

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“EVALUACIÓN DE LA VIDA EN ANAQUEL DE PAN CON
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa Mol*)”

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LUCAS RAUL VELASQUEZ VELASQUEZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



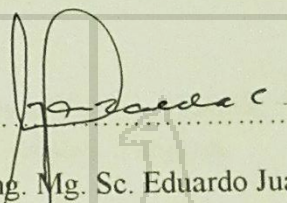
“EVALUACIÓN DE LA VIDA EN ANAQUEL DE PAN CON SUSTITUCIÓN
PARCIAL DE HARINA DE OCA (*Oxalis tuberosa* Mol)”

PRESENTADA POR:

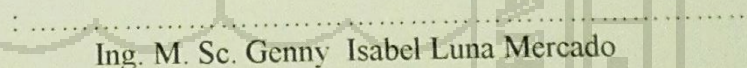
BACH. Lucas Raúl VELÁSQUEZ VELÁSQUEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL APROBADA POR EL JURADO REVISOR
CONFORMADO POR:

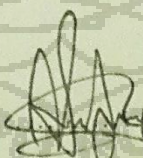
PRESIDENTE


Ing. Mg. Sc. Eduardo Juan Manzaneda Cabala

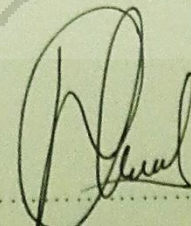
PRIMER MIEMBRO


Ing. M. Sc. Genny Isabel Luna Mercado

SEGUNDO MIEMBRO


Ing. M. Sc. Roger Segura Peña

DIRECTOR


Ing. M. Sc. Florentino V. Choquehuanca Cáceres

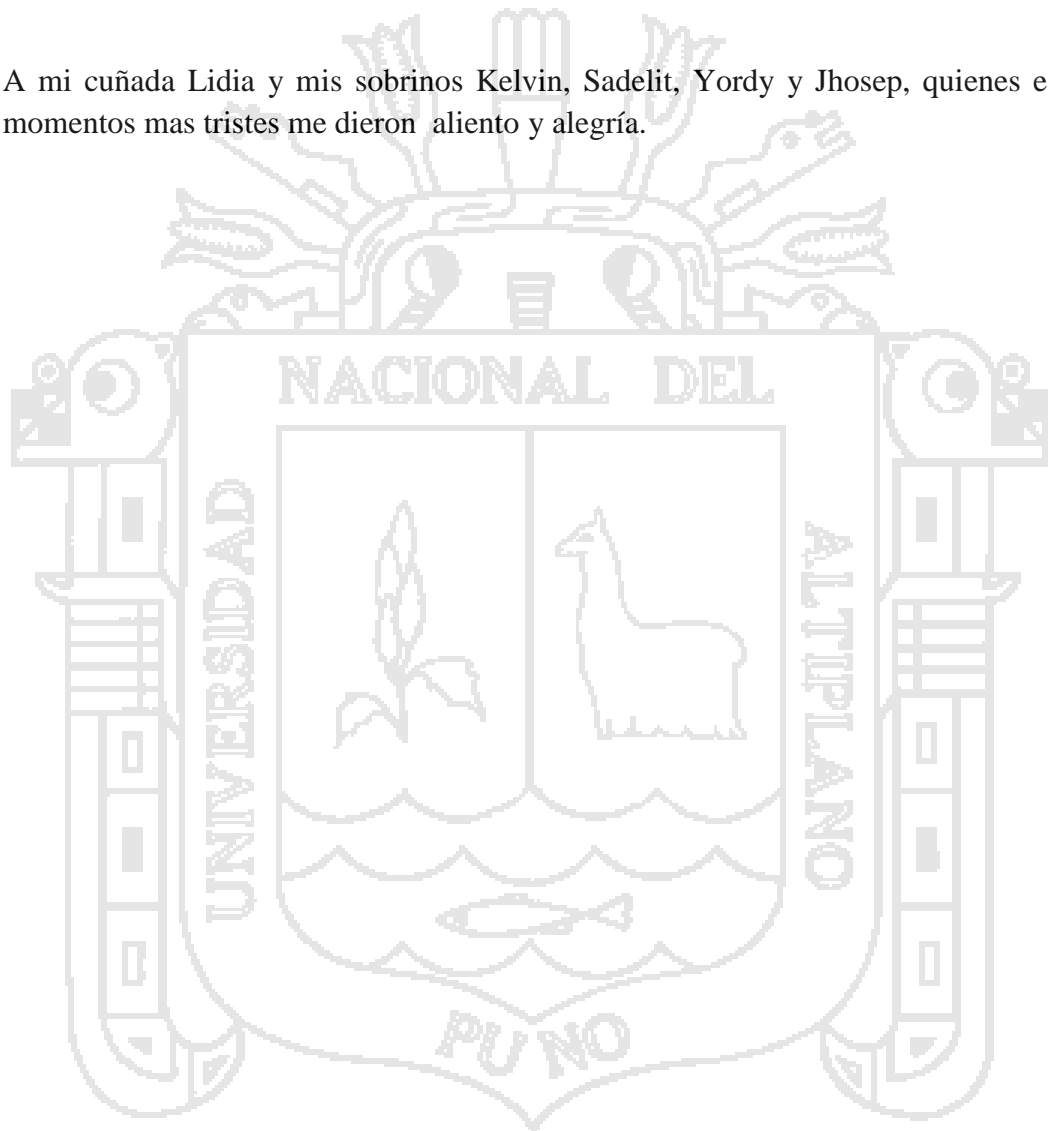
Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud a mis queridos hermanos Benito, Doris, Magnolia, Javier y Ronald quienes me han acompañado en mi vida cotidiana y durante mis estudios. A la memoria de mi querida Madre Julia y mis hermanos Milthon, Jaime y Hugo

A mi cuñada Lidia y mis sobrinos Kelvin, Sadelit, Yordy y Jhosep, quienes e los momentos mas tristes me dieron aliento y alegría.



AGRADECIMIENTO

A mí querida Hija Helian y a mi esposa Hilda Marina quienes me apoyaron para el desarrollo de mi tesis.

A Desiderio, por apoyar moralmente en la etapa de mis estudios.

A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a mis profesores de la Profesional de Ingeniería agroindustrial, por impartir sus sabios conocimientos durante mi formación profesional

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN DE LITERATURA	03
2.1. De las materias primas	03
2.1.1. Oca (<i>Oxalístuberosum Mol</i>)	03
2.1.1.1. Características generales sobre el cultivo de oca	03
2.2. Producción y rendimiento del cultivo	04
2.3. Contenido de elementos nutritivos	05
2.4. Factores anti nutricionales	07
2.5. Mezcla alimenticia	08
2.6. Pan	08
2.6.1. Mezcla de harinas para pan	08
2.6.2. Elaboración de pan	10
2.6.2.1. Definición y requisito general	10
2.6.3. Principios básicos en la panificación	11
2.6.3.1. El valor nutritivo del pan (La composición del pan)	12
2.6.4. Modificaciones físicas	14
2.6.4.1. Modificaciones químicas	14
2.6.5. Métodos de panificación	15
2.6.5.1. Método de masa directa	15
2.6.5.2. Método de masa esponja	15
2.6.5.3. Levadura	15
2.6.5.4. Enzimas	16
2.6.5.5. Sal	16
2.6.5.6. Agua	17
2.6.6. Insumos secundarios	17
2.6.6.1. Azúcar	17

2.6.6.2. Grasa y aceite	18
2.6.6.3. Adición de minerales	18
2.6.7. Evaluación sensorial	19
2.6.7.1. Apreciación hedónica	19
2.6.8. Producción de pan	19
2.7. Vida en anaquel de los productos alimenticios procesados	21
2.8. Contenido de alimentos nutritivos	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Lugar de ejecución	23
3.2. Materia prima	23
3.3. Equipos, utensilios y reactivos	23
3.4. Método de análisis químico	24
3.4.1. Humedad	24
3.4.2. Proteína total	25
3.4.3. Grasa	25
3.4.4. Ceniza	25
3.4.5. Fibra cruda	26
3.4.6. Determinación de carbohidrato	26
3.5. Metodología experimental	26
3.5.1. Obtención de harina de oca	27
3.5.1.1. Materia prima	28
3.5.1.2. Selección y clasificación	28
3.5.1.3. Asoleado	28
3.5.1.4. Lavado	28
3.5.1.5. Cortado en rodajas	28
3.5.1.6. Secado	28
3.5.1.7. Molienda	28

3.5.1.8. Almacenamiento	28
3.6. Elaboración de pan de oca parcialmente sustituido	29
3.6.1. Metodología del proceso de elaboración	30
3.7. Preparación de las mezclas de harinas de trigo-oca	31
3.8. Evaluación sensorial del producto	31
3.9. Almacenamiento del mejor producto	32
3.10. Determinación microbiológico del producto	32
3.11. Determinación del índice de peróxidos	33
3.12. Diseño experimental	33
3.12.1. Factores en estudio	33
3.12.2. Variables de respuesta	34
3.13. Análisis estadístico	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	35
4.1. Formulación en la sustitución parcial de harina de oca	35
4.2. Resultado de granulometría	37
4.3. Análisis físico con sustitución parcial del pan de oca	38
4.4. Análisis de varianza de la evaluación sensorial	39
4.5. Análisis de varianza para el sabor	40
4.6. Análisis de varianza para el color	40
4.7. Análisis de varianza para el volumen	41
4.8. Peso del pan de oca parcialmente sustituido por harina de oca durante el almacenamiento (gr) a temperaturas 10, 15 y 20°C	41
4.9. Resultado de análisis físico químico de pan de oca parcialmente sustituido por harina de trigo	43
4.10. Vida útil del producto final	47
4.11. Análisis microbiológico del producto almacenado a diferentes temperaturas	47

