

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

# **PRUEBA DE SECADO DE COMPUESTOS EN BALANZA XM 60**

DAVID VERA HENAO

JOHN FREDY MUÑOZ SALCEDO

Ingeniería electromecánica

Director del trabajo de grado

Pedro Nel Alvarado Torres

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**Febrero 15 de 2018**

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RESUMEN

---

En este trabajo se desarrolló un paso a paso para el uso de una termo balanza para la determinación de humedad, mostrando el método más óptimo teniendo en cuentas diferentes sustancias (hidratos y aserrín) y programas de temperatura. Se encontró que los diferentes programas generan un resultado que no varía significativamente entre ellos, sin embargo, la temperatura es un factor que afecta de manera importante la determinación de humedad en las sustancias evaluadas. El método es aplicable a cualquier compuesto solido o pastoso que no sea susceptible a degradación al ser sometidos a temperatura superiores a 100 ° C. Los métodos de determinación de humedad evaluados son inadecuados para productos ricos en sustancias volátiles distintas del agua. Se basan en la extracción de humedad del compuesto teniendo en cuenta el peso inicial y el peso final dando como resultado un porcentaje de perdida de humedad.

*Palabras clave:* sulfato de cobre, sulfato de magnesio, Humedad, sustancias volátiles

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RECONOCIMIENTOS

---

Expresamos los agradecimientos al Instituto Tecnológico Metropolitano por permitirnos utilizar las instalaciones y laboratorios para ejecutar el trabajo práctico objeto de este estudio, también queremos expresar nuestro agradecimiento al profesor Pedro Nel Alvarado el cual durante la práctica nos orientó en la resolución de dudas y mediante su conocimiento nos ayudó a comprender el funcionamiento de la balanza analítica de determinación de humedad y el proceso de determinación de humedad en algunas sales y elementos orgánicos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## ACRÓNIMOS

- 
- **XM 60:** Nombre corto para la balanza de humedad

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
3. METODOLOGIA .....	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	25
REFERENCIAS .....	26

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# 1. INTRODUCCIÓN

Determinar la humedad en una sustancia se basa en la extracción de humedad del compuesto teniendo en cuenta el peso inicial y el peso final dando como resultado un porcentaje de pérdida de humedad. En nuestro caso utilizaremos algunas sales hidratadas y verificaremos en principio algunas reglas importantes de la estequiometría en cuanto a la conservación de la masa por la que se asegura que tanto el hidrato como el agua que entran en reacción salgan como producto en las mismas cantidades que entraron, usando diferentes programas cuya temperatura se modifica de acuerdo a la necesidad del compuesto y su temperatura de pérdida de humedad usando los diferentes ciclos, Soft: un ciclo que entrega una temperatura de forma ascendente y que lentamente llega a la seleccionada, Standart: un ciclo que dé inicio a final tendrá la misma temperatura y finalizando con boost: un ciclo en el cual la temperatura inicialmente es elevada un 40% por encima de la temperatura establecida durante 3 minutos para finalmente descender en regulación hasta la temperatura final.

Objetivo general:

Determinar la humedad de diferentes compuestos por medio del uso de un determinador de humedad a temperatura controlada y en tiempos establecidos de tal manera que se pueda comparar de forma experimental los valores teóricos.

Objetivos específicos:

- Analizar el comportamiento de un hidrato a medida que se aplica calor controlado.
- Comparar el comportamiento de diferentes hidratos y compuestos orgánicos.
- Medir la cantidad de agua de hidratación que contienen dos hidratos mediante el calentamiento de las sales hidratadas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

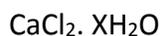
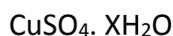
## 2. MARCO TEÓRICO

---

### Hidratos

Llamamos hidrato a una combinación de un compuesto y agua, una red cúbica (cristal), en cuyo interior se encuentra una molécula de agua. Si se somete a altas temperaturas esta red se rompe y deja escapar el agua, al final de proceso se puede notar un cambio visible en el compuesto de la sustancia.

En la determinación de la fórmula de un hidrato se busca establecer la relación de pesos de cada componente respecto a su peso molecular, para así obtener el número de moléculas de agua contenidas en el hidrato. Si se quiere conocer el número de aguas al cual el compuesto está hidratado basta con conocer la siguiente fórmula:



La "X" representa el número de moléculas de agua que el hidrato contiene y según tenga 2, 3, 4, etc. el compuesto está dihidratado, trihidratado, tetrahidratado, etc. respectivamente. El proceso antes mencionado se logra mediante un deshidratador y es básicamente un equipo que al ser conectado a la energía eléctrica genera un calor mediante una bombilla incandescente en un receptáculo el cual evapora el agua y deshidrata la sustancia.

