Ss)
<b>Toma I</b>	17,2984	5,8173	33,8647	43,0197
<b>Toma II</b>	15,3821	9,4459	22,9055	52,2666
<b>Toma III</b>	16,1887	3,2863	23,6708	56,8542
<b>Media</b>				50,7135
<b>Des. Est.</b>				7,0468

#### 4.6.7. Fibra Neutro detergente (FND)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FND (Sf)	% FND (Ss)
<b>Toma I</b>	0,5006	29,951	30,2437	58,4698	60,9675
<b>Toma II</b>	0,5219	30,0237	30,2145	36,5587	38,1204
<b>Toma III</b>	0,5040	31,0116	31,2472	46,7460	48,7429
<b>Media</b>				47,2582	49,2769
<b>Des. Est.</b>				10,9645	11,4329

#### 4.6.8. Fibra Acido Detergente (FAD)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FAD (Sf)	% FAD (Ss)
<b>Toma I</b>	0,3086	30,3193	30,3980	25,5023	24,3827
<b>Toma II</b>	0,3095	30,3326	30,4157	26,8498	25,7060
<b>Toma III</b>	0,3651	30,0237	30,1143	24,8151	23,9118
<b>Media</b>				25,7224	24,6668
<b>Des. Est.</b>				1,0350	0,9302

#### 4.6.9. Lignina y sílice

	Peso Matraz +sílice	Peso Matraz+Lig y síl	% Lignina (Sf)	% lignina (Ss)	% Sílice (Sf)	% Sílice (Ss)
<b>Toma I</b>	30,3755	30,3869	18,2113	17,4118	3,6941	3,5319
<b>Toma II</b>	30,3999	30,4066	21,7447	20,8184	2,1648	2,0726
<b>Toma III</b>	30,0897	30,1096	18,0772	17,4192	5,4506	5,2522
<b>Media</b>			19,3444	18,5498	3,7698	3,6189
<b>Des. Est.</b>			2,0798	1,9647	1,6442	1,5916

La humedad del melón, se encontró en el 91,47 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 77,0945 % y 66,1353 % y los de grasa bruta, entre 9,4459 % y 3,2863 %. La proteína varía entre el 17,2984 % y el 15,3821 %, mientras la MELN, lo hace entre 56,8542 % y 43,0197 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 60,9675 % y 38,1204 %, los de FAD, entre 25,7060 % y 23,9118%, los de sílice, entre 20,8184 % y 17,4118 %, y los de lignina, entre 8,9847 % y 8,5377 %.

## 4.7. JUDÍA

### 4.7.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 14628,68 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 13741,08 kJ·kg<sup>-1</sup>

### ANÁLISIS DE COMPONENTES

#### 4.7.2. HUMEDAD

Peso muestra: 307,7040 g

Peso Seco: 52,8413 g

Humedad: 82,83%

-Sustancia Seca

	Peso Muestra	Peso cápsula	Peso cáp y muestra	Humedad	% Humedad	% Sustancia Seca (Ss)
<b>Toma I</b>	0,9756	10,3633	11,3389	11,2935	4,65	95,35
<b>Toma II</b>	1,0595	10,6606	11,7201	11,6708	4,65	95,35
<b>Toma III</b>	1,0202	10,3128	11,3330	11,2827	4,93	95,07
<b>Media</b>					4,75	95,25
<b>Des. Est.</b>					0,13	0,13

## 4.7.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0897	19,2542	19,4367	16,75	17,5821	82,4179
<b>Toma II</b>	0,9815	20,8186	20,9891	17,37	18,2368	81,7632
<b>Toma III</b>	1,0734	18,5044	18,6875	17,06	17,9078	82,0922
<b>Media</b>				17,0590	17,9089	82,0911
<b>Des. Est.</b>				0,3118	0,3274	0,3274

## 4.7.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0091	107,7481	107,7948	4,6279	4,8585
<b>Toma II</b>	0,9918	102,6554	102,6872	3,2063	3,3660
<b>Toma III</b>	1,0147	102,0473	102,0830	3,5183	3,6936
<b>Media</b>				3,7842	3,9727
<b>Des. Est.</b>				0,7472	0,7844

