

# **MONITOREO Y MANEJO DE LAS TEMPERATURAS EN LA POSICIÓN DE SILO CUBA LIBRE, PEDRO BETANCOURT, MATANZAS, PARA MANTENER LA CALIDAD DEL GRANO ALMACENADO.**

**MSc. Lilia María Bon Sosa<sup>1</sup>, Ing. Vladimir Socorro Rodríguez<sup>2</sup>**

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca  
Km.3, Matanzas, Cuba.*

*2. Empresa de Silo Cuba Libre, Pedro Betancourt , Matanzas,  
Cuba.*

## **Resumen.**

El almacenamiento de granos, constituye una actividad muy especializada que requiere de tecnologías apropiadas, para garantizar su conservación, con la calidad necesaria como uso industrial o consumo directo. Partiendo de lo anterior, el principio para lograr que el almacenamiento de los granos se efectúe correctamente, radica en que estos deben conservarse limpios, sanos, secos y fríos y en un lugar o depósito que pueda mantener las temperaturas y las condiciones iniciales de calidad hasta que el producto llegue a su destino final. El desarrollo de tecnologías avanzadas como la conservación de los granos en almacenes y sobre todo en dispositivos de mayores requerimientos técnicos como los silos metálicos refrigerados (SMR) ha logrado que las producciones se conserven por mayor espacio de tiempo, en condiciones más homogéneas libres de cambios bioquímicos y del daño ocasionado por las plagas.

***Palabras claves:*** *Conservación; Almacenamiento; Granos; Temperatura.*

---

En los últimos años la población mundial ha aumentado considerablemente y por ende la población de América. Asimismo las necesidades alimentarias han sido mayores de acuerdo con el aumento demográfico y en cambio, la producción de los productos y subproductos para la alimentación no ha crecido de acuerdo con el crecimiento poblacional. Según la estimación de la FAO, en el futuro la demanda de los alimentos aumentará un 3% por año, sin embargo la producción alimentaria únicamente tendrá un aumento del 2.8% por año. Por lo que el almacenamiento y conservación de los productos y subproductos (granos, cereales, frutas, hortalizas, conservas, productos industrializados, etc.) para la alimentación humana y animal requieren de mayor atención con el fin de solventar todas las necesidades.

En abril del 2002 el comandante en jefe Fidel Castro dio las directrices para la reconstrucción del sistema MINAZ y en mayo del mismo año comenzaron la paralización y desactivación de 71 centrales, quedando intactas las naves de almacenes de azúcar, por sus características y como estrategia de la alta dirección del país para satisfacer las necesidades alimentarias de la población decidió introducir en nuestro país la novedosa técnica brasileña Kepler Weber de Silos metálicos refrigerados que nos permitiera almacenar y conservar granos.

El almacenamiento de granos y otros alimentos derivados de la producción agraria, ya sean importados o de producción nacional, constituye una actividad muy especializada que requiere tecnologías apropiadas y personal calificado, debido a los disímiles aspectos que se deben considerar para garantizar que dichos productos se conserven con la calidad que se exige para su uso industrial o consumo directo; entre ellos los relacionados con la prevención y control de organismos que se manifiestan como dañinos o perjudiciales, o sea, que puedan constituir plagas de almacén o contaminarlos, inhabilitándolos para el consumo humano o animal.

La finalidad principal del almacenamiento (Cepero, 2010), está en guardar parte o la totalidad de las cosechas o subproductos elaborados en correspondencia con necesidades tales como: contar con semillas certificadas para los cultivos de las siguientes temporadas, constituir una reserva de alimentos para épocas posteriores, esperar mejores precios en los mercados locales e internacionales y utilizar los productos de acuerdo con las necesidades de consumo, industriales y de mercado. La conservación de los productos agropecuarios es necesaria para lograr su disponibilidad en un momento dado o a lo largo de todo un período. Durante la conservación el producto puede mantener sus cualidades originales o sufrir transformaciones, según el proceso y los objetivos (MINAGRI, 2006).

