

MODERADOR

Ing. Armando Casalins, Centro de Acopiadores

Calidad en Almacenaje y Acopio

DISERTANTE

Ing. Carlos Caruso*

Usualmente uno dice: soy productor rural, o industrial, o refinador, “...me pregunto: tiene sentido ser una parte del proceso?”

Me gustaría compartir con ustedes el ejercicio de definir la interrelación de cada etapa y cómo afecta esta a la etapa siguiente, en definitiva cuál es el objetivo final, obtener aceite comestible de girasol.

El productor de semilla de siembra, llamado semillero, conoce perfectamente cómo afectará la calidad de sus productos la etapa posterior, si los resultados son malos se verá afectado en la próxima campaña. Conoce el productor rural ¿cómo afectará a la próxima etapa productiva?, en particular tengo algunas dudas y voy a tratar de disiparlas.

En el momento de la cosecha existe quien realiza un control estricto y la ejecuta en forma selectiva, de acuerdo a las malezas y a la humedad de cultivo, estos son los menos y quizá poco se puede hacer al respecto; de todas formas el acopiador conoce la semilla que está recibiendo, pero en lugar de secar aquellos lotes con exceso de humedad usualmente los mezcla con otro más seco, para tener un producto final libre de descuento pero totalmente heterogéneo.

En los procesos industriales, la semilla es muestreada, analizada y secada para ajustar la humedad a la requerida en el proceso de descascarado, como el conjunto recibido está formado por una mezcla con distintas humedades, algunas semillas se sobresecarán quedando otras con excesiva humedad.

Un inadecuado registro de los basculantes de la secadora, también producirá efecto

* *Ingeniero Químico.*
Gerente Industrial de Oleaginosa Moreno Hnos.
Contacto: granos@elsitio.net

indeseable, una de las columnas trabaja a una velocidad diferencial con respecto a la otra, se sobreseca y subseca al mismo tiempo.

El exceso de humedad produce un mal descascarado y en efecto producirá un material pulverulento, la materia grasa en la cáscara tendrá como mínimo el valor botánico y como máximo tres o más puntos de este valor. Usualmente se remueve 12% de cáscara para la producción de harina de girasol de calidad común y hasta 22% para la producción de harinas de alta calidad proteica; la pérdida de materia grasa en cáscara, significa un costo industrial de entre 2 y 4 dólares por tonelada de semilla. El polvo generado por un sobresecado puede ser recuperado con el empleo de limpiadoras de cáscara, este polvo está formado por pequeñas partículas de cáscara con pepa adherida o polvo de pepa, estimaré el contenido de materia grasa en 0.5%, esto se traduce en una pérdida de 0.3 y 0.6 dólares por tonelada de semilla.

Quisiera compartir una experiencia personal, hace unos años cuando iniciamos el proceso de harinas de alta proteína, encontramos partidas difíciles de descascarar y no hallábamos relación con la humedad de recibo: se detectaba un olor característico de la semilla ardiendo y en ocasiones, la cáscara tenía adherencia de color más oscuro, una vez detectado el origen de la semilla, realicé una visita al acopiador, éste me informó que no tenía secadora y que no la necesitaba, luego descubrí que poseía un galpón con aireación y me comentó el procedimiento empleado: primero llenaba el galpón con semilla húmeda, luego esperaba que suba la temperatura y cuando alcanzaba los 65° C encendía los ventiladores, con este método secaba la semilla recibida hasta con 18% de humedad, imagínense que si la concentración de la semilla se altera con la humedad o con la temperatura, bajo estas condiciones se afectaba el color final y la estabilidad oscilativa del aceite.

¿Qué sucede cuando procesamos esta semilla?, simplemente se comporta como una semilla maltratada. Su historia permanece en la semilla misma, al descascararla encontramos una dificultad adicional, la acidez usualmente se incrementó y su estabilidad se encuentra deteriorada, esto es difícil de detectar, lo sabré una vez finalizada la etapa de refinación del aceite, el acopiador entendió el problema que generaba y cambió el procedimiento.

Analicemos la incidencia de la acidez de la semilla: una elevada acidez ya de por sí es un índice del deterioro general de la semilla, la evaluación del costo de refinación vinculado con la acidez nos indica que estequiométricamente entre 1 y 2 % de la acidez generará una merma total considerando fosfátidos, ceras color e impurezas entre 4 y 5 % del aceite refinado. Estas mermas teóricas, en la práctica significan una pérdida de entre 9 y 12 US\$ por tonelada de semilla.

Es usual que el productor industrial trate de mezclar aceites con distinta acidez para alcanzar un valor final que evite el pago de multa, esta práctica no es tan peligrosa, lo grave sería un neutralizado parcial del aceite y luego entregarlo como aceite de baja acidez; este neutralizado parcial genera inconvenientes en el momento del refinado, es muy difícil la eliminación de los fosfolípidos y en este caso hay que apelar a tratamientos energéticos y a la aditivación de humectantes específicos, este costo es mucho mayor que lo imaginable, puesto que aparece sin aviso y obliga a un doble tratamiento.

En algunos casos, esto afecta el proceso de neutralizado en frío y genera nubes de ceras

y rechazo del aceite una vez terminado. Si tengo que evaluar esta pérdida generada en una neutralización parcial diría que oscila entre 1 y 5% sobre el aceite procesado o entre 2 y 12 U\$S por tonelada de semilla.

He participado en el marketing técnico abriendo mercados, en donde el aceite de girasol no era conocido o las experiencias eran negativas, en algunos casos, el prejuicio había sido generado por una mala aplicación tecnológica o falta de experiencia, pero lo más desagradable fue reconocer que la peor publicidad que teníamos era un producto que aparentemente había producido un beneficio temporal al producir un aceite crudo de difícil refinación.

Vamos a seguir analizando los costos generales por malas prácticas operativas, un incremento del color del aceite demandará un proceso de blanqueo, para ello se emplean tierras decolorantes, en esta etapa también se pierde parte del aceite refinado, el costo operativo incluyendo mermas, lo podemos estimar en 3 U\$S por tonelada de semilla, debo mencionar que estos valores no incluyen el costo de disposición de tierra usada, ni mayor gasto en tratamientos de efluentes líquidos contaminados con materia grasa.

En la etapa de obtención de aceite crudo deben evitarse errores operativos que atenten contra la calidad final, esto puede ser generado por el sobrecalentamiento en la etapa de prensado de la semilla, o durante la destilación en la etapa de extracción por solvente; el sobrecalentamiento deteriorará el aceite, forzando un sobreblanqueo. Otra fuente de perturbación es la presencia de cuerpos extraños, estos contienen alta acidez y pigmentos impropios del girasol, al ser extraídos por solventes, pueden generar colores no deseados, el no eliminarlos forzará el tratamiento adecuado en la refinería, entre los cuerpos extraños los más dañinos son aquellos que incluyen semillas verdes o de otros cultivos que aportan clorofila.

