

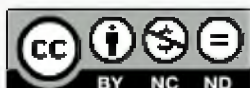
Matos, Laura Belén

Estudio de los efectos de tres formulaciones diferentes de panes: cambios en su vida útil

**Tesis para la obtención del título de grado de
Farmacéutica**

Directora: Díaz Panero, Mariángeles

Documento disponible para su consulta y descarga en **Biblioteca Digital - Producción Académica**, repositorio institucional de la **Universidad Católica de Córdoba**, gestionado por el **Sistema de Bibliotecas de la UCC**.



Esta obra está bajo licencia 2.5 de Creative Commons Argentina.

Atribución-No comercial-Sin obras derivadas 2.5

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CORDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA**

Universidad Jesuita

**ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE TRES FORMULACIONES
DIFERENTES DE PANES: CAMBIOS EN SU VIDA ÚTIL**

Trabajo final de la Facultad de Ciencias Químicas de la
Universidad Católica de Córdoba conforme a los requisitos para
obtener el título de farmacéutica

Por
Laura Belén Matos

Director del trabajo final

Mag. Bioq. Mariángeles Díaz Panero.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Católica de Córdoba

Comisión de trabajo final

Dra. Cecilia Carpinella.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Católica de Córdoba

Mag. Farm. Mariano Hugo Zaragoza.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Católica de Córdoba

DEDICATORIAS

A mi hermano Facundo que me cuida desde el cielo, a mi abuelo por estar siempre incondicional en todo, a mis amigas/os y mi familia que todo el tiempo me apoyaron.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Mariángeles Díaz Panero, la directora de este trabajo, por su gran dedicación y apoyo continuo.

Al Laboratorio Central por brindarme el espacio para la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Índice de abreviaturas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de tablas	x
Índice de gráficos	xi
1 Introducción	1
1.1 Funciones de los componentes del pan	5
1.2 Técnicas actuales de apnificación	9
2 Objetivos	12
2.1 Objetivo General	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 Hipótesis	12
4 Materiales y Métodos	13
4.1 Métodos microbiológicos para el análisis de vida útil	13
4.1.1 Recuento de Coliformes Totales	13
4.1.2 Recuento de Hongos y Levaduras	13
4.2 Métodos fisicoquímicos para el análisis de vida útil	14
4.2.1 Porcentaje de Humedad	14
4.2.2 Porcentaje de cenizas	15
4.2.3 pH	15
4.2.4 Actividad de agua (Aw)	15
4.3 Universo de estudio, selección y tamaño de muestra	16
4.3.1 Universo de estudio	16
4.3.2 Muestreo	16
4.4 Recursos	17
4.4.1 Recursos Humanos	17
4.4.2 Recursos Institucionales	17
5 Resultados y Discusión	18
5.1 Humedad	18
5.2 Cenizas	19

5.3 pH	20
5.4 Aw	21
5.5 Hongos y Levaduras	22
5.6 Bacterias Coliformes Totales	23
6 Conclusiones	26
Referencias	28

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CAA	3
Aw	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de elaboración del pan	10
Figura 2: Tendencias actuales de panificación	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ingredientes de formulaciones de panificados

4

ÌNDICE DE GRÀFICOS

Gráfico 1: Resultados % Humedad	18
Gráfico 2: Resultados % Cenizas	19
Gráfico 3: Resultados pH	20
Gráfico 4: Resultados Aw	21
Gráfico 5: Resultados Hongos y levaduras	22
Gráfico 6: Resultados Coliformes Totales Pan Lactal	23
Gráfico 7: Resultados Coliformes Totales Pan Integral	24
Gráfico 8: Resultados Coliformes totales Pan Artesano	24

1. INTRODUCCIÓN

La historia del pan está directamente ligada a la del hombre. Los frescos (murales) que han llegado hasta nuestros días testimonian que desde cerca de 3.000 – 4.000 años a.C., los pueblos de Mesopotamia y Egipto se nutrían con productos a base de trigo (Quaglia, 1991).

Evidentemente el aspecto y la forma de este pan se apartan notablemente del actual. Para llegar al pan de nuestros días se ha pasado a través de numerosas fases de transformación: de una simple mezcla de agua y grano triturado (que se acercaba más a una galleta que al pan), se pasó al pan ázimo y solo hacia el siglo IV a.C., en Egipto, se obtuvo el pan fermentado como consecuencia de un fenómeno accidental consistente en que a causa de las crecidas del Nilo se inundaron unos almacenes de harina y se produjo por primera vez una fermentación natural (Quaglia, 1991).

Hace solo un siglo se demostró que las levaduras, microorganismos presentes en la harina, eran los agentes de la fermentación (Quaglia, 1991).

Hacia el siglo XVI debido a la situación económica y las nuevas condiciones técnicas, los panaderos fueron perdiendo el hábito de utilizar mezclas de cereales para elaborar el pan y comenzaron a utilizar esencialmente harina de trigo. A partir de 1570, comenzaron a utilizar sal como ingrediente en sus panes de “lujo”, mientras que en simultáneo la molinería se esforzaba por eliminar cada vez mejor las impurezas y las envueltas de los granos (Quaglia, 1991).

Las harinas de muela (harina molida en molino) son de muy buena calidad desde los años 1850-1860, proponiendo así las primeras marcas comerciales de harina, sin que hubiera un tipo preciso de calidad, muy fluctuante de un año a otro, lo que llevo a los molineros a realizar fuertes inversiones en nuevos aparatos de limpieza de los trigos, de tamizado, muchas veces recurriendo al vapor como fuerza motriz (Quaglia, 1991).

Desde 1863 se introdujo la libertad de ejercicio de la profesión de panadero, lo que causó un aumento notable en el número de panaderías obteniendo una fuerte clientela y orientándose cada vez más hacia los panes de fantasía, la pastelería, la venta de café y de chocolate y el reparto a domicilio para mantener una rentabilidad adecuada. (Chiron y Godon, 1996).

En el aspecto técnico, la Exposición Universal de Paris de 1867, marcó una nueva etapa con la introducción de nuevas harinas y de levaduras específicas para la panadería. Esta misma exposición presentó amasadoras mecánicas eficaces que no serían utilizadas hasta 40 años más tarde. Los austriacos presentaron una harina de "gruaux", obtenida de molienda con muelas, de una blancura no vista antes y rica en gluten. Más tarde, se habla de harinas de fuerza obtenidas de trigos exóticos (provenientes de países como Argelia y Túnez), pero la utilización de estas harinas ricas en proteínas se explica sin dudas por la bajada de contenido en gluten de las harinas francesas, por lo que el sindicato de la panadería de Paris creó un laboratorio de análisis de harinas y permitió precisar que las harinas debían contener un mínimo de 8,5% de gluten seco. (Chiron y Godon, 1996).

Otra innovación mayor entre las nuevas harinas fue la aparición en Hungría a partir de 1873, de harinas obtenidas por la molienda progresiva con cilindros. Ese fue el inicio de la desaparición de la pequeña molienda rural, con sus molinos de agua y de viento. Algunos de estos molinos se conservan durante un cierto tiempo, dedicados a la molienda de cereales secundarios para el ganado. (Chiron y Godon, 1996).

La búsqueda de la blancura caracterizó realmente todo este período y ha dejado su huella para la posteridad. La Exposición Universal de 1867 también permitió presentar por primera vez en Francia la levadura de grano que reemplazó completamente a la levadura de cerveza anteriormente utilizada, presentando la levadura en grano una mayor pureza mayor fuerza fermentativa, actividad regular y desaparición del amargor debido al lúpulo; lo que permitió una reducción en la dosis de utilización, mayor desarrollo de los panes, y una presentación comercial en forma prensada, mas adaptada a su utilización en la panadería.

