

INFORME CIENTIFICO DE BECA

Legajo N°:

BECA DE ESTUDIO

PERIODO 01/04/2014-31/03/2015

1. APELLIDO: MACIEL

NOMBRES: GISELE

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: Mar del Plata **CP:** 7600 **Tel:**

Dirección electrónica (donde desea recibir información): giyimaciel@hotmail.com

2. TEMA DE INVESTIGACIÓN (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

Del plan de trabajo:

1) Denominación del trabajo:

Expeller de soja: efecto de la materia prima y condiciones de almacenamiento sobre su calidad.

2) Definición del problema y estado actual del conocimiento sobre la cuestión:

El procesado de granos de soja para la obtención de aceite se puede realizar de dos maneras. La más utilizada y que llevan a cabo grandes aceiteras multinacionales en Argentina es mediante el sistema de extracción por solvente (hexano) logrando una extracción de 18-19% de aceite, y obteniendo como subproducto un 80-82% de harina o pellet de soja, que contiene sólo un residual de materia grasa de 1% o menos. Por otra parte, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) desarrollan esta actividad utilizando procesos de extrusado-prensado (EP), ya que la inversión en equipamientos y desarrollo de esta tecnología de extracción son significativamente menores. En la extracción por EP se obtiene un 12-14% de aceite y como subproducto un 86-88% de expeller de soja con un contenido de aceite de 5 a 8%. Es decir, la extracción de aceite por EP es menos eficiente que por medio de solventes (Bragachini, et al., 2012; Méndez, et al., 2011).

En Argentina, en la campaña 2011-2012 la producción de soja fue de 40,1 millones de toneladas (tn) y sólo fueron industrializados en origen 3,5 millones de tn, es decir, solo se industrializa y transforma en origen un 8% de la producción. El resto es exportado como commodities (grano, harina y aceite crudo) por grandes multinacionales radicadas principalmente en el puerto de Rosario (INTA PRECOP, 2013; MinAgri, 2013), aportando de manera limitada a la cadena de agregado de valor en origen. La producción de estas multinacionales, en el primer semestre del año 2012 en Argentina fue: molienda 17.813.810tn, aceite de soja 3.408.340tn y pellets de soja 13.885.530tn, y genera solo unos 4.000 puestos de trabajo (Alimentos argentinos, 2012; INTA PRECOP, 2013).

La realidad en nuestro país es que existen numerosas Pymes que desarrollan procesos de EP. Esta actividad se encuentra en pleno crecimiento dado el incremento en el área de producción de la soja (18,7 millones de hectáreas, con una producción de 40 a 50 millones de tn) (ACSOJA, 2013; MinAgri, 2013). Si bien se dan variaciones en términos de eficiencia técnica, las plantas operan con un rendimiento, por tn procesada, de 82% en expeller y 14% en aceite crudo. Por ejemplo, una planta que procesa 24 tn/día de soja, obtiene anualmente un total de 6.140 tn de expeller y 1.048 tn de aceite crudo. Expresado porcentualmente, se observa que alrededor de 69,52% de los ingresos provienen de la comercialización de expeller, mientras que el aceite crudo aporta 30,48% de los ingresos (Castellano; Goizueta,

2011). El aceite se comercializa con facilidad, siendo las grandes aceiteras los principales compradores con precios relativamente estables y transparentes. El expeller, por el contrario, tiene una comercialización mucho más dificultosa y de ello depende la rentabilidad de la empresa, lo cual destaca su importancia para la industria de EP.

El expeller de soja tiene ciertas ventajas sobre las harinas. La harina de soja obtenida luego de la extracción por solvente presenta residuos de sustancias nocivas utilizadas para la recuperación del solvente o bien para la inactivación de factores antinutricionales. Por el contrario, el expeller de soja es una fuente rica en proteínas, materia grasa y libre de residuos, de alto valor nutricional, ideal para la formulación de alimento balanceado para la producción tambera, de cerdos, aves, y carne bovina, entre otros (Méndez, et al., 2011). Además, este subproducto presenta una mayor energía digestible y una mayor disponibilidad de aminoácidos (Crowe, 2011).

Otra ventaja que tiene el proceso de EP es que cumple con la necesidad actual de agregar valor en origen. La mayor parte del expeller se consume en el mercado interno, siendo la industria del tambo, de la carne de cerdos y de aves sus principales demandantes (en ese orden). El expeller podría comercializarse también en el mercado externo. Esto permitiría obtener un producto en origen con mayor valor, generando un alto impacto social con influencia directa en el desarrollo local y nacional, en lugar de comercializar la harina como un commodity en el exterior e importar alimentos balanceados con costos muy superiores (Méndez, et al., 2011).

Las perspectivas de esta industria son buenas. En el año 2011 fueron detectados un total de 150 emprendimientos de EP, distribuidos en su mayoría entre las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba (INTA informa, 2011). En la actualidad se estima que existen cerca de 400 plantas de EP de soja, en su mayoría originadas por emprendimientos asociativos de pequeños y medianos productores. Se estima que el sector genera más de 4.000 puestos de trabajo con tan sólo una capacidad de procesamiento de 30 a 35 tn diarias de soja, y sólo una minoría alcanza una capacidad operativa de 60 a 90 tn diarias. Las plantas están radicadas principalmente en pequeñas localidades del interior productivo, con un alto impacto socioeconómico en estas poblaciones (INTA PRECOP, 2013).