La semilla de girasol contiene ceras, éstas se encuentran mayoritariamente en la cáscara y durante el descascarado es factible su reducción, el contenido de ceras en aceite crudo oscila entre 1.000 y 2.000 partes por millón, un intenso descascarado y un adecuado decantado en tanque ha permitido obtener aceites con contenidos inferiores a 300 partes por millón de cera, esta reducción representa un ahorro de 4 U\$S por tonelada de semilla.

En la refinería el descerado del aceite crudo se realiza por centrifugación a temperatura adecuada, o bien filtrando al aceite luego de un período de cristalización a baja temperatura.

Pasaré a comentarles un par de experiencias, hace un tiempo recibí una solicitud para producir aceite descerado, cuando estudiamos el proyecto nos dimos cuenta que era muy difícil obtener un producto final de calidad, dado que perdíamos la estabilidad; en otra ocasión recibimos una consulta respecto de la influencia que podía tener la obtención de aceite crudo con la estabilidad final y luego de un estudio descubrimos que el problema del comprador había sido producto de un mal transporte de un aceite semirefinado; en ambos casos lo más recomendable es rechazar la posibilidad de ofrecer un producto que no va a cumplir con el objetivo final, pues se terminaría perdiendo un

mercado potencial.

Otro punto a tener en cuenta es el control de proceso en sí, donde es necesario estar al tanto de no producir sobrecalentamiento.

Respecto a las harinas, quisiera comentarles que con la extracción de cáscara hasta un 22% se ha conseguido un desarrollo de harinas de elevado valor proteico y de baja fibra, con este producto se cubrió la demanda de un mercado que estaba ávido de harinas, como el de aves o cerdos de destete.

Operativamente el límite inferior de fibra es impuesto por cuerpos extraños propios del girasol, una optimización de la calidad de la harina, debería incluir la etapa de originación de la semilla, y la reducción de los cuerpos extraños durante la cosecha. También podría decirles que las normas europeas y los sistemas de control de gestión de calidad fijan el cumplimiento del **Certificado de Calidad para Alimentación Animal (Figura 1)** Quality Control of Feed Materials for Animal Feed), gracias a ellos la industria ha corregido las prácticas destinadas a convertir la harina en los receptorios de efluentes líquidos o sólidos, en este momento estas mismas normas europeas obligan a un Certificado de Originación para la Trazabilidad de la semilla y la limitación y rechazo de productos que excedan los límites de determinados elementos no deseados o contaminantes; no nos debemos olvidar que el problema conocido como Encefalopatía Espongiforme Bovina se generó por una falta de cuidado en el origen del alimento de los animales.

Concluyendo, estoy convencido que todos somos productores y que debemos contribuir en este proceso.

FIGURA 1



Pervención de Incendios de Secadoras de Granos

DISERTANTE

Ing. Claudio Estévez*

La idea es explicarles qué hicimos en Molinos Río de la Plata para tratar los inconvenientes que teníamos con los incendios en secadoras, la solución o el punto de partida que encontramos es definir un manejo de los equipos desde el operador, incluyendo el constructor, pasando por los bomberos voluntarios, que muchas veces son los que llegan a la planta y hacen un destroz.

La primera definición es que todas las máquinas se prenden fuego, ya sean secadoras de columna, de caballete o los modelos que hay en el mercado que son modelos mixtos. Otra definición es que con cualquier cereal la máquina se puede prender fuego, con arroz, con maíz, con soja, con girasol. El girasol es un cultivo oleaginoso muy difícil de secar, nosotros hemos secado casi 1 millón de toneladas de girasol usando secadora de caballete que teóricamente son las más complicadas.

Entonces, como consideración general, debemos saber que todas las máquinas se prenden fuego, como consecuencia de esto siempre le echamos la culpa al **operador**, pero a veces los errores provienen del diseño de la máquina, con lo cual tenemos el operador, la **máquina** y el **grano** como las variables que forman parte del problema. Si tenemos una planta donde operamos girasol y al otro día le decimos al operador que tiene que secar soja, la temperatura con la cual se seca la soja es diferente a la del girasol, por lo cual el operador debe poseer adiestramiento. Estas son las causas de incendios, una vez que tenemos definidas las causas, lo que queremos es no tener incendios. Todo aquel que vivió un incendio en la secadora sabe que nos genera un conflicto en la planta que va más allá del incendio, ¿qué pasa con la semilla que se quema?, ¿qué pasa con la semilla que se moja?, ¿cómo queda la máquina?, ¿cómo queda el operador?. Todo esto nos lleva a la necesidad de encontrar protecciones para evitar que ocurran estos incidentes.

* Ingeniero Agrónomo.

Responsable de Acopio de materia prima en Molinos Río de La Plata. Experto en manejo de secadoras de granos.

Contacto: claudio.estevez@molinos.com

Una vez que tenemos el incendio: ¿qué hacemos para apagarlo?. En una reunión que hicimos con operadores y fabricantes se analizaron las causas de incendio y la manera de evitarlos en las secadoras. Queremos tener una máquina segura que acondicione el material, pero que no se prenda fuego.

Causas de incendio

El **producto**: nosotros podemos tener tanto girasol como soja que van a la máquina sin considerar su limpieza, pero luego no limpiamos la máquina. A la larga la máquina se empieza a tapar, empieza a perder rinde y a medida que pierde rinde yo quiero secar, con lo cual aumento la temperatura, es fundamental que el grano que ingrese a la máquina esté limpio, la secadora funciona como una zaranda de limpieza, si le ponemos cuerpos extraños, esto es lo que la máquina tendrá.

La **humedad**: es muy importante que el operador no se desorganice porque en reiteradas ocasiones no tenemos espacio en las plantas de silos y mezclamos semillas de 10, 12, 15 y de 16 % de humedad y después le pedimos al pobre operador que haga magia. Lo ideal es clasificar la semilla para trabajar con un porcentaje de humedad aceptable, para no empezar a levantar la temperatura, para no darle más velocidad al basculante que indefectiblemente termina en un problema de incendio, un carbón, un atoramiento del basculante de la máquina.

El **equipo**: todas las máquinas se prenden fuego, había una teoría generalizada en el país que decía que las secadoras de caballete se prenden fuego, pero si vemos el ranking de los últimos años hay muchas secadoras de columna que se han prendido fuego.

La limpieza en la máquina debe ser programada, las generalidades de lo que hacíamos era limpiar la máquina, cuando la máquina ya no rendía, entonces poníamos la gente a limpiarlas y arrancábamos nuevamente, pero al llegar a cierto punto, en el último tramo la máquina no rendía, entonces había que darle más temperatura y aparecían los focos de temperatura iluminando los incendios.

Accesos: se nos prende fuego una máquina y no tenemos acceso a la misma, lo único que podemos ver es cómo se prende fuego. Muchas veces cuando pedimos el presupuesto para adquirir una máquina, el proveedor nos da la máquina con el control de temperatura, los accesos, la automatización del basculante y nosotros con el “lápiz rojo” empezamos a sacar componentes y terminamos comprando una “caja de zapatos” sin ninguna posibilidad de acceso cuando tengamos un problema de incendio.

