

## INDICE

### RESUMEN

### SUMMARY

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción .....                                                    | 1  |
| 2.- Revisión Bibliográfica .....                                         | 3  |
| 2.1.- Antecedentes de la especie .....                                   | 3  |
| 2.2.- Distribución del Espino .....                                      | 3  |
| 2.3.- Usos del Espino .....                                              | 4  |
| 2.4.- Descripción de la madera de Espino .....                           | 5  |
| 2.5.- Carbón vegetal .....                                               | 7  |
| 2.6.- Hornos .....                                                       | 12 |
| 3.- Objetivos.....                                                       | 16 |
| 3.1.- Objetivo general .....                                             | 16 |
| 3.2.- Objetivos específicos .....                                        | 16 |
| 4.- Material y Método .....                                              | 17 |
| 4.1. Material .....                                                      | 17 |
| 4.1.1. Zona de estudio.....                                              | 17 |
| 4.1.2. Instrumental y Equipos.....                                       | 19 |
| 4.2. Método .....                                                        | 19 |
| 4.2.1. Elección del lugar de estudio .....                               | 19 |
| 4.2.2. Pesaje de madera entrante.....                                    | 19 |
| 4.2.3. Pesaje de carbón de espino saliente.....                          | 20 |
| 4.2.4. Cálculo de rendimiento .....                                      | 20 |
| 4.2.5. Descripción del proceso.....                                      | 20 |
| 4.2.6. Determinación de algunas propiedades físicas y químicas .....     | 21 |
| 4.2.7. Proposición de opciones de producción para carbón de Espino ..... | 24 |
| 5.- Resultados y Discusión.....                                          | 25 |
| 5.1. Descripción del proceso.....                                        | 25 |
| 5.1.1. Etapas del proceso.....                                           | 25 |
| 5.1.2. Determinación de tiempos en el proceso .....                      | 30 |
| 5.1.3. Determinación de temperaturas del horno de barro.....             | 31 |
| 5.2. Evaluación de rendimiento.....                                      | 31 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 5.3. Propiedades físicas .....                   | 32 |
| 5.3.1. Contenido de humedad .....                | 33 |
| 5.3.2. Densidad .....                            | 33 |
| 5.3.3. Poder calorífico .....                    | 34 |
| 5.4. Propiedades químicas .....                  | 35 |
| 5.4.1. Material volátil.....                     | 35 |
| 5.4.2. Contenido de cenizas.....                 | 36 |
| 5.4.3. Carbono fijo .....                        | 37 |
| 5.5. Proposición de opciones de producción ..... | 37 |
| 5.5.1. Estimación de ingresos .....              | 37 |
| 6.- Conclusiones.....                            | 42 |
| 7.- Recomendaciones .....                        | 44 |
| 8.- Bibliografía.....                            | 45 |
| 9.- Anexos.....                                  | 50 |

## **INDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

### **TABLAS**

- Tabla 1. Tiempos en el proceso
- Tabla 2. Temperaturas en el horno de barro
- Tabla 3. Rendimientos en horno de barro. Primera hornada
- Tabla 4. Rendimientos en hornos de barro. Segunda hornada
- Tabla 5. Resultados de contenido de humedad del carbón de espino
- Tabla 6. Resultados de densidad del carbón de espino
- Tabla 7. Resultados de poder calorífico del carbón de espino
- Tabla 8. Resultados de material volátil del carbón de espino
- Tabla 9. Resultados de contenido de cenizas del carbón de espino
- Tabla 10. Resultados de contenido de carbono fijo del carbón de espino
- Tabla 11. Algunas características del horno Mark V
- Tabla 12. Valor del horno metálico Mark V
- Tabla 13. Ingresos del horno metálico Mark V. Caso1
- Tabla 14. Ingresos del horno metálico Mark V. Caso2
- Tabla 15. Ingresos del horno de barro

### **FIGURAS**

- Figura 1. Sección transversal de Espino
- Figura 2. Corte transversal de madera de Espino. Vasos, fibras, radios y parénquima. 100X
- Figura 3. Esquema de horno metálico tipo Mark V
- Figura 4. Croquis de zona de estudio
- Figura 5. Crisoles dentro de la mufla para los análisis
- Figura 6. Madera apilada junto a los hornos
- Figura 7. Carga del horno
- Figura 8. Carga de tizón en el horno
- Figura 9. Horno en proceso de enfriamiento
- Figura 10. Descarga del horno
- Figura 11. Carbón ensacado