

800 315
S. 315
2001.

FONTEC

PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA

PRIMER INFORME DE AVANCE

**PRODUCCIÓN DE HARINA DE CALIDAD
Y ACEITE MEDIANTE EXTRACCIÓN POR SOLVENTE A
PARTIR DE HARINAS OBTENIDAS DE
DESECHOS DE SALMON**

CODIGO 200-2277

SOCIEDAD AUSTRALIS TRADERS S.A.

MARZO DEL 2001

INDICE

	<u>Página</u>
PAGINA DE TITULO	1
INDICE	2
1. ANTECEDENTES GENERALES	3
2. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS	5
2.1. Formación de equipo de trabajo	5
2.2. Adquisición de materiales y adecuación de las instalaciones	5
2.3. Caracterización de la materia prima	6
2.4. Selección del tipo demalla para la extracción (40 y 60 mesh)	6
2.5. Determinación de la altura de cama a nivel de laboratorio (Efecto de la altura de la cama de harina sobre la extracción)	7
2.6. Pruebas de aglomeración para mejorar la percolación	10
2.7. Prueba piloto para estudiar efecto de la altura de cama y su compactación en el extractor industrial	11
3. PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	11
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	12
4.1. Formación de equipo de trabajo	12
4.2. Implementación y puesta en marcha de la planta piloto	12
4.3. Caracterización de materias primas	12
4.4. Selección del tipo de malla para la extracción	15
4.5. Determinación de la altura de cama a nivel de laboratorio	18
4.6. Pruebas de aglomeración para mejorar la percolación	18
4.7. Prueba piloto para validar la altura de cama y el efecto sobre la extracción	19
ANEXO 1: RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS	21
ANEXO 2: RESUMEN DE GASTOS REALES	22
ANEXO 3: INFORME ECONÓMICO	23

1. ANTECEDENTES GENERALES

El presente documento corresponde al primer informe de avance del Proyecto de Innovación Tecnológica en " **Producción de Harina de Calidad y Aceite Mediante Extracción por Solvente a partir de Harinas Obtenidas de Desechos de Salmón** ". Proyecto desarrollado y ejecutado por la empresa Australis Traders S.A. y financiado en forma conjunta con el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC).

La innovación que busca desarrollar la empresa es transformar la harina de desecho de salmón, que hoy se comercializa a bajo precio sin opciones de ser exportada debido a los altos niveles de aceite, en una harina especial o prime. Esto se podrá lograr mediante el desarrollo de un proceso de extracción por solvente que permite extraer el aceite desde la harina, así lograr un producto con mayor valor agregado y mejorar la rentabilidad de la empresa.

Este proyecto se ejecuta en la planta de extracción y procesadora de alimento ubicada en Longitudinal Sur # 630 en Talca, VII región.

El desarrollo productivo de este proyecto permitirá obtener un producto con mayor valor agregado, que mejorará la rentabilidad de la empresa, permitiendo un mejor posesionamiento y desarrollo de esta el mercado de alimentos energéticos y proteicos, tanto en el ámbito nacional como internacional.

De acuerdo a los términos de referencia, en esta primera etapa, se contrató el personal externo que participa en el proyecto y se planificó la forma de trabajo con el personal de planta que participa en el desarrollo de este.

Cumpliendo con la carta Gantt para la ejecución del presente proyecto, desde Octubre del 2000 a Enero del 2001, se ha ejecutando todas las actividades comprometidas. A la fecha se ha contratado y coordinado las actividades con el

personal de dirección, investigación y apoyo, se ha iniciado la adecuación de las instalaciones de la planta piloto y laboratorio.

Dentro de las actividades propuestas, se ha estructurado el equipo de trabajo, se ha realizado la adecuación y puesta en marcha de la planta de extracción, se ha adecuado y equipado el laboratorio, se han implementado los equipos para peletizar, se han caracterizado las harinas de salmón, se han realizado algunas pruebas de laboratorio e iniciado las pruebas piloto de extracción.

