



JIDeTEV

Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2021 -ISSN 2591-4219

Diseño e Instalación de Planta Procesadora de Soja para la Obtención de Aceite, Expeller y Harina de Soja

Ariza, Rodrigo Yamil^a, Boytovich Sienkowec, Ariel Guillermo^a, Pesa Kovalchuk, Alejandro German^a, Ing. Berent, Hector Fabian^a, Ing. Cabral, Roberto Jose^a

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

e-mails: rodrigoariza62@gmail.com, guillermoboytovich@gmail.com, agpk.99@gmail.com, robert_rjc@hotmail.com, hectorberent71@gmail.com

Resumen

Este proyecto se trata del diseño de una instalación de producción de aceite de soja por el método de extrusado-prensado, de pequeño volumen (una tonelada por hora), en la cual se determinan de antemano todos los parámetros de producción, establecen el conjunto de equipos necesarios, seleccionan maquinarias y diseñan equipamientos específicos para la misma. Además, se busca la posterior implementación de expansiones en la capacidad de producción y la instalación de un sistema de automatización total, de manera que la planta pueda trabajar con mínima intervención humana en los procesos, limitándose está mayormente a supervisión y control de puesta en marcha y detención. En la planta se busca la obtención de aceite de soja crudo y desgomado, primeramente, y luego de expeller (residuo de la extracción), el cual es un producto de alto valor proteico apto para alimentación humana y ganadera. Finalmente, se implementa la molienda del expeller para la producción de harina de soja, la cual se envasa y se puede vender en el mercado regional o exportarse. Tanto el aceite como el expeller y la harina son comestibles debido al proceso de desactivado que atraviesan en la fase de alta temperatura durante el extrusado.

Palabras Clave

Aceite de soja, Automatización, Extrusado-prensado, Expeller, Planta industrial.

1. Introducción

Este proyecto consiste en el diseño de las instalaciones de producción, almacenaje y entrada/salida de productos para el proceso de obtención de aceite de soja y derivados como expeller y harina de soja, por el método de extrusado-prensado en seco, y en el marco del mismo se genera la oportunidad

de poner en práctica los conocimientos adquiridos por los alumnos en la formación como ingenieros electromecánicos.

La primera parte del trabajo se inicia con contenido conceptual referencial acerca del mundo de la soja, con ciertos parámetros estadísticos. Consiste en el desarrollo de un marco teórico en el que sus principales temas son conceptos e ideas necesarias como información del producto, su mercado y su producción a grandes rasgos, para, después, centrarse en la propuesta misma.

2. Marco teórico

Se presenta un análisis informativo previo a la realización de la cadena productiva, con el objetivo de conocer los factores más importantes para el diseño de la cadena productiva, selección de maquinaria y en búsqueda de las opciones más adecuadas al proyecto.

2.1. Descripción del Producto de Soja

A partir del procesamiento primario que se realiza del grano de soja, obtenemos lo que comúnmente llamamos expeller y aceite de soja.

El expeller de soja, subproducto que se obtiene luego del proceso de extrusado y prensado, “es un concentrado con un importante contenido proteico, por lo general entre 40 y 47% sobre sustancia seca” como lo indica José María Méndez, especialista del INTA Totoras – Santa Fe– [1].

Por otro lado, obtenemos el aceite de soja, que es el producto principal del proceso. “El aceite de soja se destaca por su excelente calidad, directamente relacionada con sus ácidos grasos insaturados, su fluidez en un amplio rango de temperaturas, sus antioxidantes naturales y la posibilidad de hidrogenación selectiva” (Ridner, E., 2006, p. 24) [2].

Aceite

Según datos tomados del INTI (2004) [3], los parámetros a controlar en un aceite de soja son los siguientes:

- Ácidos grasos libres (% de oleico).
- Fósforo residual (ppm).
- Calcio (ppm).
- Clorofila (ppm).
- Humedad y elementos volátiles (%).
- Índice de Iodo.
- Tocoferoles (ppm).

