

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**PROPUESTA DE INFORMES DE VERIFICACION Y/O CALIBRACION
DE LOS EQUIPOS DE MEDICION DENTRO DE LA INDUSTRIA DE
ELABORACION DE LEVADURA PARA PANIFICACION**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO EN ALIMENTOS
PRESENTAN:**

**MIRYAM RODRIGUEZ QUIROZ
EDUARDO VELAZQUEZ MEDINA**

ASESOR: MC. ROSALIA MELENDEZ PEREZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por que como ser supremo y gracias a su voluntad, tengo la oportunidad y la dicha de tener la vida. Lalo.

Por que siempre has estado con nosotros y nunca nos olvidas. Miryam. Gracias Dios Mío.

A mis Padres:

Ya que gracias a su relación basada en el amor y en el entendimiento me dieron las herramientas necesarias para poder hacer algo en la vida. Gracias Mamá y Papá.

A mis suegros:

Juan y en especial a Lupita, ya que sin su apoyo hoy día no hubiera podido concluir el sueño de su hijo y el mío.

A mi Esposa:

Miryam, Por que con tu amor, comprensión, paciencia y conocimientos nuestra relación se fortalece día con día. Gracias Amor.

A mi Esposo:

Lalo, quien ha sido para mí el ser más humano, cariñoso y sensible que he conocido. Y por ser el hombre que amo.

A nuestro Hijo:

Jonathan, que con tu alegría, carácter e inquietud, aprendamos juntos de esa luz que tienes para compartir con todos. Dios te bendiga siempre.

A mis hermanos:

Berenice, Carlitos, Gerardo, Eduardo y Karem que aunque Dios nos ha puesto en caminos diferentes, pero en una misma senda, nos han apoyado y motivado todo este tiempo. Gracias a todos ellos.

En general, gracias a todas aquellas personas que han sido parte de nuestra formación como maestros, familiares, amigos y compañeros de trabajo principalmente los que colaboraron con el presente trabajo. Mil gracias a todos.

ÍNDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCION	i
OBJETIVOS	iii
CAPITULO 1: ANTECEDENTES	
1.1 Historia del pan.	1
1.2 Proceso de elaboración de levadura.	3
1.2.1 Fermentación.	5
1.2.2 Recuperación.	6
1.2.3 Conservación.	6
1.3 Definición de calibración y validación.	7
1.4 Descripción del control del equipo de inspección, medición y prueba ISO 9002:1994.	7
1.5 Descripción del control de los dispositivos de seguimiento y de medición ISO 9001:2000.	10
1.6 Codificado y Etiquetado de equipos de medición.	12
1.6.1 Control, mantenimiento y programa de calibración de los patrones de calibración utilizados en el laboratorio.	13
1.6.2 Magnitudes de influencia.	
1.7 Conceptos de equipos de medición de peso.	17
1.7.1 Unidades.	17
1.7.2 Descripción de equipos de medición de peso.	17
1.7.2.1 Descripción de balanza.	18
1.7.2.2 Descripción de báscula.	19
1.8 Conceptos de equipos de medición de temperatura.	19
1.8.1 Definición de temperatura.	20
1.8.2 Unidades.	20
1.8.3 Tipos de termómetros.	21
1.8.3.1 Termómetros de líquido en vidrio.	21
1.8.3.1.1 Partes de un termómetro.	22
1.8.3.1.2 Clasificación de los termómetros.	24
1.8.3.1.3 Usos y cuidados.	24
1.8.3.2 Termómetros Bimetalicos.	25
1.8.3.2.1 Características de los termómetros bimetalicos.	25
1.8.3.3 Termómetros digitales.	26
1.8.3.3.1 Algunas características de los termómetros digitales.	27
1.9 Conceptos de equipos de medición de presión.	27
1.9.1 El concepto de presión.	27
1.9.2 Unidades.	28
1.9.3 Descripción de manómetros.	28
1.9.3.1 Manómetro de bourdon.	28
1.9.3.2 Partes de un manómetro tipo bourdon.	29
1.10 Conceptos de equipos de medición de pH.	32
1.10.1 Definición de pH.	32
1.10.1.1 Potenciometría.	33

1.10.1.2 Definición de potenciometro.	33
1.11 Conceptos de equipos de medición de °Bx (densimetro).	34
1.11.1 Definición de °Brix.	34
1.11.2 Definición de densimetro o areómetro brix.	34

CAPITULO 2: METODOLOGIA

2.1 Metodología general.	35
2.1.1 Identificación de equipos presentes en la elaboración de levadura.	35
2.1.2 Identificación de las magnitudes de influencia en la planta.	37
2.1.3 Emplear patrones y/o materiales de referencia para la verificación y/o calibración de los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Bx).	37
2.1.4 Codificar y etiquetar el equipo de medición para asegurar su estado de confirmación.	37
2.1.5 Establecer lapsos en los cuales se deberá de verificar y/o calibrar a los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Bx).	37
2.2 Informes de calibración.	38
2.2.1 Informe de calibración para equipos de medición de peso (balanzas y básculas).	38
2.2.2 Informe de calibración para equipos de medición de temperatura.	39
2.2.3 Informe de calibración de equipos de medición de presión.	40
2.2.4 Informe de verificación para equipos de medición de pH.	40
2.2.5 Informe de verificación para equipos de medición de °Bx.	41

CAPITULO 3: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 Resultados.	41
3.1.1 Identificación de equipos presentes en la elaboración de levadura.	41
3.1.2 Identificación de las magnitudes de influencia en la planta.	41
3.1.3 Emplear patrones y/o materiales de referencia para la verificación y/o calibración de los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Bx).	42
3.1.4 Codificar y etiquetar el equipo de medición para asegurar su estado de confirmación.	42
3.1.5 Establecer lapsos en los cuales se deberá verificar y/o calibrar a los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Bx).	42
3.2 Propuesta de informes de calibración.	43
3.2.1 Informe de calibración de equipos de medición de peso.	43
3.2.2 Informe de calibración de equipos de medición de temperatura.	46
3.2.3 Informe de calibración de equipos de medición de presión.	49
3.2.4 Informe de verificación para equipos de medición de pH.	50
3.2.5 Informe de verificación para equipos de medición de °Bx.	52
Discusión de resultados.	53
Conclusiones.	55
Anexo 1.	56
Glosario.	58
Bibliografía.	60

INDICE DE CUADROS

Número	Nombre	Página
1	Características generales para la producción de levadura.	5
2	Organismos metrologicos nacionales.	11
3	Clasificación por área de la identificación de instrumentos.	12
4	Identificación de los instrumentos de medición.	13
5	Patrones propuestos para diferentes magnitudes.	14
6	Lapsos de verificación y/o calibración de equipos de medición propuestos.	43

INDICE DE FIGURAS

Número	Nombre	Página
1	Ubicación de equipos de medición en la planta de elaboración de levadura.	4
2	Tipos de balanzas.	18
3	Báscula.	19
4	Partes del termómetro de mercurio.	22
5	Termómetro bimetálico.	25
6	Termómetros digitales.	27
7	Tipos de tubos de bourdon.	29
8	Partes de un manómetro.	30
9	Elemento elástico.	31
10	Potenciómetro.	34
11	Densímetro de brix	34
12	Cuadro Metodológico.	36
13	Posiciones de la carga en la prueba de excentricidad.	39

INDICE DE INFORMES DE VERIFICACION Y/O CALIBRACION

Nombre	
Informe de calibración para equipos de medición de peso.	44
Informe de calibración para equipos de medición de temperatura.	47
Informe de calibración para equipos de medición de presión.	49
Informe de verificación para equipos de medición de pH.	51
Informe de verificación para equipos de medición de °Bx.	52

INTRODUCCION

Hoy en día es inconcebible la existencia de una industria de elaboración de levadura para panificación sin instrumentos de medición, y aunque existiera las necesidades que crea el mercado para obtener productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en la cantidad suficiente para que el precio obtenido sea competitivo, forzarían a modificar a la industria, incluyendo en la transformación subsiguiente, la automatización del proceso mediante los instrumentos de medición y control.

Dentro de la industria de elaboración de levadura se cuenta con un espacio físico, el cual no se encuentra en el lugar más apropiado para hacer las verificaciones y/o calibraciones del equipo utilizado en el proceso. Sin embargo, se realiza en dicho espacio la confirmación metrológica de los equipos de medición utilizados en la industria de elaboración de levadura para pan.

En este lugar se toma en cuenta que no se puede controlar algunas magnitudes de influencia, como vibraciones (debidas a que la infraestructura de la planta fue contemplada mucho antes de planear un laboratorio de metrología), cambios de temperatura (debido a la cercanía que existe con el área de proceso, alcanzando temperaturas hasta de 35°C), y excesiva humedad (suscitada por la esterilización del equipo al realizar la limpieza del mismo, desprendiéndose vapor). No obstante, se trabaja refiriendo con dichas observaciones, y se realiza un inventario con el equipo presente en la elaboración de levadura, el cual consta de básculas, balanzas, termómetros (líquido en vidrio, digital, bimetálico), manómetros, potenciómetros, densímetros, entre otros; los cuales consideramos los más importantes porque en el proceso, es necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como el peso de las materias primas y/o producto terminado, la temperatura de un proceso, los °Brix y el pH del producto, la presión generada en el recipiente en el que se manufactura, etc.

Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las de un operador podría realizar.

Realizar las mediciones implica muchas veces adquirir equipo necesario para dichas acciones; es aquí donde radica la importancia de un laboratorio de metrología, que debe satisfacer las necesidades de la empresa, ya que cuando no se cuenta internamente con uno, se depende de un servicio externo, el cual aparte de impartir asesoría muchas veces inadecuada y calibrar los equipos e instrumentos a costos elevados, repercute en los egresos de la compañía. Otra clara diferencia es el hecho de que solo se verificaban los equipos y no se calibraban internamente en la compañía.

Los instrumentos que se utilicen en la verificación del producto tienen que controlarse, y esto incluye a los instrumentos usados en inspección y pruebas de recepción del producto, dentro del proceso en la aceptación final, antes de suministrarlo al cliente. También incluye dispositivos usados durante el diseño y desarrollo, para determinar las características del producto y la verificación del diseño.

Cuando se implementa adecuadamente un laboratorio interno se puede contar con personal con amplia experiencia en el campo y también se pueden desarrollar profesionistas en el ramo, a los cuales se les somete a capacitación específica generalmente externa.

A continuación se explicarán algunos conceptos relacionados con el proceso de elaboración de levadura.

OBJETIVOS

General:

Proponer la metodología de verificación y/o calibración de los equipos de medición dentro de la industria de elaboración de alimentos para asegurar que las mediciones son hechas con la exactitud requerida.

Particulares

I. Valorar el equipo de medición, mediante confirmación metrológica, para el uso adecuado de los mismos.

II. Proponer informes de verificación y/o calibración, como una evidencia de los resultados que demuestra el equipo de medición, para el cumplimiento de la norma ISO9001:2000.

I. ANTECEDENTES.

1.1 Historia del pan.

El pan es un alimento popular básico, cuyo consumo se ha propagado por todo el mundo excepto en los países arroceros. Se utiliza como complemento a la comida diaria y se hace indispensable en la dieta.

Existe constancia de la fabricación de pan y de la utilización de levaduras desde el año 2300 a.C., en que los egipcios descubrieron de forma casual el proceso de la fermentación. A partir de este descubrimiento, la fabricación de pan se convirtió en un oficio, que se fue extendiendo por todo el mundo. (Jeans, 1983)

Entonces para la fabricación de pan se necesitaban levaduras, y ya en el tiempo de los romanos, estas levaduras se tomaban de la superficie de los cuencos del vino fermentado, y se descubrió que servían perfectamente para fabricar el pan. Hoy en día ya se sabe que este proceso de fermentación lo realiza una levadura, *Saccharomyces cerevisiae*. La cual se reproduce en soluciones de melaza purificada bajo control sanitario, químico y bacteriológico.