Sin embargo, para continuar con el desarrollo de esta industria hace falta resolver ciertos problemas. Es importante destacar que la calidad del expeller de soja es muy variable y se carece de una norma de calidad que sirva como referencia para su comercialización. El INTI realizó por tal motivo y debido a las exigencias de los mercados de obtener una evaluación de calidad de los servicios que brindan los laboratorios, un ensayo interlaboratorio para determinar los parámetros relevantes que determinan la calidad del expeller de soja. Entre ellos se encuentran: humedad, cenizas, materia grasa, proteína bruta y actividad ureásica (INTI, 2010). Se sabe que el proceso de extracción del aceite y la calidad de la materia prima son las principales fuentes de variación de la calidad de los expeller. Por ejemplo, la temperatura durante el proceso de extracción inactiva los factores antinutricionales por encima de un umbral, pero a su vez las altas temperaturas aplicadas por períodos largos pueden producir la desnaturalización de proteínas, disminuyendo su digestibilidad (Bragachini, et al., 2012; Gallardo, 2008). Además, el agregado agua y/o gomas (otro subproducto de la extracción de aceite) al expeller es una práctica muy común en las Pymes que afecta su calidad y aumenta su variabilidad.

Otra problemática de esta industria es que generalmente la capacidad de producción sobrepasa la demanda de expeller. Normalmente las Pymes no cuentan con la infraestructura y conocimientos necesarios para almacenar adecuadamente el expeller de soja, limitando su capacidad de producción. Una posible solución a esto, sería la exportación de este subproducto pero, como la calidad del mismo no está estandarizada, se dificulta la conformación de lotes de calidad homogénea requerida para ese mercado. Otra forma de incrementar la demanda sería incrementando su participación en dietas de aves. Sin embargo, para ello habría que trabajar más en obtener una calidad adecuada y homogénea, además de garantizar la inocuidad y sanidad del subproducto.

Para solucionar las problemáticas mencionadas se debe lograr estandarizar la calidad, segregar y almacenar el producto respetando las normas de seguridad e higiene y aplicando Buenas Prácticas de manejo durante todo el proceso, incluido el almacenamiento. Si bien existe cierta información acerca de cómo afecta la alimentación con expeller de soja la calidad de la carne y subproductos (vacuna, porcina y aviar) (Gallardo, 2008; Karr-Lilienthal, et al., 2006; Swiatkiewicz, et al., 2010) no se conocen las condiciones adecuadas de almacenamiento para mantener la calidad del expeller, los parámetros de calidad que se ven afectados durante el almacenamiento ni su magnitud (Bragachini, et al., 2012). La escasa información que existe respecto de las condiciones adecuadas de almacenamiento de expeller de soja es obtenida y transmitida de manera informal, lo cual lleva a confusiones, errores y, por lo tanto, a frecuentes pérdidas de calidad.

En el contexto del Plan Estratégico Alimentario y Agroindustrial (MINAGRI, 2011) las Pymes que producen este subproducto son un modelo de agregado de valor en origen. Sin embargo, para que este sector continúe su desarrollo es necesario generar información científica que permita asegurar la calidad, sanidad e inocuidad del producto. En tal sentido es necesario caracterizar física, química y microbiológicamente el expeller y relacionarlo con diferentes regiones productoras y calidades de granos de soja. Una vez caracterizado el expeller podrá estudiarse su comportamiento durante el almacenamiento y, finalmente, estimar los tiempos y condiciones adecuadas para lograr su conservación minimizando las pérdidas de calidad de éste subproducto, logrando así incrementar utilidad económica para las empresas que lo producen.

Dada la gran área de siembra con soja en nuestro país, el aporte de la industria EP al desarrollo territorial a través de procesos de agregado de valor en origen y la demanda de información respecto de las formas de almacenamiento que permitan mantener la calidad de los subproductos que obtienen las Pymes de EP, es que se decidió realizar este estudio.

3) Trabajo previo realizado referente a este proyecto:

No hay trabajos previos en esta temática específica realizados por el grupo de investigación.

4) Objetivos generales:

4.1) Caracterizar física, química y microbiológicamente granos y expeller de soja proveniente de distintas industrias y zonas de producción.

4.2) Determinar las curvas de humedad de equilibrio del expeller de soja.

4.3) Determinar los parámetros de calidad que se ven afectados durante el almacenamiento del expeller de soja.

4.4) Desarrollar un modelo para estimar las condiciones y tiempo de almacenamiento seguro de acuerdo a la composición y características del expeller de soja.

5) Métodos y técnicas a emplear:

Primera etapa: Caracterización de granos y expeller de soja.

Dada la tendencia actual de generar valor agregado a la producción primaria en origen, se realizará una caracterización general de granos de soja y del subproducto resultante del proceso de EP de dichos granos. Dicha caracterización permitirá conocer la variabilidad que existe en la calidad del subproducto obtenido con respecto al grano original, permitiendo establecer la relación entre insumo-producto que se encuentran en el mercado.