## 4.7.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0011	3,00	13,1106	13,7638
<b>Toma II</b>	1,016	3,00	12,9183	13,5619
<b>Toma III</b>	1,0115	3,00	12,9758	13,6222
<b>Media</b>			13,0016	13,6493
<b>Des. Est.</b>			0,0987	0,1036

## 4.7.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas	% MELN (Ss)
<b>Toma I</b>	13,7638	4,8585	17,5821	63,7957
<b>Toma II</b>	13,5619	3,3660	18,2368	64,8352
<b>Toma III</b>	13,6222	3,6936	17,9078	64,7764
<b>Media</b>				64,4691
<b>Des. Est.</b>				0,4768

#### 4.7.7. Fibra Neutro detergente (FND)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FND (Sf)	% FND (Ss)
<b>Toma I</b>	0,4955	30,2835	30,6601	76,0040	79,7907
<b>Toma II</b>	0,5071	29,9347	30,3333	78,6038	82,5200
<b>Toma III</b>	0,5113	30,3844	30,7912	79,5619	83,5258
<b>Media</b>				78,0566	81,9455
<b>Des. Est.</b>				1,8410	1,9327

#### 4.7.8. Fibra Acido Detergente (FAD)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FAD (Sf)	% FAD (Ss)
<b>Toma I</b>	0,3177	29,3081	29,4134	33,1445	31,6021
<b>Toma II</b>	0,4215	29,4683	29,5956	30,2017	28,7963
<b>Toma III</b>	0,3665	29,8922	30,0133	33,0423	31,4132
<b>Media</b>				32,1295	30,6039
<b>Des. Est.</b>				1,6703	1,5682

#### 4.7.9. Lignina y sílice

	Peso Matraz +sílice	Peso Matraz+Lig y síl	% Lignina (Sf)	% lignina (Ss)	% Sílice (Sf)	% Sílice (Ss)
<b>Toma I</b>	29,8901	29,8785	2,7999	2,7150	17,4994	16,9687
<b>Toma II</b>	29,8342	29,8261	2,3684	2,2924	15,3801	14,8863
<b>Toma III</b>	29,9183	29,9047	4,2580	4,1389	17,3450	16,8598
<b>Media</b>			3,1421	3,0487	16,7415	16,2383
<b>Des. Est.</b>			0,9902	0,9674	1,1815	1,1721

La humedad de la judía, se encontró en el 82,83 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 82,4179 % y 81,7632 % y los de grasa bruta, entre 4,8585 % y 3,3660 %. La proteína varía entre el 13,7638 % y el 13,5619 %, mientras la MELN, lo hace entre 64,8352 % y 63,7957 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 83,5258 % y 79,7907 %, los de FAD, entre 31,6021 % y 28,7963 %, los de sílice, entre 16,9687 % y 14,8863 %, y los de lignina, entre 4,1389 % y 2,2924 %.

## 4.8. BERENJENA

### 4.8.1. ANÁLISIS EN BOMBA CALORIMÉTRICA

Según la norma ASTM D240 los datos obtenidos son:

P.C.I.: 13741,08 kJ·kg<sup>-1</sup>

P.C.S.: 15001,30 kJ·kg<sup>-1</sup>

### ANÁLISIS DE COMPONENTES

#### 4.8.2. HUMEDAD

Peso muestra: 351,7374 g

Peso Seco: 64,2164 g

Humedad: 81.74 %

-Sustancia Seca

	Peso Muestra	Peso cápsula	Peso cáp y muestra	Humedad	% Humedad	% Sustancia Seca (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0848	23,1255	24,2103	24,1774	3,03	96,97
<b>Toma II</b>	1,0994	21,8668	22,9662	22,9309	3,21	96,79
<b>Toma III</b>	1,0009	21,6159	22,6168	22,5888	2,80	97,20
<b>Media</b>					3,01	96,99
<b>Des. Est.</b>					0,17	0,17

#### 4.8.3. CENIZAS.

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso y cenizas	% Cenizas (Sf)	% Cenizas (Ss)	% Materia Org (Ss)
<b>Toma I</b>	1,5887	18,1120	18,3762	16,63	17,1467	82,8533
<b>Toma II</b>	1,7764	22,9462	23,2477	16,97	17,4999	82,5001
<b>Toma III</b>	1,4117	18,6364	18,8789	17,18	17,7116	82,2884
<b>Media</b>				16,9268	17,4528	82,5472
<b>Des. Est.</b>				0,2768	0,2854	0,2854