El **personal**: que maneja la secadora tiene que ser el personal más idóneo y más experto en lo que es la sección o el sector de acopio de materias primas, generalmente el cuello de botella en las plantas es el secado y cuando estamos tapados de cereal húmedo tenemos un sólo operador de planta, entonces le decimos a ese operador... “trae a algún conocido”... y esa persona generalmente no sabe secar, no tiene experiencia y en 10 minutos aparecen los problemas.

Descuidos: la mayoría de los incendios en plantas o en acopios se dan en el cambio de turno, se dan a la noche o de madrugada. Es evidente que si una persona está recargada en el trabajo de 12 y 15 horas, va a tener sueño y si hay un problema no va a poder actuar como se debe si tenemos un foco de temperatura.

Si se actúa rápidamente en un incendio de una secadora, el mismo no va más allá de un susto.

¿Cuáles son las precauciones que tenemos que tener para que la máquina no se prenda fuego?

La **semilla** tiene que entrar limpia, cualquier equipo limpiador que hay en el mercado sirve para tratar que el cereal entre en la máquina limpio.

En el **equipo**, ¿qué tenemos que pedir?. Es indispensable que tenga **controles de temperatura**, generalmente las máquinas vienen con un control de temperatura en la zona de aire caliente y no sabemos qué es lo que está ocurriendo en la torre, ni cómo está saliendo la temperatura del aire servido, entonces no le podemos pedir al operador que haga magia para saber cómo está la temperatura del grano adentro de la máquina.

Filtros, ¿a qué llamamos filtros?, otra cosa más que viene de fábrica y el “lápiz rojo” hace que lo saquemos. La zona de combustión de la secadora tiene que ser la zona más limpia de la secadora, sino estamos generando chispas que se depositan dentro de los caballetes o entre los pasillos de la máquina.

Facilidad de **accesos y red de incendio**: muchas veces he visto casos en que las máquinas se prenden fuego y quieren agua y no hay agua. Cuando diseñen una máquina no se olviden de la red de incendio, es muy difícil tirar líneas de incendio por más que la máquina tenga un hidrante, lo ideal sería que tenga todo en el recorrido de su altura 4 ó 5 hidrantes para poder acceder ahí con agua, no inundarla, un poco de agua en el momento justo. Han sucedido incendios en horario nocturno y como la persona no tiene ni una linterna, entonces no puede encontrar el foco, como también ha sucedido que muchas veces la soja genera mucho más humo que el girasol, entonces es necesario el equipo autónomo para hacer un casco luminoso y poder ubicar la brasa.

Formas de Combatir un Incendio

Cuando tenemos un incendio en una máquina es recomendable vaciarla, porque muchos de ustedes que manejan máquinas, saben que se apagó pero a las dos horas vuelve a aparecer el fuego.

Lo ideal, si tenemos un foco, es vaciar la máquina, ver dónde se produjo el foco, revisar si hay una obstrucción, si se acumuló cáscara, si hay botellas plásticas de gaseosa (es muy común).

Cuando una secadora se prende fuego nunca hay que vaciarla por el efecto chimenea. Una secadora no se debe vaciar, si no tenemos agua se debe mantener llena (va a humear); nunca se la debe vaciar, no cometan ese error.

El **equipo**: se debe diferenciar la secadora de columna de la secadora de caballete. Todas

las máquinas se prenden fuego, la rutina de control de los sensores es fundamental. Algunas máquinas tienen un sensor de nivel en la tolva superior.

Con respecto al **personal**, es fundamental que esté capacitado. Una práctica que nos dio buenos resultados fue que los bomberos voluntarios del sector donde está el acopio, en cualquier pueblo del interior del país, conozcan cómo funciona la máquina, porque muchas veces llegan los bomberos y no saben como es una secadora. No saben si meter fuego en el quemador o meter arriba, le tenemos que explicar cómo es una secadora de columna, cómo es una secadora de caballete y esta misma gente nos puede dar a nosotros sugerencias de cómo poder operar.

Existen ejemplos de algunas cosas que hicimos y que nos dieron buenos resultados. La cabina del operador está al lado de la secadora y muchas veces el operador está atendiendo la descarga y la zaranda mientras la secadora anda sola, la secadora debe controlarse.

Equipos depuradores para el equipo de limpieza y los accesos: lo ideal es que tenga buenos accesos, por un lado y por el otro y puertas de ingreso a la máquina. Modificar una máquina que no tiene depuradores para adaptárselos es como poner un airbag a un Fiat que no lo tiene. Hay que desmontar todo el panel y representa de un 30 a 40% de lo que vale la máquina nueva, la segunda máquina la compramos con depurador.

El sector de quemadores: tiene que estar limpio, ordenado, tiene que tener el barrido, se le deben hacer controles rutinarios para que no tengan pérdida de gas. Es muy común que cuando nosotros tenemos una máquina haya pérdidas de gas, tenemos que controlar la inyección de aire dentro de la máquina y sobretodo tiene que estar limpio.

Existen otras formas de **acceso** que permiten hacerlo por la parte superior a otros niveles lo que permite evitar complicaciones en caso de fuego.

Cuando mencioné la cámara de combustión, les hablé de los **filtros**, nosotros estamos imponiendo que todas las máquinas trabajen con aire limpio, que no se contamine con el polvillo que vuela en las plantas de acopio, porque sino se genera una corriente de chispas en el interior de la máquina.

Es fundamental un diseño que con un sistema de **control de temperatura**, no solo en los controladores, sino también en el aire servido, en los caballetes y en la columna. Con un panel de control en cada equipo, o con el sensor, el operador puede ver la temperatura de la máquina, puede poner el punto de alarma. Hay operadores más arriesgados que otros, algunos trabajan con 50° C otros 70° C y otros hasta con 90° C, hablando de girasol, pero en la máquina siempre hay puntos más calientes que otros. Si el sistema con el que se trabaja tiene el punto más caliente por la vena de circulación de aire caliente de la máquina, entonces se programa la alarma un poco más baja y se puede observar continuamente el funcionamiento de la máquina adentro. Si el punto de alarma no es respondido por el operador dentro de los dos minutos, automáticamente se baja el fuego y si a los cinco minutos no le respondió corta el fuego.

Manejo y Conservación Post Cosecha de Granos

DISERTANTE

Ing. Domingo Yanucci*

T rataré de resumir una serie de conceptos sobre el manejo y conservación de granos de girasol. Los aspectos de postcosecha empiezan desde el momento que el productor elige lote, define cómo va a controlar las malezas y a medida que nos vamos acercando a las épocas de cosecha todavía se vuelve más importante; entonces sabemos que la humedad óptima de cosecha es superior a la humedad óptima de conservación o a las humedades de comercialización. Sin embargo, es conveniente cosechar en forma anticipada por una serie de razones técnicas que nosotros conocemos, el problema está en que la torta tiene un porcentaje superior de humedad y esto contribuye a una elevada cantidad de materia extraña, en definitiva el productor cosecha, manda el carrito y manda el camión. Uno de los problemas fundamentales es la heterogeneidad de las partidas, es decir en todos los granos es complicado porque se forman capas con distintas humedades, en girasol es peor, esto hace que haya que ser muy cuidadosos a la hora de hacer los muestreos. Hay un concepto fundamental para la cosecha de granos, es que, podemos comercializar en función de condiciones promedio, pero no podemos almacenar en función de condiciones promedio. Los factores de deterioro: la humedad, los microorganismos, los insectos, no están con un humidímetro o con un extractor de muestra o determinando “el promedio es tal, me voy a desarrollar o no”, obviamente que si nosotros estamos recibiendo una partida muy heterogénea, esos factores de deterioro van a incidir allá donde estén las condiciones adecuadas para ello; entonces, qué es lo primero que se tiene que hacer con todo grano y fundamentalmente con el girasol es la