Este periodo también vio la evolución de los hornos, lo que presentaba múltiples ventajas (Chiron y Godon, 1996).

Históricamente, julio es el mes en el que hay más molienda de harina, una tendencia que también se viene dando durante los últimos años.

El mercado de la harina está dividido en varios grupos y no todos son para consumo humano. Las pastas, el pan y los productos de panadería son de los más importantes. Claro que muy cerca está el rubro galletas dulces y saladas. Finalmente hay una utilización más industrial, como alimentos balanceados.

El pan y los productos de panadería, que en la Argentina son cada vez más buscados, están entre los que más han crecido en los últimos años y ya explican poco más de un tercio del consumo mundial.

Otro de los grandes rubros que muestra crecimiento es la proliferación de las comidas rápidas, grandes consumidores de pan en el mundo.

El consumo anual de harina per cápita es de 91 kg (Diario La Nación, 2016).

Dentro del Código Alimentario Argentino (C.A.A.), en el Capítulo IX: "Alimentos Farináceos, cereales, harinas y derivados", bajo el título: "Pan y productos de panadería", que agrupa a los artículos 725 al 754, se define el producto alimenticio conocido como Pan: Art. 725: "Con la denominación genérica de Pan, se entiende el producto obtenido por la cocción en hornos y a temperatura conveniente de una masa fermentada o no, hecha con harina y agua potable, con o sin el agregado de levadura, con o sin la adición de sal, con o sin la adición de otras sustancias permitidas para esta clase de productos alimenticios".

En el presente trabajo se evaluarán parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de tres formulaciones de pan de molde diferentes y se tratara de establecer una relación de las variables con la vida útil de dichos panes.

Los panes en estudio son: pan de molde inglés, pan de molde de salvado y pan de molde inglés tipo artesanal.

Con la denominación de **Pan sándwich**, **Pan de sándwich**, **Pan inglés**, se entiende el producto obtenido por la cocción de una masa elaborada mecánicamente con harina, agua, sal, grasas comestibles en cantidad no mayor de 1% y levadura de cerveza o de cereales. La masa resultante antes de su fermentación se coloca en moldes especiales untados con grasa comestible, de lo que resulta un pan con abundante miga y poca corteza. Este producto se rotulará: Pan sándwich o Pan inglés (CAA,Cap IX,Art 732)

Con la denominación de **Pan negro o Pan integral**, se entiende el producto obtenido por la cocción de una masa elaborada en forma mecánica y fermentada por levadura y/o masa agria, que contiene partes iguales de harina triple cero y harina integral, agua y sal. Este producto se rotulará: Pan negro o Pan integral. (CAA, Cap IX, Art 735)

INGREDIENTES	PAN LACTAL	PAN DE SALVADO	PAN ARTESANO
HARINA DE TRIGO ENRIQUECIDA	SI	SI	SI
SALVADO DE TRIGO	NO	SI	NO
AGUA	SI	SI	SI
LEVADURA	SI	SI	SI
AZUCAR	SI	SI	SI
ACEITE VEGETAL	SI	SI	SI
SAL	SI	SI	SI
GLUTEN DE TRIGO	SI	SI	SI
LECHE EN POLVO DESCREMADA	SI		
SUERO DE LECHE EN POLVO	SI	SI	SI
EMULSIONANTES	INS471, INS472e	INS471, INS472e	INS471, INS482i, INS472e
CONSERVADORES	INS282, INS200	INS282, INS200	INS282, INS202
MEJORADOR DE HARINA	INS341i	INS341i	INS341i
REGULADOR DE ACIDEZ	INS330	INS330	INS330
ANTIOXIDANTE	INS300	INS300	INS300

Tabla 1- ingredientes de formulaciones de panificados.

INS471: mono y di glicéridos de ácidos grasos.;**INS472e:** esterres de mono y di glicéridos de ácidos grasos con ácido di acetil tartárico;**INS482i:** calcio estearoil lactilato;**INS282:** propionato de calcio;**INS200:** ácido sorbico;**INS341i:** calcio fosfato monobásico;**INS330:** ácido cítrico;**INS300:** ácido ascórbico: **INS 202:** Sorbato de Potasio

1.1 Funciones de los componentes en el pan

Harina de trigo: Con la denominación de Harina, sin otro calificativo, se entiende el producto obtenido de la molienda del endosperma del grano de trigo que responda a las exigencias de éste. Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos: cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), Harinilla de primera y Harinilla segunda, corresponderán a los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del endosperma en cantidad de 70-80% del grano limpio (CAA, Cap IX, Art 661)

La harina es el principal ingrediente del pan. Consta básicamente de un cereal (o una mezcla de ellos) que ha sido molido finamente hasta llegar a una textura en forma de polvo (por regla general es solo el endosperma del cereal). (Dueñas y Navarrete, 2000)

Agua: Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. (CAA, Cap XII, Art 982)

El agua tiene como misión activar las proteínas de la harina para que la masa adquiera textura blanda y moldeable. Posee además la capacidad disolvente acuoso de las sustancias añadidas a la masa, siendo además necesaria para el inicio de la fermentación. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Salvado de trigo: Se entiende por Afrecho o Salvado, el residuo de la molienda de las distintas variedades del grano de trigo, integrado por la cáscara (pericarpio) del grano, mezclado con parte superficial del albumen (endosperma). Este producto se rotulará: Afrecho o Salvado. ((CAA, Cap IX, Art 670)

El pan de salvado presenta varios inconvenientes como el cambio de viscosidad de la masa que afecta las propiedades organolépticas: volumen y textura, repercutiendo en la aceptación del producto (Wang, 2002; Seguchi, 2006; Gajula, 2008). Gómez et al. (2003) observaron una disminución en la extensibilidad de la masa integral; al mismo tiempo que incrementó la absorción de agua, índice de mezclado y vida de anaquel. Estos autores establecieron que un 2% de fibra (excepto de café y cacao) no altera la aceptabilidad al paladar del pan.

Levadura: Son aquellas sustancias que directa o indirectamente tienen un efecto de dilatación y elevación, o aumento de volumen en las masas destinadas para elaborar productos horneados. El principal agente es el bióxido de carbono (CO_2), pero también es importante la acción del vapor de agua y del aire que se incorpora durante la preparación de la masa, que después se dilata durante la cocción en el horno. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Azúcar: Los azúcares añadidos a la masa para elaborar algunos productos horneados, además de conferirles un sabor dulce y ser alimento para las levaduras, tienen efecto en la absorción de agua, manteniendo con ello durante más tiempo la suavidad del pan. Además, tiene efectos sobre las características organolépticas del producto final, esto es sobre el color de la superficie y el aroma característico. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Gluten de trigo: El gluten es la sustancia natural, presente en la harina de trigo, constituida principalmente por dos proteínas: gliadina y glutelina. Cuando se adiciona agua a la harina, el gluten se forma y en su etapa óptima de desarrollo es firme, plástico y elástico. El gluten forma el 88% de la proteína en el pan. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Aceite vegetal: Los aceites son compuestos líquidos pertenecientes a los lípidos, los cuales son empleados poco en panificación, ya que tienden a dispersarse. Sin embargo, desde el punto de vista nutricional su empleo da alternativas para evitar el consumo de grasas saturadas. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Sal: La sal actúa principalmente sobre la formación del gluten, ya que las fibras generadas como consecuencia de las fuerzas de atracción electrostáticas son más rígidas, confiriendo a la masa mejores características. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Suero de leche en polvo: sólidos no grasos de leche. Su función es permitir la obtención de productos horneados que conservan su frescura más tiempo y tienen mejor aspecto a consecuencia de la mejor caramelización de la corteza e incrementan el valor nutritivo del producto final. (Dueñas y Navarrete, 2000)

Conservadores: Impiden o retardan la alteración de los alimentos provocada por microorganismos o enzimas. (CAA, Cap XVIII)

Emulsionantes: Hacen posible la formación o mantenimiento de una mezcla uniforme de dos o más fases inmiscibles en el alimento (CAA, Cap XVIII).