En los meses siguientes, de acuerdo a las actividades programadas y esquematizadas en la carta Gantt, y establecidos los parámetros de proceso a nivel de laboratorio, se realizarán pruebas pilotos en la planta de extracción, en donde se definirán los parámetros óptimos del proceso; flujo del solvente, altura de cama, temperatura de recuperación, etc., y finalmente evaluar la estabilidad del producto.

Con respecto a los gastos, en el tiempo en que se ha ejecutado el proyecto, esto asciende a la suma de aproximadamente \$ 20.151.189 .- que corresponde al 38% del costo del proyecto.

2. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS

2.1. Formación de equipo de trabajo

Se formo un equipo de trabajo entre el personal de la planta y el personal externo, de manera de programar las actividades y requerimientos del proyecto, desde el punto de vista administrativo y operativo.

2.2. Adquisición de materiales y adecuación de las instalaciones

Se adecuaron las instalaciones de la planta en donde se ejecuta el proyecto, efectuando las modificaciones correspondientes en el laboratorio; se adecuaron muebles y campana extractora para la instalación del equipo digestor de proteína, se puso en marcha el equipo de análisis de proteína semi automático marca Büchi, recientemente se adquirió un equipo para análisis rápido de humedad que permitirá monitorear el proceso y reaccionar a tiempo ante cambios inadecuados del nivel de humedad final., y otros elementos menores para facilitar las pruebas de laboratorio y los controles de la planta piloto.

También se adecuó la planta de extracción, limpiando, reparando, acondicionando y pintando la línea de proceso extractiva. Se repararon e instalaron cañerías y fittings, reparación de piso, confección de cierre, reparación de motores, compra de material menor, cambio de malla en cinta extractora, en general todo lo necesario para dejar operativa la planta donde se realizan las pruebas pilotos de extracción. Es importante mencionar que esta planta de extracción fue cerrada el año 1993 por lo que se debió hacer las reparaciones necesarias para dejarla operativa.

2.3. Caracterización de la materia prima

Se realizó una caracterización de las harinas obtenidas para un mes completo de producción, para esto se obtuvieron los datos de las harinas producidas en una de las plantas productoras de harina de salmón instaladas en Puerto Montt.

Los datos fueron procesados y ajustados simulando una extracción de aceite suficiente para dejar las harinas con un nivel de aceite de 7%, y con una humedad final de 9%, los valores de proteína de la harina en las condiciones antes indicadas, fueron comparadas con la harina original.

Las lotes de harinas fueron clasificados de acuerdo a su calidad, basados en el nivel de proteína, cada tipo de calidad está asociada a un valor comercial, obviamente, a medida que aumenta el porcentaje de proteína en la harina este tiene un mayor valor. Los lotes fueron clasificados de acuerdo a su calidad y comparados con y sin proceso de extracción, tal de dimensionar el porcentaje de mejora obtenido al someter las harinas al proceso de extracción.

2.4. Selección del tipo de malla para la extracción (40 y 60 mesh)

El proceso de extracción requiere soportar la harina sobre una malla, que forma parte de la cinta sinfín, la cual va avanzando dentro del extractor, sobre el cual cae el hexano, y de esta manera el hexano extrae el aceite y percola a través de la columna de harina. Esta malla debe ser de una abertura suficientemente ancha para que permita mantener un flujo adecuado y que no se tape con las partículas de harina, pero además la abertura tiene que ser lo suficientemente pequeña para que retenga las partículas de harina, de lo contrario una parte, que podría ser importante, de los finos de harina podría pasar al sistema, saturando el sistema de filtro y afectando al normal flujo de miscela (hexano + aceite).

Para determinar el tipo de malla se usó una columna de 25 cm de alto y una malla de 40 mesh que era la que tenía el sistema de fábrica y otra más fina de 60 mesh. Esta decisión fue tomada considerando que la malla de 40 mesh se usa para granos y que el tamaño de partícula es significativamente más grande que la harina, razón por la que se consideró una malla más fina para retener las partículas de harina.