Expeller

Según (Ricedal Alimentos SA, 2021) [4] El proceso de extrusión es el único capaz de cocinar, expandir, esterilizar, deshidratar parcialmente, estabilizar y texturizar los granos en general y las oleaginosas en particular. El expeller de soja cuenta con un contenido de aceite que oscila entre 5 y 8%.

En el proceso de extrusión, al elevarse la temperatura, se produce la modificación de la estructura de la proteína “gelatinización”, lo que favorece su digestibilidad.

Los procesos de extrusión y prensa, bien controlados “temperaturas elevadas por un periodo corto de tiempo”, brindan más digestibilidad, con menor daño de la proteína y mayor contenido de aminoácidos esenciales, fundamentalmente lisina.

Para poder lograr un producto de calidad hay que cumplir con ciertos parámetros. Según Alimentos Santa Rosa [5] estos son:

- Humedad (%) = 9
- Materia Grasa (%) = 7
- Proteína Bruta (%) = 40
- Proteína Soluble (%) = 70
- Actividad Ureásica (Unidades de pH) = 0.02
- Fibra Detergente Ácida (%) = 9
- Fibra Detergente Neutra (%) = 20
- Digestibilidad (%) = 80
- Lisina (%) = 2.68
- Metionina (%) = 0.585

2.2. Proceso de Extracción de Aceite

El proceso de extrusado y prensado de soja consiste en procesar el grano a través de una extrusora la cual muele los granos por medio de fricción y luego lo exprime en una prensa de tornillo continuo para extraer de esta manera el aceite contenido y además obtener expeller de muy buena calidad. Al expeller se le puede dar diversos usos, como por ejemplo alimentación animal o humana debido a las propiedades alimenticias que posee el mismo.

Extrusado de la Soja:

En el proceso de extrusado, el poroto de soja es desmenuzado y calentado debido a la fricción producida por el sistema de tornillos y frenos de cizallamiento interno que posee la extrusora, se produce sin elementos de calentamientos externos a la máquina. La temperatura alcanzada es elevada, cerca de 130°C a 150°C, lo cual depende de la temperatura que posee el grano a la entrada de la máquina extrusora. Además de esto, es sometida a una presión interna cercana a las 40 atm. El producto extruido sale por un orificio al exterior, en forma de chorro debido a la alta presión. Esta pasa a la presión atmosférica súbitamente, lo que provoca la evaporación del agua contenida en el mismo, reduciendo así su humedad de 4% a 6% a valores ideales para el aceite extraído.

Debido a esa brusca descompresión se produce la rotura de las celdas que contienen el aceite. Esa rotura produce además la liberación de tocoferoles, los cuales actúan como antioxidantes naturales, y eso ayuda a prolongar la duración del expeller y aceite.

Prensado:

Luego de ser extrusada la soja, pasa a la prensa de tornillos continuos, la cual separa el aceite crudo del expeller. En estas condiciones adecuadas se pueden lograr extracciones muy eficientes del aceite de soja, pudiéndose llegar hasta un 14% de extracción. Por otra parte, el expeller al ir pasando por la prensa, lleva consigo entre un 6% a 7% aceite, también del 6% a 7% de la humedad y entre un 42% a 47% de proteína. Por supuesto que estos valores dependen de la calidad misma de la soja utilizada y el porcentaje de humedad que contiene.

Lo que se realiza normalmente es utilizar varias prensas de menor capacidad, lo cual presenta algunas ventajas en la operación, según el informe de Proceso de extrusado-prensado de soja [6]

2.3. *Proceso productivo y maquinarias*

Se detalla a continuación el proceso de producción, según el producto en cuestión que se esté procesando:

Proceso del grano

1. El proceso se basa partiendo desde la descarga del grano del camión a una tolva de ingreso.
2. Siendo luego transportado a través de un tornillo sinfín hacia los silos de almacenamiento de grano.
3. Luego de su almacenamiento es transportado desde los silos a través de tornillos sinfín hacia la máquina separadora que se encarga de eliminar cualquier objeto extraño o impureza que venga junto con el grano.
4. A la salida de la separadora el grano ingresa a la secadora para eliminar la humedad excesiva.
5. Una vez que pasa por la secadora el grano es transportado a través de otro tornillo hacia adentro de la planta ingresando así a la peladora para eliminar la cáscara del grano.
6. Una vez el grano este pelado es transportado por un tornillo sin fin hacia la quebradora, el cual quiebra el grano aumentando el nivel proteico del expeller, y facilita el trabajo de extrusado.
7. Saliendo de la quebradora se dirige por medio de tornillo sinfín a la extrusora.
8. El grano extrusado es transportado hacia las prensas de placas.
9. A la salida de las prensas se obtienen dos subproductos del grano, por un lado, el aceite que contiene impurezas y por el otro la proteína de soja o expeller.

Proceso del aceite

1. El aceite + borra cae sobre un canal el cual se transporta por gravedad hacia un depósito.
2. Luego es impulsado a través de una bomba hacia una decantadora centrífuga.
3. Saliendo de la decantadora centrífuga, por un lado, el aceite filtrado a un tanque de almacenamiento y por el otro las borras hacia un tanque de desecho.
4. El aceite cuando se obtiene un determinado nivel es transportado a través de una bomba a un tanque de almacenamiento final que se encuentra fuera del recinto hasta su venta.

Proceso del expeller

1. El expeler puede ser transportado directamente hacia unos silos de almacenamientos.
2. Si no es transportado hacia silos se lo envía a una tolva de almacenamiento y a través de un tornillo sinfín hacia un molino harinero.
3. A la salida del molino es transportado por una cinta transportadora hacia una envasadora de harina.
4. Luego son apilados en pallets y movidos hacia un depósito hasta su venta.

Maquinarias principales

A partir del diagrama de flujo del proceso se determina el tipo de maquinaria necesaria para el proceso productivo. Las principales máquinas a seleccionar son:

1. Clasificadora o Separadora
2. Secador
3. Peladora de Soja
4. Quebradora
5. Extrusora
6. Prensa de placas
7. Decantador centrífugo
8. Molino harinero
9. Envasadora harina

Se realiza un desarrollo del funcionamiento de cada una de las máquinas cumpliendo su función principal y sus beneficios.

Clasificadora o Separadora: Se encarga de la separación del grano con el resto de las impurezas que son acarreadas desde su cosecha y transporte (tornillos, piedras, etc.).

Secador: Se encarga de realizar un precalentado del grano disminuyendo la humedad excesiva que puede contener debido a su almacenamiento y diversas condiciones.

Peladora de Soja: Se realiza un descascarado del grano así aumentando su fácil extrusado y beneficiando principalmente el nivel proteico del expeler final, aumentando el mismo.

Quebradora: Se encarga de realizar una ruptura del grano antes del ingreso a la extrusora, aumentando el nivel proteico del expeller, facilitando el extrusado y disminuyendo la exigencia de la máquina extrusora.

Extrusora: Realiza un quebrado del grano de soja a través de tornillos, utilizando diferentes gradientes y aumentando su temperatura consiguiendo así desactivar la proteína de soja y rompiendo la molécula para la obtención del aceite. El producto final se presenta como una pasta de soja.

Prensa de placas: Se compone principalmente de placas en movimiento en las cuales se introduce el producto ya extrusado provocando una separación del aceite por un lado en forma de goteo y por otro la salida del expeller o torta de soja.

Decantador centrífugo: Se encarga de separar los sólidos de los líquidos en un solo proceso continuo con esta separación se mejora el producto, obteniendo así excelente calidad y mayor valor comercial.

Molino harinero: Realiza una molienda del expeller para la transformación en harina.

Envasadora harina: Para la venta del producto final es necesario envasar el producto para su transporte, exceptuando que se comercialice a granel.

Envasadora de aceite: Para la venta del producto final es necesario envasar el producto para su transporte, exceptuando que se comercialice a granel.

Equipamiento adicional

1. Cintas y tornillos de transporte
2. Silos y tanques

3. Análisis Técnico

Se detalla a continuación el diseño del proceso productivo y las especificaciones técnicas del mismo, así como el equipamiento a utilizarse y sus características.