Mejorador de la harina: Agregadas a la harina, mejoran su calidad tecnológica (CAA, Cap XVIII).

Regulador de la acidez: Alteran o controlan la acidez o alcalinidad de los alimentos (CAA, Cap XVIII).

Antioxidante: Retardan la aparición de alteración oxidativa del alimento (CAA, Cap XVIII)

A lo largo de la historia desde el descubrimiento del pan se ha buscado alargar la vida útil del mismo utilizando diferentes ingredientes, evitando así la presencia de agua libre en el pan impidiendo de ésta forma el desarrollo de microorganismos que afecten sus propiedades organolépticas y la duración del mismo desde la elaboración. También se fueron incorporando diferentes componentes que mejoren su color, textura, sabor, etc. (Tejero, 2005)

Este trabajo busca evaluar y justificar si existen componentes de las formulaciones que mejoran la calidad del pan y su vida útil mediante la medición de parámetros que son considerados críticos e indicadores de calidad en este tipo de alimentos

En los últimos 20 años se comenzó a aplicar la tecnología en la calidad de los alimentos, tal es así que se ha logrado extender por mas días incluso semanas la vida útil del pan, manteniendo sus propiedades organolépticas y sensoriales intactas gracias al agregado de conservantes y adyuvantes (Tejero, 2005).

Los responsables en su mayoría de esta característica son los denominados emulgentes utilizados como ablandadores de miga y conservadores de la humedad interna del pan manteniendo una corteza crujiente, y el ácido ascórbico utilizado como oxidante, favoreciendo la formación del gluten durante el amasado, logrando una miga con alveolos uniformes y más blanca (Tejero, 2005).

1.2 Técnicas actuales de panificación

Existen tres sistemas generales de elaboración de pan que vienen determinados principalmente por el tipo de levadura utilizado, son los siguientes:

Directo: es el menos frecuente y se caracteriza por utilizar exclusivamente levadura comercial. Requiere un periodo de reposo de la masa de unos 45 minutos antes de la división de la misma. No es útil en procesos mecanizados con división automática volumétrica. (Mesas y Alegre, 2002)

Mixto: es el sistema más frecuente en la elaboración de pan común. Utiliza simultáneamente masa madre (levadura natural) y levadura comercial. Requiere un reposo previo a la división de la masa de sólo 10–20 minutos. Es el más recomendable cuando la división de la masa se hace por medio de divisora volumétrica. (Mesas y Alegre, 2002)

Esponja o «poolish»: es el sistema universalmente empleado en la elaboración de pan francés y sobre todo en la de pan de molde. Consiste en elaborar una masa líquida (esponja) con el 30 – 40% del total de la harina, la totalidad de la levadura (comercial) y tantos litros de agua como kilos de harina. Se deja reposar unas horas, se incorpora el resto de la harina y del agua y a partir de ahí se procede como en el método directo. (Mesas y Alegre, 2002).

La figura 1 expone el flujograma de un proceso de elaboración de pan:

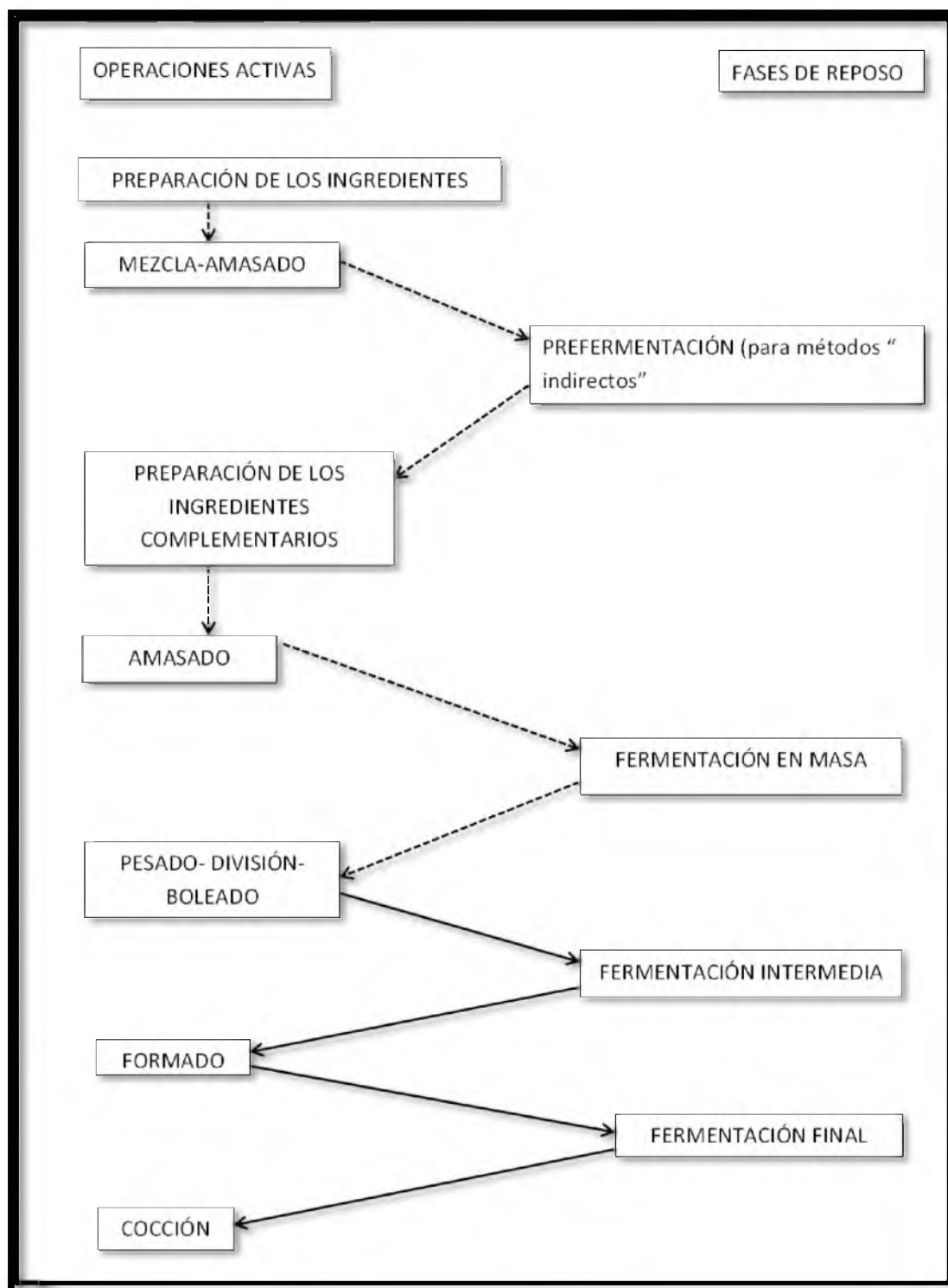


Figura 1- Diagrama de flujo del proceso de elaboración del pan. —> Operación fija; -.-> Operación opcional. (Mesas y Alegre, 2002)