Las pruebas se realizaron midiendo la cantidad de partículas que se generaban en la miscela (hexano+aceite), al pasar el hexano a través de esta columna por un periodo de una hora.

2.5. Determinación de la altura de cama a nivel de laboratorio. (Efecto de la altura de la cama de harina sobre la extracción)

La capacidad del extractor depende de la altura de cama que se logre obtener sobre la cinta sinfín donde se produce la extracción, como la velocidad de la cinta es limitada, la capacidad del equipo queda fundamentalmente dada por la altura, ya que esta define la cantidad de materia prima con la que se carga el equipo y finalmente la cantidad por unidad de tiempo. Es decir a mayor altura, mayor es la capacidad del equipo, sin embargo la altura de la cama está restringido por otros factores como la eficiencia en la extracción de aceite, es decir si la altura es grande y las partículas muy finas tal que no permiten una buena percolación del solvente, es muy probable que el producto retenga una cantidad importante de aceite, perdiendo capacidad de extracción, y obteniéndose un producto no agotado en aceite. El concepto es extraer la totalidad del aceite, a pesar que el producto comercial podría tener un nivel de aceite de 7%, la forma más rentable de obtenerla es mezclando, por ejemplo, una harina con 14% de aceite con otra con 0% de aceite.

Considerando lo anterior, es relevante determinar la máxima altura de cama, pero con un flujo suficiente para extraer todo el aceite presente en la harina durante el tiempo que dura el proceso de extracción. El tiempo de extracción corresponde al

tiempo en que la cinta sinfín está expuesta a la "ducha" de hexano y en este equipo corresponde a 90 min.

Para definir esta característica se utilizaron columnas de PVC de distintos tamaños para simular la altura de cama y se sometieron a extracción haciendo pasar una cantidad constante de hexano. El objetivo de esta experiencia fue determinar el orden de la altura de la harina donde el flujo de hexano podría ser suficiente. Para esto se usaron tres columnas de PVC con alturas de harina de 25, 50 y 100 cm.

Seleccionado la altura máxima se realizaron pruebas para determinar si esas alturas permitían extraer todo el aceite, sin embargo estas pruebas para que tengan un efecto práctico se deben realizar bajo condiciones similares a las que tiene el equipo de extracción, este equipo utiliza un sistema de recirculación de solvente para hacer más eficiente el uso del hexano, cuyo objetivo es obtener una miscela (hexano+aceite) lo mas concentrada posible en aceite, para así hacer eficiente la etapa de separación del aceite desde el hexano. Este proceso consiste en realizar una extracción continua a contra flujo es decir la materia prima con menos aceite recibe el hexano limpio, y la materia prima que contiene todo su aceite recibe la miscela con un alto contenido de aceite, tal como se explica gráficamente en la Figura N°1. Esta miscela es la que se utiliza para el proceso de recuperación del aceite extraído. La Figura N°2 muestra una fotografía de la planta de extracción.

Figura N° 1. Esquema gráfico de cómo funciona el sistema de extracción de aceite.