El sulfato de cobre pentahidratado y el sulfato de magnesio heptahidratado se deshidratan mediante las siguientes reacciones químicas:



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sin embargo, a temperaturas cercanas a 100°C estos sólo pierden una cantidad limitada de aguas de hidratación.

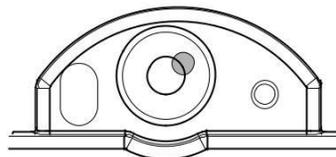
La obtención de las sales es de vital importancia en procesos para el campo, la industria y la medicina. Sin ellas no sería lograr muchas de los beneficios que obtenemos en el diario vivir, por ejemplo, el sulfato de cobre que, en su forma anhidra, es incoloro y como hidrato es azul, se emplea (en su forma anhidra) para investigar la presencia de agua en algunas sustancias, pues cuando hace contacto con ésta se torna azul.

### Descripción de los experimentos y muestras

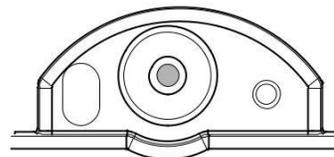
Al momento de empezar con una determinación de humedad se debe verificar el estado inicial del equipo de forma tal que este no esté contaminado con otra muestra



- Se procede a verificar que el equipo esté conectado al tomacorriente y se verifica su nivelación, la cual está en la parte trasera del equipo



**Incorrecto**



**Correcto**

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Una vez concluida la verificación de la nivelación y del aseo del equipo se procede a la puesta en marcha del humidímetro conecte el aparato y pulsando la tecla «**ON/OFF**». El aparato ejecutará seguidamente una rutina de autochequeo para comprobar sus funciones más importantes. Una vez concluido el proceso de arranque (duración aproximada diez segundos) se visualizará un “cero” en el display, quedando el aparato listo para servicio.



- Abra la tapa superior del aparato y Coloque el soporte de plato con un plato vacío sobre el porta muestras



- Una vez puesto el plato Pulse la tecla «**T**». así el aparato nuevamente quedará en ceros nuevamente e igualmente aparecerá un símbolo (net) lo que indica que la tara del plato quedo programada para preceder a pesar la muestra

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



- Se procede a pesar la muestra del compuesto con el cual se va a generar la medición de humedad tomando en cuenta las medidas de seguridad de cada compuesto, el uso de guantes el de carácter obligatorio ya que la humedad de los dedos afecta la humedad de cada compuesto, usando una espátula para verterlo en el plato.



- Si no se modifican los parámetros durante la primera medición el aparato trabajará con los parámetros de secado de fábrica standard (Temperatura 105°C y el tiempo de medición 2.3 min).



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

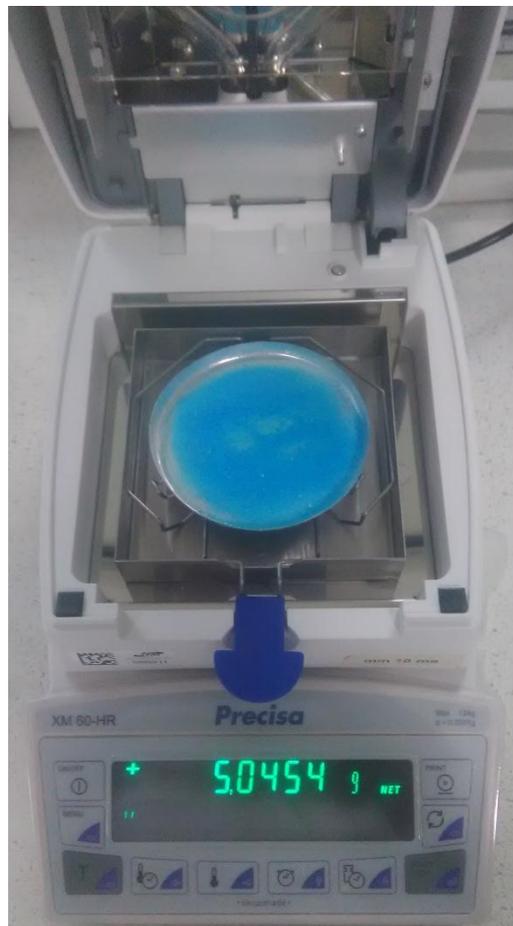
## 3. METODOLOGIA

---

### 3.1 Experimento sulfato de cobre hidratado

Inicialmente se harán experimentos con un peso de 5 gr y se modificarán las temperaturas para generar una trazabilidad y el tiempo se estandariza para la prueba en 20 min