#### 4.8.4. GRASA BRUTA

	Peso Muestra	Peso Vaso	Peso vaso + grasa	% Grasa Bruta (Sf)	% Grasa Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,0367	105,4962	105,5207	2,3633	2,4367
<b>Toma II</b>	0,9994	104,7933	104,8586	6,5339	6,7370
<b>Toma III</b>	1,0382	103,4573	103,4839	2,5621	2,6417
<b>Media</b>				3,8198	3,9385
<b>Des. Est.</b>				2,3526	2,4257

#### 4.8.5. PROTEÍNA BRUTA

	Peso Muestra	MI HCl	% Prot. Bruta (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	1,026	4,50	19,1886	19,7849
<b>Toma II</b>	1,03	4,50	19,1141	19,7080
<b>Toma III</b>	0,992	4,40	19,4052	20,0082
<b>Media</b>			19,2360	19,8581
<b>Des. Est.</b>			0,1513	0,1560

#### 4.8.6. MATERIA EXTRACTIVA LIBRE DE NITRÓGENO (MELN)

	%Proteína bruta	%Grasa Bruta	% Cenizas (Sf)	% Prot. Bruta (Ss)
<b>Toma I</b>	19,7849	2,4367	17,1467	60,6317
<b>Toma II</b>	19,7080	6,7370	17,4999	56,0551
<b>Toma III</b>	20,0082	2,6417	17,7116	59,6384
<b>Media</b>				58,7751
<b>Des. Est.</b>				1,9656

#### 4.8.7. Fibra Neutro detergente (FND)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FND (Sf)	% FND (Ss)
<b>Toma I</b>	0,5083	30,2550	30,6977	87,0942	89,8006
<b>Toma II</b>	0,4936	29,7887	30,2037	84,0762	86,6887
<b>Toma III</b>	0,5070	30,3278	30,6951	72,4458	74,6969
<b>Media</b>				81,2054	83,7287
<b>Des. Est.</b>				7,7347	7,9750

#### 4.8.8. Fibra Acido Detergente (FAD)

	Peso Muestra	Peso Matraz	Peso matraz + fibra	% FAD (Sf)	% FAD (Ss)
<b>Toma I</b>	0,4143	29,8060	29,9154	26,4060	25,6051
<b>Toma II</b>	0,3420	29,7735	29,8565	24,2690	23,4898
<b>Toma III</b>	0,3194	29,8493	29,9273	24,4208	23,7376
<b>Media</b>				25,0319	24,2775
<b>Des. Est.</b>				1,1924	1,1564

#### 4.8.9. Lignina y sílice

	Peso Matraz +sílice	Peso Matraz+Lig y síl	% Lignina (Sf)	% lignina (Ss)	% Sílice (Sf)	% Sílice (Ss)
<b>Toma I</b>	29,8901	29,8785	2,7999	2,7150	17,4994	16,9687
<b>Toma II</b>	29,8342	29,8261	2,3684	2,2924	15,3801	14,8863
<b>Toma III</b>	29,9183	29,9047	4,2580	4,1389	17,3450	16,8598
<b>Media</b>			3,1421	3,0487	16,7415	16,2383
<b>Des. Est.</b>			0,9902	0,9674	1,1815	1,1721

La humedad de la berenjena, se encontró en el 81,74 %. Los valores de materia orgánica, oscilan entre 82,8533 % y 82,2884 % y los de grasa bruta, entre 6,7370 % y 2,4367 %. La proteína varía entre el 20,0082 % y el 19,7080 %, mientras la MELN, lo hace entre 60,6317 % y 56,0551 %.

Los valores de la fibra que se obtuvieron variaron: los de FND, entre 89,8006 % y 74,6969 %, los de FAD, entre 25,6051 % y 23,4898 %, los de sílice, entre 16,9687 % y 14,8863 %, y los de lignina, entre 4,2580 % y 2,2924 %.