V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	

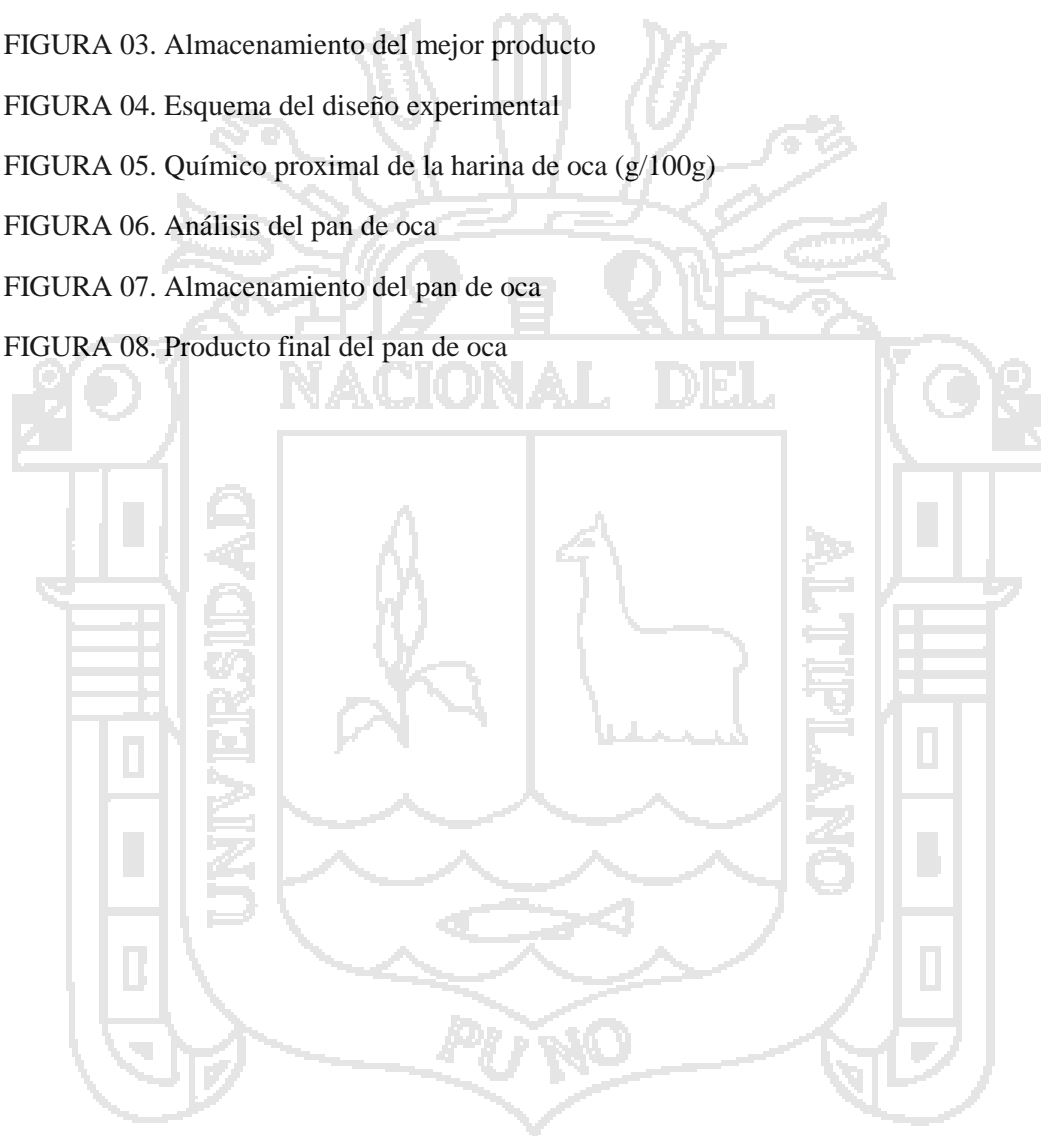


ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 01. Evaluación tecnológicas y productivas de material genético de la oca	03
CUADRO 02. Semejanzas formas, yemas y color de tubérculos	04
CUADRO 03. Cuadro estadístico de la producción de oca en la subregión de Puno	05
CUADRO 04. Composición química de oca	06
CUADRO 05. Contenido de aminoácidos de oca y trigo (mg/g de proteína)	07
CUADRO 06. Composición de alimentos comúnmente usados en el Perú (Contenido en 100g)	11
CUADRO 07. Composición de 100g de pan blanco respecto a las necesidades diarias de cada uno de los nutrientes	13
CUADRO 08. Modificaciones físicas y químicas en panificación	14
CUADRO 09. Transformación química en almidón y sacarosa	15
CUADRO 10. Formulación utilizada en los ensayos de panificación (trigo/oca)	31
CUADRO 11. Químico proximal de la harina de oca (g/100g)	35
CUADRO 12. Resultado de granulometría (harina de oca)	37
CUADRO 13. Análisis físico con sustitución parcial del pan de oca	38
CUADRO 14. Peso sustituido parcial del pan de oca durante el almacenamiento	42
CUADRO 15. Análisis físico químico con sustitución parcial del pan de oca	43
CUADRO 16. Análisis microbiológico del pan de oca parcialmente sustituido por harina de trigo	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 01. Diagrama de flujo para la obtención de harina de oca	27
FIGURA 02. Diagrama de flujo para la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de oca	29
FIGURA 03. Almacenamiento del mejor producto	32
FIGURA 04. Esquema del diseño experimental	33
FIGURA 05. Químico proximal de la harina de oca (g/100g)	35
FIGURA 06. Análisis del pan de oca	38
FIGURA 07. Almacenamiento del pan de oca	42
FIGURA 08. Producto final del pan de oca	44



RESUMEN

Se ha realizado un estudio para determinar el nivel adecuado de harina de oca (*Oxalictuberosum* Mol) en sustitución de harina de trigo (*Triticumaestivum* L.) y su vida en anaquel para la elaboración de pan de oca parcialmente sustituido por harina de trigo, de donde se estudiaron panes en (p/gr.) de harina de trigo por harina de oca (90/10, 80/20 y 70/30 %), a temperaturas de 10, 15 y 20°C. de vida útil.

Los resultados de la composición química de la oca (b.s.), se observa que en estado fresco tiene un elevado porcentaje de humedad de 84.10 % , proteína 1.00%, grasa 0.42%, ceniza 1.00%, fibra 1.00%, carbohidrato 12.48%. Sin embargo, el contenido de proteínas de materia prima 1.00% y harina de oca presenta 4.96%, respectivamente. Además el contenido de la grasa fue de 0.42% y 1.27%, el contenido de cenizas fue 1.0% (b.h.) y 2.61% (b.s. respecto el contenido fibra fue de 1.0 % y 2.01 % , en materia prima y harina de oca y el contenido de carbohidrato fue de 12.48 % y luego 82.59 % respectivamente.

Los contenidos del pan sustituido con harina de oca fue de 9 % de proteína y pan corriente normal fue de 8 % de proteína, sin embargo por el tiempo de almacenamiento durante su vida útil del pan de oca el resultado fue de 8.86 %. Con respecto a volumen podemos especificar del producto final (pan de oca) los valores de volumen desde 160.35 cc de volumen hasta 190.75 cc. de volumen correspondiente, entonces el mayor puntaje se tiene el tratamiento con el 10 % de sustitución (harina de oca), a una temperatura de fermentación de 28°C, y el menor tratamiento con 20 % de la misma forma fue la sustitución con una temperatura de fermentación de 28°C.

Referente al sabor, no existen diferencias significativas al nivel de 5% entre los panelistas, podemos afirmar que el T₄ es parcialmente mejor para obtener mayor promedio que los demás tratamientos, conociendo estos resultados podemos afirmar que hasta un 20 % de harina de oca con una temperatura de fermentación de 26°C tienen el sabor característico de la oca.

A los tres días de almacenamiento los resultados de humedad fue de 21.91% de acuerdo a los análisis realizados el pan de oca sustituido parcialmente efectuado en este trabajo de investigación, por un lado con el 20 % de sustitución de harina de oca se mantiene constante el resultado de humedad del producto almacenado, no con los sustituidos con 10 % y 30 % por que tienden a secarse mas a una temperatura de 15°C respectivamente.

Podemos especificar el comportamiento de proteína fue de 8.86 % en función al tiempo de almacenamiento durante su vida útil del producto final, el contenido de la grasa del pan de oca fue de 5.22 %, y el contenido de cenizas del producto final se encuentra en 1.38 %, además se conoce el resultado del contenido de la fibra en el pan de oca es de 1,19 %, y el resultado de carbohidrato fue de 61.44 %, el estudio realizado el contenido de hierro del pan de oca como producto final fue de 4.56 %, y análisis de índice de peróxidos que presenta es de 1.08 meq/kg, y por ultimo los resultados del análisis microbiológico (a los 03 días) del producto seleccionado almacenado a diferentes temperaturas, los análisis microbiológicos del producto (pan de oca) se encuentra ausencia referente al número de mohos en (ufc/g), y de la misma forma lo concerniente a número de levaduras es menor a 10^2 ufc/g de producto determinado.

I. INTRODUCCIÓN

En el continente americano existe abundante variedad de recursos naturales autóctonos, algunos de antiguo origen que por siglos han sido la base de la alimentación de las poblaciones nativas. Un número importante de estos son los llamados "cultivos olvidados" que se encuentran principalmente en las altiplanicies andinas de Sudamérica (Ecuador, Perú, Bolivia y Chile). Desde hace muchas décadas, organismos internacionales como la FAO están realizando intensos esfuerzos para desarrollar estos recursos como una forma de ayudar a solucionar el problema de la falta de alimento que aqueja a amplios sectores de habitantes en los países del mundo.

Entre los cultivos andinos se incluyen numerosas especies de tubérculos andinos, como es la oca; que destacan por su valor nutritivo (aporte de aminoácidos esenciales y de energía y fundamentalmente el hierro).

De alguna manera, se puede encarar el problema de la desnutrición, buscando alimentos alternativos de consumo, cuya característica fundamental sea la de tener propiedades nutricionales, así también sea asequible y aceptada por la población. No solamente se puede ofrecer alimentos en forma natural, sino también diversificar la presentación como productos transformados

Realizar combinaciones de alimentos que favorezcan una adecuada interacción de nutrientes, es un proceso de transformación que progresivamente se están incorporando en la tecnología agroalimentaria para obtener alimentos de consumo inmediato; por lo que la elaboración de Pan de oca involucra también una serie de pasos como el mezclado, el amasado, el moldeo y el horneado los que alteran y/o modifican las características originales de los alimentos, mejorándolos, hasta convertirlos en productos más agradables, digeribles y nutricionalmente bien balanceados.

El presente trabajo de investigación se justifica porque se pone énfasis en el empleo de la oca para obtener pan de oca, los cuales merecen mayores estudios, para buscar

mejores alternativas para la transformación y uso. La ejecución de este estudio tuvo por objetivos:

- ❖ Encontrar la formulación en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de oca, con mejores características Fisicoquímicas, Sensoriales y Microbiológica.
- ❖ Determinar la vida en anaquel del pan con sustitución con harina de oca.
- ❖ Determinar la composición química parcialmente sustituido del pan de oca



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DE LAS MATERIAS PRIMAS

2.1.1. OCA (*Oxalituberosum Mol*)

2.1.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DE OCA

Lescano, (1996), sostiene que la oca es importante, por ser una planta alimenticia autóctona del área andina, cuya rusticidad le ha permitido adaptarse al clima riguroso de la sierra, representa tolerancia a la sequía, es afectado por escasas plagas y enfermedades, aunque presenta susceptibilidad a las heladas.

La oca tiene un ciclo vegetativo que varía entre 220 a 270 días, pero la máxima tuberización ocurre a los 90 días (Zvietcovich *et al.* 1985).

CUADRO 01: EVALUACIONES TECNOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS DEL MATERIAL GENÉTICO DE LA OCA.

VARIABLE	RANGO
Ciclo vegetativo	220.0 – 270.0 días
% Materia prima	14.0 – 32.1
% Azúcares B.S. (*)	14.4 – 46.7
% Almidón B.S. (*)	26.6 – 83.1
% Proteína B.S. (*)	3.3.- 7.3
Rendimiento (TM/ha)	3.0 – 97.0
% Kaya/oca fresca	18.0 – 21.6

FUENTE: Cortés (1977).

(*) B.S. = Base Seca

Lescano, (1996), menciona que la mayor variabilidad de ecotipos de oca, se encuentran en los valles interandinos de Cuzco y Ayacucho, y parte en el altiplano peruano-boliviano; este tubérculo se ha centralizado en el Departamento de Cajamarca y en el Sur de Ecuador.

Según Arbizú y Robles (2006), afirma que existen semejanzas entre las especies de tubérculos, ya que no se la puede confundir fácilmente, estas características se presentan en el Cuadro N° 02.

**CUADRO 02: SEMEJANZAS FORMAS, YEMAS Y COLOR DE
TUBÉRCULOS**

TUBERCULO	FORMA	YEMAS	COLOR
OCA	Clariforme –elipsoidal cilíndrica	“ojos” en todo el tubérculo	Variado Uniforme: Amarillo, rojo, rosado
OLLUCO	Esférica-cilíndrica	Apicales	Manchado puntas morados
IZAÑO	Cónica – elipsoidal	“ojos” profundos tendencia apical	

FUENTE: Arbizu y Robles (2006)

2.2. PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO

Actualmente, el cultivo de la oca en el Perú, está concentrado principalmente en la sierra Sur, Whit, (2005); la producción de oca; varía de acuerdo a la época del año, superando promedios de producción de 22530.5 Tm., en el Cuadro N° 03 se presenta las estadísticas de producción de oca en la sub región de Puno.