Las tendencias actuales en la elaboración del pan se exponen en la figura 2:

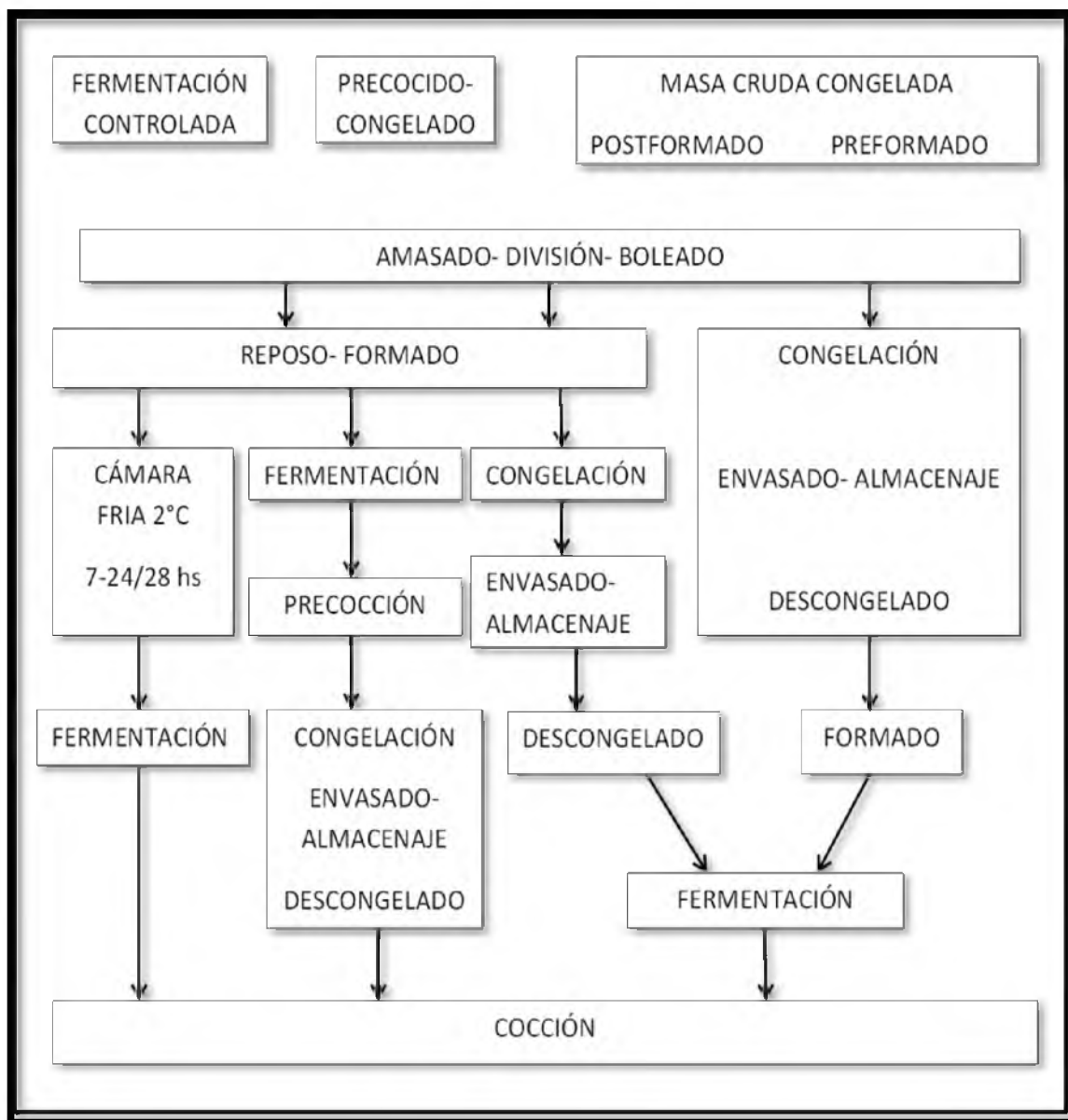


Figura 2- Diagramas de flujo comparativos de las tendencias actuales en panificación que conllevan aplicación de frío industrial. (Mesas y alegre, 2002)

2 Objetivos

2.1 Objetivo General: Analizar cuantitativamente tres tipos de panes para verificar la relación entre los ingredientes de cada formulación y los posibles cambios en su vida útil.

2.2 Objetivos Específicos:

- Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente las formulaciones de panes seleccionados en diferentes periodos de tiempo.
- Evaluar los parámetros analizados estadísticamente y verificar si existen correlaciones entre los mismos.
- Establecer relaciones entre los componentes de cada formulación y alteraciones en la vida útil de cada producto.

3 Hipótesis

El agregado de sustancias oxidantes y emulgentes en la elaboración de productos panificados industriales prolongan la vida útil de los mismos debido a una modificación fisicoquímica que hace posible conservar y mejorar las características organolépticas y sensoriales de los mismos a lo largo del tiempo.

4 Materiales y Métodos

4.1 Métodos microbiológicos para el análisis de vida útil

El recuento de microorganismos es una forma de evidenciar la eficacia de los conservadores químicos en la formulación.

En el presente trabajo se realizarán análisis de recuento microbiológicos mediante los cuales se busca demostrar dicha eficacia:

4.1.1 Recuento de coliformes totales (ICMSF Vol. 1 Parte II. Método 4⁶. Ed. 2):

Recuento directo en placa de agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta): Siembra en profundidad y en bicapa de un (1) mL de la prima dilución (10^{-1}) y diluciones subsiguientes (10^{-2} , 10^{-3} , ..., 10^{-n}) en Violeta cristal-Rojo neutro-Bilis-Lactosa Agar (VRBA). Incubación de las placas aeróbicamente e invertidas en estufa regulada y monitoreada a $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ por período de $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ en *estufa de incubación marca MARNE, modelo 644C, N° de serie 1457*.

4.1.2 Recuento de hongos y levaduras para productos con $A_w > 0.95$: (ISO 21527-1:2008):

Método horizontal para la enumeración de levaduras y mohos - Parte 1: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad de agua mayor a 0,95): Siembra en superficie de 0,1 mL de la prima dilución (10^{-1}) y diluciones subsiguientes (10^{-2} , 10^{-3} , ..., 10^{-n}) en agar Diclorán-Rosa de bengala-Cloranfenicol (DRBC) o similar. Incubación de las placas aeróbicamente e con la tapa hacia arriba en estufa regulada y monitoreada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ por período de 5 días en *estufa de incubación marca TECNODALVO, modelo Línea C, N° de serie no especificado*.

4.2 Métodos fisicoquímicos para el análisis de vida útil

4.2.1 El contenido de humedad de los alimentos es de suma importancia científica, técnica y económica, pero su determinación exacta es sumamente difícil de realizar. El agua se encuentra en los alimentos de forma libre o de forma enlazada. La forma enlazada es la que se refiere a las moléculas de agua unidas en forma química; es decir con enlaces como puentes de hidrógeno o grupos iónicos o polares. Por otro lado, el agua libre es la que no está unida a la matriz principal del alimento y se puede perder con facilidad si es que la muestra es llevada a congelación, si es que es secada o si bien es evaporada.

Se realiza la determinación de humedad por varias razones:

- Si el nivel de humedad en los alimentos está por encima de ciertos valores (35,9% - 36,6%), el crecimiento de microorganismos se desarrolla con facilidad.
- El nivel de humedad puede ser adulterante para ciertos elementos que son ingredientes principales en la elaboración del alimento (Cedeño Saldarriaga, 2013).