#### 4.9. PODER CALORÍFICO DE LOS RESTOS VEGETALES GENERADOS EN ALMERÍA

	<b>P.C.I.(kJ·kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Res. Gen. (t·año<sup>-1</sup>)</b>	<b>Energía (MJ·año<sup>-1</sup>)</b>	<b>Potencia (kW·año<sup>-1</sup>)</b>
<b>Tomate</b>	12593,89	100450,0	1265056250,50	351404,51
<b>Pepino</b>	12468,29	21884,8	272866032,99	75796,12
<b>Calabacín</b>	15955,89	17968,0	286695431,52	79637,62
<b>Pimiento</b>	14683,11	39519,2	580264760,71	161184,66
<b>Sandía</b>	15273,45	22920,0	350067474,00	97240,965
<b>Melón</b>	11501,14	32874,6	378095377,04	105026,49
<b>Judía</b>	14628,68	5791,4	84720537,35	23533,483
<b>Berenjena</b>	13741,08	8758,8	120355371,50	33432,048
<b>TOTAL</b>			<b>3338121556,44</b>	<b>927255,899</b>

## **CAPITULO V**

## **DISCUSIÓN**

<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN</b>	<b>104</b>
5. DISCUSIÓN	106

## 5. DISCUSIÓN

Del análisis calorimétrico, los resultados obtenidos muestran que la especie estudiada con mayor poder calorífico es el calabacín con  $15955,89 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , junto con la sandía con  $15273,45 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , en el lado opuesto las especies con menor poder calorífico son el melón, con  $11501,14 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , seguido del tomate, con  $12593,89 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  y el pepino con  $12468 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . El resto de especies estudiadas se encuentra en un término medio.

Del análisis de la composición se observa que de los elementos estudiados la berenjena (81,74 %), el pimiento (82,11 %) y la judía (82,33 %) son los que tienen una mayor humedad, mientras que el calabacín (92,66 %) y el melón (91,47 %) son los que mayor contenido de humedad.

En cuanto a las cenizas, las especies con mayor residuo de cenizas fueron las de melón (26,81 %) y tomate (24,46 %) y con un menor valor es la de sandía (15,80 %), todas las demás se sitúan en torno al 17%.

En el análisis de materia orgánica, la que mayor contenido tiene es la sandía, con un contenido de 84,20 %, el resto se sitúan en torno al 82 %, salvo tomate (78,54 %), calabacín (74,93 %) y melón (73,19 %), que son las de menor contenido.

Con respecto a la grasa, el melón (6,18%) y la sandía (4,33 %) tenían la mayor cantidad de grasa y pepino (1,63 %) y tomate (2,14 %) la menor. En la proteína, los mayores valores los tuvieron el calabacín (26,35 %), la berenjena (19,86 %) y el pepino (19,24 %) y los menores valores los del pimiento (13,18 %) y tomate (14,51 %).

En cuanto a la MELN, el pimiento, con 67,20 %, y la judía, con 64,47 %, tienen la mayor cantidad, mientras que calabacín, 46,25 %, y melón, con 50,71 %, son los de menor cantidad.

En el análisis de fibra, las mayores concentraciones de FND, la tienen judía (81,95 %) y berenjena (83,73 %) y las menores, tomate (33,11 %) y pepino (39,90 %). En la FAD, el calabacín (32,71 %) y pimiento (31,14 %) tienen los valores más elevados, sandía (24,53 %) y melón (24,67 %) los menores. El mayor contenido en sílice lo tiene el pimiento, con 25,14 %, y el menor el calabacín, con 15,74 %. Mientras en la lignina es el contrario, con 2,91 % y 6,76 %, respectivamente.

Viendo las especies estudiadas desde un punto de vista de su familia, se observa que:

En la familia de las *Solanaceae* (tomate, berenjena y pimiento), la humedad del tomate es mayor que las de las otras dos especies, con valores similares, igual que pasa con el contenido de materia orgánica, que en este caso es menor para el tomate. En el caso del contenido en grasa, se observa que se da una gradualidad, que va del mayor contenido de la berenjena a l menor del tomate. En cuanto al contenido de proteína, se observa cierta similitud entre el tomate y el pimiento, muy por debajo de la berenjena, en el caso de la MELN, se vuelve a ver una diferencia entre los tres, siendo el mayor el pimiento y el menor la berenjena. Si se observa la FND, existe gran disparidad con un valor de la berenjena por encima del doble de las demás, en el caso de la FAD también es la berenjena la que resalta, en este caso por ser un poco menor que las otras dos especies, en cuanto al contenido en lignina y sílice, se observan valores aproximados entre las especies, pero no similares.