En la campaña agrícola de 2000/2010 en la sub región de Puno se cultivó 6010 a 6210 ha. Con una producción de 28100 a 29000 Tm. Lo que representa un rendimiento promedio de 5462,1 Tm/ha. (Herquino & Toribio, 1984); Así mismos los autores en mención evaluaron una colección internacional de ocas, donde encontraron hasta siete clones que superaron el 2.3 Kg. de tubérculos por clon.

**CUADRO 3: CUADRO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE OCA
EN LA SUB REGIÓN DE PUNO**

CAMPAÑAS AGRÍCOLAS AÑOS	SUPERFICIE SEMBRADA (Has)	SUPERFICIE COSECHADA (Has)	PRODUCCIÓN (T.M.)	RENDIMIENTO (kg./Ha)
1999	5000	3909	21382	5469
2000	4100	2415	21710	6442
2001	4600	2202	8155	2126
2002	3940	3300	18432	5437
2003	4000	2185	24622	6222
2004	3900	3333	19359	5204
2005	4000	3934	22800	6019
2006	4500	3533	29474	6854
2007	4410	3787	26802	6079
2008	5010	4274	27100	5314
2009	5910	4406	28000	5485
PROMEDIO	4488,2	4124,9	22530,5	5513,7

FUENTE : Oficina Informática Agraria (Información Estadística, Diciembre 2000).

2.3. CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS

Collazos *et al.*, (1996), indica que este tubérculo tiene alto contenido de vitamina C, además de su aporte en la vitamina A y del complejo B, Tiamina, Riboflavina entre otras. En el Cuadro N° 04 se muestra la composición química de la oca.

CUADRO 4: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE OCA

NUTRIENTES	OCA B.H.(%)	OCA B.S (%)
Humedad (g.)	84.1	--
Proteína (g.)	1.0	6.29
Carbohidratos (g.)	13.3	83.65
Extracto etéreo (g.)	0.6	3.77
Ceniza (g.)	1.0	6.29
Fibra (g)	1.0	6.89
Calcio (mg./100g)	38.4	241.51
Fósforo (mg/100g)	22.0	138.36
Hierro (mg/100g)	36.0	226.42
	1.6	10.06

FUENTE: Collazos *etal* (1996).

(Lescano, 1996). Los contenidos de 0,5 a 1,6% de proteína en muestra fresca, contienen un alto contenido de carbohidratos, elevado contenido de vitamina C. y es de excepcional potencial de productividad. En trabajos experimentales se han obtenido rendimientos de 20 a 40, hasta de 90 Tm/Ha.

Cortés (1977), indica que la cantidad de materia seca que produce este cultivo por hectárea (30% en algunos clones) tendría un gran futuro como especie harinera. En el Cuadro N° 01 se muestra las evaluaciones tecnológicas y productivas del material genético de la planta.

King (1988), menciona que los tubérculos (oca, olluco e izaño) representan una fuente de aminoácidos, tanto en fenilalanina, triptófano, metionina y lisina.

En el cuadro N° 5 se muestra el contenido de aminoácidos de harina de oca, comparado con harina de tarwi y trigo.

Collazos, *et al.*, (1999), menciona que la oca es buena fuente de energía debido a su contenido de Carbohidratos. Como todos los tubérculos, las cantidades de proteínas y grasas son bajas (g/100g), proteína 1.0%, grasa 0.6% respectivamente.

FAO/OMS/ONU (1999), menciona que en la oca el contenido de vitaminas y minerales 1.02, también destaca un mayor contenido de calcio (mg.) 22 por 100g.de materia húmeda, vitamina C (mg.) 38.4 por 100g.de materia húmeda, Vitamina B2 (mg.) 0.13 por 100 de materia húmeda, menores valores de Fósforo (MG.) 36 por 100g. de materia húmeda y Niacina (mg.) 0,43 por 100 g. de materia húmeda.

CUADRO 5: CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS DE OCA, TARWI Y

TRIGO (mg/g. de proteína)

AMINOÁCIDOS	FUENTE DE ORIGEN		
	OCA	TARWI	TRIGO
Isoleucina	41.0	43.84	90.36
Leucina	49.0	71.84	91.72
Lisina	48.0	28.43	66.42
Met. + Cisteína	30.5	21.44	185.18
Fenil+ Tirosina	59.5	72.32	181.77
Treonina	26.5	36.48	76.71
Triptófano	9.1	10.08	68.13
Valina	35.0	40.32	84.45

FUENTE: FAO (1990)

2.4. FACTORES ANTINUTRICIONALES

Lindner, (1995), señala que el ácido oxálico puede provocar intoxicaciones graves, que se manifiestan por vómitos, calambres y colapso circulatorio, desembocando en lesiones renales y hepáticas que pueden producirse ictericia y anuria.

Agüero, (1965), Menciona que la presencia del ácido oxálico en el rizoma, exige un periodo de curación antes de su consumo, lo que se consigue exponiendo los rizomas al sol durante unos días, transformándose dulce y agradable.

Quito, (1996), indica que el contenido total de oxalato en la dieta provoca la

formación de piedras de oxalato de calcio, podría estar entre los 40 y 50 mg/día, una dieta baja en grasa es recomendable, la deficiencia de vitamina B₆ incrementa la producción de oxalatos.

2.5. MEZCLA ALIMENTICIA

Los tubérculos andinos prestan ventajas para realizar mezcla con tubérculos con cereales. La FAO/OMS, (1992) recomienda una proporción de 2 partes de tubérculos y 3 partes de cereales. Para elevar la calidad de una proteína se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales, pero esto se mejora efectuando mezclas con cereales y tubérculos, FAO/OMS (1990).

2.6. PAN

Con el nombre de pan, se denominan a numerosos productos obtenidos por una mezcla de harina de trigo con agua, levadura; productos lácteos; huevos, azúcar, esencias, leudantes, colorantes permitidos, sometidos a un horneado ulterior. (Reglamento Sanitarios de Alimentos, 1984)

INDECOPI, 1981, define al pan como un producto de consistencia mas o menos dura y crocantes, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masas preparadas con harina, con o sin: leudantes, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores, y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados.

2.6.1. MEZCLA DE HARINAS PARA PAN:

Larrain, (1971), elaboró panes con mezclas de harina de trigo y harina de papa, quien afirma que los elaborados solo con harina de trigo son superiores a los productos con diferentes porcentajes de reemplazo, tanto en características externas, internas y en atributos organolépticos.

Oviedo, (1989), realizó estudios en panificación con mezclas de harina de trigo y harina de yuca recomienda un reemplazo máximo de 10% para industrialización.

Soto, (1983), sustituye harina de trigo por harina de lupino en la elaboración de

panes dulces y salados. Determinó que la harina de papa en mezcla con trigo, pueden ser utilizadas en pan como sustituto parcial del trigo en los niveles de 25% para los dulces y 15% para las saladas. Observó que a medida que se incrementan los niveles de sustitución, las masas se tornaban duras y poco extensibles, las características organolépticas de color y aspecto externo de los panes.

Pozo, (1976), estudió la factibilidad técnica de incorporar harina de camote en mezcla con harina de trigo en diferentes niveles. De este trabajo se reporta que es factible elaborar pan con 5 y 10% de sustitución.

Rosado, (1978), utilizó mezclas de harina de yuca, obteniendo pan calificadas como “muy buenas” hasta un 40% de sustitución.

Querzola, (1987), elaboró pan con mezcla de harina de quinua y trigo (desde 3% hasta 70%), consiguiendo que el nivel óptimo de reemplazo fue de 60%.

Ramírez, (1993) empleó harina de soya en niveles de 10 a 50% de sustitución, llegando a obtener pan “buenas” hasta con 30% y al final resultó de alto valor nutritivo.

Castro, (1998), determino, que la eficiencia del secado era mejor en los tubérculos con corte longitudinal, luego con corte transversal y finalmente los enteros. De igual manera se encontró que para producir 1 kg. de harina, se requiere 3.92 Kg. de oca, 5.18 Kg. de isaño o 6.18 kg de olluco. A demás un aspecto muy importante en este trabajo es el tiempo relativamente rápido para lograr el secado total y mantener un peso constante en cada tratamiento, lo que demuestra las grandes posibilidades en el secado de productos, haciendo uso de la energía solar, abundante en la zona Andina

Tubérculo /corte	oca
Entero	7.3 mm
Corte transversal	5.0 mm
Corte longitudinal	5.3 mm

Bazan, (1999), estudio la sustitución de harina de trigo por “Harina Andina”, conformada por una mezcla en partes iguales de harina de oca, kañihua, tarwi e

isaño. Los porcentajes de sustitución por harina andina del 20%, 40%, 50%, 60% y 70%. En la elaboración de pan, no se encontró diferencias en las pruebas de degustación. Pero si hubo diferencias en los porcentajes de proteínas, así como un ahorro en los costos de producción en la galleta y pan, 100% HT, 80%HT + 20%HA hasta 40%HT +60%HA, **etc.**

HT = Harina de Trigo

HA = Harina Andina

2.6.2. ELABORACIÓN DE PAN

2.6.2.1. DEFINICIÓN Y REQUISITOS GENERALES.

La Norma Técnica INDICOPI (2000), define y establece los requisitos generales que deben cumplir el pan para consumo humano.

Pan es un producto obtenido por la cocción de una masa debidamente desarrollada por su proceso de fermentación hecho con harina e trigo o harina de trigo mezclada con harina sucedánea

Se empleara harina de trigo con un mínimo de 82% de extracción y que cumpla con la Norma Técnica INDECOPI 205-027. Se podrá emplear también mezclas de harina de trigo con harinas sucedáneas aptas para panificación y cuyos componentes no sean dañinos para la salud y que cumplan con las Normas Técnicas Nacionales correspondientes. La mezcla no deberá contener más del 10% de harinas sucedáneas panificables.

La miga deberá ser más o menos esponjosa, sin zonas almidonosas y su color y textura dependerán de las harinas y féculas empleadas.

La cantidad de cenizas que produzca el pan no deberá ser mayor del 2.5% calculado sobre una humedad máxima de 35%.

La acidez expresada en acido sulfúrico tendrá como valores máximos a 0.4% en panes elaboradas con harina de trigo y harinas sucedáneas.

Se permitirá en el pan una humedad máxima del 35% después de una hora de salido del horno.

CUADRO 6: COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS COMÚNMENTE USADOS EN EL PERÚ (Contenido en 100g.).

TIPOS DE PAN	CALORIAS	CARBOH.	PROTEINAS	GRASA	FIBRA
PAN BLANCO	233	50	8	2	3
PAN INTEGRAL	216	42	9	3	8
PAN TOSTADO	297	65	10	2	3

FUENTE: Guzmán Barrón (1986) Nutrición Humana

2.6.3. PRINCIPIOS BÁSICOS EN LA PANIFICACIÓN.

La panificación es un proceso por el cual ciertos cereales como el trigo se hacen comestibles. El trigo es sometido a un proceso de “Molturación”, para la obtención de harina, luego esta es mezclada con otros ingredientes como, levadura, agua, sal, azúcar y grasa. La proteína del trigo en mayor parte es insoluble en agua, absorber esta y forma una red tridimensional extensible, debido probablemente a la oxidación de los sulfhídrico y el reagrupamiento de enlaces desulfuro. En el amasado, la levadura a medida que crece y se multiplica produce dióxido de carbono y consume los azúcares presentes o los producidos a partir del almidón. El dióxido de carbono gaseoso queda retenido por la masa expansionada, solo el trigo le da esta propiedad a la masa; en la masa de trigo el gas queda retenido por la proteína insoluble en agua,

“el gluten”, en el centeno queda retenido por “mucilagos”, ningún otro tipo de cereal dará este tipo de masa Fance, (1999).