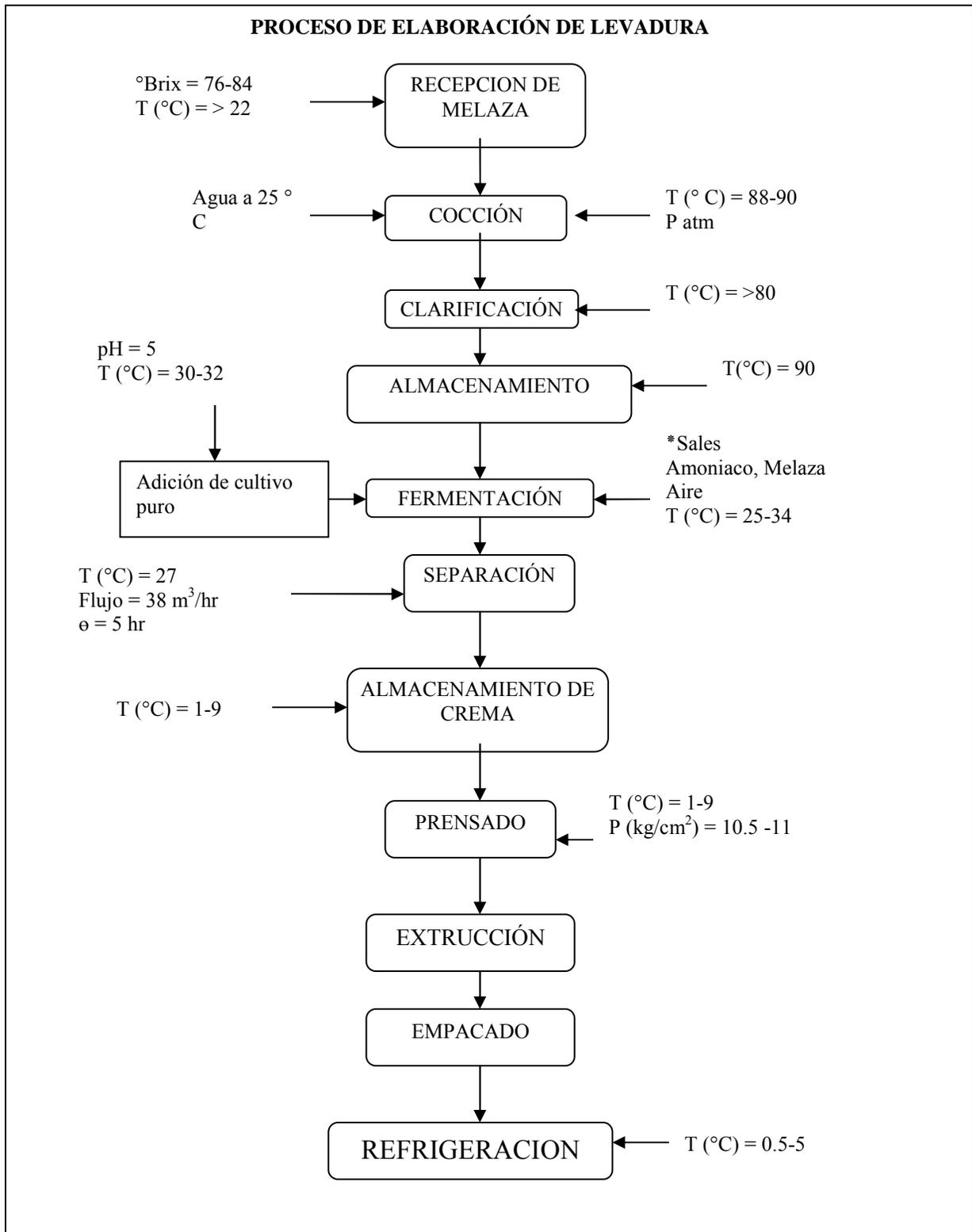
La levadura es entonces un importante componente en el pan, como la harina y la sal; utilizando los componentes de la harina, la levadura fermenta expulsando al medio dióxido de carbono y alcohol, que forma unas burbujas en el interior de la masa característica del pan.

Cabe mencionar que al mezclar en proporciones correctas se inician dos procesos:

1) La hidratación de la proteína de la harina, debida a la combinación con el agua para formar un material coherente llamado gluten que tiene propiedades de película extensible y tiene un cierto grado de recuperación.

2) Producción de gas carbónico por acción de las enzimas de la levadura sobre los azúcares. Los cuales son fundamentales en la realización del pan. (www.biocity.iespana.es/biocity/micro/pan.htm)

A continuación se describirá el proceso de elaboración de levadura.



*Sales: Sulfato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de magnesio, cloruro de potasio, sulfato de zinc, cloruro de calcio, clorhidrato de tiamina, antiespumante, carbonato de sodio o ácido sulfúrico.

1.2 Proceso de elaboración de Levadura:

Para la fabricación de levadura existen diferentes procedimientos entre los que se encuentran:

- El procedimiento vienés.
- El de melazas amonio.
- La obtención de levadura a partir de lejías sulfíticas por el método de Heijkenskjöld. (Prescott & Dunn's, 1983)

En general, el procedimiento más ampliamente descrito es el que emplea las melazas como fuente de carbono, como lo muestra el diagrama de flujo en la figura 1, la cual consta de 3 fases: la fermentación, la recuperación y la conservación que son descritos a continuación y en donde se marcan aspectos que se relacionan con variables ó magnitudes que deben ser medidos y/o controlados durante cada una de éstas.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PLANTA DE ELABORACION DE LEVADURA PARA PAN¹.

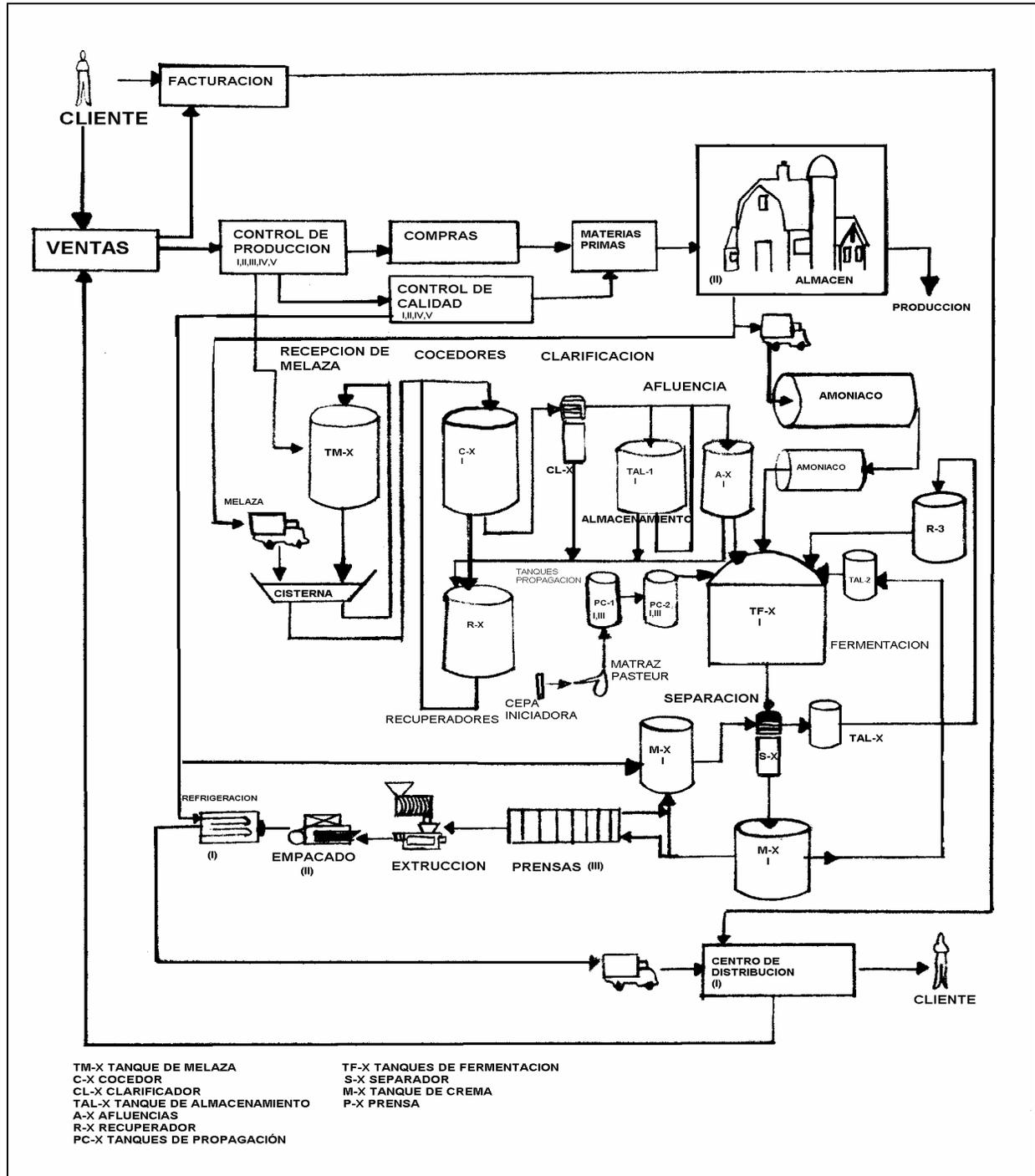


Figura 1.- Ubicación de equipos de medición en planta de elaboración de levadura.

¹ Diagrama de Flujo proporcionado por Industria de levadura para pan.

En la figura anterior se indica en números romanos la localización de los diferentes equipos de medición en las distintas áreas de la planta, así como el significado de las iniciales en equipos de proceso.

I.- Termómetros: Cocedores, Tanques de propagación, tanque de almacenamiento, fermentadores y laboratorio.

II.- Balanzas y Básculas: Almacén, Control de Producción, Cuarto de Pesado de Sales, Laboratorio de control de calidad y Área de Empaque.

III.- Manómetros: Tanques de Propagación y Laboratorio de control de calidad.

IV.- Potenciómetros: Control reproducción y Laboratorio de control de calidad.

V.- Brixómetros: Control de Producción y Laboratorio de control de calidad.

1.2.1 Fermentación

El proceso comienza con la preparación del inóculo, empezando por una célula aislada y multiplicándola hasta tener una masa suficiente para sembrar el medio o caldo principal (Prescott & Dunn's, 1983). Cabe mencionar que es importante controlar el pH del medio o caldo principal, y las condiciones de operación, tiempo de incubación las que varían de acuerdo al proceso. Las características generales de la levadura se enlistan en el cuadro 1.

Durante el proceso se deben mantener condiciones aerobias para favorecer el desarrollo de la levadura (Bowen, 1994).

Cuadro 1. Características generales para la producción de levadura.

PARAMETRO	VALOR
Temperatura de incubación.	25 – 30°C
pH	3.5 – 4.5
Concentración del azúcar	0.5 – 1.5%
Requerimiento de nitrógeno	6 x10 E-4 – 7 x 10 E-4 (kg / l)
Requerimiento de fosfato	5 x 10 E -4 – 6 x 10 E -4 (kg / l)
Requerimiento de magnesio	0.9 x 10 E-4 -1 x 10 E -4 (kg / l)
Requerimiento de aire	275 – 530 ft ³ / lb de levadura

Fuente: Bowen, 1994

1.2.2 Recuperación

Una vez que la levadura alcanza su máximo crecimiento, el medio de cultivo se pasa a un separador centrífugo o un filtro para separar el exceso de líquido de la masa de levadura. La crema de levadura obtenida se mezcla con agua potable y se separa nuevamente con la finalidad de remover impurezas mecánicas como proteínas coaguladas y células muertas. Esta operación se repite hasta obtener un producto limpio. A la crema obtenida se le puede agregar aditivos que permitan una mejor conservación del producto y favorezcan las reacciones de panificación, entre los que se encuentran el ácido Fosfórico, ácido Ascórbico y Esteres lipofílicos. En este punto es importante controlar las cantidades correctas de los anteriores aditivos.

1.2.3 Conservación

La levadura acondicionada se pasa a filtros prensa, los cuales se controla el tiempo (30 min) y la presión (10.5-11 kg/cm²). Usualmente estos filtros son de tipo de placa y marco, y se recoge en forma sólida (Prescott & Dunn's, 1983).

Esta levadura se puede utilizar para la elaboración de la misma comprimida o seca.

La levadura comprimida debe almacenarse en refrigeración (0.5-5°C) y distribuirse lo más rápidamente posible para evitar su descomposición; sin embargo, puede ser conservada sin refrigeración si se deseca inmediatamente después de la fabricación, y así obtener levadura comercialmente conocida como instantánea.

La levadura prensada se dispersa en forma de gránulos para su desecación. Si la levadura ha de ser empleada en panificación, la desecación debe llevarse a cabo a temperaturas inferiores al punto térmico de muerte (90° C) y deben tomarse precauciones para evitar la contaminación durante el proceso (Bowen, 1994).

Como puede verse en el proceso general de fabricación de levadura, existen variables que deben ser medibles y controlables y por lo tanto requieren de equipos e instrumentos con alta confiabilidad en las lecturas. Es por tal motivo que las industrias han adoptado el quehacer que estipulan las normas de ISO 9000, de ahí la importancia de retomar lo que las normas citan en su versión 1994 vs 2000.

1.3 Definición de calibración y validación.

La calibración es el conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición o un sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada o un material de referencia, y los valores correspondientes de una cantidad obtenida por un patrón de referencia. (NMX-CC-017/1:1995, 3.23).

La validación es el establecimiento de la evidencia documentada de que un sistema funciona de acuerdo a como fue diseñado, obteniendo un alto grado de seguridad de que el sistema producirá los atributos y resultados predeterminados.

1.4 Descripción del control del equipo de inspección medición y prueba ISO 9002:1994.

En la última década del siglo XX y principios del siglo XXI la industria ha adoptado sistemas de calidad para el beneficio de la misma. Se han implementado normas para llegar a la calidad total, como es el caso de la norma ISO 9000, la cual se entiende como una metodología de gestión que establece lo que debe hacer la empresa, pero no como hacerlo; esta norma está basada en la conformidad de los requisitos específicos del cliente, el uso de materiales y servicios apropiados, el control del proceso, identificación de las no conformidades, mantenimiento del sistema mediante auditorías internas y revisión de la gestión.

Es elemental tener el control del equipo de inspección, medición y prueba, el cual en la versión 1994 de ISO 9000 se encuentra en la norma NMX-CC-004-IMNC (Sistema de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la Calidad en Producción, Instalación y Servicio). Se analiza el punto 4.11, el cual menciona que "el suministrador² debe establecer y mantener al día procedimientos documentados para controlar, calibrar y realizar el mantenimiento de los equipos de inspección, medición y prueba (incluyendo el soporte lógico usado en los ensayos) utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados". Los equipos de inspección, medición y prueba deben ser utilizados

² Suministrador: Es la organización que aplica los requerimientos de la norma NMX-CC-004-IMNC (ISO 9002:1994).

de manera que se asegure que la exactitud³ de la medida es conocida y compatible con la capacidad de medida requerida.

Es muy importante mantener al corriente todos los documentos relacionados con la calibración y verificación del equipo, ya que desde la recepción de materia prima se deben conocer los pesos reales del material para el proceso, pH de algunos productos, concentraciones de sustancias químicas (utilización de buretas y probetas), etc.

Cuando se utilice como método adecuado de inspección un programa informático o unas referencias comparativas, como materiales de prueba, estos deben ser comprobados para demostrar que son capaces de verificar la aceptabilidad del producto, antes de ser puestos en circulación para su uso durante la producción, la instalación o el servicio postventa, y deben ser revisados con una periodicidad preestablecida. El suministrador debe establecer el alcance y la frecuencia de dichas revisiones, y debe conservar los registros actualizados correspondientes como evidencia de dicho control.