En la familia de las *Cucurbitaceae* (melón, sandía, pepino y calabacín), se observa cierta similitud entre varios de los componentes del pepino y la sandia por un lado y el melón y el calabacín, por otro, esto se da para los contenidos de humedad, materia orgánica, MELN y en el caso de los primeros de la lignina. En el resto de caso se observa similitud para la sandía y el melón en contenido de proteína, de estos dos y del pepino en el caso de la FAD y del calabacín y la sandía para el sílice, pero en el resto de casos los valores son dispares.

En cuanto al poder calorífico tanto superior como inferior, se observan ciertas similitudes, pero nada reseñable a efectos de este análisis.

Así pues, no se puede decir que el poder calorífico puedan clasificarse según la familia de la especie, al contrario de lo expuesto por *Callejón-Ferre et al* (2010). Ya que en el estudio de Callejón-Ferre, se realizaron 5 repeticiones, por este hecho puede explicarse la diferencia de valores entre este estudio y el de Callejón-Ferre.

Si se comparan los datos obtenido en al análisis de composición de las diferentes especies, con los obtenidos por *Moyano* (2010), se observa que, los valores obtenidos difieren, en el caso de la proteína y la grasa, los obtenidos por este estudio son sensiblemente mayores, mientras que los obtenidos para la FND y la FAD, son generalmente menores, en los casos de las cenizas y la lignina, los valores varían según el caso.

Para dicha desigualdad, no se encuentran causas, ya que la metodología seguida a la hora de realizar los análisis fue, la misma empleada por Moyano, en su estudio. Salvo en el análisis de FND, FAD, lignina y sílice, que se empleo metodología

distinta, por lo que para dichos resultados, esta puede considerarse como una posible causa.

En el apartado de los valores obtenidos para el poder calorífico de las distintas especies, los datos, comparados con los obtenidos por Callejón-Ferre et al (2010), se observa que, salvo para los valores del tomate, melón y pepino, diferencias menores al 2,5 %, para el resto de las especies los valores son distintos. En los casos de judía y berenjena, suponen diferencias de hasta el 22 % inferior, mientras que en caso del calabacín la diferencia es de un 18,5 % superior. Para los otros dos casos se da una diferencia de un 6,5 % superior para la sandía y de un 4 % inferior para el pimiento.

Para el resultado de valor energético global para la provincia de Almería obtenido en este análisis,  $3338121235,62 \text{ MJ}\cdot\text{año}^{-1}$ , comparado con el obtenido por Callejón-Ferre et al (2010), que es de  $3613094801 \text{ MJ}\cdot\text{año}^{-1}$ , dichas diferencias se deben a las anteriores discrepancias en los valores de poder calorífico, ya que el tomate, cuyo volumen de biomasa es el mayor con amplia diferencia tiene una diferencia de  $2300 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  favorable al estudio de Callejón-Ferre, lo que explica esta diferencia.

# **CAPITULO VI**

# **CONCLUSIONES**

<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES</b>	<b>109</b>
6. CONCLUSIONES	111

## 6. CONCLUSIONES

El valor energético de los restos vegetales generados por la agricultura intensiva bajo plástico en la provincia de Almería según el presente estudio, es de 3338121556,44 MJ·año<sup>-1</sup>.

# **CAPÍTULO VII**

## **BIBLIOGRÁFIA**

<b>CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>112</b>
7. BIBLIOGRAFÍA	114