La determinación de porcentaje de humedad se realizó utilizando un método gravimétrico, por medio de un secado en estufa monitoreada y regulada a 100 °C por un periodo de 2 hs en estufa de secado marca HERAEUS sin modelo y n° de serie. El pesaje se realizó en balanza analítica marca RADWAG , modelo AS220R2, n° de serie 493155. (AOAC. Official Methods of Analysis 18th Edition, 2005)

4.2.2 Las **cenizas** se definen como el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica de un producto. Por lo tanto, la determinación del contenido de cenizas en los alimentos es un indicador de minerales, materia inorgánica y microelementos que en algunos casos cumplen funciones metabólicas importantes en el organismo.

Por otro lado, mientras menor sea el porcentaje de cenizas, menor será la contaminación del salvado y el germen del grano. Es por esto que se afirma que el porcentaje de cenizas que posea el alimento se verá reflejado por el proceso de molienda del grano (Cedeño Saldarriaga, 2013).

La determinación de Porcentaje de cenizas se realizó a través de un Método gravimétrico con ignición en mufla (INDEF, modelo 331-D, n° serie 4040252565) monitoreada y regulada a 530 °C ,con un secado previo en estufa a 100 °C).

4.2.3 En cuanto a la importancia del **pH**, los conservadores se disocian en solución acuosa los cuales deben su acción antimicrobiana a la parte no disociada, que es la que puede atravesar la membrana celular y desarrollar su actividad a nivel enzimático y por otro lado, los hidrógenos liberados en el alimento que provocan la bajada del pH del medio y por lo tanto disminuyen la viabilidad de muchos microorganismos. Por esto es que, cuanto menor sea el pH más activa será la conservación (Villada Moreno, 2010).

Para la medición del pH Se realizó la medición de la concentración de $[H^+]$ en el alimento utilizando un peachímetro con electrodo de membrana de vidrio marca HANNA, MODELO HI98100, n° serie HO1410007.(AOAC,10° Ed, Mét 42007)

4.2.4 La actividad de agua (**Aw**) es una medida del agua libre o agua disponible en una matriz alimentaria. El valor de Aw depende de la composición, la temperatura y el contenido en agua del producto. Tiene incidencia sobre las características de calidad, tales como: textura, sabor, color, gusto, valor nutricional del producto y su tiempo de conservación.

La adición de sustancias que disminuyen la **actividad de agua** favorecen la actividad de los conservadores en los alimentos. Las sustancias más activas y más utilizadas con el fin de retener agua son: sal, azúcares, glicerina y glicoles comestibles.

A valores de A_w bajos no pueden prosperar la mayoría de los microorganismos, por el contrario existen muchas levaduras y mohos que desarrollan bien en A_w menor a 0,85 (Villada moreno, 2010).

La medición de A_w se realizó utilizando el medidor de actividad de agua Aqualab Series 4, el cual mide la A_w de las muestras siguiendo la metodología de los sensores de punto de rocío. En este tipo de instrumentos la muestra se equilibra dentro de una cámara sellada que contiene un espejo que permite detectar la condensación en él. En el punto de equilibrio la humedad relativa del aire en la cámara es el mismo que la a_w de la muestra. Una célula fotoeléctrica y un termistor detectan el punto exacto en el que se produce la condensación y la temperatura, respectivamente.

En el presente trabajo final también se realizarán mediciones fisicoquímicas para evidenciar la vida útil de los alimentos propuestos:

4.3 Universo de estudio, selección y tamaño de muestra

4.3.1 Universo de estudio

Se analizarán tres tipos diferentes de panes de molde, todos provenientes del mismo fabricante.

4.3.2 Muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico al azar, basándonos en la composición de cada pan.

4.4 Recursos

4.4.1 Recursos Humanos

- **Investigadores:** Matos, Laura Belén
- **Asesores:** Mag. Bioq. Mariángeles Díaz Panero

4.4.2 Recursos Institucionales

- Laboratorio Central de análisis de agua, efluentes y alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Católica de Córdoba.
- Cátedra de Nutrición y Bromatología, Universidad Católica de Córdoba.
- Biblioteca Sean Jonet, Universidad Católica de Córdoba.
- Centro de Cómputos de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Católica de Córdoba.

5 Resultados y Discusión

A continuación se muestran en los siguientes gráficos los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a los tres tipos de pan de molde.

5.1 Humedad

El gráfico 1, muestra un aumento de la humedad para el pan integral, mientras que el pan tipo artesano presenta una disminución en el día 21. En el caso del pan lactal, los valores de humedad presentan ligeros cambios.

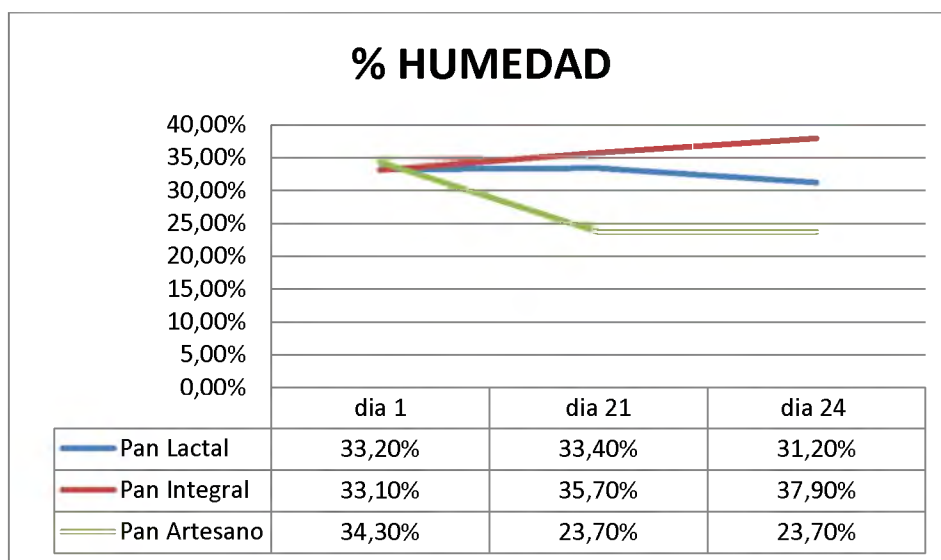


Gráfico 1- Resultados de % de humedad

Estas diferencias podrían atribuirse, en el caso del pan integral, a la presencia de salvado, el cual es rico en fibras no solubles, como la celulosa, hemicelulosa y Lignina. Éstas tienen capacidad de absorber agua sin disolverse en ella.

Con respecto a los dos tipos de pan restantes, la pérdida de humedad de la miga (endurecimiento) como así también el ablandamiento de la corteza y cambios en su sabor se deben al proceso de “envejecimiento” del pan causado fundamentalmente por la retrogradación del almidón (Badui, 2006)

5.2 Cenizas

El gráfico 2, muestra una disminución de las cenizas para el pan integral, mientras que el pan lactal presenta un ligero aumento en los días 21 y 24. En el caso del pan tipo artesano no se observan cambios significativos.