**Nota:** El compuesto debe ser puesto sobre el plato lo más uniformemente posible para una mejor muestra



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Se cierra la tapa para que la humedad del ambiente no afecte la muestra y modifica el ciclo de temperatura oprimiendo la tecla y  modificando los parámetros de acuerdo al programa con el que se piensa trabajar usando las flechas azules de los botones adyacentes     y de esta forma elegir el programa Standart, Boost o suave



- Se oprime le botón ENTER  para que los cambios sean guardados, lo cual nos lleva nuevamente al menú principal y posteriormente se oprime el botón  lo que inicia la medición de humedad.
- Una vez concluido el programa de secado sea por el programa o porque ya la cantidad de humedad máxima se eliminó, sonará una señal acústica y se desconectará la calefacción y el ventilador seguirá funcionando hasta que la temperatura de la cámara de muestra descienda por debajo de 40°C en este momento se puede abrir la puerta de la cámara. Veremos la siguiente pantalla que nos dirá la siguiente información

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



**Nota:** El valor de humedad se da en valor negativo ya que este se asume como perdida de agua

- Nuevamente oprimimos el botón  lo que nos mostrara a continuación el peso residual de la muestra que analizamos.



- Se procede a sacar el plato con el portamuestras para depositar el producto residual en el lugar indicado.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3.2 Experimento Sulfato de Magnesio Heptahidratado (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O)

- Se procedió a repetir los pasos del numeral 5.1.1, nuestro compuesto para realizar un experimento es el Sulfato de Magnesio Heptahidratado (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O)
- Inicialmente se harán experimentos con un peso de 5 gr y se modificarán las temperaturas para generar una trazabilidad y el tiempo se estandariza para la prueba en 20 min

**Nota:** El compuesto debe ser puesto sobre el plato lo más uniformemente posible para una mejor muestra



- Se cierra la tapa para que la humedad del ambiente no afecte la muestra y modifica el ciclo de temperatura oprimiendo la tecla  y modificando los parámetros de acuerdo al programa con el que se piensa trabajar usando las flechas azules de los botones adyacentes     y de esta forma elegir el programa Standart, Boost o suave

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



- Se oprime el botón ENTER  para que los cambios sean guardados, lo cual nos lleva nuevamente al menú principal y posteriormente se oprime el botón  lo que inicia la medición de humedad.
- Una vez concluido el programa de secado sea por el programa o porque ya la cantidad de humedad máxima se eliminó, sonará una señal acústica y se desconectará la calefacción y el ventilador seguirá funcionando hasta que la temperatura de la cámara de muestra descienda por debajo de 40°C en este momento se puede abrir la puerta de la cámara. Veremos la siguiente pantalla que nos dará la siguiente información
- Nuevamente oprimimos el botón  lo que nos mostrará a continuación el peso residual de la muestra que analizamos.
- Después de tomar los datos de referencia al proceder a sacar las muestras residuales y se observó que este compuesto se comportó de manera volátil generando con ello que el medidor de humedad se contaminara con este compuesto. El residuo se observa poco granulado y sus moléculas se unieron generando que el producto residual se solidificara



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las siguientes Tablas se muestran los resultados experimentales obtenidos:

Sulfato de cobre CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O      Tiempo: 20 min Temperatura: 110 ° C      5 gramos									
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	% de error a 4 aguas
									1,4448
1	Standard	2,5002	5,0597	-23,40	26,280	1,330	3,7300	0,7372	7,9665
2	Standard	2,4978	5,0513	-27,246	27,444	1,386	3,6650	0,7256	4,0490
3	Standard	2,4997	5,0453	-28,567	28,428	1,434	3,6110	0,7157	0,7267
4	boost	2,4981	5,0634	-29,366	29,142	1,476	3,5878	0,7086	2,1318
5	boost	2,4974	5,0872	-29,544	30,215	1,537	3,5501	0,6978	6,3884
6	boost	2,4974	5,0435	-29,003	28,617	1,443	3,6002	0,7138	0,1038
7	soft	2,4980	5,0239	-28,557	28,615	1,438	3,5863	0,7138	0,4983
8	soft	2,4978	5,0138	-28,768	28,358	1,422	3,5920	0,7164	1,5919
9	soft	2,5000	5,0657	-28,589	28,853	1,462	3,6041	0,7115	1,1628