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. ARBON I. M. (2002). Worldwide use of biomass in power generation and combined heat and power schemes. Proceedings of the institution of mechanical engineers part journal of power and energy.vol 216 (a1): 41-57.
2. ARBON I. M., BOWELL R. P. (2000). Experience with power generation from biomass. Power generation by renewable book series: Institution of mechanical engineers seminar. vol 2000 (15): 263-290.
3. BIANCHI M, CHERUBINI F, DE PASCALE A, PERETTO A, ELMGAARD B. (2006). Cogeneration from poultry industry wastes: Indirectly fired gas turbine application. Energy. vol. 31 (10-11):. 1417-1436.
4. CALLEJÓN FERRE, A.J., LÓPEZ MARTÍNEZ J.A. (2009). Briquettes of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). Spanish journal of agricultural research. vol. 7 (3), pág. 525-534.
5. CALLEJÓN-FERRE A.J., VELAZQUEZ-MARTÍ B., LOPEZ-MARTINEZ J.A., MANZANO-AGUGLIARO F. (2011). Greenhouse crop residues: Energy potential and models for the prediction of the higher heating value. Renewable and Sustainable Energy reviews. Vol 15. P. 948-955.
6. CALLEJÓN-FERRE AJ, CARREÑO-ORTEGA A, SÁNCHEZ-HERMOSILLA J, PÉREZ-ALONSO J. (2010) Environmental impact of an agricultural solid waste disposal and transformation plant in the province of Almería (Spain). *inf constr*; 62:79-93.
7. CAP. Consejería de agricultura y pesca de la Junta de Andalucía. (2008) Anuario de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía.
8. CASTILLA PRADOS N. (2008). Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. Edit. Mundi-prensa. ISBN: 84-8476-221-1. pág. 610-642.
9. CHOWDIAH M. P., GOWDA M. C. (2004). Rural poverty alleviation and sustainability by valorisation of rural wastes - a case study in India. Proceedings of the world engineers, resources and energy. pag. 233-241.
10. DAI L., WANG G. H., SU M. S., QU F., LIU X. F. (1999). Bioenergy technologies in China: Their development and commercialization. Biomass: a growth opportunity in green energy and value-added products, vol 1 and 2. pag. 193-201.
11. DEMIRBAS A. (2005). Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. Progress in energy and combustion science. vol. 31 (2) p. 171-192.
12. DOLENSEK M. (2004). Wood biomass heating possibilities. Actual tasks on agricultural engineering. pag. 105-112
13. DORAIS M. 2007. Organic production of vegetables: state of the art and challenges. Canadian journal of plant science. vol 87 (5): 1055-1066.
14. DOWAKI K, OHTA T, KASAHARA Y, KAMEYAMA M, SAKAWAKI K, MORI S. (2007). An economic and energy analysis on bio-hydrogen fuel using a gasification process. Renewable energy. vol. 32 (1) p. 80-94.

15. DUERR M, GAIR S, CRUDEN A, MCDONALD J. (2007). Hydrogen and electrical energy from organic waste treatment. *International journal of hydrogen energy*. vol. 32 (6) p. 705-709.
16. ELIAS X (2007). Is considered the biomass as an energetic alternative?. *DYNA*. vol. 82, 1, 41-43
17. FLORES R. MUÑOZ LEDO R. FLORES B.B. CANO K.I. (2008). Power generation from biomass estimation for projects of the clean development mechanism program. *Revista mexicana de ingeniería química*. vol. 7 (7) pág. 35-39.
18. FUNDACIÓN CAJAMAR. (2010). Analisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Almería.
19. GANAN J, TUREGANO JP, CALAMA G, ROMAN S, AL-KASSIR A. (2006). Plant for the production of activated carbon and electric power from the gases originated in gasification processes. *Fuel processing technology*. vol. 87 (2), p. 117-122
20. GOMES R. S., WILSON P. N., COATES W. E., FOX R. W. (1997). Cotton (gossypium) plant residue for industrial fuel. An economic assessment. *Industrial crops and products*. vol 7 (1): 1-8.
21. GOPALAKRISHNAN G. NEGRI M.C. WANG M. WU M. SNYDER S.W. LAFRENIERE L. (2009). Biofuels, land, and water: a systems approach to sustainability. *Environmental science & technology*. vol. 43 (15) pág 6094-6100
22. HALL DO, HOUSE J. (1995). Biomass an environmentally acceptable fuel for the future. *Proceedings of the institution of mechanical engineers part a - journal of power and energy*. vol. 209 (3) 203-213.
23. HEDMAN B., NASLUND M., MARKLUND S. (2006). Emission of PCDD/F, PCB, and HCB from combustion of firewood and pellets in residential stoves and boilers. *Environmental science & technology*. vol 40 (16): 4968-4975.
24. HEILIG G. K. (1994). The greenhouse-gas methane (CH<sub>4</sub>) sources and sinks, the impact of population-growth, possible interventions. *Population and environment*. vol 16 (2): 109-137.
25. JAKRAWATANA N., MOORE S. Y MCGILL I. (2009). Economic assessment of regional bioenergy systems in Australia: a flow analysis application. *International journal of environment and pollution*. vol. 39 (1-2) pág. 61-73.
26. KHAN S.A. RASHMI, HUSSAIN M.Z., PRASAD S. BANERJEE U.C. (2009). Prospects of biodiesel production from microalgae in India. *Renewable & sustainable energy reviews*. vol. 13 (9) pág. 2361-2372
27. KOA AS, CHANG NB. (2008). Optimal planning of co-firing alternative fuels with coal in a power plant by grey nonlinear mixed integer programming model. *Journal of environmental management*. vol. 88 (1) p. 11-27.
28. KOH L.P., GHAZOUL J., (2008). Biofuels, biodiversity, and people: understanding the conflicts and finding opportunities. *Biological conservation*. vol. 141 (10) pág. 2450-2460.
29. KUOKKANEN M. KUOKKANEN T. STOOR T. NIINIMAKI J. POHJONEN V. (2009). Chemical methods in the development of eco-efficient wood-based pellet production an technology. *Waste management & research*. vol 27 (6) pág. 561-571.