Dentro de los silos, se debe mantener un valor constante de temperatura y humedad para no favorecer los procesos fermentativos que pueden sufrir los granos en condiciones de almacenamiento. El aislamiento total con el exterior del producto almacenado y su consecuente conservación en el tiempo es la premisa fundamental de este tipo de sistema de almacenaje (Velásquez, 2005).

La Posición de Silo Cuba Libre fue diseñada para almacenar granos que nos permitieran satisfacer las necesidades de la población, aunque se puede almacenar todo tipo de granos como: trigo, arroz, chícharo, soya, etc. en nuestra instalación solo se ha recibido maíz de importación procedente de Estados Unidos y Brasil, y Argentina.

Las condiciones tropicales imperantes en Cuba (Vázquez 2006), favorecen grandemente la proliferación de las plagas dentro de los almacenes, toda vez que estas requieren valores elevados de temperatura para su desarrollo, reproducción y mantenimiento en el ambiente. Al mismo tiempo que ocurre la elevación de la temperatura aumenta con esta la actividad biológica de las poblaciones de insectos que viven en los alimentos almacenados dado que la temperatura posee una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de estos que permite su desarrollo entre 15-35 °C. En climas tropicales húmedos como el nuestro.

Según refleja Domínguez (2006) la tasa de desarrollo a que responden los insectos presenta temperaturas extremas ubicadas entre 15-36 °C en las cuales pueden enmarcarse las condiciones de desarrollo de las más comunes plagas de almacén. Piedra (2006) explica que entre 27-30 °C las condiciones ambientales pueden ser muy favorables para el desarrollo de muchas especies plagas de almacén, señala además que la temperatura y la humedad contribuyen de manera determinante a acelerar o retrasar los procesos bioquímicos que conducen a la degradación de los granos.

En general, los granos deben almacenarse atendiendo a mantenerlos físicamente bien y conservando su poder germinativo. Los granos pueden deteriorarse físicamente por la acción de bacterias y hongos, por lo se debe tener en cuenta en las condiciones de almacenamiento. El principio más usado en esta etapa para la prolongación marcada de la vida útil de los productos agropecuarios es el del almacenamiento refrigerado o de baja temperatura bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, con lo que se reduce la actividad biológica del producto y de los microorganismos, y en el caso de granos y especias se evita la incubación de los huevos de insectos (Pérez, 2005).

Para conservar productos en su estado natural (León y Ravelo, 2007) con el mínimo de cambios y pérdidas, es necesario controlar: temperatura, humedad relativa, condiciones del local. La humedad y las altas temperaturas combinadas propician, en primer lugar, las actividades biológicas de los tejidos vegetales (respiración principalmente), hasta la germinación o brote, y también el desarrollo de enfermedades que puedan estar en el producto o que se provoquen por accidentes. A temperaturas y humedad relativa bajas, los efectos anteriores disminuyen o cesan, incluido el ataque de insectos. (López et al, 2007) señalan que las bajas temperaturas tienen acción inhibitoria en las reacciones bioquímicas de la germinación y de la fermentación así como en la supervivencia de agentes bióticos destructores de los granos.

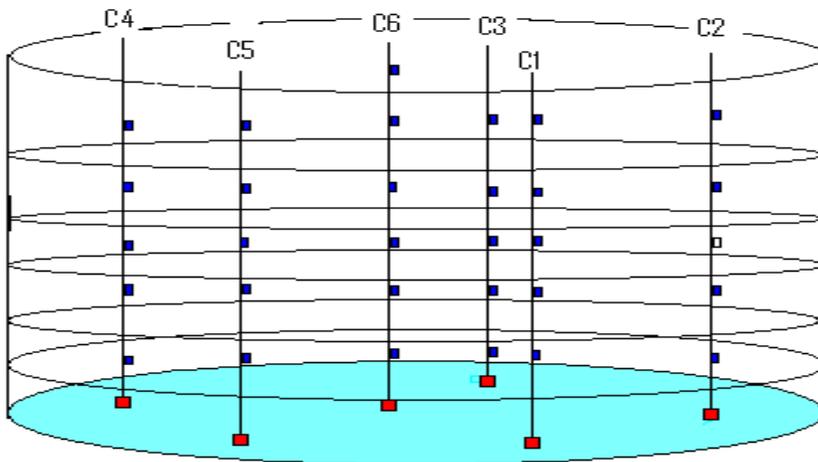
La variable temperatura es la más importante en el proceso de conservación de los granos en los Silos Metálicos Refrigerados (SMR), pues esta influye en el tiempo de almacenamiento de los granos, además en la velocidad de desarrollo de hongos y plagas y solo logramos controlarla con un buen enfriamiento, entonces partiremos de la importancia o finalidad de la refrigeración del grano (Martínez, 2008).