Se seleccionarán para la toma de muestras cuatro zonas de la Argentina donde se realiza producción de expeller por EP de granos de soja (Z1, Z2, Z3 y Z4). En cada una de ellas se seleccionarán dos Pymes que desarrollen la actividad (P1 y P2 para cada zona), y se asumirá en todos los casos que la forma de producción es similar. Se tomarán en cada Pyme 4 muestras de granos de soja (G1, G2, G3 y G4) y 4 muestras de expeller (E1, E2, E3 y E4). En todas ellas se analizarán los parámetros que se detallan más adelante. Se estimarán intervalos de valores medios, mínimos y máximos para cada uno de los parámetros, asociándolos con la calidad inicial del grano y la zona de producción, entre

otros. Las determinaciones más importantes que se realizarán se detallan a continuación: contenido de humedad; porcentaje de aceite; índice de acidez; índice de peróxidos; composición acídica; porcentaje de proteínas; actividad ureásica; peso hectolítrico; granulometría; ángulo de reposo; ángulo efectivo de fricción interna; ensayos microbiológicos, entre otras.

Una vez terminada la caracterización y de acuerdo con la bibliografía revisada se elegirán los parámetros de calidad más importantes. Éstos serán tenidos en cuenta en la segunda etapa, ya que serán medidos periódicamente para evaluar el efecto del almacenamiento sobre los mismos.

Se realizará en esta etapa un análisis de regresión y correlación entre los diferentes parámetros, zonas de producción, y demás variables, mediante el programa de análisis estadístico "R".

Segunda etapa: Evaluación del efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad del expeller de soja.

En función de los resultados obtenidos en la primera etapa se seleccionarán muestras de expeller con tres contenidos de aceite diferentes (ejemplo 5; 6,5 y 8%). Cada una de las tres muestras elegidas se dividirá en dos submuestras: a) expeller sin agregado de agua y gomas, y b) expeller con agregado de agua y gomas. Estas muestras serán sometidas a dos ensayos diferentes: determinación de curvas de contenido de humedad de equilibrio y ensayos generales de almacenamiento.

Los ensayos generales de almacenamiento se realizarán por triplicado y se considerarán tres porcentajes de humedad (6, 9 y 12%), dos temperaturas (20 y 30°C) y con o sin hermeticidad de gases (representando el almacenamiento en silo-bolsas y almacenamiento convencional).

Para determinar los efectos de los diferentes tratamientos de almacenamiento las mediciones en los parámetros definidos en la primera etapa serán realizadas en el expeller de soja antes de almacenarlo y durante el almacenamiento, cada 7 días durante el primer mes y cada 15 días el segundo y tercer mes.

Los resultados serán analizados en esta etapa mediante un análisis multifactorial utilizando la plataforma estadística "R".

Tercera etapa: Desarrollo de un modelo de simulación de la calidad del expeller de soja durante el almacenamiento.

Al determinar las variables que afectan significativamente la calidad del expeller de soja durante el almacenamiento (ej.: condiciones iniciales del grano, región, temperatura, humedad de almacenamiento, entre otras), y habiendo caracterizado el subproducto en cuestión, se procederá a realizar un modelo de almacenamiento seguro para el expeller de soja. Esta herramienta permitirá estimar la humedad y el tiempo de almacenamiento seguro, con el fin de evitar la pérdida en la calidad.

La información generada en el presente proyecto será ampliamente difundida a las cámaras del sector de EP y al público general en interacción con el servicio de extensión y transferencia del INTA.

- 6) Cronograma mensual de actividades a desarrollar en el período de la beca:
- A) Selección de zonas de muestreo y toma de muestras de granos y expeller de soja, de acuerdo con las especificaciones realizadas en la Primera Etapa de la metodología.
 - B) Revisión bibliográfica.
 - C) Acondicionamiento de las muestras.
 - D) Caracterización general de granos y expeller de soja.
 - E) Selección de parámetros de calidad.
 - F) Análisis estadístico de resultados: análisis de regresión y correlación entre los diferentes parámetros, zonas de producción, y demás variables.

- G) Evaluación del efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad del expeller de soja.
- H) Análisis estadístico de resultados.
- I) Desarrollo de un modelo de simulación de la calidad del expeller de soja durante el almacenamiento.
- J) Escritura de informe.
- K) Difusión de los resultados obtenidos: formulación de material para extensión y transferencia.

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A	X	X										
B	X	X	X	X								
C			X	X	X							
D				X	X	X	X					
E							X					
F								X	X			
G										X	X	X
H	X	X										
I		X	X									
J				X	X	X						
K						X	X	X	X	X		
										X	X	X

7) Bibliografía:

1. ACSOJA. 2013. Asociación de la cadena de la soja Argentina. [en línea] <<http://www.acsoja.org.ar/>> [consulta: febrero 2013].
2. ALIMENTOS ARGENTINOS. 2012. Oleaginosas. Informe sectorial de las cadenas de origen agrícola y forestal N°9. [en línea] <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aceites/Informes/sector/Info_olea_2012_08Ago.pdf> [consulta: febrero 2013].
3. BRAGACHINI, M., CASINI, C., SAAVEDRA, A., MÉNDEZ, J., DE CARLI, R., BEHR, E., ERRASQUIN, L., USTARROZ, F., BRAGACHINI, M., URRETS ZAVALÍA, G., FORQUETA, E. y ALLADIO, M. 2012. Cadena de la soja. En: Evolución del sistema productivo agropecuario argentino. Actualización técnica N° 73. pp. 30-42. [en línea] <<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/pdfs/EvolSistemaProdAgropArgentino2011.asp>> [consulta: febrero 2013].
4. CASTELLANO, A. y GOIZUETA, M. E. 2011. Agregado de valor en la cadena de la soja: alternativa de upgrading para productores primarios. [en línea] <<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/agoindustrializacion/Agregado-Valor-Cadena-Soja-Upgrading.pdf>> [consulta: febrero 2013].