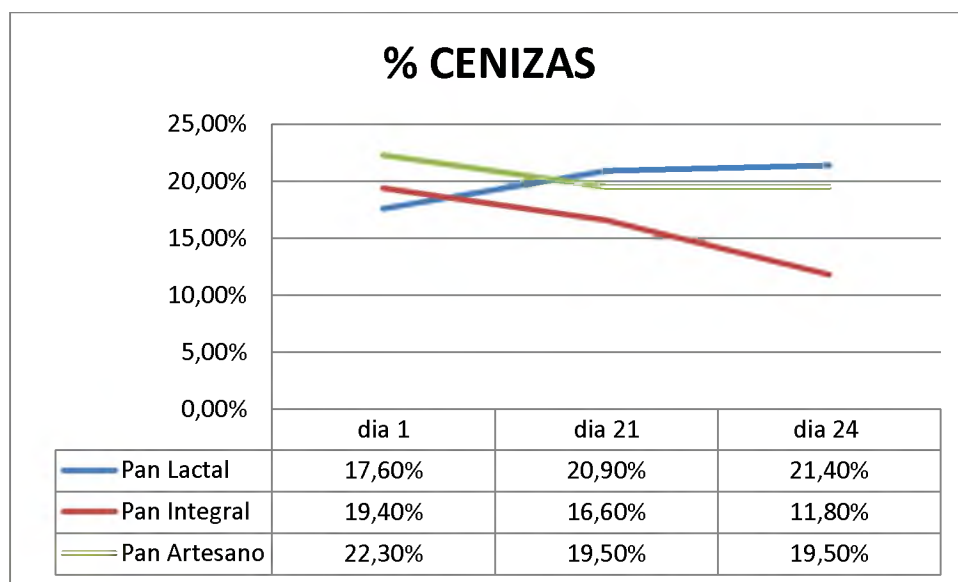


Gráfico 2- Resultados de % de cenizas.

Estas diferencias podrían ser atribuidas, en el caso del pan integral a un aumento en los valores de humedad (ver gráfico 1), ya que los minerales presentes en las cenizas poseen mayor cantidad de agua disponible en la cual solvatarse.

En el caso del pan Lactal, el ligero aumento se debería a la pérdida de humedad del mismo (ver gráfico 1), por lo cual, las especies químicas se concentran en la matriz alimenticia debido a la ausencia de agua disponible.

El Pan artesano presenta una disminución de las cenizas en el día 21 y luego se mantienen valores estables hasta el día 24 (en concordancia con los valores hallados de humedad)

5.3 pH

El gráfico 3, muestra una disminución del valor del pH al día 21 para el pan tipo artesano, mientras que, tanto para el pan lactal como para el integral no hubo cambios significativos.

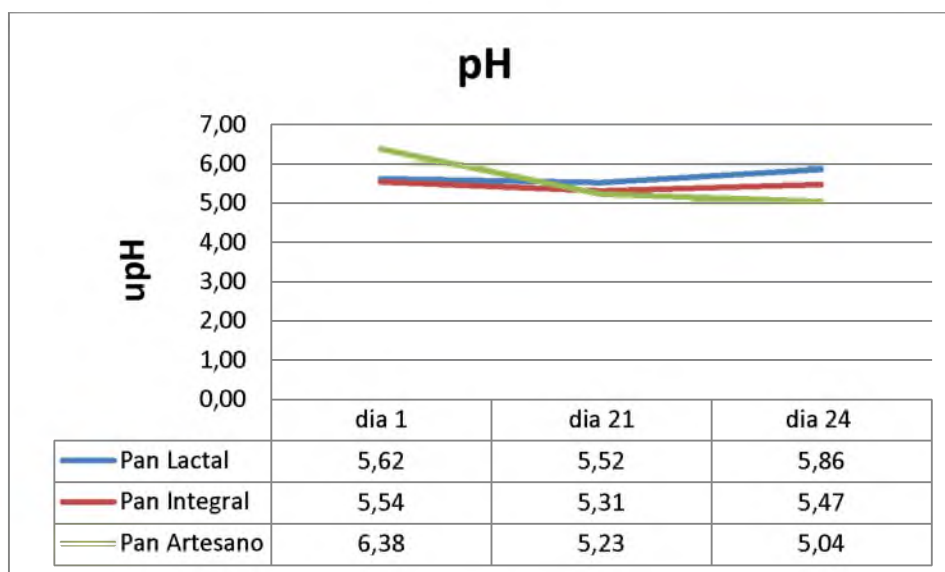


Grafico 3- Resultados de upH.

Los valores de pH en los tres tipos de alimentos se mantienen en cifras sin diferencias significativas. ésto puede atribuirse al uso en todos los tipos de pan a un regulador de acidez (INS330),el Ácido Cítrico

Los reguladores de acidez son sustancias que alteran o controlan la acidez o la alcalinidad de los alimentos. Estas sustancias pueden tener la función de neutralizar o de equilibrar el efecto de los ácidos. El ácido cítrico aumenta la actividad de muchos antioxidantes, pero no es un antioxidante, por sí sólo. Es usado sobre todo como un **regulador de acidez**, así como compuesto aromatizante.

5.4 Aw

El gráfico 4, muestra un aumento de la actividad de agua para el pan lactal e integral en el día 21. Para el caso del pan tipo artesano se observó una disminución al día 24.

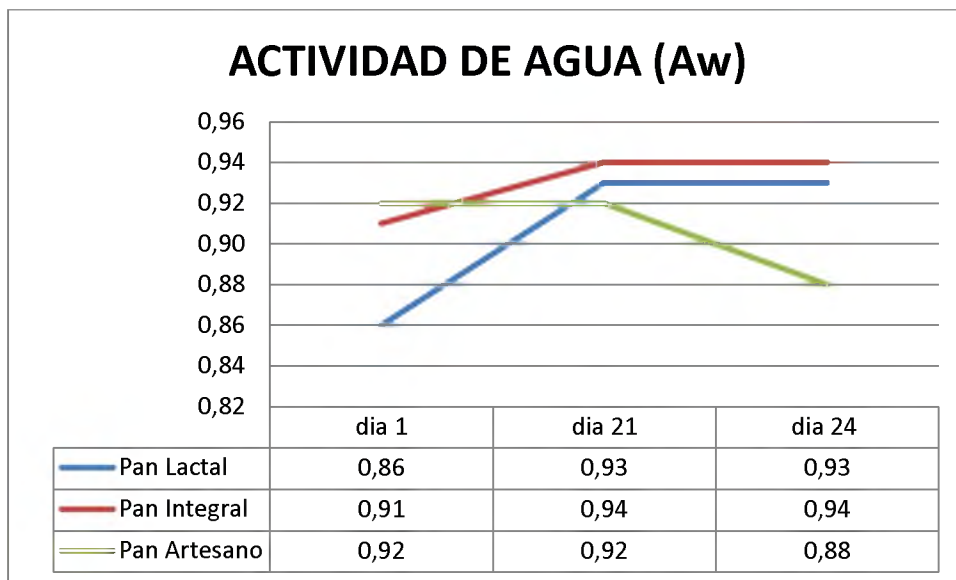


Grafico 4- Resultados de Aw.

El pan artesano posee dentro de su formulación (a diferencia de los otros dos tipos de panes) Estearil Lactilato de Calcio (INS 482i), el cual es uno de los emulsificantes más ampliamente utilizados en la industria de panificación. Su uso permite minimizar el envejecimiento del pan, mejorar la manipulación y fuerza de la masa, aumentar la tolerancia al tiempo de reposo y fermentación, entre otros aspectos (Chin, 2007).

El INS482i facilita la interacción de los lípidos con las proteínas y el almidón. Las ventajas más reconocidas de su uso son el incremento del volumen de pan y el mejoramiento de la textura de la miga. También se les asigna la formación de complejos insolubles con la amilosa, retardando así la capacidad de envejecimiento del pan (Beltrán Orozco, 2007).