Existen compañías que invierten en equipo automatizado para el control del proceso, y es el papel del metrólogo y encargados del control de proceso, verificar que el equipo de inspección, medición y prueba funcione correctamente, dentro de los parámetros establecidos del proceso. Para lo cual se debe seguir el procedimiento de control que a continuación se muestra:

El suministrador debe:

- a) Determinar que medidas deben realizarse, la exactitud requerida, y seleccionar los equipos de inspección, medición y prueba adecuados que sean aptos para la exactitud y precisión necesarias.

Esto dependerá del proceso que se desea controlar, ya que existen equipos de inspección, medición y prueba que por su alcance en tomar una magnitud no servirán, o serán más indispensables en otra área.

- b) Identificar todos los equipos de inspección, medición y prueba, que puedan afectar a la calidad del producto, calibrarlos y ajustarlos a intervalos

³Exactitud: Proximidad de la concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero (convencional) del mensurando.

establecidos o antes de su utilización, contra equipos certificados que tengan una relación conocida y válida con patrones internacionales o nacionales reconocidos. Cuando no existan tales patrones debe documentarse la base utilizada para la calibración.

Se debe de tener un control de todos los equipos de inspección, medición y prueba existentes en la organización, a los cuales dependiendo de los resultados obtenidos de las magnitudes analizadas, se les designará fechas de verificación y calibración requeridas para cada una.

Esto se realizará con patrones estandarizados por la CENAM.⁴

- c) Definir el proceso empleado para la calibración de los equipos de inspección, medición y ensayo, incluyendo los detalles sobre el tipo de equipo, la identificación única, la localización, la frecuencia de las comprobaciones, el método de comprobación, los criterios de aceptación y las acciones que deben realizarse cuando los resultados no sean satisfactorios.

Deberán existir procedimientos para los equipos de inspección, medición y prueba que no cumplan con los requerimientos establecidos.

- d) Identificar los equipos de inspección, medición y ensayo con una marca adecuada, o con el registro de identificación aprobado que indique su estado de calibración.
- e) Conservar los registros de calibración de los equipos de inspección, medición y ensayo.
- f) Evaluar y documentar la validez de los resultados de las inspecciones y ensayos obtenidos con anterioridad, cuando se compruebe que los equipos de inspección, medición y ensayo no estén bien calibrados.
- g) Asegurar que las calibraciones, inspecciones, mediciones y ensayos se realizan en condiciones ambientales adecuadas.
- h) Asegurar que el manejo, la conservación y el almacenamiento de los equipos de inspección medición y ensayo sean tales que no alteren su exactitud y adecuación al uso.

⁴ CENAM. Centro Nacional de Metrología.

Para tal motivo, se deberá comunicar al usuario del equipo de inspección, medición y ensayo la importancia del buen manejo del mismo, informando la parte más vulnerable del equipo.

- i) Proteger las instalaciones de inspección, medición y ensayo, incluyendo tanto los equipos de ensayo como el soporte lógico, frente a ajustes que pudieran invalidar la calibración realizada. (NMX-CC-004-IMNC:1994, 4.11)

1.5 Descripción del control de los dispositivos de seguimiento y de medición ISO 9001:2000.

Se realizaron cambios a la norma ISO 9001 versión 1994, por lo que en el año 2000 entro en vigor la Norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 (Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos). A continuación se analiza el apartado 7.6 de la norma ISO 9001:2000.

Las modificaciones realizadas son: el cambio del concepto de suministrador a organización, también el de equipos de inspección medición y prueba por dispositivos de medición y seguimiento. Otro cambio importante es incluir el concepto de verificación por que en la norma anterior se hablaba solo de calibración, haciendo a la actual más flexible.

“La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados”.

“La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición”.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- a) Calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacional o internacional; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación.
- b) Ajustarse o reajustarse según sea necesario.

- c) Identificarse para poder determinar el estado de calibración.
- d) Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición.
- e) Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación. (NMX-CC-9001:2000, 7.6)

En la norma hacemos referencia a dispositivos de seguimiento y medición los cuales están regulados por diferentes organismos en el área de metrología (ciencia de la medición), Nacionales e Internacionales, los cuales se describen a continuación:

Dentro de los organismos que iniciaron en el estudio de las calibraciones tenemos al National Bureau of Standards (NBS), actualmente National Institute of Standards and Technology (NIST), que a su vez, elaboró las primeras normas referentes a calibración; también otros organismos se dedicaron a normalizar las cuestiones de medición y los diferentes sistemas para ello, como la American National Society Institute (ANSI).

En el siguiente cuadro 2 se muestran algunos organismos nacionales involucrados en la regulación metrológica:

Cuadro 2.- Organismos Metrológicos Nacionales

Certificación.A.C Industrial	AMMAC: Asociación Mexicana de Metrología A.C
	CENAM: Centro Nacional de Metrología
	DGN: Dirección General de Normas.
	IMNC: Instituto Mexicano de Normalización y
	SECOFI: Secretaria de Comercio y Fomento
	SNC: Sistema Nacional de Calibración.

Fuente: García P. (1998)

1.6 Codificado y Etiquetado de equipos de medición.

Se debe identificar, calibrar y/o verificar y codificar todo equipo de medición en forma segura y durable.

Todo instrumento y equipo de medición, debe contar con una clave de identificación asignada.

Las claves de identificación para los instrumentos de medición están conformadas por la siguiente estructura:

- Una letra o más si se requiere (mayúsculas), que indican el área en donde se encuentra instalado el instrumento, ver cuadro 3.
- Enseguida de un guión una letra (mayúscula), que indican la variable a medir:
P: Presión.
T: Temperatura.
M: Masas.
E: Otros instrumentos o equipos.
- Como ejemplo se muestra en el cuadro 4, lo siguiente: un guión tres números, los cuales son el consecutivo del equipo o instrumento en esa área.

Cuadro 3.- Clasificación por área de la Identificación de instrumentos⁵.

Área	Abreviación
Control de Calidad	CC
Producción	P
Ventas	V
Diseño	D
Gestión de calidad	GC
Almacén	A

Todo equipo de medición debe estar etiquetado, codificado o identificado en forma segura y durable, para indicar su estado de confirmación. El etiquetado puede ser

⁵ La clasificación se estableció por la empresa para su mejor manejo.

por medio de una etiqueta auto adherible, por una etiqueta unida o adjunta, o por cualquier otra marca duradera hecha en el equipo de medición. (NMX-CC-017/1:1995, 4.10⁶)

Cuadro 4.- Identificación de Instrumentos de Medición⁷.

CLAVE: CC-T-001.
CC: Área de Control de Calidad.
T: Indicador de Temperatura.
001: Instrumento # 1 de esta área.

1.6.1 Control, Mantenimiento y Programa de Calibración de los Patrones de Calibración utilizados en el Laboratorio.

En la industria de elaboración de levadura se debe tomar en cuenta lo importante que es el adquirir, manipular, mantener y controlar un patrón para la calibración de los equipos e instrumentos de medición, por lo que a continuación se menciona el propósito de los patrones, y se indican los que se utilizan actualmente para la calibración y/o verificación de cada magnitud, como se muestra en el cuadro 5. Asimismo, el almacenamiento correcto para cada uno de ellos.

El propósito que se persigue es:

- Establecer la forma de uso, mantenimiento y condiciones ambientales en las que deben mantenerse los patrones de trabajo utilizados por el laboratorio.
- Operar en forma correcta los patrones de calibración para no alterar sus características metrológicas y así poder obtener resultados confiables durante la comparación de los instrumentos por calibrar.
- Enviar los Patrones de Calibración a los laboratorios autorizados por el Sistema Nacional de Calibración (SNC) para garantizar la trazabilidad de las calibraciones realizadas en planta.
- Establecer la frecuencia y calendarizar el envío de los patrones a calibrar para mantener actualizada su vigencia.

⁶ El 4.10 se refiere a este apartado de la norma, de aquí en adelante esta numeración dará conocer diferentes apartados de la norma.

⁷ La identificación fue hecha en base a la práctica.

Cuadro 5.- Patrones propuestos para diferentes magnitudes⁸.

<u>Masa.</u>	<u>Temperatura</u>	<u>Presión</u>	<u>Otras magnitudes.</u>
a) Masas Paralelepípedas de fierro colado (5,10 y 20 Kg.).	Pirómetro patrón con rango (-50 a 150°C).	Calibrador de presión de 0 a 400 Kg./cm.	a) <i>Soluciones amortiguadoras de pH: 4 y pH: 7.</i>
b) Marco de masas de bronce (1 mg a 500g).	No aplica	No aplica	b) <i>Fluidos de °Bx conocida (5, 15, 25, 35,45)</i>
c) Marco de masas de bronce (1 mg a 1kg).	No aplica	No aplica	<i>No aplica</i>
d) <i>Masa de bronce (2kg).</i>	<i>No aplica</i>	<i>No aplica</i>	<i>No aplica</i>

Para la manipulación de los patrones utilizados en la calibración de los equipos de medición, se cuenta con diferentes materiales como los siguientes:

- a) Guantes de algodón.
- b) Franela y brocha.

⁸ Los patrones mencionados fueron seleccionados por la empresa, debido a sus prioridades monetarias.

- c) Caja con herramientas varias (desarmador de cruz y plano, pinzas de punta, llaves allen, llaves españolas de diferentes medidas).
- d) Vitrina o gabinete.
- e) Agua desmineralizada.
- f) Mesa o base de granito.
- g) Sacarosa grado analítico.
- h) Manifold de presión
- i) Probeta de vidrio 500ml.

Almacenamiento de Patrones:

- Guardar todos los Patrones de calibración en un área libre de polvo ambientes corrosivos y, a una humedad no mayor a 55%, y una temperatura no mayor a 25°C, de preferencia en gabinetes cerrados para evitar cambios bruscos de temperatura y corrientes de aire.
- Guardar los patrones de masa, presión, temperatura en sus estuches.
- Guardar en su estuche y sin pila los patrones digitales cuando no se utilicen por períodos prolongados, para evitar que esta cause corrosión al instrumento.

Uso y cuidado de Patrones:

- Asegurar que los patrones tienen su calibración vigente antes de usarse.
- Operar los patrones de indicación digital de acuerdo a su manual o procedimiento de operación específico.
- Utilizar los marcos de masas con guantes de algodón para evitar que la grasa y la humedad de las manos dañen las piezas y alteren su valor.
- Emplear la mesa de granito, al calibrar en el área dimensional, para tener un plano de referencia.

Informes de Calibración:

- Todos los patrones deben contar con su informe de calibración vigente expedido por un laboratorio autorizado por el sistema nacional de calibración (SNC).

Acciones Correctivas:

- No se podrá usar ningún patrón del que el informe de Calibración esté vencido.

- Si algún patrón se deforma o altera por algún golpe o mal uso, deberá ser enviado a reparación y posteriormente ser recalibrado.

Para asegurar que todos los equipos usados como patrones tengan su calibración vigente, se requiere de una gran inversión por la cantidad de equipos utilizados, es aquí donde radica la importancia de que la persona que realiza las actividades de calibración este capacitada y cuente con la capacitación dependiendo de la magnitud en cuestión, el equipo, herramientas y/o infraestructura necesarias para poder llevar acabo esta tarea en las diferentes áreas que se requiera.

1.6.2 Magnitudes de Influencia.

“Magnitud que no es objeto de la medición pero que influye en el valor del mensurando o en las indicaciones del instrumento de medición.” (NMX-CC-017/1:1995,3.5)

Ejemplo:

Temperatura ambiente, frecuencia de la tensión eléctrica en el momento de su medición. (NMX-CC-017/1:1995,3.5)

Los patrones y el equipo de medición deben ser calibrados, ajustados y utilizados en un ambiente controlado para asegurar hasta donde sea necesaria la validez de los resultados de las mediciones. Deben considerarse la temperatura, velocidad de cambio de la temperatura, humedad, iluminación, vibración, control de polvo, limpieza, interferencia electromagnética y otros factores que afecten los resultados de la medición.

Debido a que el laboratorio se ve afectado por estas magnitudes de influencia se deben de realizar las calibraciones y ajustes pertinentes, cuando en el laboratorio estas magnitudes estén afectando lo menos posible y las condiciones sean lo más estables.

1.7 Conceptos de equipos de medición de Peso.

Dentro de todo el proceso de elaboración de levadura para panificación, se requiere de un registro donde se anotan pesos de las materias primas hasta el producto terminado, de aquí su importancia metrológica.

Los términos masa y peso comúnmente son confundidos. Veamos las diferencias: "La masa es la cantidad de materia que contiene un cuerpo y se entiende como peso a la fuerza obtenida como el producto de la masa de un cuerpo por la aceleración de la gravedad". (Ayres, 1990)

Si un cuerpo tiene mucha masa, es atraído con mayor intensidad por la Tierra y, por lo tanto, su peso será mayor que otro con menos masa.

La masa no varía según el lugar donde se encuentre el cuerpo, ya que la masa es algo propio de la materia. El peso en cambio depende de la fuerza gravitatoria, es decir, de la intensidad con que el cuerpo es atraído.

Todos los cuerpos tienen peso. Sin embargo, no todos los cuerpos poseen el mismo peso. Esto se puede comprobar utilizando balanzas, las cuales miden el peso de los cuerpos; y medir significa comparar. La comparación se establece entre lo que queremos medir y una unidad de medida, la cual describimos seguidamente.

1.7.1 Unidades.

La unidad de peso es el Kilogramo, esta magnitud de medición esta representada por el prototipo internacional de 1 Kg., de forma cilíndrica, construido de platino-iridio, localizado en el Buró internacional de Pesas y Medidas (BIPM) en París, Francia. (Sarabia M., 2001).

El peso es una de las magnitudes más importantes, ya que se requiere para añadir cantidades exactas a lo largo de todo proceso para la elaboración y análisis de la levadura. Para realizar pesadas menores a un gramo se utiliza por lo general una balanza.