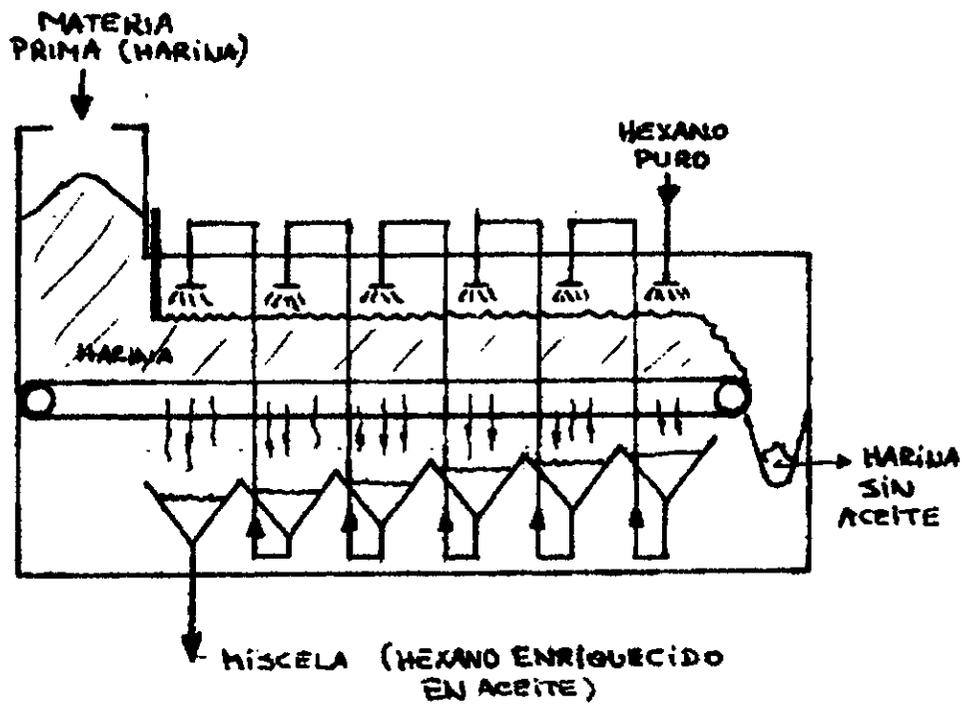


Figura N° 2. Planta extractora DE SMETT vista de la unidad de extracción, al fondo está la alimentación de materia prima y a lo largo de la cara lateral derecha se observan los ductos de alimentación de Hexáno o miscela.



2.6. Pruebas de aglomeración para mejorar la percolación.

Conocido que la granulometría de la harina es muy fina respecto a la semilla, que es para lo cual fueron diseñados estos equipos, se buscaron alternativas para mejorar su percolación, su objetivo fue dar forma de gránulos para aumentar los intersticios por donde percolar el hexano. Primero se probó con una prensa de manera de generar hojuelas de harina, aprovechando al alto contenido de aceite y a cierto nivel de humedad. También se probaron otras alternativas en dos tipos de

peleteras de tal manera de ingresar al extractor con una estructura que permitiera una buena extracción. Para este último caso se había usado una peletera instalada en la empresa Ecaso S.A. y también otra instalada en la planta de alimento de Australis Trades.

2.7. Prueba piloto para estudiar efecto de la altura de cama y su compactación en el extractor industrial.

Con los antecedentes obtenidos en las experiencias de laboratorio y en otros equipos menores se diseñaron las pruebas para los primeros ensayos a nivel piloto en la planta de extracción marca DE SMETT de procedencia Argentina. Para tal efecto la harina fue alimentada desde un sistema de tornillo alimentador y con la ayuda de un elevador de capachos, la harina fue incorporada al extractor, la idea era alcanzar los 50 cm de altura y agregar hexano de acuerdo a los ensayos de laboratorio. Los resultados de esta primera experiencia se indican en la parte de Resultados y Conclusiones.

3. PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Durante la ejecución del proyecto no se han presentado dificultades, si no más bien ha habido un desfase de las actividades, demora en la adquisición y entrega de los equipos de análisis, lo que retrasó el inicio de las actividades en el tiempo programado, pero que pudieron realizarse.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. Formación de equipo de trabajo

Se formo un equipo de trabajo, el cual tiene la responsabilidad de ejecutar el proyecto y evaluar el grado de avance de este. Se establecieron reuniones quincenales, en las cuales se evaluará el grado de avance y programará las actividades futuras.

4.2. Implementación y puesta en marcha de la planta piloto

La planta de extracción marca DE SMETT, fue sometida a un proceso de mantención para dejarla en condiciones de operatividad , esto requirió de un especial cuidado ya que como se trabaja con solvente altamente inflamable se requiere de condiciones especiales para el sistema eléctrico, de igual forma todos los elementos usados dentro de la caja extractora no pueden estar en contacto con otros metales para evitar cualquier posibilidad de generar alguna chispa que genere un siniestro en la planta. La mayoría de los sellos fueron cambiados, los filtros requirieron del mismo tratamiento y se reparó el sistema condensador de gases. Las mallas también fueron cambiadas. Después del primer ensayo deberán realizarse nuevos cambios para adecuar el equipo extractor a las condiciones requeridas.