3.1. Parámetros del proceso

Se determinan en esta sección los parámetros de capacidades de producción y de almacenamiento para la planta. Esto incluye capacidades de procesamiento de entrada (grano de soja cruda) y los subproductos (aceite, expeller, harina).

Productos de entrada y de salida:

El producto de entrada es soja en grano sin pelar, en condiciones de secado variables (dependiendo de la carga particular). Este se espera que llegue a la planta en camión con capacidad de volcado o al menos, con caja con capacidad de apertura lateral.

El primer producto de salida es el aceite de soja, desgomado. El aceite se obtiene del desactivado, extrusado y prensado del grano crudo de soja. Luego este aceite es sometido a un proceso donde se le quitan la mayor parte de los sólidos en suspensión (“gomos”), por lo que se obtiene un líquido semitransparente de color amarillo.

El segundo producto, o el subproducto obtenido es el expeller de soja. El mismo consiste en el residuo seco del grano al cual se le ha extraído el aceite, y consiste principalmente en proteínas y carbohidratos, así como un pequeño residuo de aceite que no se ha podido extraer.

A partir del expeller se puede producir harina. La misma se obtiene mediante la molienda del expeller, y es utilizada para la fabricación de alimentos balanceados, alimentación humana, entre otras. Su composición será la misma que la del expeller utilizado para generarla.



Fig. 1. Soja en grano, Aceite de soja, Expeller de soja. Harina de Soja
Fuente: B2Argentina - Agrofyt - Agroalanzas[7]

Capacidad de almacenamiento de producto de entrada: La planta contará con una capacidad específica de almacenamiento del producto de entrada, es decir, del grano crudo de soja. El mismo se almacenará en silos ubicados en la zona de descarga y almacenamiento.

Los silos, sumando sus capacidades individuales, tendrán una capacidad total de almacenamiento de 60 toneladas. Cada silo individual tendrá una capacidad de 30 toneladas, y habrá 2 silos individuales.

Capacidad de procesamiento de producto de entrada: El producto de entrada será procesado a razón de una tonelada por hora; es decir, la planta será capaz de procesar una tonelada de soja cruda, en las condiciones de descarga del transporte de la misma, con ligeras variaciones en humedad y con cáscara.

El producto se recibe en la fosa de descarga, la cual cuenta con un mecanismo elevador para almacenar el grano en el silo.

Distribución aproximada de Subproductos

Del proceso productivo específico utilizado, que es el de extrusado-prensado, se obtienen dos subproductos: el aceite crudo de soja y el expeller, o residuo del grano extrusado y prensado. El grano de soja contiene aproximadamente un 20% de aceite, del cual se extrae un 70-80% en el proceso de extrusado-prensado, y el resto, junto con proteínas, carbohidratos y cenizas queda en el expeller.

Entonces, si tomamos una tonelada de grano de soja, y asumimos una extracción promedio del 75% de aceite, entonces obtendremos aprox. unos 150 kg de aceite por tonelada de grano. Los restantes 850 kg serán de expeller. Se ilustra en el siguiente gráfico esta separación de cantidades:

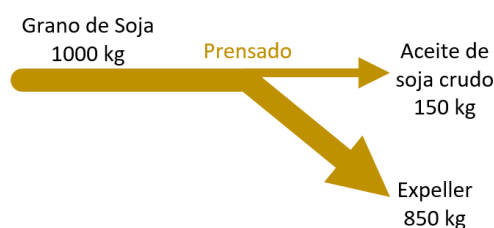


Fig. 2. Separación de aceite y expeller
Fuente: Elaboración propia.

Capacidad de procesamiento de producto, aceite: El aceite obtenido será filtrado de los elementos más gruesos en el canal de salida de la prensa y en su pasaje al tanque de almacenamiento intermedio, y luego deberá ser centrifugado en tandas o lotes de la capacidad de la máquina. Se proyecta una capacidad de procesar 200 kg por hora de aceite, por cada tonelada de capacidad de soja de entrada, contando así con un margen del 33% extra de capacidad, y ajustándose a un valor estandarizado.