Reyes, (2002). Menciona que el amasado que permite la hidratación de los componentes de la harina, a la vez que pone contacto todos los ingredientes (homogenización), además logra desarrollar el gluten, permitiendo incorporar aire a la masa. Cuando el agua es añadida a la harina la mezcla es tosca y despereja, pero conforme que progresa el amasado cada partícula de harina es envuelta por el agua, de forma que granulo de almidón es rodeada de una película de agua, mientras que el gluten forma una red de pequeñas fibrillas elásticas transformándose en un tejido en el cual los gránulos de almidón son encajados.

Según, Fance, (1999). La producción de CO₂ en la fermentación sirve para incrementar el volumen de la masa, ayudando a su vez acondicionarla antes del horneado.

Comienza desde el momento de la incorporación de la levadura en la masa prolongándose hasta el instante en que se inicia la cocción de los panes. Durante la fermentación se produce una serie de modificaciones tanto físicas como químicas.

2.6.3.1. EL VALOR NUTRITIVO DEL PAN

Hace sólo un siglo se demostró que las levaduras, microorganismos presentes en la harina, eran los agentes de fermentación, que posteriormente se han creado cultivos seleccionados para crecer sobre distintos sustratos, entre los cereales están los diferentes cereales y algunos tubérculos en sucedáneos.

La evolución tecnológica del pan se debe fundamentalmente a gran consumo del mismo. Solo en estos últimos años y limitados a determinadas zonas del mundo, se ha producido una inflexión el consumo del pan. Pero el pan como todos los bienes que el hombre normalmente tiene a su disposición, solo cuando falta es cuando se reconoce su importancia en la alimentación cotidiana.

CUADRO 7: COMPOSICIÓN DE PAN BLANCO RESPECTO A LAS NECESIDADES DIARIAS DE CADA UNO DE LOS NUTRIENTES (En 100g de muestra).

PARÁMETROS	AGUA (g)	PROTIDOS (g)	LÍPIDOS (g)	GLUCIDOS (g)	CALORÍAS (mg)
Pan	30	9.0	20	58.50	279
Necesidades diarias	----	28(56)	1.0	500	2 400
Porcentaje con respecto a 100 g de pan	----	32(16)	5	12	11.6

FUENTE: G. QUAGLIA 2004.

QUAGLIA, (2004), en el Cuadro 7, vemos referida la composición media de 100 gramos de pan blanco y el porcentaje de la necesidad diaria en nutrientes. Se puede observar que el pan es rico de modo especial en carbohidratos (aproximadamente el 58.50), considerándose por tanto como una óptima fuente de calorías. Además debe tenerse en cuenta que también contiene otros nutrientes, como proteínas vegetales. Entre los carbohidratos, el almidón se encuentra en mayor porcentaje, pero están también presentes las dextrinas, disacáridos como maltosas, y monosacáridos como la glucosa.

Guian, Q; (2004), menciona para el pan de trigo, un color muy oscuro puede depender del empleo de agua muy caliente en el amasado o de cocción con temperatura elevada. Por otro lado en el defecto de coloración, el pan de trigo puede presentar una corteza que vuelve blanda y gomosa con el tiempo o bien dura, frágil y de mal sabor. A veces el excesivo tiempo de cocción no depende de negligencia del panadero, sino que el color del pan que permanece siempre claro, da al panadero la impresión de que el pan esta mal cocido.

2.6.4. MODIFICACIONES FÍSICAS.

CUADRO8: MODIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS EN PANIFICACIÓN

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA	VARIACIONES EN LA CONSISTENCIA DE LA MASA	PERDIDA DE HUMEDAD	CAMBIOS DE COLOR EN LA MASA
<p>Mientras fermenta la masa y debido a la actividad de la levadura se producen reacciones químicas, liberándose calor en el interior. La levadura trabaja mejor para fermentar la masa de pan a 26.5°C</p>	<p>Otro cambio físico que se produce en todas las masas es el ablandamiento debido a variaciones en la elasticidad y plasticidad.</p>	<p>Durante la fermentación también se pierde humedad, debido al aumento de temperatura en la masa.</p>	<p>Recién hecha la masa tiene un color oscuro, a medida que prosigue la fermentación, se produce una estructura sedosa cuando la maduración llega al punto óptimo. Entonces con la harina buena calidad el color final debe ser blanco crema; si la fermentación pasa de este punto, la masa y el pan a que da lugar son más blancos, pero gradualmente se va imponiendo un tinte grisáceo, y si la fermentación continúa demasiado tiempo, el pan producido presentara una miga de color oscuro.</p>

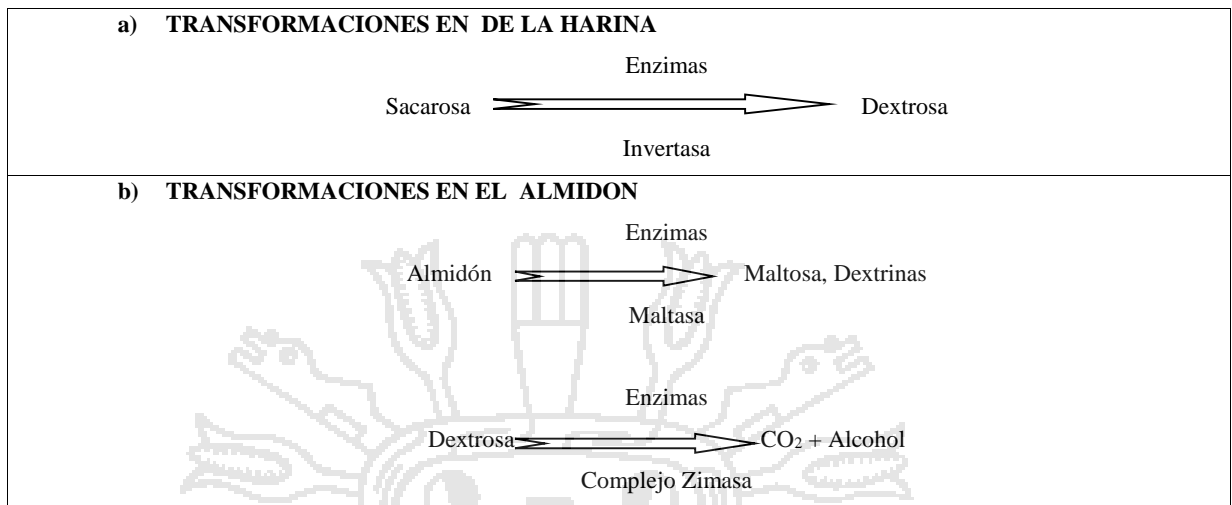
FUENTE: Fance, (1999).

2.6.4.1. MODIFICACIONES QUÍMICAS.

Bennion, (2002). Menciona que durante la fermentación ocurre la inversión de la sacarosa por acción de la invertasa y la posterior degradación del azúcar invertido a CO₂ y el alcohol por el complejo de zimasa.

Asimismo, la maltosa se degrada a glucosa por acción de la maltasa, por otro lado, las proteinazas modifican parcialmente proteínas en la estructura del gluten.

CUADRO 9: TRANSFORMACIÓN QUÍMICA EN ALMIDÓN Y LA SACAROSA.



FUENTE: Bennion, (2002)

2.6.5. MÉTODOS DE PANIFICACIÓN.

2.6.5.1. MÉTODO DE MASA DIRECTA.

Según, Morton, (2003). Menciona que en este método todos los componentes de la masa son mezclados y combinados en una sola etapa. En el mezclado se trata de obtener una masa suave con una óptima elasticidad. La masa se fermenta por 2 a 4 horas y ocasionalmente se realiza el “punch” durante este tiempo.

2.6.5.2. MÉTODO MASA ESPONJA.

Morton, (2003). Menciona en este método el volumen de harina a utilizar es dividido en dos partes; una de ellas es mezclada con levadura y agua, dejándole fermentar cierto tiempo a esta masa se le llama “esponja”, la cual se mezcla con la otra cantidad de harina y los otros ingredientes (masa). La cantidad de harina a utilizar en la “esponja” y en la masa esta regulada por el tipo de harina y tipo de producto a elaborar.

2.6.5.3. LEVADURA

Desrosier, (2005). (*Saccaromyces Cereviciae*). Poseen actividad fermentativa, donde es capaz de fermentar los azúcares presentes en la masa en un tiempo de 3 a 4 horas. No posee una humedad superior al 75%. Se puede presentar en polvo, granulada o comprimida.

Basman, *et al.*, (2003). La levadura en la panadería tiene dos formas de

vida según el medio en el que se encuentre. Puede vivir en ausencia de aire (anaerobio) o en presencia de este (aerobio). Cuando una levadura posee un poco de oxígeno, utiliza los azúcares de la masa para producir la energía necesaria para mantener viva, provocando el proceso denominado fermentación. Este proceso consiste en un proceso donde los azúcares son transformados en alcohol y gas (bióxido de carbono). En cambio, cuando la levaduras se encuentra en presencia de oxígeno de los azúcares transformándose en masa celular, agua y energía necesaria para la vida y desarrollo de las levaduras.

2.6.5.4. ENZIMAS

Figuroa, *et al.*, (2003). Especifica que las enzimas son catalizadores orgánicos naturales de diversos procesos bioquímicos implicados en la elaboración del pan, y luego garantizan el desarrollo de una malla de gluten resistente y que permite retener la abundancia y rápida de producción de gas.

El efecto principal de las amilasas sobre la masa es el aumento de la velocidad de fermentación, facilita la mayor parte la producción del gas y además por el ligero reblandecimiento de la masa producido por la liberación del agua absorbida por los gránulos de almidón atacados. Por lo general si se disgrega una dosis excesiva de amilasas de las masas y se vuelven pegajosas y de difícil manipulación, (Di Cagno, *et.al.*, 2004).

2.6.5.5. SAL.

Desrosier, (2005). Considera que la sal es importante en la fabricación del pan, por que contribuye el sabor del producto, estabiliza la actividad de la levadura en la fermentación. También confiere mas firmeza al gluten ayudando al retener CO₂ de la masa de tal forma que su ausencia produce una masa inestable y se desmorona al corte.

Entonces en las fermentaciones prolongadas impide que la levadura trabaje demasiado rápido y restringe la actividad de las bacterias acidofilas en la masa, por lo tanto coadyuva a mantener la humedad.

2.6.5.6. AGUA.

Mats, (2002). Menciona, básicamente que el agua en panificación es necesaria para la formación del gluten y permite la hidratación del almidón. Además sirve como solvente de todos los ingredientes secos de la masa, que facilitando la interacción entre ellos, pudiendo también regular la temperatura de la masa.

Bennion, (2004). Indica que el pH del agua, influye en la acidez de la masa, un agua alcalina afecta la actividad de los microorganismos; siendo en consecuencia más lenta la producción de ácidos como de gas, de tal forma que la maduración se hace más larga.

El agua tiene las siguientes funciones en panificación:

➤ **Formación de la masa.**

Es el vehículo transportador por excelencia pues en el se disuelven casi todos los ingredientes permitiendo una buena homogeneización de la masa. También hidrata los almidones que junto con el gluten forman la masa plástica, suave y elástica.

➤ **Fermentación.**

Es el medio de dispersión de la levadura, en donde empieza a actuar.

➤ **Efecto en el sabor y la frescura.**

La presencia de agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan. Una masa con poco agua daría un producto seco y quebradizo, la humedad en el pan da las características de frescura.