* *Ingeniero Agrónomo (UBA)
Consultor y Director de Consulgran en Argentina y Brasil.
Contacto: granos@elsitio.net*

prelimpieza. Uno de los principales problemas es meter a la secadora un grano que no tenga una prelimpieza, entonces obviamente que hay equipos más eficientes que otros, pero antes que nada debe hacerse una muy buena prelimpieza, porque eso mejora el secado, mejora el control de plagas, mejora la aireación, entonces es fundamental. Muchas de las plantas de acopio no tienen una buena prelimpieza, simplemente tienen una aspiración de polvo y esto complica la conservación del girasol, por eso muchos encargados de plantas ven con felicidad que el camión pase de largo y no entre al acopio o a la cooperativa, que implica conservar el girasol. Un alto porcentaje del girasol se seca y acá estamos hablando de un aspecto fundamental, el tema no solamente de la limpieza del grano, sino también la limpieza de las instalaciones y la secadora para evitar los problemas de incendio. Dentro de lo que es el secado, las transformaciones que significan el secado a gas, la posibilidad de hacer una mejor regulación, los sistemas de todo calor, la complementación del secado con la aireación y fundamentalmente los sistemas de monitoreo y automatización, es lo que le permiten al operario secar en forma eficiente. Es decir, si nosotros estamos recibiendo en una tolva o en un silo, mercaderías con distintos niveles de humedad y el operario no tiene un sistema que le permita conocer cómo va evolucionando el sacado adentro de la secadora, es imposible que se pueda hacer un secado eficiente. Esto significa que parte de la mercadería se va a sobresecar y parte de la mercadería va a quedar con una humedad superior a la que se requiere.

Una orientación sobre la temperatura que no debe superar el grano, aquí no interesa la temperatura del aire, interesa la temperatura del grano, entonces cuando uno trabaja la máquina a todo calor puede saber perfectamente cuál es la máxima temperatura que tuvo el grano. Si trabaja calor y frío necesita tener sensores para conocer cómo va evolucionando la temperatura, ya que el calor que suministra la secadora tiene tres destinos: o se pierde, evapora el agua o calienta el grano, entonces empieza a calentarse en exceso el grano cuando ya tiene poca humedad. También se habla del secado con aire natural, es decir uno puede perfectamente si tiene una aireación, trabajar con un girasol con 12, 13 ó 15% de humedad, si tiene una buena aireación, si la condición climática lo ayuda y si tiene tiempo y de esa forma se puede hacer un secado eficiente cuidando mucho mejor la calidad de la mercadería y no tenemos que esperar que la baja humedad relativa para la aireación la logremos a partir de un calentamiento de girasol. Lamentablemente es una práctica muy común aumentar la temperatura, cuando el grano está caliente cualquier aire por más húmedo que sea en el exterior, eso ayuda a secar y eso como bien se comentó afecta la calidad de los procesos siguientes.

Otro aspecto fundamental, es la medición de humedad, lamentablemente nosotros tenemos todavía en uso un 99% de equipos de determinación de humedad que son poco eficientes, que carecen de exactitud y precisión.

El equipo Tesma cuando la humedad de girasol es baja, no la mide, entonces uno no sabe realmente con qué humedad está trabajando, entonces el tema de la medición de humedad es otro aspecto fundamental.

En el **Cuadro 1**, tenemos una orientación sobre el **TAS** (tiempo de almacenaje seguro), generalmente por lo que implica el girasol, éste se tira en un galpón de ferrocarril sin aireación, sin nada y se calentó. Entonces, cómo se conserva un girasol con un 7% de humedad, sin aireación, durante 6 meses en depósitos precarios. Cuanto más humedad tiene el girasol menor es el tiempo para realizar un almacenaje seguro manejando la aireación. En el caso de granos que están dentro de la base nocturna y en tandas, uno de los problemas del manejo de la aireación en el girasol es que la gente la utiliza cuando el aire está bien frío, cuando el aire está bien seco por miedo al calentamiento y esto implica que ponen un girasol con 10% y lo sacan con 6% de humedad.

CUADRO 1

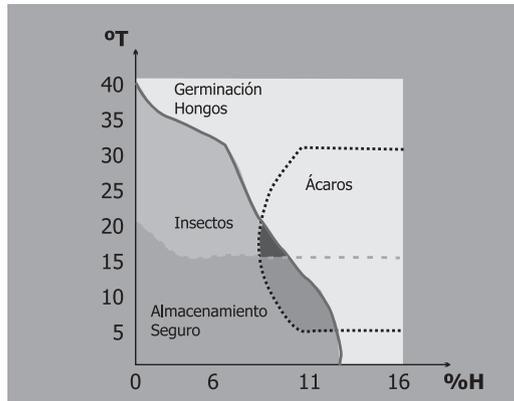
ALMACENAJE: ¿A qué nivel de humedad se puede almacenar	
% HUMEDAD	TAS
13	POCOS DIAS (AIREACIÓN EN FORMA CONSTANTE)
12	POCOS DIAS (AIREACIÓN NOCTURNA CONTINUA)
11	VARIAS SEMANAS (AIREACIÓN NOCTURNA EN TANDAS)
10	VARIAS SEMANAS (AIREACIÓN NOCTURNA EN TANDAS)
9	SEIS O MÁS MESES (AIREACIÓN NOCTURNA EN TANDAS)
8	VARIOS MESES (SIN AIREACIÓN O DEPOSITOS PRECARIOS)
7	SEIS O MÁS MESES (SIN AIREACIÓN O DEPOSITOS PRECARIOS)

TAS: Tiempo de Almacenaje Seguro (durante el mismo la pérdida de peso seco es mínima y no se afecta su calidad)

¿Cuál es la alternativa para no perder el trabajo?. Agregarle agua, ustedes van a ver los camiones de girasol y le ponemos 100, 200, 300, 1.000 litros de agua en un camión de girasol, es mucha plata; entonces para poder producir esa pérdida de peso tenemos que haber gastado más electricidad que la necesaria. ¿Por qué?. Porque se elige mal el momento de la aireación, entonces se hacen inversiones en millones de dólares en plantas de silos y no se invierte en un psicrómetro o en citar al personal para decir vamos a airear en tal momento; lo mismo si insuflamos o extraemos.