1.7.2 Descripción de equipos de medición de peso.

De acuerdo a la importancia de uso que se le da en la empresa se mencionan los siguientes equipos.

1.7.2.1 Descripción de Balanza:

La balanza es el instrumento para pesar cuya división mínima es menor que un gramo, como se muestra en la figura 2.

Son los instrumentos que miden el peso de un cuerpo por comparación con otra de peso equivalente (NMX-CH-35-1982,2.1).

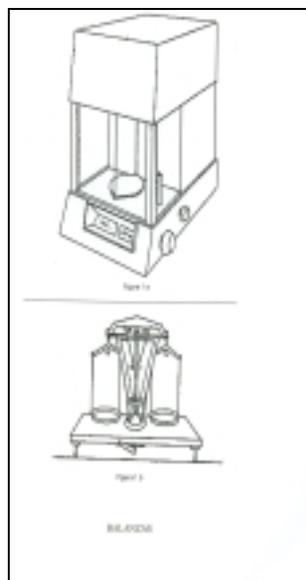


Figura 2.- Tipos de Balanzas

Existen diferentes tipos de balanzas como son: balanza de brazos iguales y balanza de monoplato.

La balanza analítica de brazos iguales consiste esencialmente en una cruz sustentada en su centro por un soporte o fulcro, de forma que actúa como una palanca sencilla. De cada extremo de la cruz, en puntos equidistantes del punto de apoyo central, pende un platillo para colocar el objeto a pesar y las pesas. El objeto (que se coloca en el platillo izquierdo) tiene la misma masa que las pesas (que se colocan en el platillo derecho) cuando la cruz está en posición horizontal, lo cual indica que la fuerza gravitacional que actúa en cada uno de los dos brazos es la misma.

La balanza de monoplato es adecuada para hacer pesadas muy rápidas utilizando el principio de sustitución. El platillo de la balanza y las pesas están suspendidos del mismo extremo de la cruz, cuyo peso está compensado en el extremo opuesto, además, la balanza está amortiguada mediante un amortiguador de aire. Para pesar un objeto en el platillo se retiran pesas de la cruz de forma que se restablezca la posición original, accionando para ello los mandos externos y deteniendo esta operación en el momento en que la próxima pesa separada sobrepase el peso del objeto; el peso total de las pesas separadas queda registrado en una escala. La diferencia de peso entre la posición de equilibrio y el

punto cero de la cruz queda indicada en una escala óptica de proyección, cuya amplitud corresponde a un peso igual al de la pesa más pequeña de la balanza. En seguida mencionaremos otro instrumento importante para determinar pesos.

1.7.2.2 Descripción de Báscula:

Es aquel instrumento para pesar cuya división mínima es igual o mayor que un gramo. Son los instrumentos para pesar como muestra la figura 3, constituidos por sistemas sensores, transmisores, indicadores o impresores, mediante transmisión de fuerzas por sistemas de palancas. (NMX-CH-35-1982, 2.3).

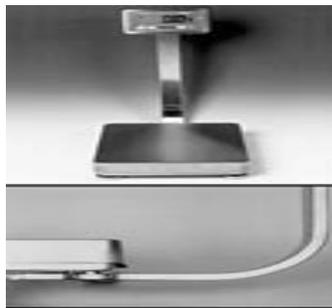


Figura 3.- Báscula

1.8 Conceptos de equipos de medición de temperatura. (León A. ,2001)

Durante el proceso de elaboración de levadura para panificación es relevante el control de la temperatura, ya que de ella depende el crecimiento y desarrollo del microorganismo (*Saccharomyces cerevisiae*).

La temperatura es una de las magnitudes más comunes, también es una de las más difíciles de comprender, ya que por tratarse de una magnitud que se maneja de manera cotidiana, resulta ser que estamos muy relacionados tanto con el calor como con la temperatura, pero desde el punto de vista analítico, resulta muy difícil encontrar una explicación cotidiana al respecto.

Todos los cuerpos están formados por materia. Esa materia está constituida por moléculas y átomos. Las moléculas y los átomos están en constante movimiento. Ese movimiento o agitación de las moléculas produce energía térmica o calor. El calor es una forma de energía.

1.8.1 Definición de Temperatura: (Black & Hartley, 1993)

Un medio de atribuir algún significado físico al sentido de la temperatura es relacionar la temperatura de un sistema con el movimiento de las moléculas que lo componen. Conforme la temperatura aumenta, la actividad molecular también aumenta.

Es entonces, la temperatura de un sistema una propiedad termodinámica, y como tal, su valor puede medirse. Una forma de medir la temperatura de una sustancia es referirla a otra cantidad de más fácil medición, tal como la longitud de una columna de mercurio que es puesta en contacto con la sustancia y se deja que alcance el equilibrio térmico.

1.8.2 Unidades.

Las dos escalas de temperatura absoluta están definidas de tal forma que una temperatura de cero corresponde a un estado teórico de ningún movimiento molecular de la sustancia; ellas son la escala Kelvin, donde las temperaturas se designan en grados kelvin (K), y la escala Rankine, en la que las temperaturas se miden en grados Rankine ($^{\circ}\text{R}$). El kelvin es la unidad de temperatura absoluta en el SI, y el grado Rankine es la unidad de temperatura absoluta en el Sistema U.S. de Uso cotidiano. Las primeras escalas de temperatura fueron propuestas al seleccionar temperaturas de referencia correspondiendo a puntos de estados de fácil reproducción. Dos de las temperaturas de referencia más ampliamente usadas son, el punto de ebullición del agua a la presión de 1 atm y el punto triple del agua donde las fases sólidas, líquida y vapor se encuentran en equilibrio. La escala SI de temperatura basada en esos dos estados de referencia es la escala Celsius, para la cual la unidad de temperatura es el grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$). La temperatura elegida para el punto de ebullición del agua fue 100°C y la temperatura del punto triple se eligió como 0°C . Como un resultado de esas elecciones la escala Celsius está relacionada con la escala termodinámica o de temperaturas absolutas medida en kelvin por la relación.

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273.15^{\circ}$$

La anterior ecuación indica que el cero absoluto de temperatura es (-273.15 °C). Las temperaturas negativas existen para la escala Celsius, pero en la escala absoluta de temperaturas siempre son positivas. (Black & Hartley, 1993)

Para realizar la medición de la temperatura hay un sinnúmero de equipos de medición, pero solo se describirán los utilizados en el proceso de elaboración de levadura para panificación.

1.8.3 Tipos de termómetros.

Dentro de la industria de elaboración de levadura para panificación, los termómetros con los que se cuenta actualmente son los que se mencionan a continuación:

1.8.3.1 Termómetros de líquido en vidrio.

Los termómetros de líquido en vidrio son los que comúnmente se manejan en el laboratorio, y su uso está muy difundido en toda la industria. Entre las características que los hacen tan populares se distinguen las siguientes:

- Son instrumentos simples.
- Su costo es relativamente bajo. Su tamaño es pequeño.
- Se pueden encontrar en un amplio alcance de operación.
- Son muy fáciles de usar.

Los termómetros de líquido en vidrio, por sus características, son los instrumentos más simples y económicos para medir temperatura, se diferencian de los otros por su fácil manejo y por no requerir, a diferencia de casi todos los demás medidores de temperatura, de aparatos y equipos adicionales para medir.

Se recomienda el uso de este tipo de termómetros en el laboratorio por el cuidado que el personal hace al utilizarlos.

El principio de operación de los termómetros de líquido en vidrio se basa en la dilatación térmica de un líquido dentro de un capilar de vidrio, es decir, los cambios de volumen del líquido del capilar expresan cambios de temperatura en éste.

1.8.3.1.1 Partes de un termómetro. (León A., 2001).

En la figura 4 se presenta un termómetro de líquido en vidrio, así como cada una de sus partes.



Figura 4.- Partes del termómetro de mercurio

a) Bulbo termométrico:

El bulbo termométrico es un recipiente de vidrio que contiene la mayor parte del líquido termométrico.

Se fabrica generalmente de forma cilíndrica con la finalidad de obtener buena estabilidad térmica y disponer de una gran superficie de contacto con el medio cuya temperatura se desea medir.

Sus paredes deben ser delgadas para reducir el tiempo de respuesta. El bulbo es considerado la parte más importante del termómetro, ya que actúa prácticamente como el sensor mismo.

El líquido termométrico contenido en el capilar de vidrio es conocido como columna de líquido y al extremo superior de la columna de líquido (que sirve para tomar la lectura) se le llama menisco de la columna.

b) Vástago:

El vástago del termómetro es un capilar de vidrio en donde se encuentra grabada la escala y por lo tanto, permite observar los cambios producidos en el volumen del líquido al variar la temperatura que facilita determinar los cambios de ésta.

Este capilar se encuentra unido al bulbo del termómetro y generalmente se construye de paredes gruesas para evitar variaciones por efecto de la presión externa.

El capilar de los termómetros usados a bajas temperaturas se sella al vacío, en tanto que los usados a altas temperaturas, se les introduce una pequeña cantidad

de un gas de relleno con el fin de reducir la presión de vapor del líquido, generalmente estos gases utilizados son argón o nitrógeno. El gas utilizado tiene que ser inerte para que no haya interacción con los otros elementos que componen el termómetro.

c) Escala principal:

Esta escala contiene la graduación que nos permitirá saber tanto la temperatura que estamos midiendo como el intervalo total en el que se debe utilizar el termómetro.

Frecuentemente la escala principal constituye por si misma la escala del termómetro.

Sin embargo algunos termómetros tienen una escala más corta como complemento, la cual se conoce como escala auxiliar, ésta se utiliza cuando no se incluye alguna temperatura de referencia (por ejemplo el punto de fusión del hielo) en el intervalo de la escala principal.

La temperatura de referencia se utiliza para verificar el estado de calibración como una función del tiempo o del uso.

d) Cámara de expansión:

La cámara de expansión, es una ampliación al final del capilar cuya función es proteger el termómetro de un sobrecalentamiento que pueda traer como consecuencia una ruptura al instrumento. Esta cámara tiene un volumen aproximado de 20mm de la longitud del capilar. Su forma de pera invertida evita que se concentre líquido en esta.

e) Cámara de contracción:

La cámara de contracción es una ampliación en el capilar, mediante la cual se interrumpe la escala en una zona determinada, permite la instalación de una escala adicional en caso de ser necesaria, y sirve también, para prevenir la contracción completa del líquido en el bulbo.

Usualmente la cámara de contracción se encuentra ubicada entre la escala principal y la escala auxiliar del termómetro. La función más importante de la cámara de contracción es hacer más pequeña la longitud del termómetro, lo cual lo hace más práctico. (León A., 2001).

1.8.3.1.2 Clasificación de los termómetros.

- Por el tipo de Inmersión:

Considerando que cualquier tipo de vidrio es afectado por el ambiente en el cual se encuentra inmerso, es importante estudiar y caracterizar la profundidad a la cual se deben sumergir los termómetros de líquido en vidrio al momento de realizar la medición.

- Inmersión parcial:

Este termómetro está diseñado para indicar la temperatura correctamente cuando el bulbo y la parte especificada por la marca de inmersión están expuestos a la temperatura que se desea medir. La parte sobrante del cuerpo del termómetro estará entonces a temperatura ambiente, la cual puede ser diferente de la que se está midiendo.

El seguimiento del cuerpo del termómetro desde la línea de inmersión al menisco de la columna líquida recibe el nombre de columna emergente.

La línea de inmersión debe ser clara. La profundidad de inmersión debe ser indicada. (León A., 2001)

- Inmersión total:

Este termómetro está diseñado para indicar la temperatura correctamente cuando el bulbo y la columna líquida está inmerso en el medio que se desea medir. Se permite que la parte superior de la columna este alrededor de 12mm por arriba del nivel del baño, para poder observar la lectura del mismo. (León A., 2001)

1.8.3.1.3 Usos y cuidados.

Los termómetros de líquido en vidrio son instrumentos frágiles y por lo tanto deben utilizarse cuidadosamente para evitar romperlos.

A continuación se hacen algunas recomendaciones para la correcta utilización de los termómetros:

- Deben mantenerse en posición vertical para evitar la separación del líquido de la columna principal.

- Los termómetros que utilizan líquidos orgánicos no deben exponerse directamente a la radiación solar, ya que esto induce un cambio en las propiedades físicas y químicas del líquido, esto se conoce como polimerización.
- Durante el traslado de los termómetros, lo más recomendable es envolverlos con un material blando (para amortiguar los golpes) y posteriormente introducirlo en una caja de cartón o de madera.

Considerando que los vapores de mercurio son altamente tóxicos, deben tomarse las debidas precauciones con el fin de evitarse la exposición a éstos, en caso de ruptura de algún termómetro. (León A., 2001)

1.8.3.2 Termómetros Bimetálicos.

Los termómetros bimetálicos son instrumentos comúnmente utilizados, y aunque no son muy exactos, se pueden obtener lecturas confiables dependiendo del proceso. Se recomienda el uso de este tipo de termómetros en áreas de producción ya que por el tipo de materiales con que están hechos son muy resistentes al uso rudo.

Están constituidos por dos laminillas de metal con diferente coeficiente de expansión térmica.

El termómetro bimetálico tiene la ventaja de ser de uso rudo, pero por lo mismo no tienen muy buena exactitud.

En la figura 5 se presenta un termómetro bimetálico:

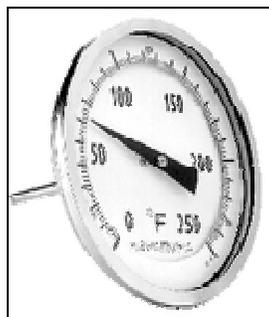


Figura 5.- Termómetro bimetálico.