2.6.6. INSUMOS SECUNDARIOS.

2.6.6.1. AZÚCAR.

Goded, (2003). Indica que el azúcar en panificación se concentra básicamente en favorecer la fermentación alcohólica, transformándose

fácilmente en gas, además de servir de alimento de levadura, proporciona al pan características organolépticas superiores, a la vez que mejora su conservación, por último es responsable del color dorado en la corteza de este producto.

Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan, debido a la caramelización por una parte y a la reacción de Maillard entre azúcares reductores (maltosa, dextrosa y levulosa), y las proteínas de la harina; esto permite temperaturas de horno más bajas, rápida cocción y mayor cantidad de agua retenida en el producto final.

2.6.6.2. GRASAS Y ACEITES.

Manrique, (2002). Explica que la función de la grasa en la masa se denomina "SHORTENING", que consiste en que esta se distribuya en capas finísimas, dividiendo a la masa en porciones, que al ser sometidas a tensiones unas sobre otras, dando la sensación de suavidad al paladar. En cantidades superiores al 3% aumentan el volumen.

2-6.6.3. ADICIÓN DE MINERALES.

Milatovic, L., (2005). Recientes investigaciones han demostrado que son dieciséis los elementos minerales necesarios al hombre, y son: Calcio, cromo, cloro, cobalto, cobre, flúor, hierro, yodo, magnesio, manganeso, molibdeno, fósforo, potasio, selenio, sodio y zinc; de estos, solo cuatro, calcio, yodo, hierro y flúor, tienden en algún caso, a ser ingeridos, en cantidades inferiores a las necesarias y de ahí que debido a esto, sea oportuno su reintegración en la harina y sus derivados.

En efecto, investigaciones en este sector han puesto en evidencia que la adición de sales de calcio provoca un aumento en la rigidez de la masa. El fenómeno se atribuye a la reacción del gluten con el calcio con formación de puentes cruzados que producen una masa más regida. Otros efectos positivos sobre la fermentación y sobre el volumen del pan se han encontrado con la adición a la harina de 100-1.000mg/g de carbonato de

calcio y 50-300mg/g de sulfato cálcico, (Serna, 1996),

2.6.7. EVALUACIÓN SENSORIAL.

Ureña, *et al*, (1999). Especifica que la evaluación sensorial de los alimentos se constituye en la suavidad como una de las importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria.

Tarazona y D'Arrigo, (1997). Menciona la evaluación sensorial es definida como una disciplina, científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las características de los alimentos y materiales que son percibidos por sentidos de las vistas, olfato y gusto.

2.6.7.1. APRECIACIÓN HEDÓNICA.

Tarazona y D'Arrigo, (1997). Es usado para medir a que nivel de placer capaz, lo que se determina a partir de la apreciación de cómo agrada o desagrade en una muestra poblacional de potenciales consumidores. Análisis como los de categorización cualitativa son utilizados para determinar la apreciación hedónica de una población.

2.6.8. PRODUCCIÓN DE PAN

Serna, (1996), menciona que las formulaciones para el pan dulces o suaves son altas en azúcar, manteca vegetal y relativamente bajas en agua; esto da la textura ideal para la laminación de la masa, su troquelada y formación. Existe otra modalidad de producción de cubierta de pan, dulces ampliamente usadas para producir pan con relleno; en este caso, la harina, edulcorante, agentes químicos, leudantes y colorantes son mezcladas con suficiente agua para hacer un batido líquido capaz de ser bombeado.

La mayoría de los panes saladas son tratadas con una combinación de fermento biológico y agentes leudantes químicos. A diferencia de las galletas, las saladas no contienen azúcar y tienen poca manteca vegetal, esta es la razón fundamental del por qué requieren mucho tiempo de fermentación (24 hr.). El proceso típico de fabricación de pan saladas es por medio del sistema

esponja (Serna, 1996).

Verastegui (1990), menciona que los panes dulces pueden considerarse como variedades de pastelería con un grado de desecación muy pronunciado. Para su fabricación se desea una harina blanca y débil, ordinaria e incluso más débil que la necesita el fabricante de harina Leudante.

Normalmente en la fabricación de pan dulce se suele utilizar levadura en todo momento, y las características de la masa están muy influidas por la gran cantidad de grasas y azúcares que se le incorpora. El azúcar no se emplea sólo, ya que los artículos cocidos quedarán demasiado duros, siendo indispensable algo de grasa para comunicar una fragilidad, excepto en galletas esponjosas que se elaboran con huevos, azúcar y harina (Verastegui, 1990).

Las proporciones de azúcar y grasa influyen en la naturaleza física del pan acabada, y determinar en que modo que no se deshace al comerla. Un problema importante en la fabricación de pan tiende a presentar defectos inmediatamente después de cocidas, es decir, aparecen hendiduras (abertura prolongada, en un cuerpo sólido), y resquebrajaduras. Las pérdidas ocasionadas por este motivo pueden tener mucha importancia y frecuentemente se atribuyen a que la harina no es satisfactoria (Verastegui, 1990).

Bernal (2000), emplea harina de Lupino para elaborar pan para programas de alimentación escolar en Chile. En ella se estudia el proceso químico, y el comportamiento de la masa de harina preparada en forma industrial por un proceso de estampado laminado.

Los panes elaboradas con harina de lupino el porcentaje de reemplazo de harina de trigo es 10%, con la cual es posible obtener un producto final con 14.2% en proteínas y 28.13 mg de hierro por 100 g del pan. La aceptación por los niños escolares de un grupo de 7 a 12 años fue de 100%. Los tienen un peso unitario de 10 gramos mas o menos 0.3 g. El contenido de alcaloides es inferior a 0.01 gramo por 100 g. de pan (Bernal, 2000).

Zacarías, (1999), Investigo la incorporación de 3, 6, 9, y 12% de harina de papa a la harina de trigo y se calculo su efecto en panificación. Se empleo harina de papa cultivada en el Campo Experimental de Gorbea Chile con 27% de proteína, la harina de trigo comercial con 78% de extracción y 9.9% de proteína.

Bernal, (2000), presenta el proceso de panificación con tubérculos andinos en una conferencia Internacional que se obtuvo el contenido de proteína 4.88%, grasa 3.62%, ceniza 1.96%, fibra 1.98% y carbohidrato en 72.03%

2.7. VIDA EN ANAQUEL DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS PROCESADOS

La estabilidad del producto, desde su producción hasta su consumo, es esencial para satisfacer la expectativa del consumidor, ya que de las transformaciones físico-químicas, bioquímicas y microbiológicas que se den durante este periodo dependerá finalmente su mayor o menor aceptación y preferencia (fiabilidad), para conocer dicha evolución se realizan las denominadas pruebas de vida en anaquel que consisten en exponer varias muestras representativas del producto a condiciones controladas de almacenamiento, estableciéndose un protocolo de evaluación en base a dichas condiciones y al tiempo que dure la prueba. Por lo general en lo que atañe a las evaluaciones sensoriales aplicadas a estas pruebas, estas se realizan aplicando análisis descriptivos (Ureña, 1999)

Jarufe, mencionado por Nuñez (1991), afirma que las pruebas aceleradas de vida en anaquel o ASLT (Accelerated Shelf - Testing of food), constituyen el método que mayores satisfacciones ha dado a investigadores y tecnólogos. Estas pruebas consisten en experiencia de almacenamiento a temperaturas relativamente altas, con el fin de predecir, con un cierto margen de incertidumbre, la vida en anaquel de alimento procesado en las condiciones bajo las cuales será transportado, distribuido o comercializado.

Núñez y Chumbiray (1991), mencionan que la disponibilidad del oxígeno es un factor que afecta al tiempo para alcanzar el final de la vida en anaquel y la fecha libre puesta en el empaque del alimento. Respecto a la disponibilidad del

oxígeno se puede estudiar varias reacciones como: Desarrollo microbiano, oscurecimiento enzimático, rancidez (oxidación de lípidos), degradación de vitamina C entre otros.

Labuza (1971), analizó la relación del oxígeno en la estabilidad de los alimentos, con respecto a la rancidez, de los cuales existe similitud con la respiración con el oxígeno utilizado sigue el mismo patrón.

Núñez y Chumbiray (1991), menciona que las pruebas aceleradas de vida en anaquel, intentan predecir vida en anaquel de un producto alimenticio a una temperatura distinta, generalmente más alta, lo cual permite que se obtenga resultados en un tiempo menor, pero con un margen de incertidumbre.

Guzmán B., 2005), menciona que los contenidos del pan integral va de 9 % en proteína y pan corriente normal fue de 8 % de proteína, entonces. También manifiesta en este aspecto que los altos porcentajes de proteínas provocarían trastornos fisiológicos que no son muy convenientes a diferentes etapas de crecimiento o desarrollo en el ser humano.

2.8. CONTENIDO DE ALIMENTOS NUTRITIVOS

Collazos, *et al.*, (1996), indica que este tubérculo tiene alto contenido de vitamina C, además de su aporte en la vitamina A y del complejo B, Tiamina, Riboflavina entre otras. En el Cuadro N° 04 se muestra la composición química de la oca.

Los contenidos de 0,5 a 1,6% de proteína en muestra fresca, contienen un alto contenido de carbohidratos, elevado contenido de vitamina C. y es de excepcional potencial de productividad. En trabajos experimentales se han obtenido rendimiento de 20 a 40, hasta de 90 Tm/Ha. (Lescano, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación, se desarrollo en los laboratorios de: Procesamiento de Productos Agrícolas, Evaluación Nutricional y Laboratorio de microbiología de la E.P. Ing. Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias.

La elaboración de pan de oca parcialmente sustituido se realizo en la Panificadora Universitaria – UNA – PUNO.

3.2. MATERIA PRIMA

Se utilizo harina de trigo (*Triticumaestivum L.*) de tipo comercial; y tubérculo andino: Oca (*Oxalístuberosum Mol*), proveniente de la Provincia de Yunguyo(CIP – Tahuaco –INIA) Región de Puno.

3.3. EQUIPOS, UTENSILIOS Y REACTIVOS

A) INGREDIENTES Y/O ADITIVOS.

- ▶ Harina de oca (Variedad Kellasunte)
- ▶ Harina de trigo (Tipo comercial)
- ▶ Manteca vegetal (Margarina)
- ▶ Levadura (*saccharumycesCerevisiae*) - Fresca
- ▶ Azúcar blanca industrial
- ▶ Sal yodada (Cloruro de sodio)
- ▶ Agua hervida

B) EQUIPOS Y MATERIALES.

- ▶ Un secador solar
- ▶ Molino (Tipo disco – Stally)
- ▶ Balanza de 12 Kg. y de precisión. (OHAUS)
- ▶ Jarras a medida (1/2, 1 Lt)
- ▶ Amasadora (Hobart)
- ▶ Laminadora (Hobart)

- ▶ Divisora (Hobart)
- ▶ Cámara de fermentación (Nova)
- ▶ Mesa de trabajo
- ▶ Horno marca (Nova).
- ▶ Mesa de enfriamiento.

C) REACTIVOS.

- ▶ Éter de petróleo
- ▶ Hexano
- ▶ Ácido sulfúrico
- ▶ Hidróxido de sodio
- ▶ Cloroformo
- ▶ Amoniaco
- ▶ Fenolftaleína
- ▶ Ácido acético
- ▶ Cloroformo
- ▶ Yoduro de potasio
- ▶ Tiosulfito de sodio

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

3.4.1. HUMEDAD

La humedad se determinó de acuerdo a la metodología AOAC (1999), cuyo procedimiento es como sigue:

Primero, se tara, luego se pesa 5 g de muestra. Para llevar en una estufa a temperatura de 60°C. Por 12 horas. Entonces por diferencia de peso se obtiene la humedad de la muestra, multiplicado por 100 para expresar en porcentaje.