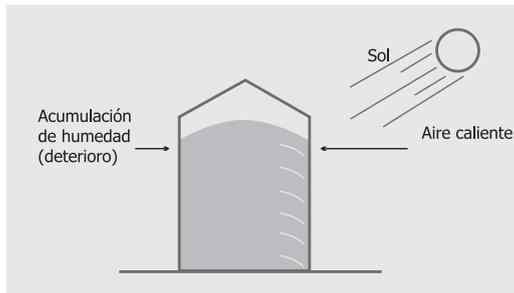
En el **Gráfico 1**, observamos los factores que de acuerdo a la temperatura y la humedad, ponen en riesgo la conservación: insectos que no toleran temperatura, hongos, microorganismos, ácaros que requieren mayor humedad, fíjense que si hablamos de un girasol de 11% de humedad y 20 °C que estaría dentro de la base de comercialización, pero estaría en situación de riesgo, es decir la base del girasol está totalmente atrasada de materia grasa, de humedad; así cómo yo puedo conservar un trigo con 14% de humedad, es imposible conservar un girasol con el 11% como dice la base.

GRAFICO 1



Problemas de conservación: al haber un porcentaje de humedad intergranario alto, al haber diferencias de altura, vamos a tener movimientos de aire (**Figura 1**), siempre que hay movimientos de aire hay acumulación de humedad en la zona fría, entonces ustedes van a ver frecuentemente las paredes de los silos con todo el girasol pegado, esto lleva a pérdidas.

FIGURA 1



Aireación: rescatamos los conceptos de **si insuflamos o si extraemos**: si insuflamos podemos trabajar con mayor humedad relativa, sin afectar la humedad del girasol, que la cáscara siempre tiende a absorber un poco de humedad, si extraemos tiene que ser con menor humedad relativa; diferencias de 3 a 6 °C de temperatura, si es mucho mas frío se seca de más el girasol y si es muy poco frío gasto la misma cantidad de energía para enfriar un poquito.

Otro aspecto fundamental en la conservación del girasol es la acumulación de materia extraña pesada en el centro, se forma el ardido en el corazón (**Figura 2**), en EE.UU. es

difícil encontrar una planta de silos que no tenga un desparramador adentro del silo y en Argentina es difícil encontrar la planta de silo que sí tenga el desparramador. Entonces el 99% de los deterioros se da en el corazón del silo, por acumulación de materia extraña **(Figura 3)**.

Y el brotado y el deterioro en la parte superior.

FIGURA 2

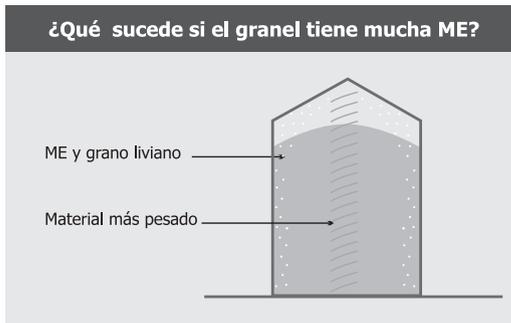
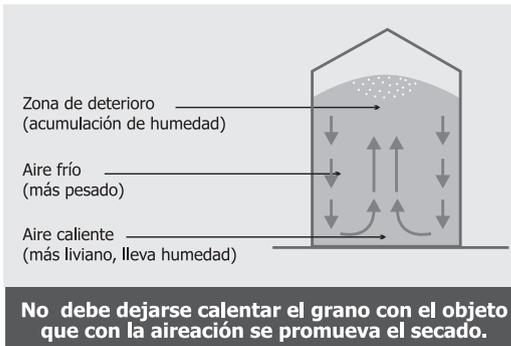


FIGURA 3



El otro tema que en girasol es totalmente distinto a los otros granos tiene que ver con la dosificación de los plaguicidas **(Cuadro 2)**, van a ver en los marbetes de los plaguicidas (tanto residuales como curativos), que están totalmente equivocados para girasol.

El girasol por ser un grano que tiene un peso específico de la mitad que el trigo (para el mismo peso, tiene mucha superficie) las dosis de los productos residuales (que no hace falta que sean productos piretroides, los órganos fosforados controlan bien el espectro de plagas), prácticamente se aumentan en un 80%; también la dosis de los fumigantes deben ser aumentadas, es decir que es fundamental controlar la limpieza, el tratamiento de instalaciones y luego hacer un uso adecuado de las dosis.

CUADRO 2

CONTROL DE PLAGAS		
<p>a. Limpieza y eliminación de las fuentes de infestación, b. Tratamiento con productos residuales de las instalaciones (si los depósitos también se usan para cereales puede usarse un GRAE "gorgojicida residual de amplio espectro"), c. Tratamiento con residuales al ingreso al depósito, luego del acondicionamiento, sobre todo si la mercadería estará almacenada más de 2 meses, d. Si hay una infestación declarada se recomienda usar gorgojicidas fumigantes. También puede hacerse uso de plaguicidas de alto poder de volteo a la carga (despacho).</p> <p>(Las dosis están incrementadas en un 80% sobre las de marbetes ya que el girasol dispone de una mayor superficie que los cereales para un peso determinado)</p>	<p>Plaguicidas para tratamientos preventivos</p>	
	<p>Fenitrotion 100</p>	<p>Dosis para 6 meses</p>
	<p>Fenitrotion 50 + DDVP 30</p>	<p>10 cc/t</p>
	<p>Clorpirifos metil 48</p>	<p>18 cc/t</p>
	<p>Pirimifos metil 50</p>	<p>15 cc/t</p>
<p>En el caso de fumigantes, se recomienda para el fosforo de aluminio usar 2 pastillas por tonelada, como mínimo, con el máximo tiempo de exposición.</p>		

Esto es para reforzar la idea de la aireación (**Gráfico 2**), si nosotros queremos **enfriar**, tenemos que airear con alta humedad relativa y si queremos **secar**, tenemos que airear con baja humedad relativa, considerando las diferencias de temperatura.

GRAFICO 2



Humedad de Semillas de Girasol

DISERTANTE

Dr. Sergio Adrián Giner *

El girasol es una oleaginosa muy importante y su almacenamiento requiere adecuadas condiciones de humedad de grano, de lo contrario puede ocurrir crecimiento microbiano, pérdida de materia seca, calentamiento, incrementos de humedad, altos niveles de ácidos grasos libres en aceites extraídos, en conjunto con una pérdida del poder germinativo de las semillas.

Durante muchos años, se ha considerado al contenido de humedad como un parámetro que determinaba las condiciones de perecibilidad de granos y alimentos. Posteriormente se comprendió que los valores de humedad seguros para conservación a temperatura ambiente, dependían de la composición química del alimento considerado, de manera que resultaban específicos de cada alimento.

Por ejemplo, se pueden conservar productos altamente azucarados o salados a mayor humedad que alimentos sin cantidades apreciables de tales sustancias solubles. En el caso de las oleaginosas, que contienen una proporción considerable de aceite comestible, las humedades de conservación son más bajas que en los cereales, puesto que la humedad se refiere a la base total que incluye el aceite, y éste absorbe muy poco o nada de agua. El surgimiento de híbridos de girasol con cantidades crecientes de aceite, requiere reducir las humedades de seguridad para el almacenamiento.