5. CROWE, T. W., JOHNSON, L. A. y WANG, T. 2011. Caracterización de harinas de soja obtenidas por extrusado-prensado. Aceites & Grasas. Tomo XXI. Vol. 2. Año 21. Número 83. pp. 262-268.
6. GALLARDO, M. 2008. Soja: harinas de extracción para la alimentación de ganado. Un análisis de las cualidades nutricionales de los diferentes tipos, de acuerdo al método de extracción utilizado. [en línea] <http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/12-soja.pdf> [consulta: febrero 2013].
7. INTA INFORMA. 2011. Expeller de soja: valor agregado y calidad. [en línea] <<http://intainforma.inta.gov.ar/?p=4173>> [consulta: febrero 2013].
8. INTA PRECOP. 2013. Estado de la situación y propuestas de mejora de las Pymes industriales de extrusado-prensado de soja. [en línea] <<http://www.cosechaypostcosecha.org/>> [consulta: febrero 2013].
9. INTI. 2010. Ensayo interlaboratorio: parámetros de calidad en expeller de soja. [en línea] <<http://www.inti.gob.ar/interlaboratorios/informes/2010/alimentos/InformeFinal-ParametrosCalidadExpellerSoja-2010.pdf>> [consulta: febrero 2013].
10. KARR-LILIENTHAL, L. K., BAUER, L. L., UTTERBACK, P. L., ZINN, K. E., FRAZIER, R. L., PARSONS, C. M. y FAHEY, G. C. 2006. Chemical composition and nutritional quality of soybean meals prepared by extruder/expeller processing for use in poultry diets. Journal Agric. Food Chem. 54(21):8108-8114.
11. MENDEZ, J. M., COVACEVICH, M., CAPURRO, J., BRAGACHINI, M. A., CASINI, C. y SAAVEDRA, A. 2011. Procesamiento del grano de soja en la provincia de Santa Fe mediante extrusado y prensado: una alternativa para el agregado de valor en origen. Aceites & Grasas. Tomo XXI. Vol. 2. Año 21. Número 83. Pp. 254-258.
12. MINAGRI. 2011. PEA2 Argentina Líder Agroalimentario. Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. [en línea] <<http://64.76.123.202/site/areas/PEA2/24-Argentina%20Lider%20Agroalimentario/index.php>> [consulta: febrero 2013].
13. MINAGRI. 2013. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. Estimaciones agrícolas: enero 2013. [en línea] <<http://www.minagri.gob.ar/>> [consulta: febrero 2013].
14. SWIATKIEWICZ, S., KORELESKI, J. y ARCZEWSKA-WLOSEK, A. 2010. Egg performance, egg quality, and nutrient utilization in laying hens fed diets with different levels of rapeseed expeller cake. Agricultural and Food Science. 19(3):233-239.

8) Vinculación del plan de trabajo con otros proyectos de investigación en ejecución en el mismo lugar de trabajo:

Este trabajo se vincula y llevará a cabo con recursos financieros del Proyecto de Eficiencia de Cosecha, Postcosecha de Granos y Agroindustria en Origen (PRECOP) de INTA. La coordinación de este proyecto está radicada en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce, donde se llevan adelante numerosas líneas de investigación referentes a mejorar la eficiencia de secado y la conservación de la calidad de los granos en la poscosecha.

Lugar de trabajo:

9) Identificación del lugar donde se realizará el plan de trabajo:

Laboratorio y oficinas del grupo de Poscosecha de Granos y el Laboratorio de Calidad de Granos y Aceites, ubicados en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce. Ruta 226 km 73,5.

10) Descripción de la infraestructura y servicios disponibles en relación a los requerimientos del plan de trabajo:

El Laboratorio y oficinas del grupo de Poscosecha de Granos y el Laboratorio de Calidad de Granos y Aceites, ubicados en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce,

cuentan con la infraestructura, servicios y equipamientos/instrumental necesario para la aplicación de los tratamientos y desarrollo de todas las determinaciones mencionadas. Los equipos más importantes que se utilizarán durante el desarrollo del trabajo propuesto son: MNR (resonancia magnética nuclear), cromatógrafo gaseoso, equipamiento para realizar extracciones de aceite mediante soxhlets, entre otros. Todas las determinaciones propuestas ya han sido puestas a punto y son actividades de rutina en los mencionados laboratorios.

3. OTROS DATOS (Completar lo que corresponda)

BECA DE ESTUDIO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:* 01/04/2014

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

BECA DE PERFECCIONAMIENTO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:*

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

4. INSTITUCIÓN DONDE DESARROLLA LOS TRABAJOS

Universidad y/o Centro:

Facultad:

Departamento: Agronomía

Cátedra:

Otros: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Balcarce

Dirección: Calle: Ruta 226 km 73,5 *Nº:* s/n

Localidad: Balcarce *CP:* 7620 *Tel:* (02266)439100

5. DIRECTOR DE BECA

Apellido y Nombres: Bartosik Ricardo Enrique

Dirección Particular: Calle: Ruta 226 km 73,5 *Nº:* s/n

Localidad: Balcarce *CP:* 7620 *Tel:* (2266)439100

Dirección electrónica: bartosik.ricardo@inta.gob.ar

6. EXPOSICIÓN SINTÉTICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO. (Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material).