Peso Total – Final

$$\% \text{ HUMEDAD} = \frac{\text{Peso Total} - \text{Final}}{\text{Peso Muestra}} \times 100$$

Peso Muestra

3.4.2. PROTEÍNA TOTAL

La determinación de proteína se hizo de acuerdo a la metodología AOAC (1999), por el método Semimicro Kjeldahl. Considerando (% N x 6,25), como factor de conversión de nitrógeno a proteína.

$$\% \text{ NITRÓGENO} = \frac{\text{ml. de Hcl x N x meq del Na}}{\text{gr. de muestra}} \times 100$$

3.4.3. GRASA

La determinación de grasa se hizo de acuerdo a la metodología AOAC (1999), por el método Soxhlet empleando éter de petróleo como solvente, con la finalidad de conocer el contenido de grasa en la muestra. Para ello se peso 5 gramos de muestra empaquetando en papel filtro whatman N° 2, se coloca el paquete dentro del aparato evaporador juntamente con el hexano, el remanente en el matraz se colocó en una estufa y posteriormente se enfrió en una campana esmerilada para luego ser pesado.

$$\% \text{ GRASA} = \frac{\text{Peso de matraz (grasa) - peso matraz Vacío}}{\text{Gramos de la Muestra}} \times 100$$

3.4.4. CENIZA

La determinación de ceniza se hizo de acuerdo a la metodología AOAC. (1999), Se pesó 2 g. de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado, luego se incinera la muestra a 550 °C, durante 3 horas.

$$\% \text{ CENIZA} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.4.5. FIBRA CRUDA

La determinación de fibra cruda se hizo de acuerdo a la metodología AOAC (1999), por hidrólisis, ácido alcalino que consiste en pesar 3 g. de muestra en un vaso de 600 ml., hervir durante 30 minutos con 200 ml. de ácido sulfúrico al 1.25%. Luego de 30 minutos de hervido por 30 minutos más, filtrar lavando con agua destilada, luego se puso a la estufa por tres horas y pesar, este peso se le llama P1; luego se coloca a la mufla para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas durante 3 horas y se peso nuevamente P2.

$$P2: \text{Fibra Neta} = P1 - P2$$

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{P1 - P2}{W} \times 100$$

3.4.6. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS (ELN)

Se determinó por diferencia de peso después de que se han completado los análisis de ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda, toda en base seca.

$$\% \text{ ELN} = 100 (\% \text{ Ceniza} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína})\text{C}$$

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología optada en el presente trabajo se estructuró de la siguiente forma: Obtención de harina de oca, formulación de mezclas y Evaluación de la vida útil del producto para determinar por el índice de peróxidos la fiabilidad (vida en anaquel) del producto obtenido.

3.5.1. OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA

Obtención de la harina de oca se realizó de acuerdo a la Figura N°1

FIGURA N° 1: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA



FUENTE: Elaboración propia

3.5.1.1 MATERIA PRIMA

Se utilizó ocas de ecotipo kellasunte.

3.5.1.2. SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se realizó en forma manual y visual con la finalidad de eliminar los tubérculos deteriorados, dañados y picados.

3.5.1.3. ASOLEADO.

Se efectuó durante 5 días, con la finalidad de eliminar el contenido de oxalatos presentes e incrementar a través de procesos metabólicos por efecto de radiación el porcentaje de azúcares simples y carbohidratos (Lacaveratz & Cordier, 1996).

3.5.1.4. LAVADO.

El lavado se realizó con abundante agua para eliminar impurezas, y algún material extraño como tierra, que pueden afectar en la calidad del producto final.

3.5.1.5. CORTADO EN RODAJAS.

Para el cortado se utilizó un cuchillo de acero Inoxidable; la muestra se cortó en rodajas de 0.2 a 0.5 mm. de espesor aproximadamente.

3.5.1.6. SECADO.

Se realizó en un secador solar, a temperatura de 45°C por 48 horas.

3.5.1.7. MOLIENDA.

Esta operación se efectúa en un molino de discos

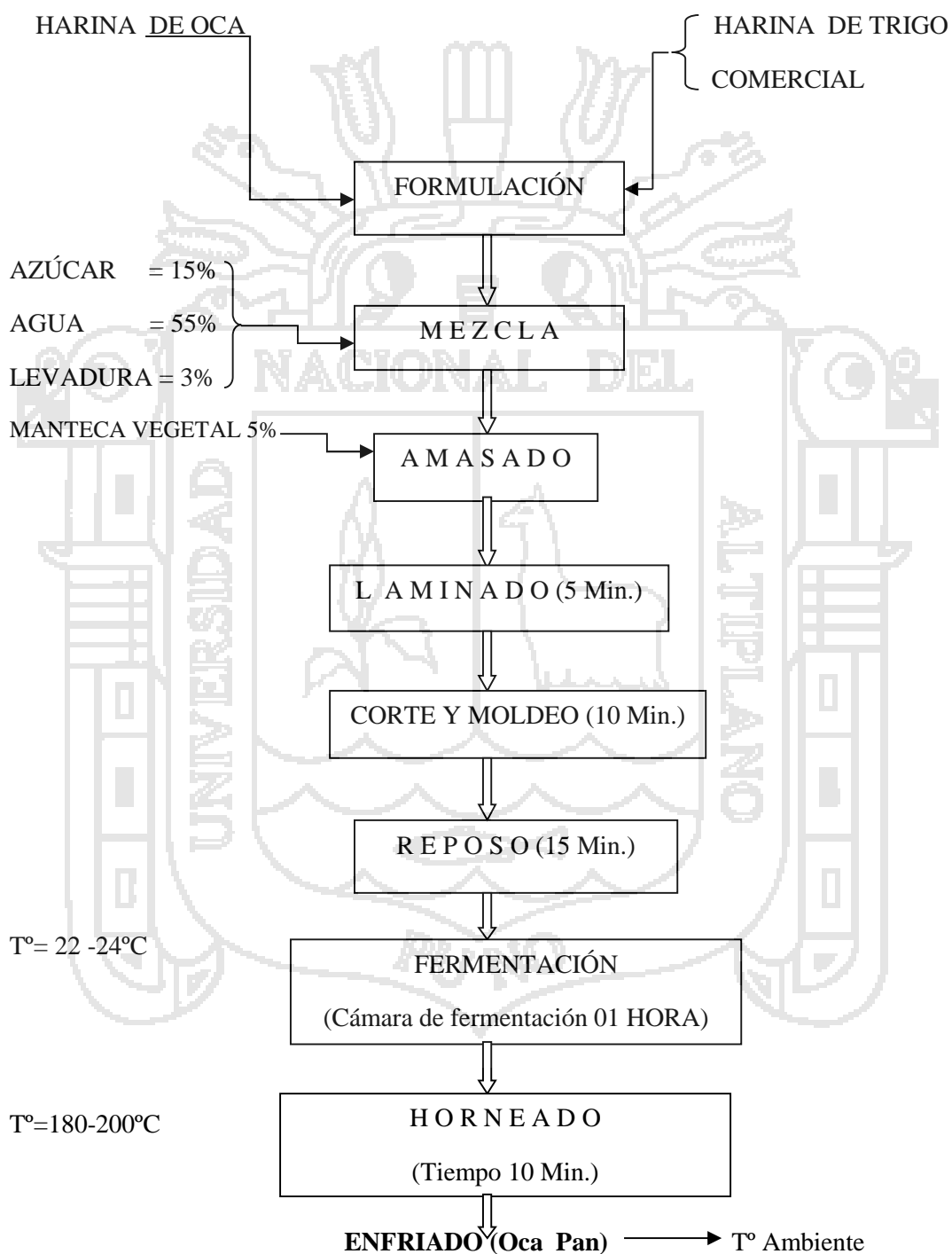
3.5.1.8. ALMACENAMIENTO

La harina obtenida se almacena en una bolsa de papel kraf, para luego ser utilizados posteriormente en la elaboración de pan.

3.6. ELABORACIÓN DE PAN DE OCA PARCIALMENTE SUSTITUIDO

La elaboración de pan de oca se procedió de acuerdo a la Figura N° 02.

FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE PAN CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE OCA



FUENTE: Elaboración propia

3.6.1. METODOLOGÍA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

1. FORMULACIÓN.

Se realiza de acuerdo a la formulación pesando con exactitud la materia prima y los ingredientes necesarios, utilizando una balanza de reloj y analítica para las formulaciones de H.O., H.T.

2. MEZCLADO.

Se mezcla todos los insumos secos y luego se procede a mezclar juntamente con el agua, levadura, sal, para luego empezar a amasar.

3. AMASADO.

Se realizo en una amasadora en un tiempo de 12 minutos, esta con la finalidad para desarrollar el comportamiento del gluten y adicionar la grasa.

4. LAMINADO.

Esta operación se efectiviza en una maquina laminadora de rodillos, esta con la finalidad de uniformizar la masa por un periodo de 5 minutos.

5. CORTE Y MOLDEO.

Se realizo con la finalidad de dar la uniformidad en la divisora de masa por peso igual.

6. REPOSO.

Se realizo con la finalidad de poner la estabilidad de la masa y dar forma a la masa.

7. FERMENTACIÓN.

Una vez moldeado se coloco en bandejas y posteriormente alas carretas de porta bandejas y se le coloca a la cámara de fermentación por un periodo de una hora.

8. HORNEADO.

Este proceso se llevo acabo en un horno marca Nova a una Temperatura de 180 a 200°C por un tiempo de 10 minutos, y posteriormente se saca a una mesa de oreo y posterior conservación y su vida en anaquel.

9. ENFRIADO (Oca Pan)

El enfriado se realizo a temperatura ambiente en la mesa de trabajo, para que el pan sea integro.

3.7. PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS DE HARINAS DE TRIGO-OCA

Las mezclas de harinas se realizaron por peso en base seca, las proporciones de harina de trigo/oca fueron (90/10, 80/20 y 70/30) respectivamente, todas referidas en porcentajes para los cuales se utilizo las siguientes cantidades de insumos:

CUADRO 10: FORMULACIÓN UTILIZADA EN LOS ENSAYOS DE PANIFICACIÓN (Trigo/oca).

COMPONENTES	MEZCLAS (g)		
	90/10	80/20	70/30
Harina de trigo	900	800	700
Harina de oca	100	200	300
Sal	10	10	10
Levadura	30	30	30
Azúcar	150	150	150
Manteca	80	80	80
Agua (variable)	550	600	750

FUENTE: Elaboración propia

3.8. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO .

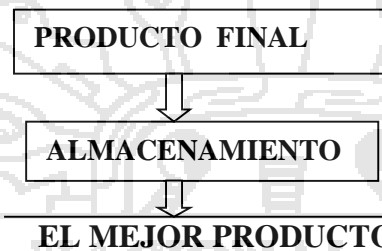
Para la aceptación del producto final se utilizó la metodología de Teixeira, *et al* (1999). Aplicando una Escala Hedónica con puntaje de 1 a 5. Los análisis están referidos al sabor, color, olor, textura.

Las muestras de pan fueron evaluadas por 10 panelistas semi entrenados.

3.9. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL

El almacenamiento del pan de oca se realizó de acuerdo a la Figura 4, los panes fueron almacenados a diferentes temperaturas conteniendo 5 unidades de pan, cada uno con 42.46g. de producto, las mismas que se almacenaron 03 días en la que se evaluó a temperaturas diferentes de 15, 20 y 25°C

FIGURA N° 3: ALMACENAMIENTO DEL MEJOR PRODUCTO



3.10. DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO

Se determinó por el método de la Comisión Internacional de Microbiología de Alimentos (ICMSF). 2001. Usando Agar PDA. Este método se basa de que las células microbianas que contienen una muestra de alimento mezclada con un medio de cultivo que forma colonia cada una de ellas, para ello se mezclan diluciones de la muestra de alimento homogenizada con el medio, luego se calculan el número de mohos, básicamente en número de colonias obtenidas que dan resultados significativos o no significativos en recuento.