Existe un parámetro que ha ganado importancia en las últimas décadas, la humedad relativa del aire en equilibrio con los granos, o simplemente, “**Humedad relativa de equilibrio**” (**Hre**). Este indicador se obtiene midiendo la atmósfera de un recipiente cargado con granos y cerrado herméticamente, una vez que pasaron algunas horas. Un silo no

* Ingeniero Químico (UNLP). Doctorado en Ingeniería (UNLP).
Profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Profesor de Conservación de Alimentos y Precesamiento de Cereales en el Magister en Tecnología e Higiene de los Alimentos de la UNLP.
Investigador en el CIDCA-UNLP-CONICET en Secado de Alimentos y Granos.
Contacto: saginer@volta.ing.unlp.edu.ar saginer@interar.com.ar

ventilado cumple aproximadamente esa condición mientras no haya efectos importantes de la respiración del grano. La tecnología de los alimentos, que incluye el manejo postcosecha de granos, ha demostrado que la estabilidad microbiana en el almacenamiento de productos en condiciones ambiente se obtiene para **Hre** menor que el 70%, inhibiéndose el crecimiento de la enorme mayoría de microorganismos, sean hongos, levaduras o bacterias. Tal criterio permite fijar valores de contenido de humedad de seguridad para los productos.

En consecuencia, se lleva a cabo un trabajo cuyo objetivo fue realizar una verificación de las **Hre** que se generan al almacenar girasol, según la base de comercialización actual de 11% de humedad b.h.. Dicha tarea se llevó a cabo analizando evidencia experimental previa, y determinando los valores de **Hre** en algunas híbridos utilizados en Argentina (ACA 884, Advanta CF19, Dekasol 4050 y Paraíso 30), los que se recibieron en buen estado de conservación, secos, a temperatura ambiente y libres de materia extraña.

Determinación del contenido de humedad

Las humedades de las semillas de girasol se determinaron por un método oficial para oleaginosas según Norma de la SAGPyA, empleando semillas enteras en estufa de convección forzada a $130 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 75 minutos, luego las muestras fueron pesadas. Las humedades en % base seca (% b.s.), empleadas para representar resultados de curvas de equilibrio, se calculan en base a las humedades porcentuales base húmeda (M_p).

Cabe consignar que la humedad base de comercialización $M_p = 11\%$, equivale a un valor en base seca $W = 12,36\%$ b.s.

Determinación de humedad relativa de equilibrio

La humedad relativa del aire en equilibrio con las semillas de girasol, se determinó en un equipo Aqualab, con control de temperatura. La medición de la **Hre** se basa en tecnología del sensor de punto de rocío y la determinación de la temperatura de la muestra, en termometría infrarroja.

Preparación de las muestras para las determinaciones de equilibrio sorcional

Las muestras originales presentaron las humedades de semilla y humedades relativas de equilibrio (**Hre**) siguientes (**Cuadro 1**).

Obsérvese que las semillas se manejan con humedades M_p de entre el 6 y el 8%, muy inferior a las de la norma de calidad. Las humedades relativas de equilibrio, por tanto, resultan claramente inferiores al 70% lo que explica su buen estado de conservación.

Para realizar una curva experimental de equilibrio sorcional, se grafica la humedad en base

CUADRO 1. Humedades de semilla y Humedades relativas de equilibrio de las muestras originales, utilizadas en este trabajo.

Cultivar	Mp (% b.h.)	W (% b.s.)	Hre (%)	T (°C)
ACA 884	7,76	8,42	56,2	24,3
Advanta CF19	7,02	7,55	54,0	24,2
Dekasol 4050	6,06	6,45	51,5	24,4
Paraíso 30	7,03	7,57	52,6	24,3

seca de semilla **W** en función de **Hre** para un rango amplio de valores de esta variable. Con este fin se midieron datos de todos los cultivares

Equilibrio por adsorción de agua

Se eligieron los cultivares ACA 884, Advanta CF19 y Dekasol 4050 para obtener las humedades relativas de equilibrio en el entorno de la humedad base de comercialización $Mp=11\%$ b.h. Como esta humedad es mayor a las humedades de las muestras originales, se llegó a esos valores por adsorción (agregando la cantidad de agua necesaria), según una fórmula específica.

Dado que las determinaciones de humedad relativa de equilibrio requieren semillas de humedad uniforme, se aceleró la difusión del agua al interior de cada semilla durante el primer día, introduciendo los recipientes herméticos en estufa a 45°C durante 6 horas. Las humedades **W** reales se determinaron en estufa por el método descrito anteriormente

Equilibrio por desorción de agua

El cultivar Paraíso 30, que mostró un comportamiento intermedio en la relación humedad de semilla-humedad relativa de equilibrio en el **Cuadro 1**, se eligió para este estudio inicial de determinación de una isoterma completa de desorción. Con este fin, se empleó un secadero de bandejas con corriente de aire controlada a 45°C cargado con las submuestras indicadas (excepto la primera). Las humedades durante el secado se determinaban a partir de la muestra hidratada al 25% b.s., mediante diferencias de pesada, empleando una fórmula específica..

Una vez que las submuestras alcanzaban las distintas humedades deseadas, se las extraía del secadero y se introducían en recipientes herméticos. Para acelerar la difusión de agua en estos casos del centro húmedo de las semillas a la periferia seca, se empleaba el tratamiento térmico acelerado en forma similar al caso de adsorción. Se aguardaron 48 h para permitir la equilibración de los gradientes de humedad en las semillas, antes de la determinación de la humedad relativa del aire en equilibrio. El contenido de humedad de las muestras preparadas se verificó mediante el método oficial mencionado previamente.

Resultados

El **Cuadro 2** muestra los resultados de humedad de semilla y humedad relativa de equilibrio para las muestras preparadas por adsorción a humedades en torno a la base de comercialización actual.

CUADRO 2. Humedades de semilla y humedades relativas de equilibrio para girasol acondicionado a la base de comercialización actual.

Cultivar	Mp (% b.h.)	W (% b.s.)	Hre (%)	T (°C)
ACA 884	11,06	12,44	80,8	24,4
Advanta CF19	11,04	12,41	82,7	24,5
Dekasol 4050	10,76	12,06	86,3	24,7

En la misma observamos que los valores de humedad de semilla base de comercialización de la norma de calidad (11% b.h.) generan valores de **Hre** muy por encima del límite de conservabilidad por tiempo prolongado (70%). Asimismo, es muy probable que las diferencias entre las **Hre** de los tres cultivares esté relacionado con el contenido de aceite: a mayor contenido, mayor **Hre** generada a la misma humedad de semilla. En este sentido, el cultivar Dekasol 4050 genera mayor **Hre** a pesar de tener una humedad de semilla algo menor.