Morales y col (2013) establecieron que la incorporación de éste aditivo en las formulaciones de alimentos disminuyen el contenido de humedad, la actividad de agua durante el tiempo de almacenamiento. Por el contrario, la dureza de la miga aumentó en el periodo de almacenamiento

Las formulaciones del pan lactal y el integral carecen del aditivo antes expuesta, razón por la cual su comportamiento es similar con respecto a los valores de actividad de agua.

5.5 Hongos y Levaduras

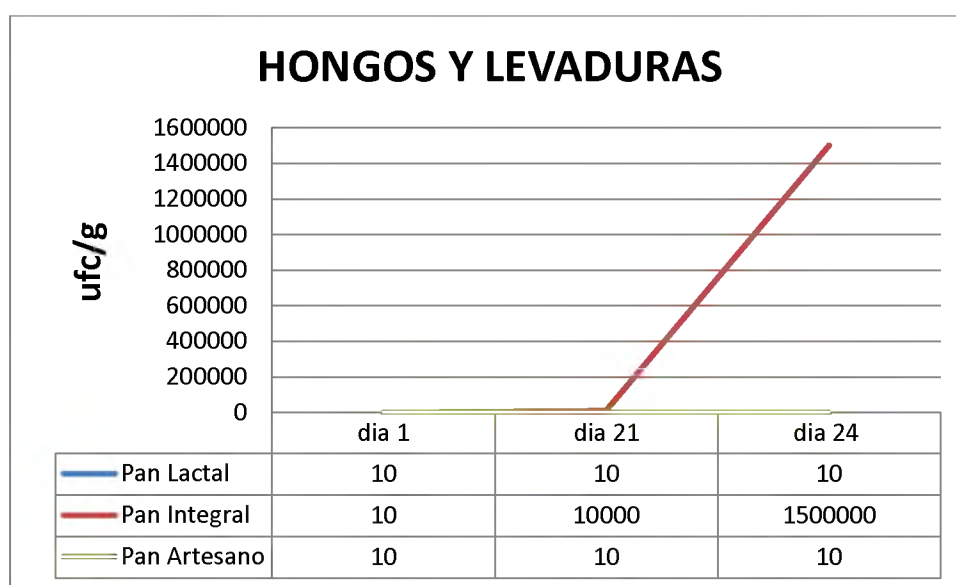


Grafico 5- Resultados de Hongos y Levaduras.

Los recuentos de UFC/g , tanto en el pan Lactal como en el pan artesano se mantienen por debajo de los límites de detección de la técnica (≤ 10 UFC/g). Ésto se asocia a el uso conjunto de antifúngicos y bactericidas que actúan de manera sinérgica entre sí (INS 282/INS 200; INS282/INS202)

El uso en conjunto de más de un conservante provoca un aumento del espectro de acción, logrando actividad frente a un mayor número de microorganismos. (Villada Moreno, 2010).

Los hallazgos con respecto al pan integral, el cual aumenta sus recuentos a partir del día 21 indican que las combinaciones de conservantes no llegaron a cubrir con los límites aceptables. En este sentido es importante recalcar que la cáscara del salvado presenta una biota compleja y por lo tanto más difícil de controlar que las formulaciones de aquellos panes que no la incluyen.

Adicionalmente, podemos observar que las alteraciones llegan a presentarse cuando la actividad de agua A_w sube, y por lo tanto se hace evidente el desarrollo de mohos y levaduras, causando el deterioro del alimento. También es posible encontrar bacterias lácticas y coliformes que pueden llegar a producir una fermentación ácida, si esta acidez llega a valores muy altos se puede alcanzar una fermentación alcohólica producida por las levaduras.

La alteración causada por **mohos**, se ve favorecida por una contaminación abundante del pan, corte del pan tajado, por la envoltura y por el almacenamiento del producto terminado en una atmósfera caliente y demasiado húmeda.

5.6 Bacterias coliformes totales

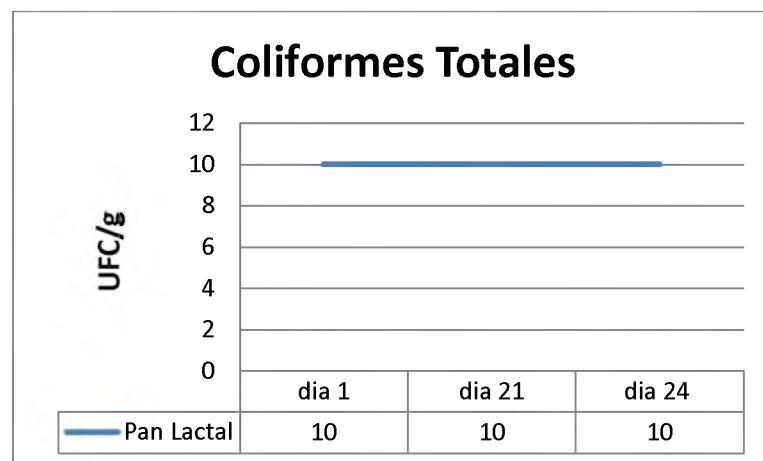


Gráfico 6 Resultados de Coliformes Totales para pan Lactal

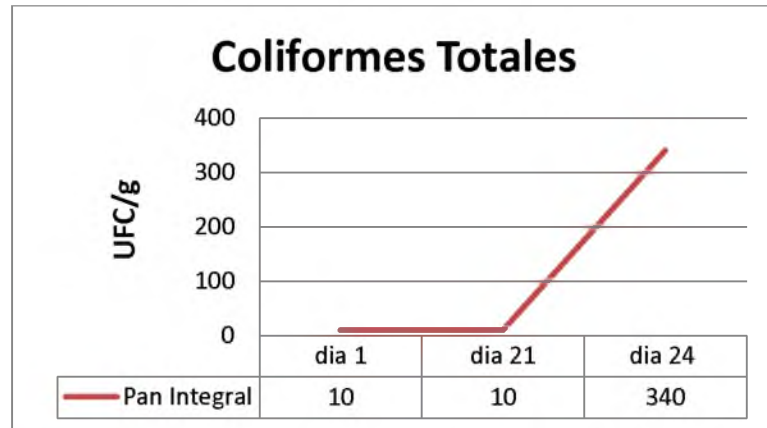


Gráfico 7 Resultados de Coliformes Totales para pan Integral

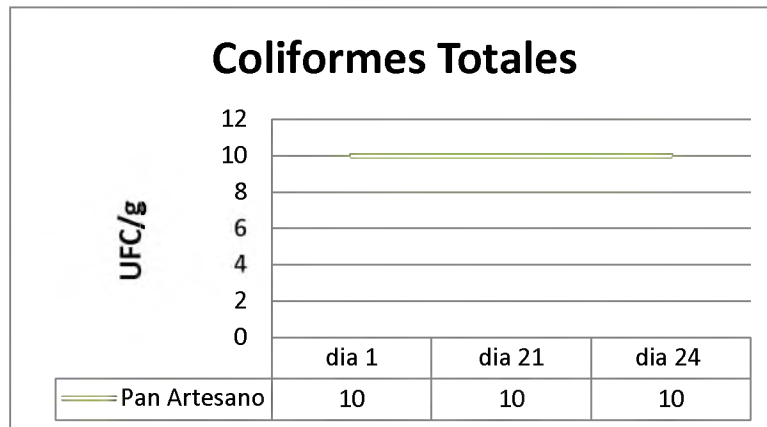


Gráfico 8 Resultados de Coliformes Totales para pan Artesano

El recuento de bacterias coliformes totales se mantiene constante hasta el día 21 en los tres tipos de panes. Sin embargo, en el día 24, el pan integral presenta 340 UFC/g.