Objetivos generales planteados:

Selección de industrias de extrusado-prensado (EP)

De acuerdo con lo planteado en el Plan de trabajo propuesto, se seleccionaron para la toma de muestras tres Pymes con producción de expeller por EP de granos de soja de dos zonas de producción (Zona Buenos Aires Sur, incluyendo las ciudades de Balcarce y González Chávez, y Zona sur de Córdoba, en la ciudad de Ordoñez). El motivo por el cual no se procedió a realizar el resto de los muestreos durante el primer año de beca (abril 2014 - marzo 2015) en Pymes de diferentes zonas, fue por cuestiones operativas y falta de presupuesto para realizar los viajes previstos y planteados con anterioridad. A

partir de abril de 2015 se procederá a completar la caracterización del expeller de diferentes plantas de EP, cuando además la disponibilidad de soja para procesar será mayor. Por lo tanto, en este período sólo fueron seleccionadas tres (3) Pymes (P1, P2 y P3) en las zonas de producción especificada. Dichas pymes fueron seleccionadas de acuerdo a condiciones de producción similar y por lo tanto se asumirá que dicha producción es similar. Se tomaron en cada una de las Pymes, 3 muestras de granos de soja (G1, G2 y G3) de aproximadamente 1kg cada una y 3 muestras de expeller (E1, E2 y E3) de aproximadamente 18kg. Para el caso particular de P1 se realizaron 7 muestreos a diferentes intervalos de tiempo (de las 7 muestras se utilizarán 4 para poner a punto las diferentes metodologías para realizar la caracterización y 3 para realizar las determinaciones correspondientes). Para P2 y P3 se realizaron 3 muestreos, uno por día, durante tres días consecutivos.

Durante el relevamiento y la selección de las industrias de EP, se observó que en muchos casos existe falta de información respecto de la diferenciación de productos para generar valor agregado y la falta de condiciones de higiene y seguridad para llevar a cabo por ejemplo la producción de productos para consumo humano. Se detectó en las industrias de EP la necesidad de realizar un folleto con información importante y asesoramiento respecto de los puntos más relevantes a considerar si desean orientar su producción de feed (alimentos balanceados) a food (alimentos para consumo humano).

Protocolo de Ensayo.

En el marco de las actividades a desarrollar durante la Beca y previo al comienzo de los muestreos, se realizó una revisión bibliográfica de las técnicas utilizadas en cada uno de los análisis planteados en el plan de trabajo. Luego de la revisión y de realizar consultas con personal idóneo en cada uno de las áreas a trabajar, se procedió a realizar un protocolo de ensayo seleccionando las técnicas más apropiadas, no solo de acuerdo a la eficiencia en las mediciones, sino también de acuerdo a las posibilidades de llevarlas a cabo.

Se adjunta copia de protocolo (ver sección "ANEXO: Protocolo de ensayo")

Primera etapa: Caracterización de granos y expeller de soja.

1) Caracterizar física, química y microbiológicamente granos y expeller de soja proveniente de distintas industrias y zonas de producción.

En todas las muestras se analizaron los siguientes parámetros:

- Contenido de humedad en granos y expeller de soja (por método directo)
- Contenido de humedad de grano individual de soja
- Porcentaje de aceite en grano y expeller de soja
- Índice de acidez del aceite residual del expeller de soja
- Porcentaje de proteínas de grano y expeller de soja
- Actividad ureásica
- Peso hectolítrico del expeller de soja con dos instrumentos de medición
- Ángulo de reposo del expeller de soja con dos estructuras de diferente capacidad
- Ángulo efectivo de fricción interna

En todas las muestras, no se pudieron realizar las siguientes determinaciones:

- Granulometría del expeller de soja
- Índice de peróxidos (índice de peróxidos e índice de anisidina (determinación no presentada inicialmente en el proyecto) son determinaciones muy costosas que se decidieron realizar sólo cuando las muestras presentaran un alto índice de acidez)

- Composición ácida (se decidió en base a asesoramiento y búsqueda bibliográfica no realizar esta determinación, ya que no se cuenta con los patrones necesarios y el aceite residual tiene igual composición que el aceite extraído)

En todas las muestras, se están realizando las siguientes determinaciones:

- Ensayos microbiológicos en expeller de soja, entre otras (en el "Protocolo de ensayo para determinaciones y caracterización: granos y expeller de soja", donde están detalladas todas las técnicas utilizadas en el desarrollo de cada uno de los análisis, se detallan las determinaciones que se decidieron incorporar en una cuarta etapa, donde se analizarán las propiedades funcionales de las proteínas y el efecto del acondicionamiento previo sobre las mismas, esto se realizará en el marco de otra beca).

En todas las muestras, se incorporaron las siguientes determinaciones:

- Contenido de humedad en granos y expeller de soja (por método indirecto)
- Contenido de cenizas del expeller de soja
- Solubilidad de proteína bruta en Hidróxido de Potasio

Segunda etapa: Evaluación del efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad del expeller de soja.