Algunos autores puntualizan que los girasoles con **Hre** elevadas intensifican la velocidad de respiración, generando calor y humedad, lo que promueve todo tipo de reacciones y fenómenos de deterioro del producto. A su vez, debe considerarse que el aumento de temperatura tiende a incrementar la **Hre** generada por semillas de un determinado contenido de humedad. El aumento es de alrededor de 3% en 10 grados, de manera que un grano que genera 86% a 25°C puede incrementar su **Hre** a cerca de 90% a 35°C. Esto compromete en mayor medida su conservabilidad en almacenamiento

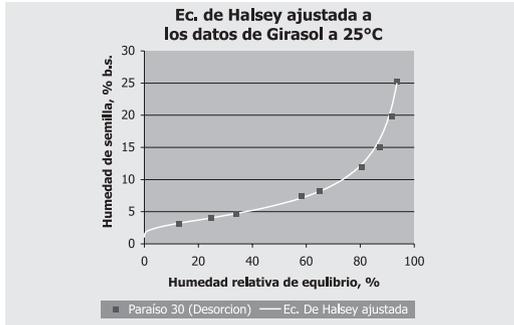
Resulta interesante analizar el **Cuadro 3**, donde se mencionan los distintos microorganismos que pueden crecer de acuerdo al valor de la Humedad relativa de equilibrio en granos. Se entiende entonces que los hongos mencionados en el **Cuadro 3**, pueden crecer en los granos del **Cuadro 2**.

CUADRO 3. Hongos típicos del almacenamiento de los granos, y humedades relativas de equilibrio mínimas de crecimiento.

Hongo	Humedad relativa de equilibrio (Hre) mínima
Aspergillus halophilicus	68
A. restrictus, walleimia sebi	70
A. glaucus	73
A. candidus, A. ochraceus	80
A. flavus	85
Penicillium sp.	80-90

Los resultados de humedad de semilla determinados en estufa, se graficaron en función de los valores correspondientes de Humedad relativa del aire en equilibrio (**Hre**), determinados en el equipo Aqualab (**Gráfico 1**).

GRÁFICO 1. Isoterma de desorción. Se representa la humedad de semilla (% b.s.) en función de la humedad relativa de equilibrio para el cultivar Paraíso 30. Se observa la formación de la clásica curva sigmoidea, que presenta numerosos usos: asistente para la predicción de vida útil de alimentos, cálculos de velocidad de secado y demanda energética del proceso (Giner, 1999).



Podemos interpretar el **Gráfico 1** como un gráfico que nos dirá, para cada humedad de semilla en el eje vertical, que valor de **Hre** generará, a leerse en el eje horizontal. Inversamente, se puede especificar una **Hre** que tenga un interés particular, por ejemplo, la zona de conservabilidad recomendada en tecnología de alimentos de **Hre** entre 65 y 70% y leer las humedades de semilla requeridas para cumplir esa condición. Para esa zona se tiene un dato experimental exactamente en 65% de **Hre** que nos da $W = 8,28\%$ b.s, que pasado al valor comercial de base húmeda, da $M_p = 7,65\%$ b.h.

Para humedades relativas de equilibrio = 70% , el modelo matemático aplicado al girasol Paraíso 30, permite leer entre los datos para dar una humedad de semilla de $W = 9,25\%$, que expresada en % base húmeda, resulta $M_p = 8,5\%$.

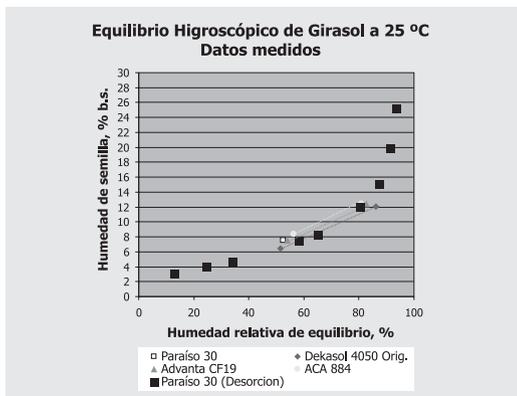
En caso de aplicarse el mismo criterio que para los cereales y otras oleaginosas (**Hre** = 70%), las humedades de comercialización de girasol no deberían superar el 8,5% a 25°C. En este sentido, al valor base de comercialización $M_p = 11\%$ b.h., correspondiente a $W = 12,36\%$ b.s., la Humedad relativa de equilibrio generada, resulta ser de 80,5%, más de 10% por encima de las recomendaciones de conservabilidad en almacenamientos por tiempos prolongados.

Otro autor ha encontrado que el girasol almacenando a una **Hre** de 80%, (da lugar a micelio visible por desarrollo de hongos) luego de 45 días a 25°C.

Comparación de datos medidos en este trabajo

El Gráfico 2 muestra todos los datos medidos para este trabajo. En los cultivares ACA 884, Advanta CF19 y Dekasol 4050, se grafican los puntos de las muestras originales y los correspondientes a las muestras preparadas por adsorción. El cultivar Paraíso 30, como se muestra en el Gráfico 1, presenta una isoterma de desorción a 25°C, y el dato de la muestra original (rectángulo vacío).

GRÁFICO 2. Datos medidos de equilibrio sorcional en este trabajo, para los cuatro cultivares de girasol utilizados.



En forma aproximada, los valores de humedad de semilla para una Hre = 70%, resultan:

ACA884, $W = 10,5\%$ b.s., $M_p = 9,5\%$ b.h. ;

Advanta CF19, $W = 9\%$ b.s., $W = 8,3\%$ b.h.;

Dekasol 4050, $W = 8,6\%$ b.s., $M_p = 7,83\%$ b.h.

El promedio (muestras por adsorción) da entonces, $W = 9,4\%$ b.s., que corresponde a un valor de $M_p = 8,6\%$ b.h. Así, el resultado promedio de adsorción de tres cultivares tiende a dar igual que el de desorción para el cultivar restante.

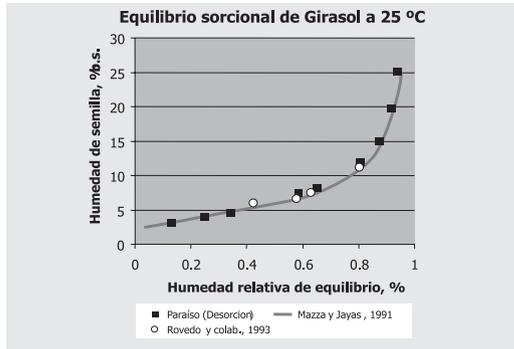
Se observa que para similares humedades de semilla, las Humedades relativas de equilibrio **Hre**, medidas para todos los cultivares de este trabajo tienden a caer dentro de un mismo rango, con valores algo mayores para Dekasol 4050, Intermedios para Paraíso 30 y Advanta CF19, e inferiores para ACA 884.

Comparación de los datos medidos con valores encontrados en la literatura

Los datos medidos en este trabajo para Paraíso 30 por desorción a 25°C se compararon con los informados en literatura previa para un híbrido de 47% de aceite, IS 7111 de Canadá, y para un híbrido, Super 407 de Argentina en el **Gráfico 3**.

Los resultados indican que los datos medidos en este trabajo están en el mismo orden de

GRÁFICO 3. Datos de equilibrio sorcional de un cultivar medido en este trabajo, comparado con la curva de Halsey (ec.4), de Mazza y Jayas (1991), y con datos de Rovedo y colab. (1993).