De acuerdo a la NTS 071 - 2008, “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”, en el cual se señalan los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano, el nivel máximo permisible de mohos es de 10^6 (ufc/g).

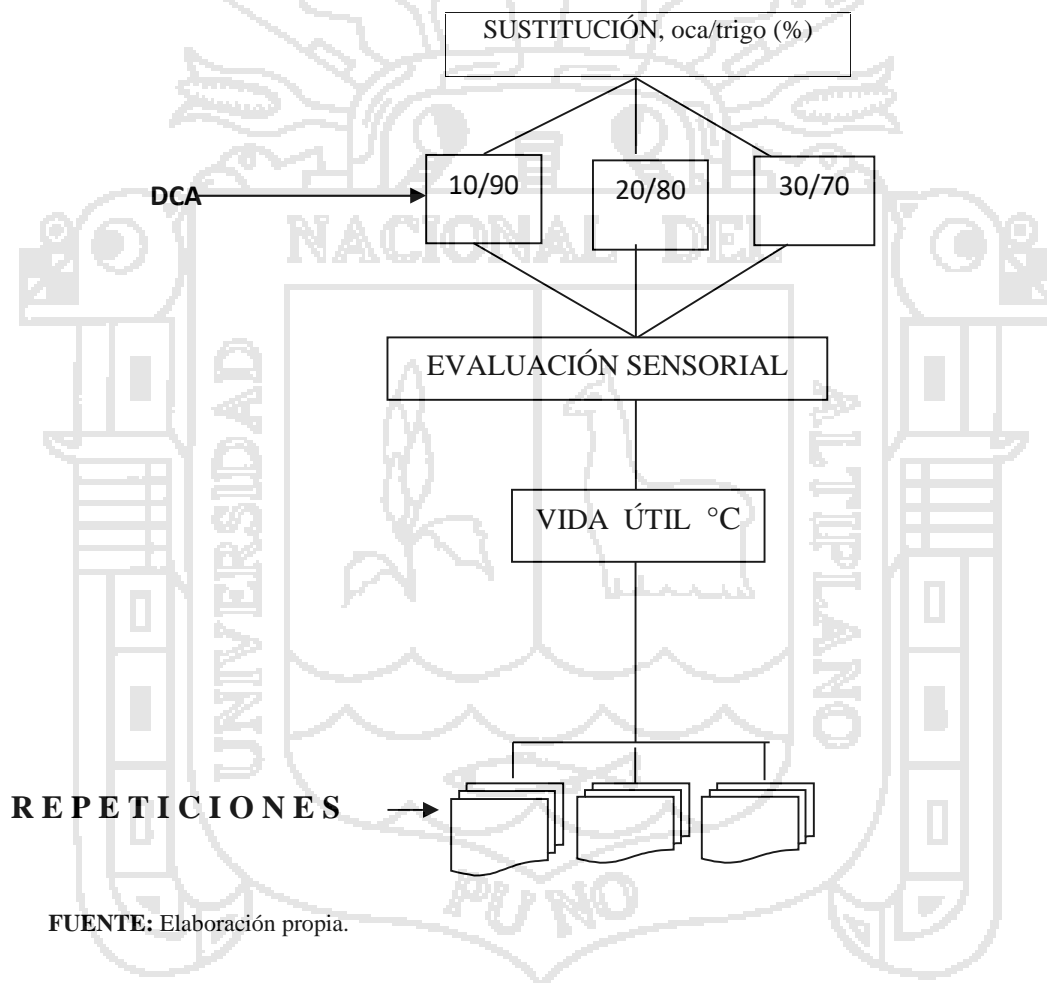
3.11. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Se determinaron por el método (A.O.A.C., 1999), se evaluó a los 1, 2 y 3 días.

3.12. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se realizó de acuerdo a la Figura N° 4

FIGURA N° 4: ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL



3.12.1. FACTORES EN ESTUDIO

Se ha considerado como factores en estudio (variables controlables) a la participación de las harinas de distintos niveles en la mezcla siendo estas:

- ❖ Harina de trigo: 90, 80 y 70 partes en peso (g)
- ❖ Harina de oca: 10, 20 y 30, partes en peso (g)

Así mismo en las evaluaciones de estabilidad del producto se han considerado como factor en estudio lo siguiente:

Tiempo : 1, 2 y 3 días

3.12.2. VARIABLES DE RESPUESTA

- ❖ Análisis sensorial
 - Textura, Sabor, color y olor.
- ❖ Vida en anaquel del mejor tratamiento expresado en:
 - Índice de peróxido (meq/kg)
 - Porcentaje de humedad (%)
 - Conteo microbiológico (ufc/g)

3.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño estadístico se ha efectuado para cada uno de los resultados y el respectivo análisis de varianza, considerándose un Diseño Estadístico Completo al Azar con 3 repeticiones y 10 tratamientos correspondientes mediante, (T1, T2 y T3.)Luego se empleara la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = U + t_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta, ij ésimo tratamiento.

U = Media poblacional.

t_i = Variación entre especies, tratamiento con 2 niveles por 5 factores en total observando $2 \times 5 = 10$ tratamientos.

E_{ij} = Error experimental ($t(r-1)$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. FORMULACIÓN EN LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE OCA (g/100g)

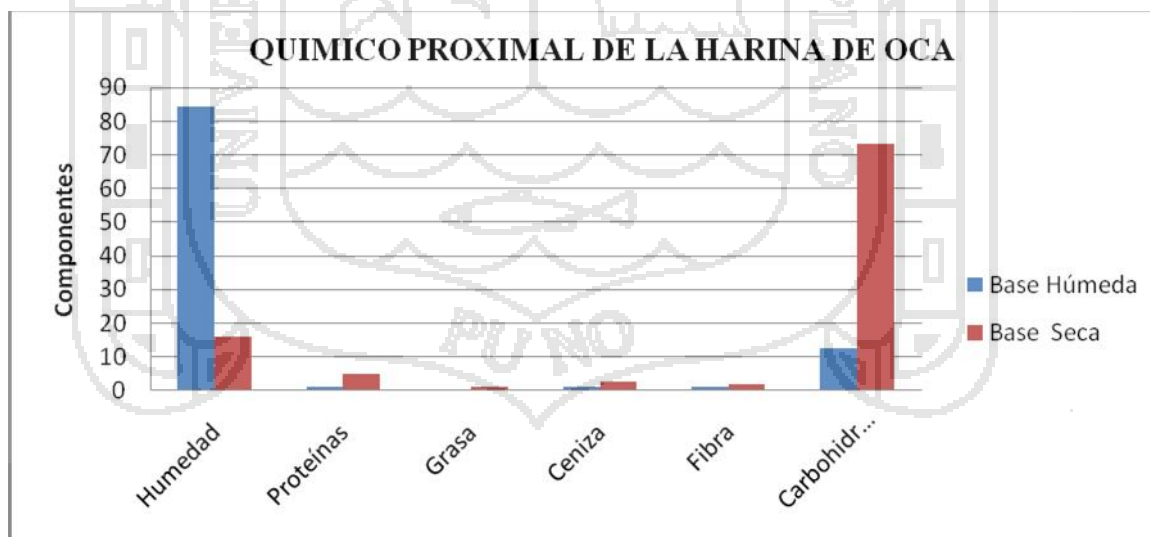
Del análisis químico proximal de la harina de oca presentada en el Cuadro 11 es el siguiente:

CUADRO 11: QUÍMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE OCA (g/100g)

Componentes (%)	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	84.10	15.90
Proteínas	1.00	4.96
Grasa	0.42	1.27
Ceniza	1.00	2.61
Fibra	1.00	2.01
Carbohidratos	12.48	73.25

FUENTES: Elaboración propia

FIGURA N° 5: QUÍMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE OCA (g/100g).



FUENTE: Elaboración propia

En el Cuadro N° 11 y Figura N° 5, se efectiviza una comparación de los resultados en base húmeda y base seca, observamos que en estado fresco tiene un elevado porcentaje de humedad de 84.10 % con respecto a la base seca de 15.90%, dicho contenido de humedad que obtuvimos mediante el secado, sabemos que en este estado presenta mejores características para poder llegar al resultado respectivo para presentar mejores características y condiciones para su posterior uso en el proceso de panificación, según (Collazos 1999). Estas características indican que este tubérculo tiene alto contenido de vitamina C, además de su aporte en la vitamina A y del complejo B, Tiamina, Riboflavina entre otras para su respectivo elaboración.

Sin embargo el contenido de proteínas también presenta una diferencia con un contenido de 1.0% en base húmeda y 4.96% en base seca respectivamente; Además mostrándonos referente a la grasa el resultado fue de 0.42% y 1.27%, esta que muestra una diferencia superior en base seca.

Podemos mencionar también referente en contenido de cenizas de 1.0% en base húmeda y luego que supero al 3.90% en base seca, de esta manera habido un incremento muy ligero, también podemos mencionar en relación con respecto al resultado de fibra se ha demostrado que fue de 1.0 % en base húmeda, entonces también podemos confirmar hay superación de fibra en base seca en 2.01%, por último podemos citar el resultado de carbohidrato fue de 12.48 % en base húmeda y luego 73.25% en base seca, este resultado nos afirma que es muy superior eminentemente.

Bernal, (2000), menciona el proceso de panificación con tubérculos andinos el contenido de proteína fue de 4.88%, grasa 3.62%, ceniza 1.96%, fibra 1.98% y carbohidrato en 72.03%, entonces podemos afirmar que los resultados de la presente investigación realizada son superiores a lo que manifiesta el autor mencionado, esta variación probablemente sea derivado a la variedad de oca utilizado al tipo de pan elaborado.

4.2. RESULTADO DE GRANULOMETRÍA (Harina de oca)

En el Cuadro N° 12 se presenta los resultados obtenidos en la extracción porcentual de harina de oca, trabajados en tamices N° 60, 80 y 100.

CUADRO 12: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA (Harina de oca)

Tamiz N° Serie Tyler	Abertura de malla (mm)	Producto retenido	% de Producto retenido	% Acumulado
60	0.247	61.00	61.00	61.00
80	0.177	27.60	27.60	88.60
100	0.149	7.40	7.40	96.00
Base	----	4.00	4.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia

Las características y el tamaño de partículas de la molienda de harina de oca para el pan de oca sustituido parcialmente se muestra en el Cuadro N° 12, donde se observa que el tamaño de las partículas varían de 0.247 mm a 0.149 mm respectivamente para los tamices de 60 a 100 en la serie Tyler.

Lo cual nos indica que la harina de oca en gran parte son partículas de diámetro (0.247mm y 0.149) debido que son relativamente grandes, posiblemente se debe a diferente grado de trituración, además se trata de una molienda que procede de rizomas.

Entonces comparando ambas harinas de trigo como de la oca, este último presenta mayor proporción de partículas grandes que el de trigo.

Podemos especificar al respecto, que normalmente las partículas con diámetro de (0.247mm) corresponde a la malla N°60 que es próximo a la malla N°80 del estudio realizado de la serie Tyler, esto está confirmado según Asociación América de Químicos Cerealistas (A.A.C.C., 2002).

Por consiguiente las partículas trituradas de oca están dentro de los límites permitidos para el uso en panificación.