4.3. Caracterización de materias primas

Para saber la calidad de la materia prima con que se contará, se caracterizaron los lotes de harinas de desecho de salmón producidas en un mes de elaboración de una de las plantas instaladas en Puerto Montt.

De acuerdo al contenido proteico, las harinas se clasificaran como:

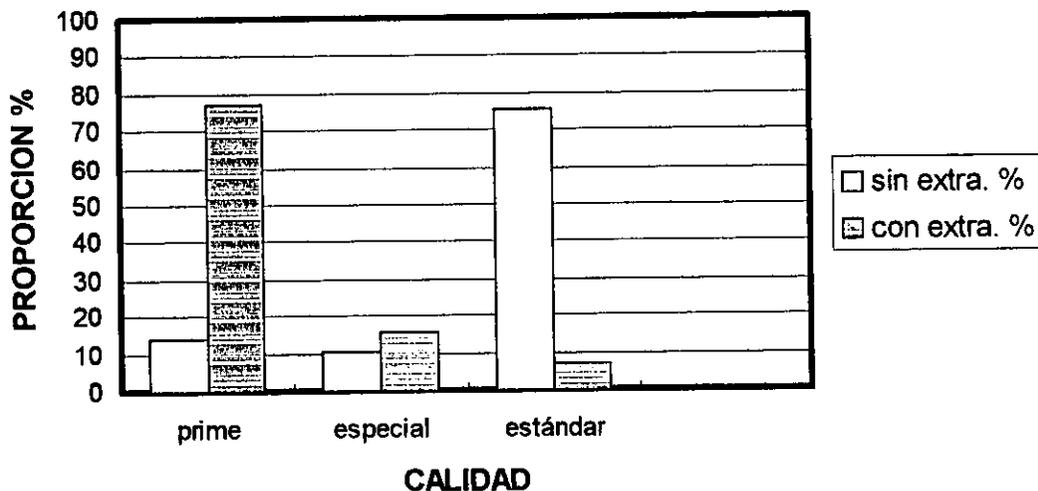
Calidad	Contenido proteico %
---------	----------------------

Prime	≥ 67
Especial	$< 67 - \geq 65$
Estándar	< 65

En base a esta tabla se clasificaron los lotes de harina producido, y se estimó la calidad que se obtendría si las harinas fueran sometidas a un proceso de extracción por solvente. Estos datos se resumen en la Figura N° 3. De acuerdo a estos antecedentes es posible concluir que debido a que la grasa ocupa una fracción importante de la harina, los niveles de proteínas no son lo suficientemente altos para que puedan clasificar en calidad prime, así en la harina sin tratar la mayoría de los lotes se ubican en la calidad estándar y una fracción pequeña (aproximadamente el 15%) en calidad prime. Al contrario, cuando a estas harinas se le extrae el aceite, pero a niveles comerciales, (para fines de cálculo se consideró un 7%, más detalles en el punto 2.5) los lotes que clasifican en calidad prime aumentan a sobre el 75%.

Para fines financieros, hay que considerar que producto de la disminución de aceite también disminuye la cantidad de harina obtenida respecto de la procesada. El rendimiento estimado fue de un 93% y la producción de aceite fue de 5.9 %. Estos datos deberán corroborarse en la práctica y validar los beneficios estimados.

Figura 3. Calidad de las harinas de desecho de salmón



4.4. Selección del tipo de malla para la extracción

Para seleccionar el tipo de malla a usar se usaron dos columnas de 5 pulgadas de diámetro con una malla de 40 mesh en una y 60 mesh la otra. Ambas columnas fueron llenadas a una altura efectiva de 20 cm con una cantidad de harina de 1600 gramos. El hexano se recirculó tal de mantener un flujo constante en la columna y el hexano antes de reusarlo fue filtrado para determinar el contenido de sólidos totales presente en cada columna. Los datos se indican en la tabla N° 1.