2) Determinar las curvas de humedad de equilibrio del expeller de soja.

Las curvas de humedad de equilibrio no se pudieron realizar ya que durante su utilización durante otro ensayo, la cámara de ciclado de temperatura tuvo un desperfecto eléctrico, que la dejó permanentemente inhabilitada para su uso. El sistema de ciclado de la temperatura dejó de funcionar y por lo tanto sólo se pudieron determinar las curvas de humedad de equilibrio a temperatura ambiente.

Dada esta problemática y la necesidad de realizar este y otros ensayos, se mandó a construir una nueva cámara, pero la misma estará a disposición para el segundo semestre del 2015. Con la nueva cámara se continuarán los ensayos de contenido de humedad de equilibrio.

Se adjuntan las IMÁGENES 1 del anexo (ver sección "ANEXO: Imágenes") fotografías de la cámara dañada.

3) Determinar los parámetros de calidad que se ven afectados durante el almacenamiento del expeller de soja.

El ensayo de almacenamiento se postergó por falta de poroto de soja en la industria de extrusado-prensado para procesar. El mismo comenzará luego de la cosecha donde esta situación no será una problemática.

Tercera etapa: Desarrollo de un modelo de simulación de la calidad del expeller de soja durante el almacenamiento.

4) Desarrollar un modelo para estimar las condiciones y tiempo de almacenamiento seguro de acuerdo a la composición y características del expeller de soja.

Etapa planteada para el segundo año de beca. No se llegó a realizar en el primer año.

Resultados preliminares obtenidos:

Primera etapa: Caracterización de granos y expeller de soja.

Estos resultados se presentan sin realizar el análisis estadístico correspondiente, ya que faltan recibir muestras programadas y finalizar los ensayos microbiológicos para completar la caracterización.

Todas las metodologías se detallaron previamente en el protocolo de ensayo (ver sección "ANEXO: Protocolo de ensayo").

1) Curva de cinética de secado del expeller de soja

Se realizó la curva de cinética de secado del expeller de soja para determinar el tiempo de secado apropiado para determinar el contenido de humedad (CH) este subproducto. Dicha curva se realizó ya que la norma ASAE S352.2 (2003), no brinda dicha información para el expeller de soja. Se decidió para ello realizar el secado bajo las condiciones que la norma mencionada establece para el poroto de soja.

En la TABLA 1 del anexo (ver sección "ANEXO: Tablas") se muestra el descenso de peso de la masa de expeller sometida al proceso de secado en estufa con circulación de aire forzado a 103°C hasta peso constante o hasta cumplir las 72hs (para evitar la pérdida de compuestos volátiles que puedan verse afectados por un mayor tiempo de exposición a las altas temperaturas). Para realizar la cinética se utilizó la muestra E-001.

En la FIGURA 1 del anexo (ver sección "ANEXO: Figuras") se muestra la curva correspondiente para las cuatro repeticiones realizadas. Si bien se observa una tendencia a estabilizar el descenso de peso entre las 52 y 56 horas, se decidió realizar el secado bajo las mismas condiciones que establece la norma para el poroto de soja (72hs a 103°C).

2) Contenido de humedad de grano individual de poroto de soja

En la TABLA 2 del anexo se muestran los valores del CH de grano individual de poroto de soja para las muestras S-002 a S-008. Se realizó solo en dichas muestras ya que estas fueron tomadas en la ciudad de Balcarce y fueron procesadas el mismo día, pocas horas después. En el resto de los casos, la muestra fue transportada a la EEA INTA Balcarce tres días después de la toma (se realizó un muestreo tres días consecutivos), con lo cual no tiene sentido medir el CH de grano individual, ya que transcurrió tiempo suficiente para que logran estabilizarse.

3) Contenido de humedad de poroto de soja (método de estufa y humidímetro de capacitancia)

En las TABLAS 3 y 4 del anexo, se muestran el CH de la masa de granos medidas con humidímetro de capacitancia (Dackey John) y en estufa con circulación de aire forzado, de acuerdo con lo establecido en la norma ASAE S352.2 (2003).

4) Contenido de humedad de expeller de soja

Los CH de las muestras de expeller de soja (desde E-002 a E014) se determinaron por cuadruplicado y se muestran en la TABLA 5 del anexo.

5) Ángulo de reposo de expeller de soja (resultados con ambas metodologías) y peso hectolítrico del expeller de soja (resultados con ambas metodologías)

Para realizar estas determinaciones se diseñaron dos estructuras para medir ángulo de reposo (con diferentes dimensiones) y una estructura similar a la balanza de Shopper pero con dimensiones mayores (dadas las características del material). Dichas estructuras de medición se muestran en las IMÁGENES 2 del anexo.

Ambas determinaciones se muestran en la TABLA 6 del anexo, indicando en cada caso la metodología utilizada. Estas mediciones se realizaron para las muestras de expeller de E-002 a E-014.

6) Curva de cinética de extracción de aceite

El expeller de soja, subproducto de la extracción por extrusado-prensado del poroto de soja, presenta bajo condiciones óptimas de procesamiento entre 5 y 8% de aceite residual en su composición. Sin embargo como las industrias no trabajan bajo las mismas condiciones (existen muchas variables que no se mantienen constantes) el contenido de aceite residual es muy variable. Debido a esto, y a que no se ha encontrado información respecto del tiempo total en que debe realizarse la extracción del mismo mediante el método de Soxhlet, se decidió realizar una curva de cinética de extracción del aceite residual.