- ❖ Permite enfriamiento de los puntos calientes en la masa de granos.
- ❖ Uniformar temperaturas en la masa de granos.
- ❖ Ayuda al control de insectos y hongos.

❖ Conservar la calidad y las propiedades físicas y químicas del grano.

Cada unidad que almacene productos agrícolas dispondrán de dispositivos para el control de la temperatura. En la Figura 1, se puede apreciar como se encuentran situados los cables de termometría en el interior de un silo, estos describen una forma cilíndrica al igual que las paredes que conforman el silo, por supuesto a una separación entre 2 y 4 m excepto el cable que se encuentra colocado en el punto central de dicho silo. (Ver figura #1).

Figura #1. Disposición de los cables y sensores dentro del silo.



Los cables son enumerados del 1 al 5 y ubicados en contra de las manecillas del reloj, y es ubicado en el centro el cable 6 que cuenta con 6 sensores debido a la forma que tiene el techo de dicho silo no siendo así en los primeros 5 cables que solo poseen 5 sensores y por su puesto estos son mas pequeños.

Durante el almacenamiento se toma una lectura diaria (8 de la mañana) la cual indica la temperatura que poseen los sensores ubicados en los 6 cables (31) por lo que se suman la temperatura de cada cable y se divide entre los sensores del mismo obteniéndose el promedio por cable. De igual forma se suman todos los sensores y se divide entre 31 y se obtiene el promedio general de temperatura en el interior del silo (temperatura del producto almacenado). (Ver tabla # 1).

Tabla #1: Partes diarios de las temperaturas

Posición: Silo Cuba Libre

UEB: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Grano: <u>Maíz</u> Silo:	Temp. Ambiente: °C	Días Almac.	0
CABLES	SENSORES		Promedio

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
C-1							
C-2							
C-3							
C-4							
C-5							
C-6							
Promedio							

La medición y control de la temperatura de los granos se efectúa con un equipo Termo- Colector Grupo FOCKINK que desarrolla un sistema de sensores. Este Termocolelector posee una batería recargable la cual no debe tener menos de 90 % de carga si queremos lograr una lectura confiable el mismo es conectado a una caja de termometría la cual recibe la información de todos los sensores que se encuentran en el interior del silo. Además este equipo nos brinda la temperatura ambiente y la posibilidad de descargar las lecturas directamente a la computadora mediante un software que realiza los cálculos y nos brinda las temperaturas en cada sensor mediante gráficos.

Los insectos plagas requieren las temperaturas típicamente sobre 14°C para poder multiplicarse. Debajo de esta temperatura muchas plagas mueren lentamente, los huevos, larvas y pupas a menudo son susceptibles a las temperaturas ligeramente bajas. Algunos adultos de plagas son capaces de entrar en diapausa y puede persistir durante meses o incluso años. (CNSV, 2006).

El almacenamiento a temperaturas por debajo de 14°C y bajo las condiciones secas es una herramienta de manejo útil para materia prima en su estado natural que está en riesgo, con el propósito de llevar la infestación a un bajo nivel. El proceso subsiguiente puede eliminar las plagas, mientras el frío previene su diseminación o multiplicación en el almacenamiento. (Pérez et al., 2009).

