



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



**PROPUESTA TRABAJO FIN DE GRADO:
DISEÑO DE PLANTA DE PRODUCCIÓN DE
ÁCIDO ACETILSALICÍLICO**

JUAN MARTÍN CALVO

1



INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de medicamentos con múltiples aplicaciones terapéuticas ha puesto en evidencia una oportunidad estratégica para el desarrollo de la industria farmacéutica nacional. Uno de los compuestos más versátiles y utilizados a nivel mundial es el ácido acetilsalicílico, más conocido por su nombre comercial, Aspirina® (producido en el país bajo marcas reconocidas como Bayer Consumer Health).

España ocupa un lugar privilegiado en el panorama farmacéutico europeo, tanto por su capacidad productiva como por su papel exportador. Este puesto nos permite tomar una posición sólida como uno de los principales exportadores de este principio activo y formulaciones derivadas, sobre todo, a gran parte de Latinoamérica, donde la demanda crece de forma sostenida, haciendo de España una fuente confiable de suministro, tanto por la calidad del producto como por el respaldo regulatorio de la Unión Europea.

Este compuesto, el cual es el resultado de una reacción química entre ácido salicílico y anhídrido acético, pertenece a los ácidos conocidos como AINEs (antiinflamatorios no esteroides). La versatilidad de este medicamento se refleja en sus múltiples aplicaciones: desde aliviar dolores y reducir la fiebre hasta, como se ha descubierto en los últimos años, ser un anticoagulante en tratamientos cardiovasculares. Algunas de sus posibles aplicaciones siguen siendo investigadas hoy en día, de ahí su gran relevancia en el ámbito clínico.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El principal objetivo que quedará constatado en el documento será el diseño y conceptualización de una planta de producción de ácido acetilsalicílico, acogiéndonos a los siguientes puntos, los cuales constan en la guía docente de la asignatura:

- Sintetizar e integrar las competencias adquiridas en las enseñanzas en el desarrollo de un proyecto de naturaleza profesional en el ámbito de la Ingeniería Química.
- Elaborar una descripción precisa del producto a sintetizar, destacando sus principales propiedades físico-químicas, así como sus principales aplicaciones y usos más comunes.
- Llevar a cabo un amplio estudio de viabilidad, el cual abarca un estudio de mercado, evaluación del tamaño del proyecto, elección de una ubicación/localización adecuada teniendo en cuenta factores como proximidades hacia puntos de venta, terrenos, climas, materias primas, ...
- También se realizará un estudio económico, el cual nos facilitará el análisis de los presupuestos y obtener un estudio de financiero que nos permita saber si el proyecto será rentable en un determinado periodo de tiempo.
- Además en el documento constarán otros apartados como el pliego de condiciones, estudios de seguridad y salud e impacto ambiental y los diferentes planos necesarios para el diseño de la planta.

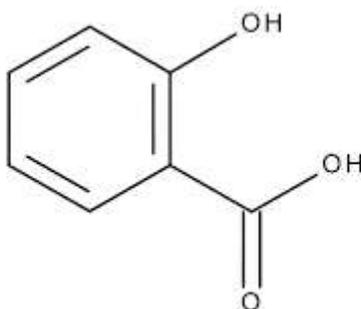


MATERIAS PRIMAS PRINCIPALES

1. ÁCIDO SALICÍLICO:

El ácido salicílico es un ácido orgánico que se encuentra de forma natural en la corteza del sauce. Forma parte de la familia de los BHAs (beta-hidroxiácidos).

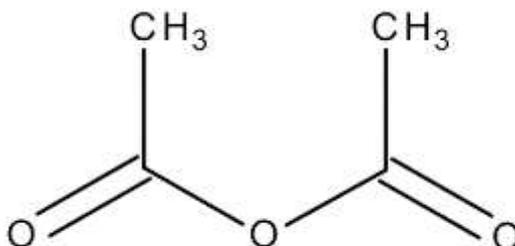
Se clasifica como un ácido monohidroxibenzoico lipofílico, un tipo de corteza del sauce. Es un sólido cristalino incoloro, soluble en etanol y éter, y ligeramente soluble en agua. Este compuesto es muy utilizado en la industria cosmética por sus propiedades exfoliantes y antisépticas. Es recomendado por dermatólogos para el tratamiento del acné y las verrugas. Se encuentra en algunos productos anticaspa. También se utiliza como conservante, para proteger las fórmulas contra el crecimiento de microorganismos.



2. ANHÍDRIDO ACÉTICO:

El anhídrido acético, comúnmente abreviado Ac_2O , es uno de los anhídridos carboxílicos más simples. Con fórmula química $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, es uno de los reactivos más ampliamente usados en síntesis orgánica. Es un líquido incoloro, que huele fuertemente a vinagre (ácido acético) debido a su reacción con la humedad del aire.

Industrialmente el anhídrido acético puede ser producido por oxidación del acetaldehído con O_2 , formándose ácido peracético $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OOH}$ que reacciona catalíticamente con otra molécula de acetaldehído para dar el anhídrido acético; o por pirólisis del ácido acético a cetona $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$, la cual a continuación en una segunda etapa reacciona con una molécula de ácido acético para formar el anhídrido acético; o por carbonilación catalítica (empleando CO) del acetato de metilo.





PROCEDIMIENTO INDUSTRIAL

El proceso de producción de ácido acetilsalicílico (aspirina) comienza con la preparación del fenolato de sodio. Para ello, se disuelve sosa cáustica al 50% en peso y se mezcla con un exceso de fenol. Esta mezcla se calienta hasta 100°C para evaporar el agua presente, tanto la añadida como la generada en la reacción. Dado que la evaporación es un paso lento, se requieren múltiples operaciones de mezclado para cada lote. Posteriormente, la masa se filtra al vacío hasta obtener un polvo completamente seco, ya que la presencia de agua afectaría negativamente al rendimiento del proceso. El fenol en exceso se recupera y se recircula.

A continuación, el fenolato de sodio seco se introduce en un reactor, donde se somete a carboxilación. Se eleva la temperatura a 192°C y se inyecta dióxido de carbono (CO₂) seco a una presión de 6 bares, evitando la presencia de oxígeno para prevenir decoloraciones. Esta etapa es la más lenta y, por tanto, determina el tiempo total del proceso.

Una vez completada la carboxilación, la masa de reacción se enfría y se homogeniza en un tanque con agua para disolver los productos. Luego, se filtra y se trata con carbón activo impregnado con zinc para eliminar impurezas y mejorar la pureza del producto. En la siguiente etapa, se acidifica la solución con ácido sulfúrico para precipitar el ácido salicílico, que posteriormente se separa mediante centrifugación y secado. Para evitar contaminaciones con metales como el hierro, que podrían afectar la calidad del producto, estos equipos están recubiertos de vidrio.

El ácido salicílico obtenido se almacena temporalmente en un tanque intermedio antes de ser dosificado en cuatro lotes hacia el reactor de acetilación. Esta dosificación por etapas permite optimizar el tiempo de proceso y reducir el tamaño del reactor. En esta fase, el ácido salicílico reacciona con óxido de calcio y anhídrido acético a una temperatura controlada por debajo de 85°C para evitar degradaciones.

Finalmente, la masa de reacción se enfría y se disuelve en agua fría para separar el acetato de calcio. Mediante evaporación, se elimina el agua, y los cristales de aspirina formados se centrifugan. El producto se somete a procesos de acondicionamiento en una sala blanca, incluyendo secado, molido y tamizado, antes de ser empaquetado como aspirina de alta pureza.



DIAGRAMA DE BLOQUES