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
3,62	3,30	1,39

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
4,25	2,87	1,08

### Resultado:

Para esta prueba se da como una conclusión que el mejor ciclo de trabajo es el ciclo Soft ya que él % de error para este ciclo es de 1,08 lo cual es un porcentaje de error que no afectara en gran forma el resultado final puesto que está por debajo del 2%

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sulfato de cobre CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O      Tiempo: 20 min Temperatura: 200 ° C      5 gramos									
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	% de error a 4 aguas
1	Standard	2,5453	5,0140	-29,442	29,142	1,461	3,5528	0,7086	1,1351
2	Standard	2,4978	5,0612	-29,841	29,791	1,508	3,5534	0,7021	4,3605
3	Standard	2,4997	5,0033	-29,798	29,888	1,495	3,5079	0,7011	3,5022
4	boost	2,4981	4,9918	-29,618	29,659	1,481	3,5113	0,7034	2,4709
5	boost	2,5496	5,0324	-30,340	28,601	1,439	3,5931	0,7140	0,3807
6	boost	2,5489	5,0200	-29,760	29,765	1,494	3,5258	0,7024	3,4192
7	soft	2,5478	5,0100	-28,925	28,531	1,429	3,5806	0,7147	1,0659
8	soft	2,5501	5,0262	-28,911	28,869	1,451	3,5752	0,7113	0,4291
9	soft	2,4997	5,1914	-29,00	28,954	1,503	3,6883	0,7105	4,0352

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
1,67	1,98	2,62

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
3,00	2,09	1,84

### Resultado:

Para esta prueba se da como una conclusión que el mejor ciclo de trabajo es el ciclo Soft ya que él % de error para este ciclo es de 1,84 con lo cual llegamos se da a entender que la temperatura afecta directamente el resultado en base al resultado obtenido en la tabla anterior, no obstante, el porcentaje de error en los ciclos sigue siendo menor a un 2% lo que genera que el error no afecte demasiado el resultado final.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sulfato de Magnesio Heptahidratado (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)						Tiempo: 20 min Temperatura: 150 ° C		5 gramos	
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	% de error a 6 aguas 2,19132
1	Standard	2,5453	5,0971	-39,525	39,754	2,026	3,0708	0,6025	7,53
2	Standard	2,4978	5,0195	-40,657	40,347	2,025	2,9943	0,5965	7,58
3	Standard	2,4997	5,0634	-40,889	40,597	2,056	3,0078	0,5940	6,19
4	boost	2,4981	5,2930	-39,738	39,892	2,112	3,1815	0,6011	3,64
5	boost	2,5496	5,0243	-39,517	42,056	2,113	2,9113	0,5794	3,57
6	boost	2,5489	5,0167	-40,683	42,281	2,121	2,8956	0,5772	3,20
7	soft	2,5478	5,1683	-41,672	40,868	2,112	3,0561	0,5913	3,61
8	soft	2,5501	5,0693	-40,765	41,242	2,091	2,9786	0,5876	4,59
9	soft	2,4997	5,0950	-39,44	39,631	2,019	3,0758	0,6037	7,85

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
0,79	0,24	2,22

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
7,10	3,47	5,35

### Resultado:

Para esta prueba se da como una conclusión que el mejor ciclo de trabajo es el ciclo Boost ya que este porcentaje de error es menor al 4% y para este compuesto.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sulfato de Magnesio Heptahidratado (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)      Tiempo: 20 min Temperatura: 200 ° C      5 gramos									
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	% de error a 6 aguas 2,19132
1	Standard	2,5453	5,0281	-44,647	44,454	2,235	2,7929	0,5555	2,00
2	Standard	2,4978	5,0232	-44,514	44,571	2,239	2,7843	0,5543	2,17
3	Standard	2,4997	5,0183	-44,893	44,605	2,238	2,7799	0,5540	2,15
4	boost	2,4981	4,8981	-44,402	44,468	2,178	2,7200	0,5553	0,60
5	boost	2,5496	5,0033	-44,261	44,281	2,216	2,7878	0,5572	1,10
6	boost	2,5489	5,0657	-44,319	43,443	2,201	2,8650	0,5656	0,43
7	soft	2,5478	5,0270	-45,029	45,180	2,271	2,7558	0,5482	3,65
8	soft	2,5501	5,0281	5,0306	44,723	2,249	2,7794	0,5528	2,62
9	soft	2,5194	5,0126	5,0186	44,685	2,240	2,7727	0,5531	2,22