La extracción es necesaria para obtener el aceite y poder realizar la medición del índice de acidez del mismo. Al conocer la curva, se pudo estimar cual es el tiempo que permite realizar una extracción eficiente, el número de Soxhlet necesarios de cada muestra para obtener el volumen de aceite necesario para la determinación mencionada, y permitió por lo tanto, reducir los costos de solvente para realizar la extracción y de Nitrógeno gaseoso necesarios para acondicionar los aceites.

En la TABLA 7 y 8 del anexo se muestran los pesos de los balones con la masa de aceite extraída en cada Soxhlet durante diferentes tiempos de extracción, para las muestras E-005 (por duplicado) y E-003 (por triplicado), respectivamente. Además se muestran las curvas de cinética de extracción en las FIGURAS 2 y 3.

En base a esto se decidió realizar las posteriores extracciones durante tres horas bajo las condiciones establecidas en el protocolo de ensayo.

7) Extracción de aceite y determinación del índice de acidez

En la TABLA 9 se muestran los resultados de acidez de las muestras E-002 a E-014, luego de haber realizado la extracción de aceite por Soxhlet y la evaporación del hexano (primero con rota vapor y luego con Nitrógeno gaseoso). Para realizar la determinación se utilizaron dos soluciones de NaOH (aprox. 0.01 y 0.1N) que previamente fueron estandarizadas con Biftalato de Potasio para conocer la concentración exacta.

8) Determinación por NIR de: contenido de humedad (base seca), contenido de proteínas (base seca), contenido de aceite (base seca), actividad ureásica, contenido de cenizas (base seca) y solubilidad de proteína bruta (base seca)

En la TABLA 10 se muestran juntas todas las determinaciones realizadas utilizando un NIR FOSS 2500, para todas las muestras de expeller desde E-002 a E-014.

9) Ensayos microbiológicos en expeller de soja

Se prepararon dos medios de cultivo: agar nutritivo (APG) y agar dicloranfenicol con 18% de glicerol (DG18). Además se preparó agua de peptona (AP) para realizar las diluciones a sembrar (en botellas y tubos). En todos los casos se esterilizó con autoclave a 120°C durante 15 minutos.

Se disolvió la muestra E-002 repetición 1 para hacer una siembra preliminar y evaluar el número de diluciones necesarias. Se sembraron la solución madre (10-1) y las diluciones 10-2 y 10-3. En las IMÁGENES 3 del anexo que se muestran a continuación, se pueden observar los resultados. A partir de esto se decidió utilizar sólo el medio APG y hacer solo las diluciones 10-1 y 10-2. En el caso de los ensayos de almacenamiento se realizarán más diluciones, pero para la caracterización es suficiente.

Segunda etapa: Evaluación del efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad del expeller de soja.

10) Determinar las curvas de humedad de equilibrio del expeller de soja

Se realizaron determinaciones previas a la realización de las curvas de contenido de humedad de equilibrio (CHE). En la TABLA 12 se muestran los valores promedios en el

período de estabilización, del CHE y de temperatura. Se utilizaron en este ensayo preliminar dos muestras de expeller con diferente contenido de humedad y de aceite. Se utilizaron en esta oportunidad sensores de humedad relativa y temperatura IButtons.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS O PUBLICADOS EN EL PERIODO.

7.1. PUBLICACIONES. Debe hacerse referencia, exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se halla hecho explícita mención de su calidad de Becario de la CIC. (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha aclaración no debe ser adjuntada. Indicar el nombre de los autores de cada trabajo, en el mismo orden que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde; asignándole a cada uno un número. En cada trabajo que el investigador presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación.

7.2. PUBLICACIONES EN PRENSA. (Aceptados para su publicación. Acompañar copia de cada uno de los trabajos y comprobante de aceptación, indicando lugar a que ha sido remitido. Ver punto 7.1.)

1) Maciel, G., D. de la Torre, N. Izquierdo, G. Cendoya and R. Bartosik. 2015. Effect of oil content of sunflower seeds on the equilibrium moisture relationship and the safe storage condition. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 17(2).

El trabajo se publicará en *CIGR Journal* a fines del mes de Junio de 2015. El número de identificación es 3269. Se anexa una copia del mismo y una copia de los correos recibidos por el editor donde brinda dicha información.

7.3. PUBLICACIONES ENVIADAS Y AUN NO ACEPTADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar copia de cada uno de los trabajos. Ver punto 7.1.)

7.4. PUBLICACIONES TERMINADAS Y AUN NO ENVIADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar resúmenes de no más de 200 palabras)

7.5. COMUNICACIONES. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores)

7.6. TRABAJOS EN REALIZACIÓN. (Indicar en forma breve el estado en que se encuentran)

1) Maciel, G.; de la Torre, D.A.; Bartosik, R.E.; Cendoya, M.G. EMC/ERH single model for sunflower seeds with different oil contents.

El trabajo esta en la etapa final de la escritura, pronto será enviado al resto de los autores para ser revisado.