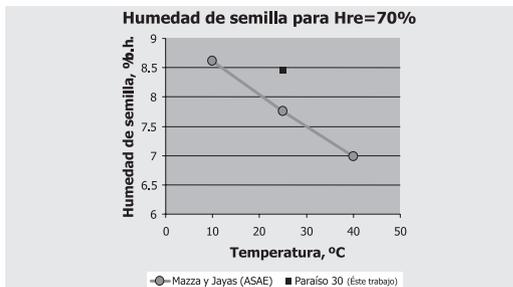
magnitud que los informados por otros autores. Obsérvese que la curva continua, que tiende a coincidir con los datos medidos aquí a bajas humedades de semilla, aunque predice valores de **Hre** algo mayores en la zona de almacenamiento (**Hre** > 50%), dando resultados que demandarían una humedad de semilla para almacenamiento algo menor, incluso que la estimada en este trabajo.

Influencia de la temperatura en la Humedad de semilla para conservación

Con anterioridad se mencionó que la **Hre** generada por los granos a una dada humedad de semilla, crecía en alrededor de 3% (por ejemplo, de 80 a 83%) al aumentar la temperatura 10°C, según los resultados publicados por otros autores. Si tales resultados se analizan a **Hre** constante, por ejemplo el valor de conservación del 70%, se obtendrá que **la humedad de semilla a la cual se debe almacenar el girasol decrece al aumentar la temperatura.**

El **Gráfico 4**, indica que es necesario reducir la humedad del girasol en aproximadamente 0,5% b.h. por cada 10 °C de aumento de la temperatura de almacenamiento.

GRÁFICO 4. Humedades apropiadas para el almacenamiento del girasol (calculadas a Hre = 70%) graficadas en función de la temperatura. Se utiliza la expresión de Halsey (ec. (4)) de Mazza y Jayas (1991) así como la versión de Halsey de este trabajo (ec. 5).



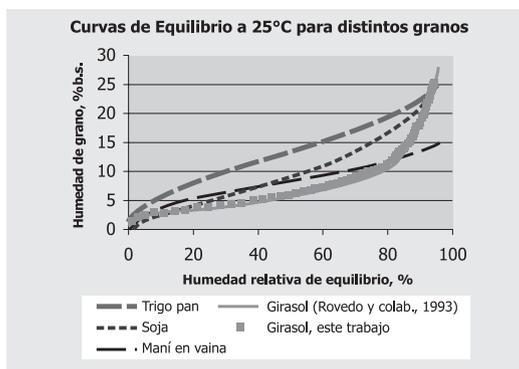
Comparación de humedades de semilla a igual Hre, entre distintos granos

A efectos de verificar si se aplica el criterio de **Hre** en normas vigentes en otros tipos de granos, se graficaron curvas matemáticas de sorción correspondientes al Estándar ASAE (ASAE, 2001) para trigo duro, soja y maní con cáscara. Para girasol, se graficaron las curvas con los datos medidos en Argentina.

Se observa que ambas isoterms de girasol son similares, y que en el rango de humedades relativas de equilibrio de importancia en almacenamiento (60-80%), el girasol, presenta humedades de semilla considerablemente menores a la de cereales como el trigo, a la soja, e incluso menor a la de maní con cáscara. Así, su humedad de conservación debería ser menor que la del maní con cáscara.

Si se tabulan las humedades de semilla del **Gráfico 5** para **Hre = 70%**, se tienen los valores del **Cuadro 5** que representan “**Humedades de semilla de seguridad**” para el almacenamiento a 25°C. En el **Cuadro 6**, se han añadido los valores recomendados para almacenar girasol por este trabajo, por autores previos y por entidades de extensión de Estados Unidos.

GRÁFICO 5. Curvas de equilibrio sorcional de trigo pan, soja, maní en vaina (predichas con la ec. de Henderson modificada del ASAE Standard 245.5), girasol (Rovedo y colab., 1993) predicha con la ec. de BET, y girasol de este trabajo, predicha con la ec. (5) de Halsey.



CUADRO 5. Humedades de seguridad para diferentes granos (% b.h.)

Grano		Humedad de semilla, % b.h.
Trigo Pan	CEREALES	14,4
Maíz dentado amarillo	(Gramíneas)	14,2
Sorgo		14,1
Arroz cáscara		13,5
Cebada		13,2
Soja	OLEAGINOSAS	12
Maní en vaina	(Leguminosas)	9,5

Calculadas con la ecuación de Henderson modificada del ASAE, estándar D245.5, (Giner, 1994)

CUADRO 6. Humedades de seguridad para girasol (% b.h.)

Grano	Humedad de semilla, % b.h.
• Girasol (Rovedo y colab., 1993) (Datos experimentales y Ec. de BET)	7,7
• Girasol IS 7111 (Mazza y Jayas, 1991-Estándar ASAE) (Datos experimentales y ec. (5), Halsey modificada)	7,8
• Paraíso 30 (Este trabajo) (Datos experimentales y ec.(4) de Halsey)	8,5
Recomendaciones válidas en Estados Unidos	
• Girasol Oleaginosa 30-50% de aceite (North Dakota State University, Hellewang)	10% hasta 6 meses (invierno)
	8% más de 6 meses (verano)
	10% hasta 6 meses
• University of Minnesota (Wilcke y Wyatt)	8% más de 6 meses

La conclusión que se obtiene del análisis de ambos cuadros, es que el criterio de **Hre** = 70% tiende a aplicarse en todos los granos actualmente en Argentina, con la excepción del girasol.

Algunos autores han indicado que la humedad de almacenamiento de girasol se corresponde al valor de un cereal, si se extrae en el cálculo el % de aceite

Mediante un modelo matemático, se estimó que un girasol al 11% base húmeda, con un 40% de aceite, se corresponde a 18,3% b.h.en un cereal. Este es un valor muy elevado para almacenamiento. Mediante este procedimiento, se puede despejar aproximadamente el valor de humedad de almacenamiento de girasol correspondiente con una humedad del 14% en un cereal. El valor es de 8,4% b.h. muy similar a los obtenidos por el criterio de **Hre** = 70%.

Conclusiones

Tanto mediante el análisis de datos medidos por adsorción y desorción en cuatro cultivares de girasol, como de la evaluación de la información de bibliografía de distintos híbridos, se encontró que, para la **humedad relativa de equilibrio máxima de seguridad** en el almacenamiento (70%) a 25°C las humedades de semilla de girasol no superan en promedio el valor $M_p=8,5\%$ b.h.. Así, los datos evaluados muestran que los girasoles a las humedades de base de comercialización del 11% b.h. generan una humedad relativa de equilibrio que varía entre 80% y casi el 90%, lo que aumenta las posibilidades de deterioro microbiano, y pérdida de calidad general.

Perspectivas Futuras

El trabajo debe continuar evaluando estos cuatro cultivares en un rango mayor de tempe-

raturas y analizar otros girasoles, para establecer un «**mapa**» de **humedades de seguridad de acuerdo al cultivar**, temperatura de almacenamiento y contenido de aceite de las semillas.

Nota Aclaratoria:

El presente es un resumen editado con la aprobación del disertante, sobre el trabajo científico: “Humedad de Semillas de Girasol en Relación a la Humedad Relativa del Aire en Equilibrio. Implicancias en el Almacenamiento”. (Giner, Sergio, A. y Gely, Ma. Cristina).