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
0,09	0,86	0,74

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
2,11	0,71	2,83

### Resultado:

Para esta prueba se confirma que el mejor ciclo es el Boost, puesto que al aumentar la temperatura se evidencia que hay un menor porcentaje de error con respecto al análisis anterior con menor temperatura, entonces podemos concluir que con sustancias de heptahidratadas es mejor usar el ciclo Boost.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

**Experimento para mostrar el efecto de cambio de Masa o Temperatura**

Sulfato de cobre CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O      Tiempo: 10 min Temperatura: 200 ° C      2 Gramos									
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	% de error a 4 aguas
									<b>0,57677646</b>
1	Standard	2,5453	2	-29,442	29	0,58	1,42	0,71	0,5589
2	Standard	2,4978	2,0598	-30,145	27,241	0,561	1,4987	0,7276	2,7179
3	boost	2,4981	2,0191	-29,618	29,201	0,59	1,4295	0,708	3,9571
4	boost	2,5496	1,9833	-30,34	28,861	0,572	1,4109	0,7114	0,7588
5	soft	2,5478	2,0805	-28,925	27,258	0,567	1,5134	0,7274	3,4115
6	soft	2,5501	2,0248	-28,911	28,778	0,583	1,4421	0,7122	1,0270

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
1,53	2,26	1,69

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
1,64	2,36	2,22

**Resultado:**

Para esta prueba se confirma nuevamente que el ciclo Standard está dentro de un valor menor al 2%, de igual forma se concluye que con menor cantidad de compuesto o sustancia y usando un menor tiempo el porcentaje de error se mantiene bajo.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<b>Sulfato de Magnesio Heptahidratado (MgSO4.7H2O)      Tiempo: 20 min Temperatura: 200 ° C      2 Gramos</b>									
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	% de error a 6 aguas <b>0,87643475</b>
1	Standard	2,5453	2,0192	-39,797	43,913	0,887	1,1325	0,5609	6,82
2	Standard	2,4978	2,0512	-37,078	41,990	0,861	1,1899	0,5801	6,58
3	boost	2,4981	2,0763	-38,806	42,687	0,886	1,1900	0,5731	8,00
4	boost	2,5496	2,0428	-38,335	43,484	0,888	1,1545	0,5652	9,90
5	soft	2,5478	2,0165	-44,62	44,270	0,893	1,1238	0,5573	1,86
6	soft	2,5501	2,0349	-47,304	42,454	0,864	1,1710	0,5755	9,98

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
0,17	1,34	5,74

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
6,70	8,95	5,92

**Resultado:**

Para esta prueba se confirma nuevamente que todos los ciclos tienen un % de error menor al 10%, teniendo en cuenta que solo se modificó la masa para este experimento

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Aserrín    Tiempo: 20 min Temperatura: 90 ° C    Peso: 1 gr									
Muestra	Ciclo	Peso del plato (gr)	Peso balanza XM 60 (gr)	% de humedad perdido	% humedad teórica	Desperdicio de agua	Peso residual (gr)	% de residuo de incineración	Tiempo (min)
1	Standard	2,5453	1,0403	-45,882	45,256	0,471	0,5695	0,5474	8,9
2	Standard	2,4978	0,9965	-47,522	47,456	0,473	0,5236	0,5254	8,7
3	Standard	2,4997	0,9828	-46,243	45,401	0,446	0,5366	0,5460	8,9
4	boost	2,4981	1,0208	-46,086	45,327	0,463	0,5581	0,5467	3,6
5	boost	2,5496	1,0690	-45,933	44,256	0,473	0,5959	0,5574	3,7
6	boost	2,5489	1,0577	-45,960	46,053	0,487	0,5706	0,5395	3,5
7	soft	2,5478	0,9505	-44,093	44,103	0,419	0,5313	0,5590	8,5
8	soft	2,5501	0,9874	-46,016	45,757	0,452	0,5356	0,5424	8,9
9	soft	2,5194	0,9972	-45,829	44,605	0,445	0,5524	0,5540	8