1.8.3.2.1 Características de los termómetros bimetálicos. (León A., 2001)

a) Caja: De acero inoxidable 304, resistencia a la corrosión, sello hermético entre el

medio exterior y el conjunto interno del termómetro, evitando el empañamiento del cristal por introducción de vapor en usos de alta temperatura.

b) Carátula: Con escala sencilla (en °C) o escala dual (°C / °F) fabricada en aluminio con acabado de pintura electrostática, resistencia a temperaturas mayores a 150 °C sin sufrir cuarteaduras o desprendimientos.

c) Puntero: Balanceado de aluminio ligero con acabado negro mate para una mayor facilidad de lectura.

d) Sistema externo de Ajuste: Herméticamente sellado, localizado en la parte posterior de la caja, el cual permite ajustes con mayor exactitud en una área seleccionada del rango de temperatura (excepto el de 2 " de carátula).

e) Cristal: De calidad óptica sellado contra bisel y caja por medio de empaque que mantiene una hermeticidad integral del conjunto.

f) Vástago: De acero inoxidable -316 de 1/4 " de diámetro.

g) Elemento bimetálico : Bandas metálicas helicoidales cuidadosamente seleccionada e inspeccionada, sensibles a cualquier mínimo cambio de temperatura, cuyo rolado es hecho en máquinas automáticas de presión, controlando así su longitud activa, debido a tratamientos térmicos a los cuales son sometidos y a los estrictos controles metalúrgicos que se emplean en su manufactura garantizando una continua exactitud.

h) Exactitud: Con una exactitud del $\pm 1\%$ a escala total.

(www.finesa.com.mx)

1.8.3.3 Termómetros digitales. Este tipo de termómetros tienen muy buena exactitud, para tomar lecturas en sitio, pero por el tipo de material que esta hecho requiere de cierto cuidado. Un ejemplo de los termómetros digitales utilizados en la industria de elaboración de levadura son los portátiles, ya que son de bajo costo y alta precisión. En la figura 6 podemos apreciarlos.



Figura 6.- Termómetros digitales

1.8.3.3.1 Algunas Características de los termómetros digitales.

Pueden tener un cuerpo cilíndrico, rectangular o con cuerpo robusto a prueba de agua.

Escala de medición: -50°C a 150°C .

Precisión: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de 0°C a 60°C y de 1°C en el restante de la faja

Resolución de $0,1^{\circ}\text{C}$ arriba de $-19,9^{\circ}\text{C}$.

Muestreo: 2 medidas por segundo.

Funciones: MÁX., MÍN., y HOLD.

Display de LCD de alto contraste.

Material del bastón sensor: inox. 304.

Alimentado por batería de reloj $1,5\text{V}$ tipo LR44, autonomía típica de 1 año.

(www.finesa.com.mx)

1.9 Conceptos de equipos de medición de presión.

Durante la elaboración de levadura para panificación, existen los tanques de propagación a los cuales es importante controlar la presión, de ahí radica su importancia metrológica.

1.9.1 El concepto de Presión.

La presión se define como una fuerza F ejercida perpendicularmente por un cuerpo o sistema, sobre una unidad de área A .

Lo anterior se expresa matemáticamente, como se muestra a continuación: $P = dF / dA$ (Sarabia M., 2001)

También podemos encontrarla como Presión manométrica, la cual es la diferencia entre la presión de un fluido dado y la de la atmósfera. Las lecturas de los manómetros son comúnmente presiones manométricas positivas.

La presión absoluta es la presión total verdadera y es igual a la presión manométrica (tomada con el signo apropiado), más la atmosférica. (Perry, 1994)

1.9.2 Unidades.

Un pascal equivale a un newton sobre metro cuadrado (N/m^2), y a su vez el newton es la unidad internacional de medida de fuerza, equivalente a un kilogramo por metro sobre segundo cuadrado (kgm/s^2).

1.9.3 Descripción de manómetros.

El actor principal de un medidor de presión es generalmente un elemento elástico, el cuál convierte energía del sistema presurizado en estudio en un desplazamiento dentro de un sistema mecánico de medición. Algunos medidores de presión contienen un actor adicional que es un elemento eléctrico que tiene como función el convertir el desplazamiento de un sistema mecánico en una señal eléctrica. La popularidad de los medidores de presión con elemento eléctrico se debe a la facilidad con la cuál pueden amplificarse, transmitirse, controlarse y medirse las señales eléctricas.

1.9.3.1 Manómetro de Bourdon:

Este manómetro es quizás el medidor más usado en la industria en general para realizar medidas de presión.

Estos manómetros miden la presión mediante un elemento elástico llamado tubo de Bourdon, que es un tubo de volumen pequeño cerrado en uno de sus extremos y abierto por el otro para recibir la presión aplicada. El extremo abierto esta fijo mientras que el extremo cerrado permanece libre para permitir el desplazamiento del tubo bajo la acción de deformación de la diferencia de presiones a través de las paredes internas del tubo.

- Existen varios modelos de tubos Bourdon como se representa en la figura 7. Sin embargo el modelo más común de este tipo de elementos es un tubo de sección transversal ovalada, doblado en forma de arco circular llamado también “tubo Bourdon en forma de C”.

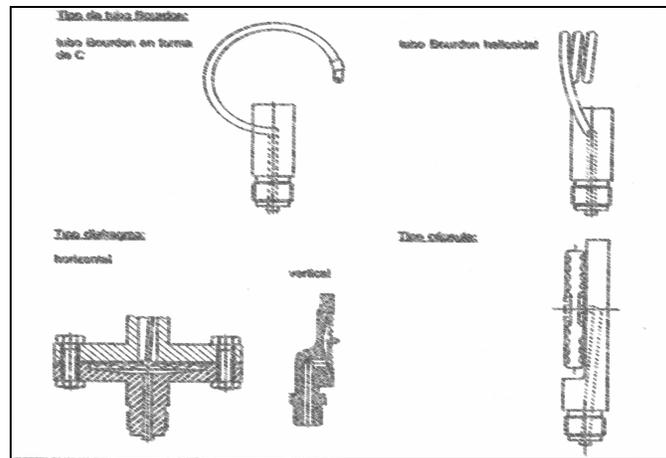


Figura 7.- Tipos de tubos de Bourdon

Bajo presión la sección ovalada del tubo tiende a convertirse en circular, con un subsiguiente incremento en el radio del arco. Por medio de un mecanismo casi libre de fricción, el extremo libre del tubo hace girar una manecilla por encima de una escala graduada para dar una indicación de la presión por medios mecánicos.

1.9.3.2 Partes de un manómetro tipo Bourdon.

Las partes que componen a un manómetro tipo Bourdon se muestran en la figura 8, y son las siguientes:

- **Aguja:** Es el componente que indica la presión sobre una carátula graduada. El grosor de la punta de la aguja debe ser menor o igual al grosor de la división más pequeña de la graduación. La aguja debe girar en el sentido de las manecillas del reloj cuando se miden incrementos de presiones positivas y en el sentido contrario cuando se miden incrementos de presiones negativas.
- **Anillo:** El anillo es un componente que asegura la ventana a la caja. La forma del anillo puede variar por razones de diseño y estética.
- **Caja:** Es el contenedor o recipiente que soporta, cubre y protege al elemento elástico y al mecanismo.

Las cajas de los manómetros pueden ser fabricadas de varios materiales, usando diversos procesos de manufactura. Pueden tener frentes sólidos o frentes abiertos y pueden emplear o no, varios medios de alivio de la presión interior de la caja. Una aplicación específica puede requerir alguna variación en el diseño y construcción de la caja.

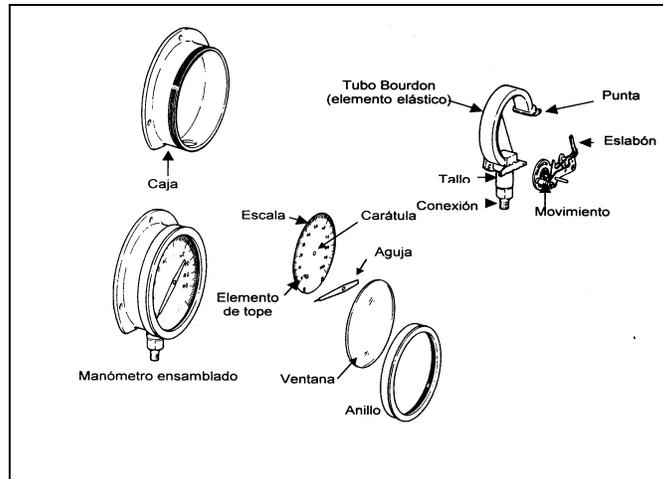


Figura 8.- Partes de un manómetro.

Existen cajas con dispositivos de alivio de presión interna, las cuales se recomiendan para manómetros destinados a medir presiones de gases superiores a los 2800 kPa (400 psi) y para presiones de líquidos superiores a 7000 kPa (1000 psi).

- Carátula: Es el componente que contiene la escala y la nomenclatura.

La carátula debe indicar las unidades en las que está graduada la escala y la presión máxima que debe aplicarse al manómetro. En ocasiones la carátula tiene dos escalas graduadas cada una en diferentes unidades, lo cual es útil para evitar realizar conversiones de un sistema a otro.

De la misma manera, la carátula debe indicar si el equipo mide presiones absolutas, diferenciales o de vacío.

- Conexión: Es el componente que permite el acoplamiento del manómetro con el sistema bajo estudio y generalmente tiene forma de rosca.
- Elemento de tope: Es un componente de la carátula que limita la rotación angular de la aguja para evitar un daño al mecanismo del manómetro causado por la aplicación de presiones por debajo de la mínima escala o superiores al valor máximo de la escala.
- Elemento elástico: El elemento elástico, es un componente que sufre una deformación en respuesta a un cambio de presión. Puede ser un tubo tipo Bourdon, un diafragma u otro tipo de elemento. El cual se muestra en la figura 9.

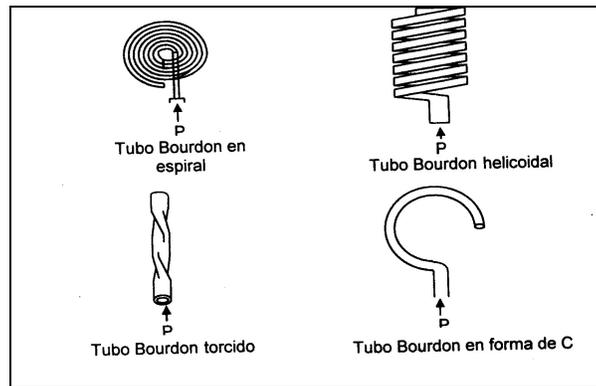


Figura 9.- Elemento Elástico

- Escala: La escala es un conjunto de marcas en la carátula que forman una graduación relacionada con números y unidades de medida de presión.

La graduación de la escala debe abarcar un arco de 270 grados y las líneas que la componen deben estar en posición radial al centro de rotación de la aguja y proyectarse bajo el arco descrito por la punta de la aguja (excepto en las carátulas con doble escala o espejos auxiliares de lectura).

Las líneas de graduación mayores e intermedias deben enfatizarse y no deben extenderse más allá de la porción calibrada de la escala.

El incremento más pequeño de la escala no debe exceder dos veces el máximo error permisible y el espaciado de la escala no debe ser menor a 1mm.

El espesor de las marcas de la escala no debe exceder 1/5 de la longitud de la división mínima de la escala.

- Eslabón: Componente que conecta el elemento elástico con el movimiento.
- Movimiento: Componente del manómetro que convierte el movimiento del elemento elástico en un movimiento de rotación de la aguja.
- Punta: Componente que se encuentra al final del extremo libre del elemento elástico, y que sirve como conexión del eslabón.
- Tallo: Componente que soporta al elemento elástico.
- Ventana: Componente transparente que cierra el frente de la caja.
- Fuelles: Otro tipo de elemento elástico que se usa para medir la presión es el fuelle. En estos aparatos la presión se aplica en un lado del fuelle, lo que genera una deflexión, la que a su vez es balanceada por un resorte. El

desplazamiento que tiene el fuelle debido a la deflexión se traduce en el movimiento de una aguja, la cual se desplaza sobre una escala graduada para dar una lectura directa de la presión del sistema.

- Diafragmas: Los diafragmas, son elementos elásticos que pueden tener forma plana, ondulada o cóncava. La elección de estas depende de la fuerza y cantidad de la deflexión deseada.

• 1.10 Conceptos de equipos de medición de pH.

Durante el proceso de fermentación de la levadura se lleva un control estricto del pH, ya que determina el crecimiento y desarrollo del microorganismo (*Saccharomyces cerevisiae*), además del control de la materia prima que se utilizará para la elaboración de la levadura. De aquí la importancia metrológica del pH.

1.10.1. Definición de pH:

Conceptualmente, el pH en fase acuosa se define como el logaritmo negativo de la actividad del ión hidronio (protón hidratado, H⁺): $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. De esta definición no puede inferirse directamente el procedimiento de medición de esta magnitud debido a que no es posible determinar de manera experimental la actividad de iones individuales.

La membrana de vidrio de un electrodo de pH responde a la actividad del ión hidrógeno mediante el desarrollo de un potencial eléctrico en la interfase vidrio/líquido. A temperatura constante, este potencial varía linealmente con el pH de la solución que está siendo medida. El cambio de potencial por unidad de pH, es conocido como la pendiente del electrodo. Este valor se incrementa con la temperatura. Una pendiente teórica se conoce como la pendiente de Nernst, y es idéntica a la desarrollada por el electrodo de hidrógeno. Los valores de la pendiente de los electrodos de pH se aproximan muy cercanamente a los valores teóricos.

El electrodo de combinación contiene la media celda de pH, con una solución salina patrón sellada en el cuerpo del electrodo, así como su media celda de referencia. El potencial actual observado será la suma de los potenciales

separadas de las medias celdas de pH y de referencia. Puesto que los potenciales dentro del electrodo de pH son fijados por la solución de llenado y el potencial del electrodo de referencia es constante, cualquier cambio en el potencial del sistema electródico a una cierta temperatura será debido a cambios en el pH de la solución que está siendo medida.