8. OTROS TRABAJOS REALIZADOS. (Publicaciones de divulgación, textos, etc.)

8.1. DOCENCIA

1)- Realización de material de consulta para cátedra de Calidad y Tecnología de Granos y Productos Derivados. Título: **OBTENCIÓN DE GRASAS Y ACEITES VEGETALES (39pp)**. El material incluye información general y específica de cada una de las etapas del procesamiento para la obtención de aceites y grasas de diferentes oleaginosas y del proceso de refinación, con imágenes ilustrativas de dichos procesos. El material se realizó a partir de una completa búsqueda bibliográfica y de material previo desarrollado por la cátedra años atrás.

Autores: Nolasco, Susana, Izquierdo, Natalia y Maciel, Gisele.

Dicho apunte se encuentra en revisión.

2)- Actualización de información y dictado de clase para la cátedra de Evaluación Sensorial de Alimentos. Título: IMPORTANCIA DEL COLOR Y SU MEDICIÓN EN LA CALIDAD DE ALIMENTOS (35 diapositivas). Se realizó a partir del material existente en la cátedra, una actualización y ampliación en la temática abordada. Se mejoró la explicación del principio de tricromaticidad y de los mecanismos de percepción del color y se actualizaron las problemáticas que puede generar el enmascarar una mala calidad con el uso de colorantes, de los desafíos que surgen constantemente en la industria de alimentos, de los instrumentos de medición utilizados en la actualidad en investigación y en la industria, a partir de una búsqueda de material científico de divulgación y de estudios realizados en consumidores.

3)- Actualización de información y dictado de clase para la cátedra de Calidad y Tecnología de Granos y Productos Derivados. Título: SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE POR EXTRUSADO-PRENSADO (18 diapositivas). Se realizó a partir del material existente en la cátedra, una actualización y ampliación en la temática abordada. Se mejoró la explicación del proceso y las condiciones óptimas para la extracción, luego de una completa revisión bibliográfica y en base a lo observado en plantas visitadas.

8.2. DIVULGACIÓN

8.3. OTROS

9. ASISTENCIA A REUNIONES CIENTÍFICAS. (Se indicará la denominación, lugar y fecha de realización y títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas)

1)- Participación en carácter de Asistente en la "5° Jornada Nacional de Forrajes Conservados", llevada a cabo los días 9 y 10 de abril de 2014 en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, Pcia. Córdoba, Argentina.

2)- Participación en carácter de Asistente en el "V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC 2014)" llevado a cabo los días 17, 18 y 19 de noviembre de 2014 en la ciudad de Córdoba, Argentina.

10. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. (Señalar características del curso o motivo del viaje, duración, instituciones visitadas y si se realizó algún entrenamiento)

1)- Realización de curso de posgrado en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. Métodos Estadísticos I. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. Finalizado, abril 2014. Duración: 48 horas. Calificación 7 (siete).-

2)- Realización de curso de posgrado en la Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. Diseño Experimental I. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. Finalizado, julio 2014. Duración: 30 horas. Calificación 7 (siete).-

11. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO

12. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO

1)- Desde 01/04/14 hasta 28/02/2015 Auxiliar adscripta de las cátedras Calidad y Tecnología de Granos y Productos derivados y Evaluación Sensorial de Alimentos, de la carrera Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Ciclo lectivo 2014. OCA: 575/14.-

13. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES (Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período)

1) Participación en carácter de "organización" del 1° Congreso Internacional de Silo Bolsa, llevado a cabo los días 13 al 16 de octubre del 2014, Mar del Plata/Balcarce. Actividades realizadas: Organización-coordinación operativa de dos talleres temáticos, organización del material a presentar en dos talleres temáticos, acreditación y control de pago de inscripciones de los asistentes, guía de grupo durante la salida a campo.

2) Inscripción y aceptación a la carrera: "Doctorado de la Universidad Nacional de Quilmes en Ciencia y Tecnología" (se adjunta copia de la constancia de aceptación).

Título de tesis a realizar es "Acondicionamiento del grano de soja, eficiencia de extracción de aceite y calidad del producto extrusado" y se realizará bajo la Dirección del Dr. (Ph) Ricardo Enrique Bartosik y bajo la Co-Dirección del Dr. Jorge Ricardo Wagner.

Se presentaron dos cursos de posgrado realizados y se aprobaron como equivalencia para el curso obligatorio "Diseño de experimentos".

3) Las actividades aún no realizadas se continuarán en el marco de una BECA INTERNA DOCTORAL otorgada por CONICET a los 11 días del mes de diciembre del 2014, Resolución D N° 4817, por 60 meses a partir del 1° de abril de 2015 (se adjunta copia).

El proyecto de beca se titula "Acondicionamiento del grano de soja, eficiencia de extracción de aceite y calidad del producto extrusado" y se llevará a cabo bajo la Dirección del Dr. (Ph) Ricardo Enrique Bartosik y bajo la Co-Dirección del Dr. Jorge Ricardo Wagner.

Es por esta razón que se decidió no realizar el pedido de prórroga para el segundo año de Beca.

14. TÍTULO DEL PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PERIODO DE PRORROGA O DE CAMBIO DE CATEGORÍA (Deberá indicarse claramente las acciones a desarrollar)

Condiciones de Presentación

A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Becario, la que deberá incluir:

- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
- b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
- c. Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

Nota: El Becario que desee ser considerado a los fines de una prórroga, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.

.....
Firma del Director

.....
Firma del Becario