Como se ha podido ver en los granos que se reciben en los SMR hay dos propiedades que definen: Temperatura y Humedad, sin embargo esta última no se puede variar hoy con las condiciones tecnológicas de nuestro país, por lo que hay que trabajar con la que trae el grano. Entonces solo queda el control y monitoreo de la temperatura que sí puede variarse, y que incide directamente en la calidad de los granos, pero no puede ser un control en papel sino que se estudie y razone en la sala de análisis y posición de silo, el comportamiento diario de las temperaturas En las siguientes tablas observamos como la temperatura y la humedad influye en el tiempo de almacenamiento de los granos, pero además en la velocidad de desarrollo de los hongos y en el desprendimiento de CO<sub>2</sub>.

Tabla #2: Desarrollo de los insectos plagas según las temperaturas y humedades.

Humedad %	Temperatura °C	Velocidad desarrollo de hongos	Tiempo

< 13	< 15	Despacio	>1año
13 -16	20 – 30	Moderado hacia rápido	< 6 meses
> 16	40 -55	Rápido hasta máximo	< 1 semana

Tabla #3. Especies insectiles detectadas en el Silo Cuba Libre y la temperatura óptima que necesita para su desarrollo.

Especies	Clasificación taxonómica (Orden y Familia)	Temp opt. °C
<i>Tribolium castaneum</i> Herbst	Coleóptero: Tenebrionidae	+13
<i>Corcyra cephalonica</i> Stainton	Lepidóptera: Pyralidae	20-32
<i>Sitophilus oryzae</i> Linnaeus	Coleóptera: Curculionidae	21

El proceso de enfriamiento del grano se efectúa de la siguiente manera: Después de comenzar la recepción del producto se realiza la solicitud a la Empresa (UEB, Matanzas) del carro refrigerado el cual debe ser conectado antes de recepcionar las primeras 500 toneladas, y en caso de conservación repetir este proceso cuando el valor promedio general de la temperatura del silo sobrepase los valores entre 22 – 25°C. Proceder a recircular el producto almacenado cuando la temperatura en uno, dos e inclusive tres puntos alcance 25° C. Informar a la empresa cuando se detecten más de tres puntos con esta temperatura, para determinar la inmediata salida del producto del silo.