El efecto de la temperatura en las mediciones de pH depende del electrodo de referencia utilizado, del pH de la solución dentro del electrodo de pH, y del pH de la solución media. A cierto pH, la temperatura tendrá poco efecto en el potencial del sistema electródico. Esto se conoce como el punto isopotencial. También a ciertos pH el sistema mostrará que no existe potencial. Esto se conoce como el punto de potencial cero.

1.10.1.1 Potenciometría.

Las potenciometrías son las técnicas que se basan en medir potenciales eléctricos de materiales o disoluciones para calcular la concentración del analito. También nos permiten obtener otra información química sobre el sistema.

El dispositivo fundamental para estas medidas potenciométricas es el electrodo que consiste en una varilla electro-conductora conectada a un potenciómetro, este último más adelante definimos. Los electrodos son generalmente del tamaño de un lápiz, aunque actualmente se han desarrollado microelectrodos tan pequeños que pueden ser introducidos en la vena para medir algunos parámetros de la sangre. (Gary D. CH., 1981)

1.10.1.2 Definición de potenciómetro.

Equipo de laboratorio para medir pH de una solución, basado en el principio de la medición de la diferencia de potencial de dicha solución con respecto a un electrodo de referencia, como se muestra en la figura 10. También se le puede interpretar como un voltímetro muy sensible que amplifica la débil señal eléctrica que producen los electrodos y permiten lecturas de hasta 0.1 mvoltios con gran exactitud.

Cuando el potenciómetro se usa en combinación con el electrodo de pH se denomina pHmetro.

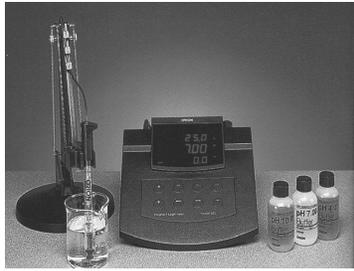


Figura 10.- Potenciómetro

1.11 Conceptos de equipos de medición de °Brix (Densímetros).

Para la elaboración de levadura se utiliza como materia prima la melaza, a la cual se le determinan los °Brix, ya que es importante para el proceso saber el contenido de sólidos presentes en la melaza.

1.11.1 Definición de °Brix.

Sistema de medición específica, en el cual el grado Brix representa el porcentaje en peso de sólidos disueltos y en suspensión. (NMX-F-275-1992, 3.2).

1.11.2 Definición de densímetro o areómetro Brix.

Densímetro provisto con una escala en grados Brix, cuyo cero coincide exactamente con la parte inferior del menisco, cuando se encuentra inmóvil, flotando libremente en agua destilada a 293 °K (20°C).

Generalmente cuenta con un termómetro integrado, para medir la temperatura de la muestra. (NMX-F-275-1992, 3.2).

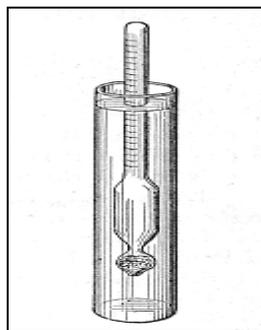


Figura 11.- Densímetro de °Brix

Capítulo II.- Metodología

2.1 Metodología general.

La metodología empleada se muestra en la figura 12, presentando de forma general el trabajo realizado para ésta. Para cumplir con la propuesta de metodología para la verificación y/o calibración de los equipos de medición se realizaron las actividades que a continuación se describen.

2.1.1 Identificación de equipos presentes en la elaboración de levadura.

Para empezar el presente trabajo se hizo un recorrido por área para conocer el equipo con que contaba la compañía de elaboración de levadura, se tomó en cuenta el diagrama de flujo de la elaboración de levadura, y se registraron en una lista los equipos que había en cada área, posteriormente se clasificaron por magnitud (peso, temperatura, presión, pH, °Brix, entre otras).

Es importante mencionar que para cada equipo se anotan datos importantes como son: marca, modelo, número de serie, rango del equipo, división mínima, área en la cual se encuentra.

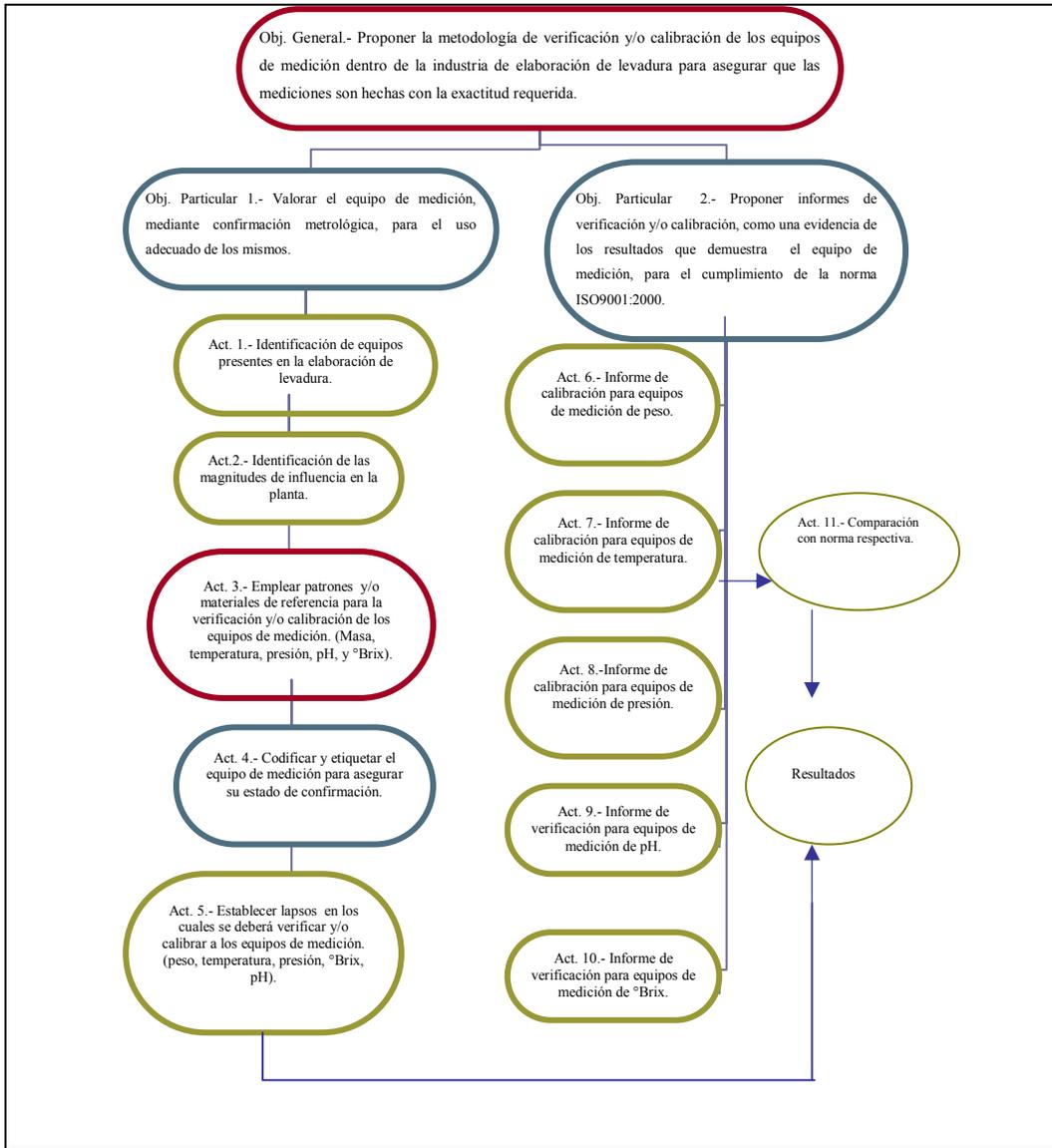


Figura 12.- Cuadro Metodológico

2.1.2 Identificación de las magnitudes de influencia en la planta.

Una vez terminada la lista general de instrumentos, se requiere de un lugar para poder realizar las actividades de verificación y/o calibración de equipos, el cual la compañía de elaboración de levadura asigna, y se acondiciona para un laboratorio de metrología, el cual, aunque no sea el más idóneo se utiliza. Este lugar se encuentra afectado por magnitudes de influencia (vibraciones, cambios de temperatura, y excesiva humedad), las cuales se detectaron de la manera siguiente: dada la proximidad de el laboratorio de metrología y el área de proceso se siente la vibración de mesas de trabajo, en cuanto a la temperatura y humedad se registró durante una semana datos de temperaturas y humedades dentro del laboratorio observando cambios en las mismas en esos días.

2.1.3 Emplear patrones y/o materiales de referencia para la verificación y/o calibración de los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Brix).

La compañía de elaboración de levadura eligió los patrones y materiales de referencia para la verificación y/o calibración para los equipos existentes en la empresa de elaboración de levadura, los cuales son: Masas Paralelepípedas de fierro colado, marco de pesas, pirómetro patrón, calibrador de presión, soluciones amortiguadoras (buffers) y soluciones de °Brix conocidas; para la verificación y/o calibración de balanzas, básculas, termómetros, manómetros, potenciómetros y densímetros.

2.1.4 Codificar y etiquetar el equipo de medición para asegurar su estado de confirmación. El codificado y etiquetado de los equipos de medición se valoró en base a una previa lista de equipos asignados por área, en la cual se anotan diferentes datos, como son: equipo, modelo, número de serie, área, código, fecha de calibración y fecha de próxima calibración.

2.1.5 Establecer lapsos en los cuales se deberá de verificar y/o calibrar a los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Brix)

Posteriormente que el equipo ha sido verificado y/o calibrado, y dependiendo del resultado de dicha acción, es como se asigna el color de la etiqueta correspondiente al equipo, y una vez que éste ha sido comparado contra el patrón

de medición que corresponde a la magnitud de dicha verificación y/o calibración, aunado con recomendaciones de los fabricantes de los equipos y laboratorios externos de calibración, el presupuesto que se “quiere” asignar, el uso que se le da a los mismos, y la magnitud a medir, es como se establecen los lapsos de verificación y/o calibración.

2.2 Informes de Calibración.

En seguida se muestran las actividades para llegar a las propuestas de informes de verificación y/o calibración. Los cuales son documentos que registrarán los datos que se obtienen de la verificación y/o calibración de los equipos de medición.

2.2.1 Informe de calibración para equipos de medición de peso (balanzas y básculas).

En la empresa se contaba con un contrato de calibración con proveedores externos, los cuales realizaban la calibración de los equipos existentes en la empresa y elaboraban su respectivo informe; sin embargo, la empresa decidió la realización de las verificaciones y/o calibraciones de los equipos de medición para cada magnitud, así como sus respectivos informes se realizarían en la misma empresa, como por ejemplo los equipos de medición de peso. Existen actividades y consideraciones previas a la calibración de un instrumento para pesar. En primer lugar se debió realizar en una plataforma de mármol o en una superficie plana libre de vibración, corrientes de aire, cambios bruscos de temperatura y humedad, y nos aseguramos de que el instrumento a calibrar este perfectamente limpio. Debimos colocar los patrones de referencia que se utilizaron para la calibración junto a la balanza por lo menos 30 minutos antes de comenzar la calibración, se debió nivelar el instrumento y ajustar a cero, y si el instrumento es electrónico éste debió estar encendido cuando menos 30 minutos antes de iniciar la calibración.

- Prueba de exactitud.- Se seleccionan diez pesos comprendidos entre el mínimo y máximo de capacidad del instrumento. Posteriormente se colocan de manera ascendente el 10% del peso, esperando que se estabilice la lectura, y así en forma sucesiva hasta el 100%.

Prueba de excentricidad.- Se divide la superficie de recepción en 4 segmentos iguales, y se coloca un peso de entre $1/3$ y $1/2$ del intervalo del

instrumento en el centro de cada segmento, esperar a que se estabilice la lectura, y anotamos el valor, se quita la carga, esperamos a que se encuentre en cero y así sucesivamente. Desplazar la masa a cada uno de los segmentos del área total del plato, como se indica en la figura 12 y anotar el valor obtenido en el formato del informe de calibración. (Sarabía M., 2001).

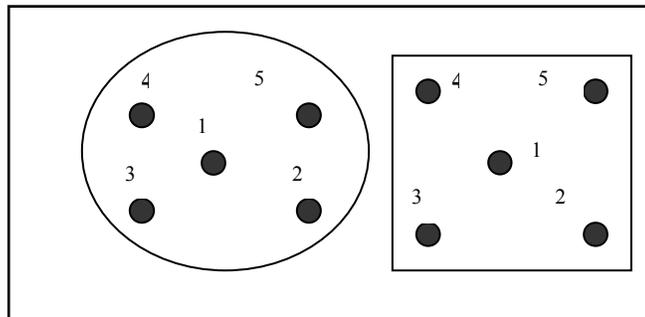


Figura 13.- Posiciones de la carga en la prueba de excentricidad.

- Prueba de repetibilidad.- Se seleccionan dos pesos equivalentes al 50% y 100% de la capacidad del instrumento. Se coloca el peso seleccionado en el centro de la superficie de recepción se espera a que se estabilice y se retira, se efectúa una serie de 5 pesadas para los dos pesos seleccionados, y se anotan los valores obtenidos.

Al concluir de calibrar los equipos de medición se realiza el informe de calibración.

2.2.2 Informe de calibración para equipos de medición de temperatura.

Para los equipos de medición de temperatura se utilizó el siguiente procedimiento de calibración:

- Se seleccionan cinco puntos comprendidos entre el mínimo y el máximo de capacidad del instrumento.
- Se estabiliza el equipo patrón en la temperatura mínima y se coloca el termómetro a calibrar en el pirómetro y se espera a que estabilice la lectura y se anota el valor obtenido para cada uno de los cinco puntos; si el instrumento no está dentro de tolerancia, se ajusta en caso de que así lo

permita el instrumento, o se cambia en caso de no tenerlo (termómetros de líquido en vidrio).