Desviaciones en ciclos		
Standard	Boost	Soft
0,01	0,01	0,01

% de error en ciclos		
Standard	Boost	Soft
0,54	0,55	0,55

## Discusión de los resultados

- **Sulfato de cobre  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$**

Al analizar el comportamiento de sulfato de cobre solo manipulando la temperatura se llega a conclusión de que la desviación para la prueba a 110°C es igual a 3,9815 % de error y cuando se hace el mismo análisis para 200°C la desviación calculada es de 2,015% de error por lo que los resultados del análisis es que a mayor temperatura es menor la desviación, pero se debe tener en cuenta la temperatura de cada compuesto a la cual pierden agua para hacer pruebas a la una temperatura cercana.

Se realizaron más pruebas para determinar si la masa afecta el resultado dando como resultados que la masa no es la que determinara la desviación lo que más afecta la desviación es la temperatura a la cual el compuesto pierde agua y que entre menos masas haya en el plato más exacta puede ser la medición

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Sulfato de Magnesio Heptahidratado**

Al analizar los resultados obtenidos al realizar las pruebas se evidencia que a mayor temperatura a desviación va a ser mucho menor, pero hay compuestos como este que ante mucha temperatura se comportan de manera volátil generando que el equipo se contamine con esta sustancia. Al realizar pruebas a menor temperatura se determinó que lo que afecta a este compuesto es la cantidad de masa a la cual se le hizo la prueba por lo que se concluye que, aunque la temperatura se puede variar lo que más afecta las pruebas es la cantidad de masa que utilizamos en el plato.

- **Aserrín**

Al revisar los datos obtenidos en la medición de esta sustancia orgánica se corrobora que el equipo tiene poca variación cuando se comparan los resultados al usar un mismo método.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

- Tras el análisis realizado constatamos el comportamiento presentado por diversos compuestos químicos y material orgánico como el aserrín. Adicionalmente valores de pérdidas de aguas a temperatura constante en los diferentes modos de funcionamiento (soft y estándar) fueron muy cercanos a los valores que brindan las fichas técnicas de los diversos compuestos utilizados en la práctica. Durante la práctica tuvimos algunos limitantes como encontrar un proveedor que suministrara las concentraciones de las sales hidratadas requeridas para el experimento. Sin embargo, es positivo saber que contamos con equipos en muy buena calidad y el acompañamiento del profesor.
- Tras recaudar el mayor número de ensayos nos facilitó entender el comportamiento de algunas sales a medida que se somete a cambio de temperatura constante, muestra de ello es el sulfato de cobre que, en su forma anhidra, es incoloro y como hidrato es azul, se emplea (en su forma anhidra) para investigar la presencia de agua en algunas sustancias, pues cuando hace contacto con ésta se torna azul.
- Recomendamos utilizar el deshidratador en modo estándar y no sobre pasar la temperatura nominal de pérdidas de agua que establece la ficha técnica debido a que al tener picos de temperaturas se genera una salpicadura del compuesto al equipo y contamina la muestra, lo que conlleva a un margen de error más elevado al comparar el peso residual con el inicial.
- En el trabajo futuro es importante seguir con estos análisis ya que aplicaciones similares a las desarrolladas en el laboratorio son de vital importancia en la parte química y agrícola. Muchas de estas sales se emplean en la fertilización del campo, lo que conlleva a una mejora significativa en la producción de alimentos.
- Como en experimentos anteriores se evidencia que ante menor cantidad de masa el resultado será más preciso y se reduce drásticamente la posible contaminación del equipo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

- <http://www.aris.com.pe/quimicos/wp-content/uploads/2014/04/HT-Sulfato-de-Cobre.pdf.pdf>
- [http://www.fumex.cl/pdfs/fichas\\_tecnicas/SULFATO DE MAGNESIO.pdf](http://www.fumex.cl/pdfs/fichas_tecnicas/SULFATO DE MAGNESIO.pdf)
- [http://www.precisa.com/download/es\\_6XXM\\_Handbook.pdf](http://www.precisa.com/download/es_6XXM_Handbook.pdf)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

FIRMA ASESOR Pedro Nel Alvarado T.

FECHA ENTREGA: 3/04/2018

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO\_\_\_      ACEPTADO\_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_