Tabla N° 1. Cantidad de sólidos totales en la miscela, según tipo de malla

MALLA (mesh)	40	60
CANTIDAD (gramos)	35	8
PORCENTAJE (%)	2.2 %	0.5 %
MISCELA	Turbio al inicio	Ligeramente turbio al inicio

extracción, afectando seriamente su operación. Para tener una idea del nivel de finos que podría incorporarse al sistema, se estimará el contenido de sólidos que se podría generar en la planta extractora al usarse una malla de 40 y otra de 60 mesh.

Como la cantidad de sólidos depende del tipo de malla y del área, se calculará la cantidad de sólidos que genera un metro cuadrado de malla con el mesh en estudio, basado en los antecedentes anteriormente indicados. Los datos y resultados se indican en la siguiente tabla N° 2.

Tabla N° 2 Efecto de la malla sobre la cantidad de sólidos en la miscela.

TIPO DE MALLA (mesh)	40	60
AREA COLUMNA DE 5 PULGADAS diámetro (cm²)	127	127
SÓLIDOS/AREA (gr/cm²)	0.276	0.063
AREA EXTRACTOR/TIEMPO Aproximad. (m²/hora)	5.3	5.3
SOLIDOS EN LA MISCELA (Kilos/hora)	14.6	3.3

4.5. Determinación de la altura de cama a nivel de laboratorio.

Para definir la altura de cama a usar, se realizaron pruebas de percolación para tres altura de harina, a estas se le midió el tiempo del volumen muerto. Este valor corresponde al tiempo que demora en salir el hexano por el extremo inferior de la columna, y es determinante para estimar el tiempo efectivo que estará percolando el hexano a lo alto de la columna. Como ejemplo, en un caso extremo podría darse que la altura fuese tan alta que durante el tránsito dentro del extractor no alcance a salir hexano por la parte inferior y no obtener miscela.

Para conseguir un flujo constante las columnas fueron inundadas en la parte superior por hexano. Los datos se muestran en la tabla N° 3.

ALTURA DE CAMA (cm)	25	50	100
TIEMPO VOLUMEN MUERTO (min)	11	37	111
FLUJO EN REGIMEN (30 min) (cm³ / min)	47.5	23.7	10.3

Tabla N°3 Efecto de la altura de cama sobre el tiempo muerto y el flujo en condición de régimen.

Con los datos antes expuestos se puede concluir que la altura adecuada sería de 50 cm de cama, ya que a pesar que la altura de 100 cm podría aumentar la capacidad del extractor, a esa altura tendría 111 minutos de tiempo de volumen muerto, y por lo tanto no alcanzaría a percolar dentro del extractor. Con 50 cm tendría cerca de 53 minutos de percolación (90 min - 37 min), con lo que se estima podría extraer la totalidad del aceite. Con una altura de 25 cm seguramente se extraerá la totalidad del aceite, pero la capacidad del extractor será la mitad que cuando se use una altura de cama de 50 cm.

Para saber si con la altura de 50 cm se extraerá la totalidad del aceite, se sometió una harina con altos niveles de aceite a un proceso de extracción, pero que simulara de alguna manera las condiciones operacionales, tal como se indica en el punto 2.5 y en la Figura N° 1.

Para hacer esta experiencia se llenó la columna con la harina a una altura de 50 cm, luego se agregó hexano hasta completar el tiempo muerto. Como antecedente, el equipo industrial demora aproximadamente 90 min de percolación y posee 6 bateas de recolección de miscela, además a medida que avanza la harina va quedando con menos aceite y cada vez va recibiendo el hexano más limpio. Esto

equivale a recibir cada 15 min (90 min / 6 bateas) un tipo de miscela más limpia. A escala laboratorio, una vez iniciado la percolación, se recuperó la miscela correspondiente a 15 min, a este volumen se le renovó un sexto del volumen por hexano nuevo. La nueva mezcla con la miscela diluída, se volvió a agregar por la parte superior de la columna, esto se repitió por cinco veces más.