Cabe mencionar que se realiza este método para termómetros de líquido en vidrio, digital y bimetálico, los cuales son los que se utilizan en la empresa de elaboración de levadura.

Al concluir de calibrar los equipos de medición se realiza el informe de calibración.

2.2.3 Informe de calibración de equipos de medición de presión.

Para la calibración de los manómetros de Bourdon (magnitud de presión) se utilizó el siguiente procedimiento de calibración:

- Se someten a su máxima lectura para ver si no hay fugas en el sistema generador de presión (calibrador de presión), si todo está bien se seleccionan cinco puntos comprendidos entre el mínimo y máximo de capacidad del instrumento. Se mide la presión en forma ascendente y descendente, hasta completar al menos un ciclo.

Al concluir de calibrar los equipos de medición se realiza el informe de calibración.

2.2.4 Informe de verificación para equipos de medición de pH.

Debido a que no se tienen los equipos y materiales para la calibración de pH y los °Brix solamente se verificaron, como a continuación describiremos:

La verificación del instrumento de medición de pH, se requirió de dos soluciones amortiguadoras (buffers) pH 4 y pH 7, por lo general estas debieron tener caducidad vigente y un documento de referencia donde se indicó el +/- de variación, dependiendo la temperatura de las mismas; se procedió a enjuagar el electrodo con agua destilada de preferencia, se secó el electrodo con papel absorbente sin frotarlo y se sumergió en solución de pH 4, y se esperó a que el instrumento reconociera la solución, posteriormente se enjuagó y se secó, y de igual manera se sumergió en una solución de pH 7; una vez reconocido este valor se anota el resultado en el informe de verificación, si el electrodo sale de tolerancia se procede a realizar el cambio del mismo.

2.2.5 Informe de verificación para equipos de medición de °Brix.

Para la verificación de equipos de medición de °Brix se realizó la comparación de los valores obtenidos de soluciones preparadas de sacarosa a diferentes

concentraciones vs. lo que lea el densímetro o brixómetro en su escala interna; se seleccionaron tres lecturas que comprendan el mínimo y máximo de capacidad del instrumento, y se colocó el densímetro en la solución y se esperó a que el instrumento flote libremente, y ya estabilizado se lee la lectura del menisco inferior dando una lectura, la cual es la que se anota en el informe de verificación.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

3.1 Resultados

Una vez terminada la etapa de metodología en la cual se hizo referencia a las normas y debido a que solamente hay una persona para realizar las actividades de verificación y/o calibración de instrumentos, además de la carga creciente de trabajo se ha tenido que adecuar las mismas actividades no siguiendo las normas al pie de la letra, ya que no sería posible realizarlas tal cual, por tiempo de actividad, cantidad de equipos.

3.1.1 Identificación de equipos presentes en la elaboración de levadura.

Una vez realizado el recorrido a la planta de elaboración de levadura y registrado en una lista los equipos presentes y clasificarlos, se observó que hay equipos que no funcionan debido a que parte del proceso se realizaba utilizando diesel y actualmente se usa gas natural. Los cuales se identifican con etiqueta roja.

3.1.2 Identificación de las magnitudes de influencia en la planta. Se obtuvo como resultado de esta actividad que el lugar al cual la empresa asignó para el laboratorio de metrología no es el más idóneo, ya que las magnitudes de influencia son provocadas, para el caso de las vibraciones por motores, bombas, y que el área se encuentra en el segundo nivel; para temperatura y humedad se observó que son provocadas las mismas por la cercanía a el área de proceso, la limpieza y esterilización hecha a el área de producción.

3.1.3 Emplear patrones y/o materiales de referencia para la verificación y/o calibración de los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Brix).

Debido a la elección de los patrones de verificación y/o calibración de equipos de medición por la empresa de elaboración de levadura, se ven limitadas las actividades de calibración de ciertos equipos, como por ejemplo: las básculas (por

concentraciones vs. lo que lea el densímetro o brixómetro en su escala interna; se seleccionaron tres lecturas que comprendan el mínimo y máximo de capacidad del instrumento, y se colocó el densímetro en la solución y se esperó a que el instrumento flote libremente, y ya estabilizado se lee la lectura del menisco inferior dando una lectura, la cual es la que se anota en el informe de verificación.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

3.1 Resultados

Una vez terminada la etapa de metodología en la cual se hizo referencia a las normas y debido a que solamente hay una persona para realizar las actividades de verificación y/o calibración de instrumentos, además de la carga creciente de trabajo se ha tenido que adecuar las mismas actividades no siguiendo las normas al pie de la letra, ya que no sería posible realizarlas tal cual, por tiempo de actividad, cantidad de equipos.

3.1.1 Identificación de equipos presentes en la elaboración de levadura.

Una vez realizado el recorrido a la planta de elaboración de levadura y registrado en una lista los equipos presentes y clasificarlos, se observó que hay equipos que no funcionan debido a que parte del proceso se realizaba utilizando diesel y actualmente se usa gas natural. Los cuales se identifican con etiqueta roja.

3.1.2 Identificación de las magnitudes de influencia en la planta. Se obtuvo como resultado de esta actividad que el lugar al cual la empresa asignó para el laboratorio de metrología no es el más idóneo, ya que las magnitudes de influencia son provocadas, para el caso de las vibraciones por motores, bombas, y que el área se encuentra en el segundo nivel; para temperatura y humedad se observó que son provocadas las mismas por la cercanía a el área de proceso, la limpieza y esterilización hecha a el área de producción.

3.1.3 Emplear patrones y/o materiales de referencia para la verificación y/o calibración de los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Brix).

Debido a la elección de los patrones de verificación y/o calibración de equipos de medición por la empresa de elaboración de levadura, se ven limitadas las actividades de calibración de ciertos equipos, como por ejemplo: las básculas (por

la capacidad de su medición), temperatura (por los registradores de temperatura), potenciómetros (simulador de voltaje) y densímetros (polarímetro). Los cuales se requieren para poder realizar la calibración de los equipos de medición.

3.1.4 Codificar y etiquetar el equipo de medición para asegurar su estado de confirmación.

Esta actividad esta ligada con la actividad de identificación de equipos presentes en la industria de elaboración de levadura, ya que de ahí se observaron equipo en uso y en desuso, por ende se utilizaron etiquetas de colores para codificar e identificar (verde-calibrado, blanco-verificado, amarillo-revisión y roja-fuera de uso).

3.1.5 Establecer lapsos en los cuales se deberá verificar y/o calibrar a los equipos de medición (peso, temperatura, presión, pH y °Brix).

Anteriormente la actividad se basaba en solamente en la verificación, pero actualmente se realiza la verificación y la calibración de manera tal que se establecieron lapsos de verificación y/o calibración por el incremento de actividades y por el crecimiento de la compañía.

Los lapsos de verificación y/o calibración que se darán a continuación en el cuadro 5, son el resultado de la adaptación de las actividades realizadas en la empresa. Ya que depende del tipo de equipo, del proceso y del uso del mismo.

Cuadro 6.- Lapsos de verificación y/o calibración de equipos de medición propuestos⁹.

Magnitud	Verificación	Calibración
Peso	Semanal	Semestral
Temperatura	Mensual	Anual
Presión	Semanal	Semestral
pH	Diario	No aplica
°Brix	Semestral	No aplica

3.2 Propuesta de informes de calibración.

3.2.1 Informe de calibración de equipos de medición de peso.

Como resultado de esta actividad se comparó la norma (NOM-010-SCFI-1994) referente a esta magnitud y el informe de calibración que realizaba el proveedor

⁹ Proporcionado por analista de medición.

externo; tomando en cuenta que en la norma no se presenta un informe de calibración, la norma solamente menciona la metodología propuesta a realizar.

En el informe de calibración de equipos de medición de peso propuesto se muestran los datos generales del equipo, el equipo patrón a utilizar (marco de pesas, y masas paralelepípedas), las condiciones ambientales (tomadas por un termohigrómetro) son importantes debido a que los equipos y patrones utilizados se alteran en sus características físicas, si la temperatura y la humedad no son controladas. También se muestran las pruebas realizadas al equipo como exactitud, excentricidad y repetibilidad que serán profundizadas en el anexo 1.

INFORME DE CALIBRACION (PESO)

Fecha de
calibración: _____
Informe de
calibración: _____

DATOS DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR

Instrumento/Equipo:	Marca:
Código:	Rango:
Ubicación:	División mínima:
Fecha de calibración:	Próxima calibración:

Patrones utilizados: Masas Paralelepípedas, y marcos de pesas.
Número de Informe: (El respectivo)

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Inicial: _____ Final: _____
°C
Humedad Inicial: _____ Final: _____
relativa % _____

PRUEBA DE EXACTITUD

Número de lectura	Valor Nominal (kg)	Lectura en ascenso (kg)	Lectura en descenso (kg)	Valor Absoluto (g)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

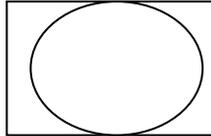
Resultado de la prueba: _____

INFORME DE CALIBRACION (PESO)

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD

4)

5)



3)

2)

Carga aplicada al centro: _____
Diferencia máxima debida
a prueba excéntrica (+/-): _____

Resultado de
la prueba: _____

PRUEBA DE REPETIBILIDAD

Carga aplicada (kg)	Valor absoluto (g)
50%	
100%	

Resultado de
la prueba: _____

Norma de referencia : NOM-010-SCFI-1994.

Los resultados expresados en este informe de calibración son válidos en las condiciones bajo las cuales se efectuaron las mediciones.

Calibración
Analista de Medición

Autorización
Jefe de control de calidad

3.2.2 Informe de calibración de equipos de medición de temperatura.

El cumplimiento de esta actividad fue determinada con base a la norma (NOM-010-SCFI-) y a los informes de calibración de los proveedores externos, además por el rango de medición de los termómetros, ya que el patrón de medición de temperatura (pirómetro) permite sumergir los equipos existentes de medición de temperatura en la industria de elaboración de levadura. Por lo tanto los informes de calibración para cada termómetro se registran los datos generales, lecturas del equipo a calibrar y del patrón de medición de temperatura, así como condiciones ambientales durante la calibración (datos obtenidos por un termohigrómetro).

Los datos de referencia son los puntos comprendidos entre el mínimo y máximo de la capacidad del instrumento, fijándolos en el pirómetro. Las lecturas obtenidas son del instrumento a calibrar de cada punto y los límites de tolerancia son los ya establecidos por el tipo de proceso (elaboración de levadura +/- 1.0 °C). El error absoluto es la diferencia entre el valor de referencia y la lectura obtenida para cada punto. También se anotan las especificaciones del equipo patrón, mostrando la vigencia recomendada por el proveedor externo y es trazable, y que significa el organismo por el cual ha sido calibrado.

INFORME DE CALIBRACION (TEMPERATURA)

Fecha de calibración: _____
N° de Informe: _____

ESPECIFICACIONES DEL INSTRUMENTO CALIBRADO

Instrumento: _____ Marca: _____ Modelo: _____
Código: _____ Rango: _____ Exactitud: _____
Localización: _____ Tolerancia: _____

LECTURAS DEL EQUIPO

UNIDADES PATRON ° C		UNIDADES BAJO CALIBRACION			
Referencia	Condiciones Ambientales.	Lectura	Limites de tolerancia		Error absoluto
	Humedad				

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO PATRON

Equipo: _____ Marca: _____ Modelo: _____
N° de Serie: _____ Rango: _____ Exactitud: _____
Calibración: _____ Vigencia: _____ Trazable a: _____

RESULTADO

Calibración: _____	Uso limitado: _____	No Cumple: _____
Observaciones: _____		

Fecha de calibración: _____ de _____ Próxima Calibración: _____

Los resultados expresados en este informe de calibración son válidos en las condiciones bajo las cuales se efectuaron las mediciones.

Calibración
Analista de Medición

Autorización
Jefe de Control de Calidad

3.2.3 Informe de calibración para equipos de medición de presión.

El resultado de esta actividad fue la complementación de la norma (NOM-013-1993-SCFI) y el informe de calibración del proveedor externo obteniendo lo siguiente: datos generales del equipo a calibrar y del patrón de medición de presión, las condiciones ambientales (obtenidas de un termohigrómetro) para la recolección de lecturas se registran los cinco puntos comprendidos entre el mínimo y el máximo a calibrar y del patrón de medición de presión. Además del error máximo relativo que se obtiene de la lectura bajo prueba menos la presión real dividida entre la escala total del calibrando (instrumento a calibrar) y multiplicado por cien.

INFORME DE CALIBRACION (PRESION)

Fecha de calibración: _____

N° de Informe: _____

INSTRUMENTO CALIBRADO

Instrumento/Equipo:	Marca:
Código:	Unidades:
Alcance:	División mínima:
Ubicación:	Próxima Calibración:

INSTRUMENTO PATRON

Instrumento/Equipo:	Marca:
Código:	Modelo:
Alcance:	División mínima:
Fecha de Calibración:	Próxima Calibración:
Calibrado Por:	Trazable a:

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura °C Inicial: _____ Final: _____

Humedad Relativa % Inicial: _____ Final: _____

RESULTADOS

Lectura del Instrumento Patrón (kg/cm)	Lectura del Instrumento a Calibrar (kg/cm)

EMR= _____

E.M.R = Error máximo relativo sobre la escala total, durante la calibración.

Resultado de la calibración: _____

El error máximo relativo se obtuvo de la lectura bajo prueba menos presión real; dividido entre la escala total del calibrando y multiplicado por cien, el valor reportado es el mayor obtenido de todas las lecturas.

Los resultados expresados en este informe de calibración son válidos en las condiciones bajo las cuales se efectuaron las mediciones.

Norma de referencia: NOM-013-1993-SCFI.