30. LASER M. LARSON E. DALE B. WANG M. GREENE N. LYND L.R. (2009). Comparative analysis of efficiency, environmental impact, and process economics for mature biomass refining scenarios. *Bifuels bioproducts & biorefining bioproducts* . vol. 3 (2), pág. 247-270.
31. LOMBARDI L., CARNEVALE E., CORTI A. (2006). Greenhouse effect reduction and energy recovery from waste landfill. *Energy*. vol 31 (15): 3208-3219.
32. MCILVEEN-WRIGHT DR, HUANG Y, REZVANI S., WANG Y. (2007). Technical and environmental analysis of co-combustion of coal and biomass in fluidised bed technologies. *Fuel processing technology*. vol. 86 (14) p. 2032-2042.
33. MIRZA U. K., AHMAD N., MAJEED T. (2008). An overview of biomass energy utilization in Pakistan. *Renewable & sustainable energy reviews*. vol 12 (7): 1988-1996.
34. MOYANO-LOPEZ F.J., (2010). Estudio sobre el sobre el aprovechamiento de los subproductos de cultivos bajo plástico en alimentación animal. FIAPA. Almería
35. MUNOZ LEA, RILEY MR. (2008). Utilization of cellulosic waste from tequila bagasse and production of polyhydroxyalkanoate (PHA) bioplastics by saccharophagus degradans. *Biotechnology and bioengineering*. vol. 100 (5) p. 882-888.
36. NILSSON L. J., PISAREK M., BURIK J., ONISZK-POPLAWSKA A., BUCKO P., ERICSSON K., JAWORSKI L. (2006). Energy policy and the role of bioenergy in Poland. *Energy policy*. vol 34 (15): 2263-2278.
37. PRESTON T.R., (2008). Environmentally sustainable production of food, feed and fuel from natural resources in the tropics. *Tropical animal health and production*. vol. 41 (6) pág. 873-882
38. RASHMI K. GAURAV C. SANJOY G. (2009). Potential of bioenergy production from grasses and its impact on environment. *Research journal of biotechnology*. vol. 4 (2) pág. 5-14.
39. SANJUÁN JF. Detección de la superficie invernada en la provincia de Almería a través de imágenes Aster. Fundación para la investigación agraria de la provincia de Almería (FIAPA). Almería; 2007
40. TOMASI C, BARATIERI M, BOSIO B, ARATO E, BAGGIO P. (2006). Process analysis of a molten carbonate fuel cell power plant fed with a biomass syngas. *Journal of power sources*. vol. 157 (2) p. 765-774.
41. WIHERSAARI M. (2005). Evaluation of greenhouse gas emission risks from storage of wood residue. *Biomass & bioenergy*. vol 28 (5): 444-453.