El flujo de la columna y las características de la harina se indican en la tabla 4 y 5 respectivamente.

Tabla N° 4 Efecto del tiempo sobre el flujo de la miscela

FRACCIONES DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VOLUMEN POR VEZ (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
15	15	710	710
15	30	510	1220
15	45	412	1632
15	60	304	1936
15	75	236	2172
15	90	186	2358

Tabla N°5 Comparación de la proteína de una harina normal y después de ser sometida al proceso de extracción por hexano

	PROTEÍNA	GRASA	HUMEDAD
HARINA NORMAL	61.9	13.6	8.7
HARINA CON EXTRACCION	69.7	3.8	8.6

--	--	--	--

La harina sometida a extracción logró eliminar algo más del 70 % del aceite, sin embargo será necesario realizar las pruebas pilotos para determinar las características reales que se obtendrá del producto, ya que esta prueba no contiene todas las condiciones de la planta extractora y como tal, se puede estar obteniendo información algo diferente. Además hay que considerar que el extractor trabaja a mayor temperatura, condición que es imposible lograr en el laboratorio debido a lo volátil del hexano.

4.6. Pruebas de aglomeración para mejorar la percolación.

La idea de realizar estas pruebas fue mejorar la capacidad de percolación, tal de aumentar la capacidad del extractor, sin embargo a pesar que con la prensa se logró obtener hojuelas de harina, e incluso se obtuvo algo de aceite a través de las cribas de la prensa, esta hojuela no tiene consistencia y se desarma con mucha facilidad con sólo el movimiento que sufre durante el transporte. Igual suerte sufrieron las harinas que fueron peletizadas, en este caso se usaron dos tipos de peletizadora pero el pellet en un caso no se formó y en el otro este se desarmó con el manejo natural del transporte. Finalmente fue descartada esta posibilidad porque además introducía una etapa más en el proceso e introduce un costo adicional.

4.7. Prueba piloto para validar la altura de cama y el efecto sobre la extracción.

La primera vez que se realizó esta prueba se descubrió que la compuerta que regula la alimentación no permite niveles de altura de cama inferiores a 80 cm, razón

por la que se debió modificar la compuerta, alargándola lo suficiente para lograr la altura deseada.

Al realizar el proceso de extracción se producen dos fenómenos que se deben mejorar para realizar las próximas extracciones en condiciones óptima, la primera es que se forma una curvatura en la superficie en los extremos laterales a todo lo largo de la cama, esto hace que el hexano migre por la orilla y no percole en forma pareja canalizándose sólo por las orillas. Esto se ve más afectado aún, porque los rastrillos colgantes no tocan la cama de harina y por lo tanto la superficie en vez de ser porosa y formarse surcos y bateas de hexano en la superficie, más bien este se impermeabiliza y facilita su migración hacia los costados laterales. Si bien la harina resultante no fue satisfactoria las soluciones parecen simples y lógicas.

Por otro lado los sólidos que pasan a través de la malla y que deberían afectar el filtro no son significativos, ya que como el hexano demora en percolar, la miscela no cae en la última batea que es la que recolecta la miscela enriquecida en aceite y la envía para obtener el aceite, sino que la miscela enriquecida en aceite cae entre la segunda y tercera batea (izquierda a derecha según figura 1), esto hace que la primera miscela, que es la que trae la mayor cantidad de finos, sea bombeada nuevamente sobre la cama de harina así los finos van quedando sobre la superficie y la primera batea se alimenta por rebalse de la segunda. Obviamente los sólidos permanecen en el fondo de la miscela por donde está la salida hacia la bomba de recirculación y la miscela de la superficie que está prácticamente libre de sólidos, pasa por rebalse a la primera batea. Esta se mantiene limpia y no afecta significativamente el filtro de la planta.