Calibración
Analista de Medición

Autorización
Jefe de Control de Calidad

3.2.4 Informe de verificación para equipos de medición de pH.

En el cumplimiento de esta actividad no se requirió de la comparación de la norma ya que es una verificación interna lo que se le realiza a los equipos de medición de pH. Obteniendo y registrando en el informe de verificación los siguientes datos generales del equipo, valor de pH de referencia, número de lote de la solución patrón, esto es para tener un control de las soluciones amortiguadoras. Se registran para cada instrumento los valores obtenidos contra las soluciones amortiguadoras de pH 4 y pH 7, el valor de temperatura es obtenido directamente de la pantalla del equipo, la diferencia del valor de pH se obtiene de la resta del valor de referencia y el valor obtenido por el potenciómetro, cuando la diferencia se pasa de la tolerancia permitida (0.1 pH) por la empresa de elaboración de levadura, el equipo se ajusta si es requerido, y se anota en el informe.

VERIFICACION DE POTENCIOMETROS

FECHA: _____

Verificación y/o ajuste de potenciómetros utilizando soluciones patrón

Código del Instrumento	Valor de pH De referencia	Número de Lote de solución patrón	Lectura Valor de pH	Temperatura (°C)	Diferencia Valor de pH	Se ajusta Si/No	Resultado

Observaciones: _____

Verificó

Revisó

Analista de Medición

Jefe de Control de Calidad

DISCUSION DE RESULTADOS

Las mediciones que se realizaban antes de la implementación de cualquier versión de ISO 9000 en esta empresa eran hechas sin tener un control de los equipos de medición, ya que no había alguien encargado de realizar la verificación y/o calibración de éstos. Se tiene conocimiento por personal encargado de producción que labora desde hace 25 años a la fecha que se tenían los equipos de medición existentes actualmente y que éstos se utilizaban de la siguiente manera:

- Cuando se tenía que pesar se utilizaban las básculas sin realizar una verificación previa y mucho menos una calibración, solo se ajustaba a cero en el caso de las básculas mecánicas, y en el caso de no funcionar este equipo se mandaba comprar otro nuevo, hasta que el proveedor venía a checar el funcionamiento de la báscula y en ese momento se determinaba si se arreglaba o se desechaba.

Actualmente el equipo es verificado y/o calibrado de acuerdo al programa de verificación y calibración, por tal motivo se propone un informe de verificación y otro de calibración donde se anotan los datos obtenidos de cada acción realizada.

- Para medir la temperatura del proceso se usaban los termómetros que se mencionan en el presente trabajo, la comparación que hacían para saber si los termómetros medían bien la temperatura era contra un termómetro de líquido en vidrio, en caso de no funcionar se desechaban y se compraba otro. Ahora el equipo es verificado y/o calibrado de acuerdo a un programa de verificación y calibración y también se propone un informe de verificación y/o calibración.
- En el caso de los manómetros solo se compraban y se colocaban, hoy en día se calibran registrando los datos en el informe de calibración propuesto.
- Para la medición del pH se utilizaban los potenciómetros y para saber si funcionaba adecuadamente se comparaba con soluciones buffer, y si no marcaba bien se llamaba al proveedor donde se determinaba si se arreglaba o se desechaba, además de tener en stock por lo menos dos

equipos más nuevos. Actualmente el equipo solo se verifica y se ajusta o se cambian algunas partes sin tener que desechar todo el potenciómetro. Se realiza mantenimiento preventivo de acuerdo al instructivo de uso del mismo. Y el electrodo se mantiene sumergido en solución buffer para evitar su deterioro. Además de que los datos obtenidos se anotan en el informe propuesto de verificación de potenciómetros.

- La medición de los °Brix en el proceso se realizaba con los densímetros y se desechaban al no ser funcionales, cambiándose por otro nuevo. Ahora solo se verifican utilizando soluciones de sacarosa, además de anotarse los valores obtenidos en el informe de verificación propuesto.

CONCLUSIONES

El análisis realizado en una industria elaboradora de levadura, permite establecer la importancia de proponer la metodología de verificación y/o calibración de los equipos de medición, para asegurar que las mediciones son hechas con la exactitud requerida.

No escatimar gastos dentro de la industria de elaboración de levadura para la adquisición de aquellos equipos que requiere el proceso, además de que se deben mandar a calibrar los equipos patrón cada que el equipo lo requiera, la compra de herramienta y algunas refacciones o consumibles que requieren los equipos para poder dar mantenimiento preventivo a cada equipo que lo requiera para alargar la vida útil del mismo.

La capacitación es un aspecto relevante y fundamental, que permite motivar al personal, mejorar sus conocimientos y optimizar el uso de los recursos, ya que el uso, limpieza, mantenimiento y calibración al equipo mal ejecutado, puede traer como consecuencia el deterioro y/o pérdida total del mismo.

Es importante mencionar que la mejor ubicación del laboratorio de metrología debe de ser cuidando los siguientes aspectos:

La localización del laboratorio debe ser alejado del área de proceso, y/o vibraciones producidas, por: montacargas, motores y bombas. Además de no encontrarse expuesto a variaciones de temperatura. Cuando se realiza limpieza en el área de proceso se genera vapor, el cual afecta a las condiciones que se necesitan en el laboratorio.

Se debe de tomar en cuenta las recomendaciones que se dan por parte de laboratorios acreditados para ubicar el laboratorio de metrología físicamente (entre ellas destacan la de ubicar físicamente el laboratorio de metrología en la planta baja de la industria para evitar la vibración atribuida a la maquinaria del proceso, además de localizarse en un sitio donde la temperatura y la humedad provocadas por el proceso no afecten considerablemente las condiciones ambientales de este lugar, o en su caso controlar las condiciones ambientales dentro de el laboratorio de metrología por medio de equipos que controlen la temperatura y humedad del lugar.

La industria de elaboración de levadura; así como de otras ramas deberá tomar en cuenta la actualización de las ideas y acciones normativas en el área metrológica para mejorar la competitividad y calidad del producto final.

La propuesta de los informes de verificación y/o calibración de los instrumentos de medición utilizados dentro de la industria de elaboración de levadura para panificación, pueden ser usados en otro tipo de industrias, ya que los equipos de medición aquí mencionados son utilizados en diversos procesos. Solo es cuestión de que cada industria las adapte a las necesidades de las mismas.

ANEXO 1

Prueba de Exactitud: (Sarabia, M., 2001)

Característica de un instrumento para dar indicaciones próximas al valor verdadero de una magnitud medida.

1. Se seleccionan diez diferentes cargas de diez en diez del máximo de capacidad del instrumento, en forma ascendente y descendente.
2. Colocar el peso correspondiente al diez por ciento de capacidad en el receptor de carga y esperar a que se establezca la lectura.
3. Anotar la lectura en el informe de calibración.
4. Retirar el peso del receptor de carga y esperar a que la lectura regrese a cero y se estabilice.
5. Repetir los pasos anteriores con los pesos correspondientes al 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 %, respectivamente.
6. Repetir el procedimiento anterior pero en forma descendente para las diez cargas, es decir, empezar en cien por ciento y terminar en diez por ciento de la capacidad del instrumento.
7. Realizar un total de tres corridas (ascendente/descendente).
8. Anotar los resultados en el informe de calibración.

Prueba de Excentricidad: (Sarabia, M., 2001)

Característica de un instrumento para dar resultados iguales o similares a una carga determinada, colocada en diferentes puntos del receptor de carga, y que tome como referencia el centro.

La prueba se realiza para determinar el error de posición. Dividir el plato o la superficie de recepción de carga en cuatro segmentos iguales y colocar la misma en el centro de cada segmento.

1. Colocar en el centro del receptor de carga un peso cuyo valor este comprendido entre un tercio y un medio del intervalo del instrumento.
2. Desplazar el peso a cada uno de los segmentos del área total del plato, y anotar el valor obtenido en el informe de calibración.

Prueba de Repetibilidad: (Sarabia, M., 2001)

Característica de un instrumento para proporcionar resultados concordantes entre sí para la misma carga depositada varias veces de una manera prácticamente idéntica sobre el receptor de carga, bajo condiciones de prueba razonablemente constantes.

Se realizan dos series de pesadas, colocando las masas al centro del receptor de carga, una carga equivalente al 50% y otra al 100% de capacidad.

1. Colocar en el centro del receptor de carga un peso cuyo valor sea el 50% de la capacidad del instrumento.
2. Anotar el valor obtenido en el informe de calibración, retirar la carga y esperar a que el instrumento regrese a cero, si no es así, anotar el valor obtenido.

3. Efectuar una serie de diez pesadas con el mismo peso, en el mismo punto del receptor de carga, anotar los datos en el informe de calibración.
4. Colocar en el centro del receptor de carga un peso cuyo valor sea cercano al 100% de la capacidad del instrumento.
5. Efectuar una serie de 10 pesadas con el mismo valor de peso en el mismo punto del receptor de carga, anotar los datos en el informe de calibración.

GLOSARIO

ANSI.- American National Society Institute

Calibración.- Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición o un sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada o un material de referencia, a los valores correspondientes de una cantidad obtenida por un patrón de referencia.

Confirmación metrológica.- Conjunto de operaciones requeridas para asegurar que un elemento del equipo de medición esté conforme con los requisitos para el uso intencionado.

Equipos de medición.- Todos los instrumentos de medición, patrones de medición, materiales de referencia, aparatos auxiliares e instrucciones que son necesarios para llevar a cabo una medición.

Gluten.- Mezcla de proteínas que se obtiene de las harinas de los cereales, amasando la harina con agua y lavándola para separar el almidón.

Inóculo.- Sembrar microorganismos en medios de cultivo.

Levadura.- Microorganismo capaz de actuar como fermento.

Magnitudes de influencia.- Magnitud que no es objeto de la medición pero que influye en el valor del mensurando o en las indicaciones del instrumento de medición.

Medición.- Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

Melaza.- Líquido más o menos viscoso, residuo de la fabricación del azúcar de caña o de remolacha.

Mensurando.- Magnitud sujeta a medición.

Metrología.- Ciencia de la medición.

NBS.- National Bureau of Standards

NIST.- National Institute of Standards and Technology

Patrón.- Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad, o uno o más valores de una cantidad para transmitirlos, por comparación, a otros instrumentos de medición.

Termohigrómetro.- Equipo de medición provisto de un termómetro y un higrómetro en uno solo.

Trazabilidad.- La propiedad del resultado de una medición por la cual ella puede ser relacionada a patrones de medición apropiados, generalmente patrones internacionales o nacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

Verificación.- Comparación de una magnitud por medio de un equipo patrón o de una medida materializada.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

1. Anderson A. Norman "Instrumentation for process measurement and control", USA, 1998.
2. Ayres G.H. "Análisis Químico Cuantitativo", Harla, 2a. edición, México, 1990.
3. Bowen, S.W., Carrol, F.W., Bransford, W.J., Glenn, K.S. "Microbiología general y aplicada", Editorial Salvat, España, 1994.
4. Creus S. Antonio. "Instrumentación Industrial". Editorial Alfa-omega, México, 1998.
5. Elizondo D. Alfredo "Manual ISO 9000. Uso y aplicación de las normas de aseguramiento de calidad", Editorial Castillo, México, 1997.
6. García O. Alejandro. "Instrumentos de medición de masa". Pharma News, Vol. 2, No.3. México, 1992.
7. García P. José J. "El laboratorio de metrología en la actual industria farmacéutica y su importancia y su funcionamiento", México, 1998.
8. Jeans, H., "Cereales y frutos secos y semillas. Fuentes concentradas de la nutrición natural", 1ª. Edición, Editorial Plusvitae, México, 1983.
9. León A., "Calibración de instrumentos de medición de temperatura", CATEYSA, curso, México, 2001.
10. Perry, Chilton, "Manual del ingeniero químico", Mc Graw-Hill, 4ª. edición, 1994.
11. Prescott, C.S., Dunas, "Microbiología industrial", 4ª. Edición, Editorial Aguilar Madrid, España, 1983.
12. Sarabia M. "Calibración de Instrumentos para pesar", CATEYSA, curso, México, 2001.
13. Sarabia M. "Calibración de manómetros", CATEYSA, curso, México, 2001.
14. [http:// www.biocity.iespaña.es/biocity/micro/pan.html](http://www.biocity.iespaña.es/biocity/micro/pan.html).
15. [http:// www.finesa.com.mx](http://www.finesa.com.mx)
16. [http:// www.wikipedia.org.mx](http://www.wikipedia.org.mx)

NORMAS

- NMX-CC-004-IMNC. “Sistema de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción, instalación y servicio”. (ISO 9002:1994).
- NMX-CC-9001-IMNC-2000. “Sistema de gestión de la calidad. Requisitos”. (ISO 9001:2000)
- NMX-Z-55.” Metrología- Vocabulario de términos fundamentales y generales”.
- NMX-017/1-1995-IMNC. (ISO-10012-1). Requisitos de aseguramiento de la calidad para equipo de medición. Parte 1. Sistemas de confirmación metrologica. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, 1995.
- NOM-008-SCFI-1993. “Sistema General de unidades de medida”.
- NMX-CH-35-1982. “Instrumentos de medición-aparatos para pesar, clasificación y sus definiciones”.
- NMX-CH-34-1992. “Instrumentos de medición-aparatos para pesar terminología general básica”.
- NOM-010-SCFI-1994. “Instrumentos de medición-instrumentos para pesar de funcionamiento no automático-requisitos técnicos y metrológicos”.
- NOM-011-SCFI-1993. “Instrumentos de medición-termómetros de líquido en vidrio para uso general”. (ISO-1770-1990)
- NMX-CH-3-1993-SCFI. “Instrumentos de medición-manómetros de presión, vacuómetros y manovacúómetros indicadores y registradores con elementos sensores elásticos”. (OIML-R-1991)
- NOM-013-SCFI-1993. “Instrumentos de medición-manómetros con elemento elástico especificaciones”.
- NMX-477-1985. “Método Práctico para calibrar areómetros Brix en los ingenios azucareros”.