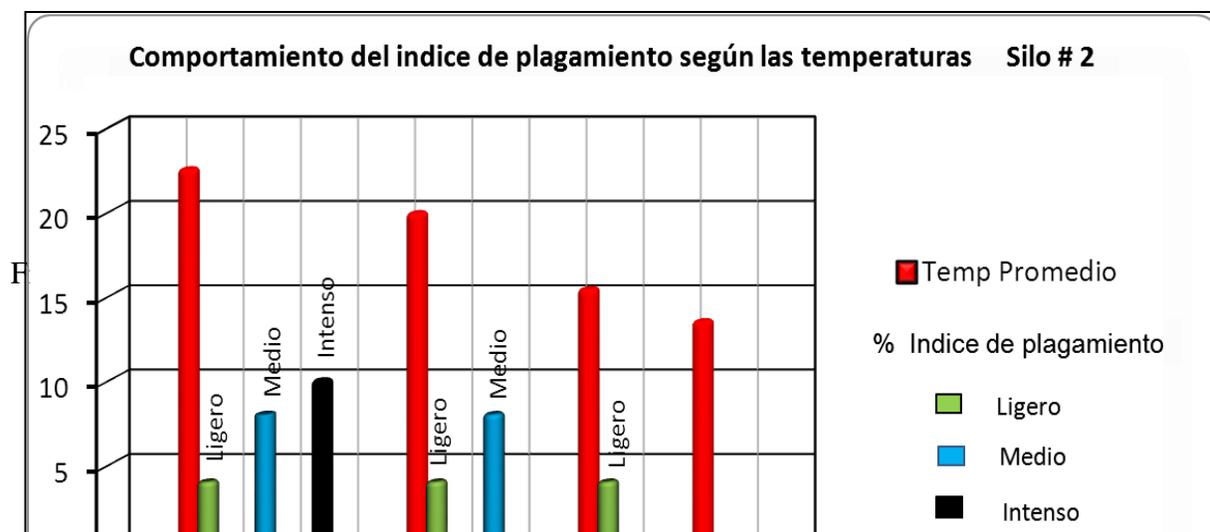
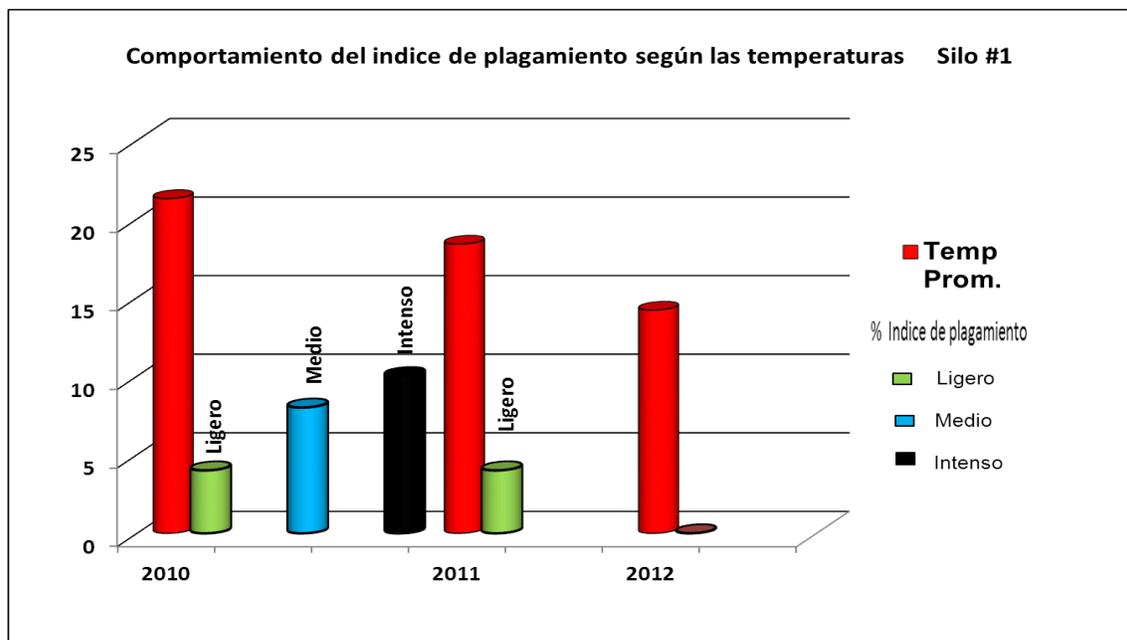
La UEB es la encargada de solicitar por correo electrónico a la Empresa de Transporte a Granel (ETAG Nacional) el servicio del carro refrigerado, posteriormente se le comunica a la posición de Silo la fecha y hora en que se incorporara el mismo para comenzar dicho servicio. Una vez que el carro arriba a la posición se le toman los datos al chofer tanto personales como del vehículo, así como la carta del Fitosanitario emitida por la ETAG y el estado técnico del carro, posteriormente se procede a la revisión e inspección del carro por parte de los compañeros de Calidad, Fitosanitarios y Jefe de Planta de la Posición. Seguidamente se ubica este en el silo que va a prestar el servicio, es conectada la manga de forma tal que no existan orificios o hendiduras propicias para el escape del aire frío, de igual forma es conectado a la toma que transmite la corriente de la PGD al carro, ya con estas operaciones realizadas se realiza una lectura con el Termocolector para tener así la temperatura inicial con que cuenta el silo a la hora de la conexión y se procede a encender de manera escalonada el compresor, máquina uno, hasta llegar a la máquina cuatro a un intervalo entre 3 y 5 minutos por operaciones (fundamental chequeo del funcionamiento de todas las máquinas y las revoluciones por encima de 800 rpm ). Se situara una manguera para extraer el agua producida por el funcionamiento de las máquinas y esta no se deposite en las bases de los Silos.