En la formulación de los panes lactal e integral, se utilizan como conservantes Propionato de Calcio (INS282) y Ácido Sórbico (INS200).

El ácido sórbico posee un amplio espectro de actividad contra los microorganismos que incluyen las levaduras, mohos y bacterias y se utiliza, por tanto, para inhibir los contaminantes aeróbicos en los alimentos fermentados o acidificados.

El Propionato de Calcio inhibe el crecimiento de hongos y levaduras.

En el caso del pan Integral el aumento en el recuento puede deberse a una disponibilidad de agua (por la presencia de salvado) ya que existe una microbiota normal en la cáscara de salvado cuyo crecimiento se ve favorecido por ésta condición.

La microbiota de los granos de cereales y leguminosas es la proveniente del suelo y el ambiente del depósito, además de la adquirida durante el procesamiento. Aunque tienen alta concentración de carbohidratos y proteínas, su baja actividad de agua restringe el crecimiento microbiano si se almacenan adecuadamente (Sciarini, 2011).

Los panes producidos comercialmente carecen de humedad suficiente para permitir el crecimiento de microorganismos. Éstos aparecen cuando el pan es almacenado en un ambiente húmedo o envuelto mientras aún está caliente.

6. Conclusiones

El pan es un alimento de costo relativamente bajo, por lo que ocupa una posición de gran importancia en la nutrición en nuestro país, y también a nivel mundial. En Argentina se consumen alrededor de 91 kg de pan/hab.

En este trabajo se estudió el efecto que provocó la incorporación de distintos aditivos sobre la calidad y las propiedades de panes tipo Lactal, Integral y Artesano. Se evaluaron distintas formulaciones para la obtención de panes versus parámetros físico químicos y microbiológicos indicativos de deterioro.

Se observó que la incorporación conjunta de conservantes antifúngicos y bactericidas (INS282/INS200; INS282/INS202) contribuyeron al alargamiento de la vida útil de los panes por un efecto sinérgico entre sí. Ésto se debe a que una sustancia no puede actuar sobre todo el espectro de microorganismos, ante esto la industria alimentaria se ve en la necesidad de emplear una sinergia entre aditivos, por lo cual se reduce la cantidad máxima permitida en función del número de sustancias empleadas (Villada Moreno, 2010).

También se observó que en el caso del pan integral, a pesar de utilizarse los mismos conservantes, el efecto de los mismos no fue suficiente para contribuir al aumento de su vida útil. Sería conveniente realizar otras combinaciones de conservantes para actuar sobre un espectro mayor de microorganismos indeseables.

A su vez el empleo del INS482i utilizado como emulsificante y estabilizante en el pan tipo artesano mejoró aun más la calidad y estabilidad del mismo.

En ocasiones , se asocia el uso de emulgentes como los glicéridos parciales, lecitinas o suero de leche en polvo conjuntamente con Estearil-lactilato de calcio (INS482i).En éste caso también se produce un efecto sinérgico para el pan artesano, el cual combina en su formulación INS482i con suero de leche en polvo. Ésta combinación de emulgentes/estabilizantes se fija sobre el gluten y el almidón en forma de un complejo que retarda la transformación del almidón en engrudo en la primera fase de la panificación. De este modo, se logra una mayor densidad y resistencia mecánica de la masa, lo que se traduce en un mejoramiento de la

porosidad, estructura de la miga y volumen del pan. A la vez mejora la capacidad para el cortado del pan y se retarda su envejecimiento (disminución de actividad de agua y humedad) (Schmidt Hebbel, 1990).

Referencias

- Badui D. Química de los Alimentos. 2006. Pearson Educación. México. 716p.
- Balarabe M., Mohammed S., Orukotan A. Physico-chemical analysis and sensory evaluation of bread produced using different indigenous yeast isolates. Science World Journal 2017; 12: 33-37.
- Bassett M. N., Gimenez A., Pinho O., Sammán N. Importancia del pan blanco como fuente de nutrientes: reducción de sodio y fortificación con calcio. Diaeta 2013; 31: 07-14.
- Beltrán Orozco M.C., Rendón Meza J.H., Gallardo Velázquez T. Cinética de las características físicas de mantecadas bajas en grasa almacenada en dos tipos de material de empaque durante su vida de anaquel. Inf. Tecnol.2007; 18:13-22.
- Cedeño Saldarriaga M. A. Evaluación de diferentes combinaciones de harina de maíz (*Zea mays*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración de galletas. 2013. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- CHIN N.L., GOH S.K., RAHMAN R.A., HASHIM D.M. Functional effect of fully hydrogenated palm oil-based emulsifiers on baking performance of white bread. Int. J. Food Eng.2007; 3:1-15.
- Código Alimentario Argentino, Ley 18284; Decreto 2126/1971. Artículos: 1391-1406 Aditivos Alimentarios. Actualizado al 11/2018
- Código Alimentario Argentino, Ley 18284; Decreto 2126/1971. Artículos: 643-766. Alimentos Farináceos : Cereales, Harinas y Derivados. Actualizado al 9/2018.
- Código Alimentario Argentino, Ley 18284; Decreto 2126/1971. Artículos: 982-1079. Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas. Actualizado al 10/2012
- Dueñas Gallegos C., Navarrete Lopez A. Tecnología de Productos Horneados. 2000. Instituto Politecnico Nacional, Mexico D. F.
- Tejero F. La evolución de los mejorantes en las masas fermentadas. Molinería y Pandadería: Revista profesional de Panadería y Pastelería. 2005 ; 1139: 40-49.
- Gajula, H., Alavi, S., Adhikari, K., Herald, T.. Precooked branenriched wheat flour using extrusión: dietary fiber profile and sensory characteristics. Journal of Food Science. 2008; 73:173-179.
- Godon B., Gunet R. La panification Française. 1996. Montagud Editores, Barcelona, España.
- Gómez M., Ronda F., Blanco C. A., Caballero P.A., Apesleguía A. Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality. Eur. Food Res. Technol. 2003; 216:51-56.
- http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/ProductosPanificados_2011_04Abr.pdf

- Mesas J. M., Alegre M. T. El pan y su proceso de elaboración the bread and its processing o pan e o seu proceso de elaboración. CYTA - Journal of Food. 2002; 3:5: 307-313
- Leon A.E., Sciarini L.S., Steffolani M.E. El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. Agriscientia 2016; 33:61-74.
- Liu C.- Y., Shepherd K. W, Rathjen A. J. Improvement of Durum Wheat Pastamaking and Breadmaking Qualities. Cereal chem. 1996; 73 (2): 155-166.
- Novotni D., Špoljarić I., Drakula S., Čukelj N., Voučko B., Ćurić D. Influence of Barley Sourdough and Vacuum Cooling on Shelf Life Quality of Partially Baked Bread. Food Technology & Biotechnology 2017; 55: 464-474
- Quaglia G. Ciencia y Tecnología de la Panificación. 1991. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Sciarini L. S. Estudio del efecto de los diferentes aditivos sobre la calidad y la conservación de panes libres de gluten. 2011. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.
- Soeane Viqueira R. Evolución del sector panadero: Técnicas actuales de panificación. Ciencias de Tecnología de los alimentos 1997; 5: 149-152.
- Villada Moreno j. j.. Conservadores Químicos utilizados en la Industria Alimentaria. 2010. Departamento de Ciencia y tecnología de Alimentos, Buenavista, México.
- Wang J., Rosell C. M. y Barber C. B. Effect of the addition of different fibers on wheat dough performance and bread quality. Food Chem. 2002; 79:221-226.