Capacidad de procesamiento de producto, expeller y harina: El expeller obtenido será equivalente a aproximadamente el 85% en masa del flujo másico de grano de soja de entrada, por lo que se deberá

contar con la capacidad de procesar 850 kg de expeller por cada tonelada/hora de soja cruda de entrada. Esto implica que las máquinas para transporte de expeller y molienda en harina deberán tener capacidades iguales o mayores a esta. Se define, por lo tanto, que la capacidad de procesamiento de expeller y harina para toda la planta deberá ser de una tonelada por tonelada de soja cruda de entrada, contando así con un margen adecuado del 15% extra de capacidad.

Capacidad de almacenamiento de aceite: El aceite procesado es almacenado en tanques, los mismos deberán tener capacidad para almacenar un periodo de una semana de producción, trabajando de manera continuada. Si la capacidad de procesamiento de aceite es de 200 kg por hora, y se toman siete días, se tiene una producción de 48000 litros. Por ende, se deberá contar con tanques de aceite de una capacidad igual o mayor. Se establece, por lo tanto, una capacidad de almacenamiento de 50000 litros por cada tonelada de entrada de soja cruda por hora de capacidad.

Capacidad de almacenamiento de expeller: Se toma el criterio de almacenamiento de tres días de producción, considerando el producto crudo sin conservantes. Se calcula que, si se tiene una tonelada horaria de producción de expeller de capacidad, y se trabaja de manera continuada por una semana, la masa de expeller a almacenar será de 72 toneladas.

Capacidad de almacenamiento de harina Se determina una capacidad de almacenamiento de tres días de procesamiento como mínimo, y dado que previamente en la sección de Capacidad de Procesamiento de Harina y Expeller se determinó que la capacidad de procesamiento es de una tonelada por hora por cada tonelada de soja cruda de entrada por hora, entonces la planta deberá contar con la capacidad de almacenar un total de 72 toneladas de harina. La misma se almacenará envasada en pallets, a diferencia del expeller que puede ser almacenado en silos.

Capacidad de envasado: El proceso deberá tener la capacidad de envasar todo el producto que se produzca de manera sincronizada, por lo que se determina que la planta deberá ser capaz de envasar una tonelada de producto por cada tonelada de grano de soja de entrada por hora.

Además, deberá contar con el formato de bolsas de 5 a 50 kilogramos, dependiendo de la demanda.

4. Conclusiones

Se determinó que las características principales para la elaboración de una industria de esta índole se basan en el conocimiento del proceso y los distintos subproductos a obtener, así también la manera de obtención de productos de mayor calidad y aptas para el consumo humano y animal.

Se observa que la producción de aceite de soja y expeller por el método de extrusado-prensado es factible de implementarse en la región, debido a que se cuenta con la tecnología necesaria, y esto sumado a que existe demanda de los productos, el aceite para producción de biocombustibles y alimentación y el expeller principalmente como componente para forrajería.

Se plantean como lineamientos futuros la realización de expansiones y ampliaciones de la capacidad de producción de la planta, buscando el equilibrio de producción que maximice los beneficios, de acuerdo a la demanda existente.

5. Referencias

- [1] Méndez, María José. (2011). INTA Informa. Totoras, Santa Fe. Available: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=4173>.
[2] Ridner, Eduardo. (2006). pp 24. Soja. Propiedades nutricionales y su impacto en la salud.

Buenos Aires: Grupo Q.S.A. Available: <http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf>

[3] INTI. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2004).

Available: <https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/alimentos/agroalimentos/publicaciones>

[4] Santa Rosa Alimentos (2021). Available: <http://alimentosantarosa.com.ar/>

[5] GX do Brasil S.A. (2021). Proceso de extrusado-prensado de soja, Available:

<http://www.gxdobrasil.com.br/espanhol/descargas/extrusao-prensagem-soja.pdf>

[6] Ricedal Alimentos SA, (2021). Available: <https://www.ricedalalimentos.com.ar/>

[7] B2 Argentina - Agrofy - Agroalianzas (2021). Available: <https://www.agrofy.com.ar/>