De no reunir estos requisitos se comunicara a la Empresa para proceder a retirar dicho carro por no estar apto para el servicio que debe prestar y que la unidad necesita. Se debe realizar una lectura después de las seis horas posterior a la conexión con el objetivo de verificar que

el aire frío se esta inyectando a través de la manga sin dificultad. El carro debe permanecer conectado aproximadamente entre 5 y 7 días bajando la temperatura de 15 a 18 grados (en esto influye la eficiencia del carro, la hermeticidad del silo y la calidad del producto almacenado. Terminado el servicio de climatización se le firma la factura por las horas trabajadas según el horimetro del carro y se emitirá un acta de conformidad si el servicio prestado fue realmente eficiente.

Durante los más de 4 años de trabajo en la conservación de granos en los silos, y con la experiencia acumulada ya se puede realizar un estudio del comportamiento de las temperaturas en las Posiciones de silo Cuba Libre teniendo en cuenta el tipo de grano almacenado. Durante los años 2010 – 2011 y 2012 período en que se desarrolló la investigación pudimos analizar la disminución del plagamiento gracias al monitoreo de las temperaturas, así como las conexiones del carro refrigerado en el momento que era necesario para mantener la calidad del grano en el tiempo que se almacenaron los productos. (Ver figura #2 y 3).

Figura #2: Comportamiento del índice de plagamiento según las temperaturas.



El monitoreo y manejo de las temperaturas durante el proceso de conservación y almacenamiento de los granos es vital, y gracias a esto en los Silos Cuba Libre hemos podido conseguir resultados satisfactorios teniendo en cuenta conectar el carro de frío antes de recepcionar las primeras 500 toneladas, en caso de la conservación, repetir el proceso de enfriamiento cuando el valor promedio general de la temperatura del silo sobrepase los valores entre 22 – 25°C, recirculando el producto almacenado cuando la temperatura en uno, dos e inclusive tres puntos alcance 25° C. Informar a la empresa cuando se detecten más de tres puntos con esta temperatura, para determinar la inmediata salida del producto del silo. En los períodos que el silo mantuvo temperaturas más bajas hubo menos plagamiento y por tanto menos pérdidas.

#### BIBLIOGRAFÍA.

- CEPERO, O. Entomofauna asociada al almacén central de alimentos y dos silos de la provincia de Matanzas. 104 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) Universidad de Matanzas. (Cuba). 2010.
- MINAGRI. Conservación de alimentos. La Habana. Agrinfor. p14. 2006
- VELÁSQUEZ, L. Logística del proceso de almacenamiento. Un enfoque hacia una gestión de excelencia. Editora LOGICUBA. Ciudad de La Habana. Cuba. p 65. 2005.
- VÁZQUEZ, L.. Diagnóstico de insectos plagas de almacén. La Habana. INISAV. p15. 2006.
- DOMÍNGUEZ, M. Cálculo de temperaturas extremas para insectos (Arthropoda: Insecta) en condiciones controladas. Centro Agrícola. Año 33, no.3, Julio- Septiembre. p 91. 2006.
- PÉREZ, E. Pérdidas en productos almacenados. La Habana. INISAV. p 2. 2005.
- LEÓN, P. RAVELO, R. Fitotecnia General. La Habana. Editorial Félix Varela. p397. 2007.
- LÓPEZ, G. DELGADO, S Y SALAS, S. Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos. Almacenadora Sur S.A de C.V. México DF p. 62. 2007.
- MARTÍNEZ, BÁRBARA. GONZÁLEZ, JUDITH Y AISA JIMÉNEZ. Estudio del comportamiento de las temperaturas en la posición de SMR al aire libre. Villa Clara. CONAZUCAR. p 14. 2008.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN ALMACENES, SILOS, INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA MOLINERA Y TRANSPORTACIÓN DE ALIMENTOS. Centro Nacional de Sanidad Vegetal 41 (CNSV). Proyecto del Protocolo de Montreal para la eliminación del consumo de bromuro de metilo. Ciudad de La Habana. Cuba. p 78. 2006.

PÉREZ, E; MIRALLES, L; HERNÁNDEZ, M. Y NAVARRO, A. Manejo Integrado de plagas en almacenes, silos, instalaciones industriales y transportación de alimentos. *Rev. Fitosanidad* vol. 13, no. 2, Junio 2009. pp137.