4.3. ANÁLISIS FÍSICO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL PAN DE OCA

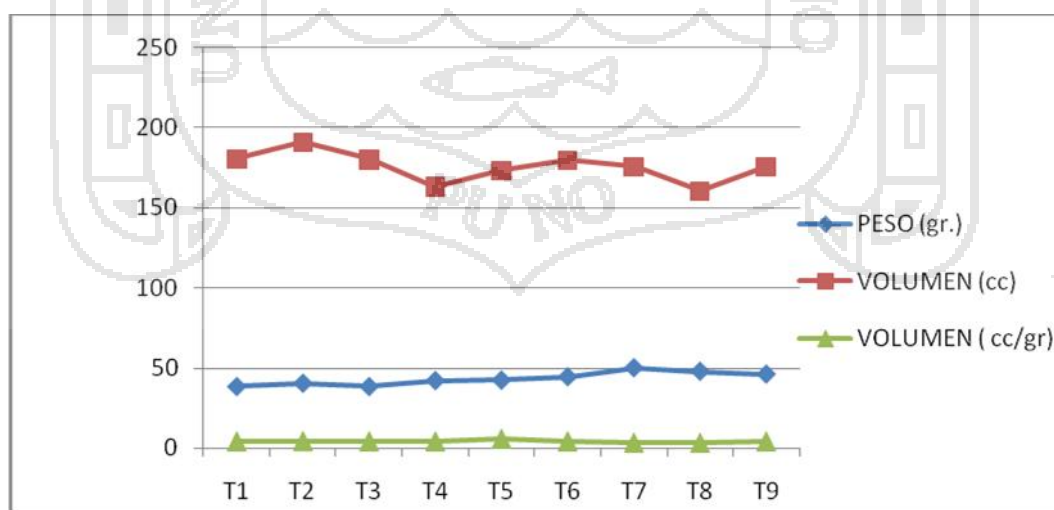
Del Análisis Físico del pan de oca se muestra en el Cuadro 13 es el siguiente:

CUADRO 13: ANÁLISIS FÍSICO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL PAN DE OCA

TRATAMIENTO	PESO (gr.)	VOLUMEN (cc)	VOLUMEN (cc/gr)
T ₁	38.40	180.20	4.24
T ₂	40.50	190.75	4.47
T ₃	38.40	180.10	4.26
T ₄	42.20	163.08	4.24
T ₅	42.50	173.30	5.83
T ₆	44.65	179.45	4.27
T ₇	50.30	175.75	3.49
T ₈	48.10	160.35	3.33
T ₉	46.30	175.36	4.24

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 6: ANÁLISIS FÍSICO DEL PAN DE OCA



FUENTE: Elaboración propia

En el Cuadro N° 13 y Figura N° 6 se muestra los valores de volumen desde 160.35 cc de volumen hasta 190.75 cc. de volumen correspondiente, entonces el mayor puntaje se tiene el tratamiento con el 10 % de sustitución (harina de oca), a una temperatura de fermentación de 28°C, y el menor tratamiento con 30 % de la misma forma fue la sustitución con una temperatura de fermentación de 28°C. Entonces, de donde se puede afirmar que a medida se incrementa el porcentaje de sustitución, la disminución del volumen es notoria. Además podemos afirmar con respecto a la temperatura de fermentación en relación al volumen no podemos generalizar, ya que dependerá del porcentaje de sustitución a aplicar en el momento de trabajo.

Los valores de peso también se muestra en el mismo Cuadro N° 13, en donde los tratamientos T₁, T₂ y T₃, tienen un menor peso debido a la menor cantidad de sustitución de harina de oca es de (10 %), sin embargo los tratamientos T₇, T₈ y T₉ son los que tienen un mayor peso relacionados con los demás tratamientos anteriormente mencionados.

Lo cual nos indica también que los porcentajes de harina de oca si influye en el peso, evidentemente notándose que a mayor sustitución de harina de oca se obtienen productos con mayor peso como corresponde. Por su parte, Serna (1996), que las formulaciones para el pan dulces o suaves son altas en azúcar, manteca vegetal y relativamente bajas en agua; esto da la textura ideal para la laminación de la masa, su troquelada y formación que dependerá el manejo de sustitución en diferentes harinas, entonces los resultados referente al volumen y peso están estipulados de acuerdo el autor mencionado con respecto a este trabajo realizado con la harina de oca.

4.4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Según anexo N° 1 se muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los panelistas al nivel del 95 %, considerando que nos indica, que los panelistas se desempeñaron satisfactoriamente diferenciando la textura del producto entre los tratamientos del estudio realizado en función al anexo N° 1.

Entre los nueve tratamientos de estudio no existe diferencia significativa al nivel del 5 %. Debido a que F_c es menor que al F_t , entonces por lo que se puede concluir que el tratamiento T_1 debe ser considerado por presentar un mayor promedio parcialmente a los demás tratamientos, por consiguiente puede ser sustituido hasta un 10 % de harina de oca en el pan, y a una fermentación de 26°C sin que se perjudique su textura característico del producto elaborado.

4.5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL (SABOR)

Del análisis de varianza para el sabor, se demuestra en el siguiente anexo N° 2, podemos mencionar referente al sabor que no existen diferencias estadísticas significativas al nivel de 5% entre los panelistas, en este caso lo que nos indica es que el sabor en el pan de oca parcialmente sustituido no es claramente diferenciable entre los 9 tratamientos en el trabajo de investigación realizado, entonces esto debido a que el F_c no lo supera al F_t , es lo que nos indica, que cualquier de los 9 tratamientos resulta siendo igual.

El T_4 es parcialmente mejor para obtener mayor promedio de los demás tratamientos, considerando, podemos sustituir hasta un 20 % de harina de oca con una temperatura de fermentación de 26°C en este caso sin que se perjudique el sabor característico de la oca. Bernal, (2000), menciona que los panes elaboradas con harinas sucedáneos, el porcentaje de reemplazo por harina de trigo es de 10% hasta 20%, con la cual es posible obtener un producto final buena, entonces según el autor mencionado esta dentro de los parámetros designados para obtener un producto buena a partir con harina de oca.

4.6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL (COLOR)

Del análisis de varianza para el color, se demuestra en el anexo N° 3, el análisis de variancia para el olor del producto no se encontraron variaciones estadísticas significativas entre los panelistas al nivel del 5 %, indicándonos que los panelistas tuvieron una apreciación homogénea, de tal manera que no

se diferencia claramente el color entre los 9 tratamientos en estudio en una probabilidad en efectos principales, harina de trigo, oca.

Entonces en este aspecto no existen diferencia significativa entre los 9 tratamientos es estudio, esto debido a que el F_c es menor al F_t , sin embargo podemos afirmar que el tratamiento T_4 debe ser mejor por presentar parcialmente el mayor promedio frente a los demás tratamientos, por lo que nos indica que la sustitución puede ser hasta un 20 % de sustitución de harina de oca con una temperatura de 26°C.

4.7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL (VOLUMEN)

Entonces en primer lugar el contraste los tratamientos, T_4 , T_5 , T_1 , T_9 , T_7 , T_8 , T_2 y T_6 no presentan diferencia significativa, y podemos afirmar que presentan los mejores volúmenes, pero T_4 resalta de estos tratamientos por presentar el promedio mas alto, y el tratamiento T_3 es significativamente diferente de los demás tratamientos por presentar el volumen mas bajo.

En el segundo caso de contraste al igual que el tercer y los demás contrastes, los tratamientos; T_4 , T_5 , T_1 , T_9 , T_7 , T_8 y T_2 de misma forma no presentan diferencia significativa por presentar volumen igual, entonces esta lo que nos indica de que la sustitución de harina de oca ni la temperatura de fermentación influyen el volumen del pan.

4.8. PESO DEL PAN DE OCA PARCIALMENTE SUSTITUIDO POR HARINA DE OCA DURANTE EL ALMACENAMIENTO (gr) A TEMPERATURAS 10, 15 y 20 °C

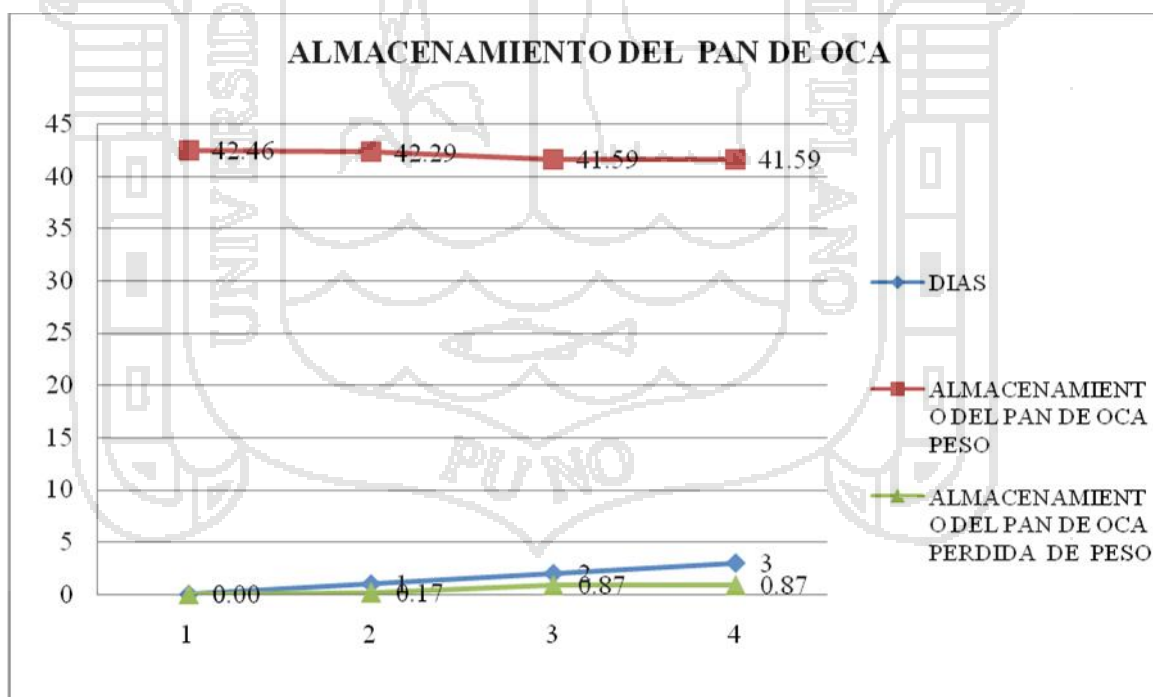
En el Cuadro N° 14, se presenta, los resultados de los pesos del pan de Oca almacenadas en condiciones ambientales.

CUADRO 14: PESO SUSTITUIDO PARCIAL DEL PAN DE OCA DURANTE EL ALMACENAMIENTO (gr.)

DIAS	ALMACENAMIENTO DEL PAN DE OCA	
	P E S O	PERDIDA DE PESO
0	42.46	0.00
1	42.29	0.17
2	41.59	0.87
3	41.59	0.87

FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N° 7: ALMACENAMIENTO DEL PAN DE OCA



FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro N° 14 muestra y Figura 7 nos muestra, que a los 3 días de almacenamiento el pan de oca parcialmente sustituido por harina de trigo tuvo una ligera disminución de peso, de 42.46 gramos a 42.29 gramos en promedio del pan almacenado, observándose una merma de 0.17 gramos respectivamente, y al segundo día, va disminuyendo 41.59 gramos observándose una merma o pérdida de peso en 0.87 gramos y por último al tercer día se mantiene constante de 41.59 gramos, de esta manera manteniéndose pérdida de peso a 0.87 gramos, entonces se manifiesta comparando los resultados de peso con Kensella (1971), quien reporta de 0.15 a 0.85 gramos de merma constante se mantiene, debido a mezclas de algunos alimentos harineros con sustituciones muy parciales con algunos tubérculos andinos con alto contenido de humedad, entonces el producto resultante está muy próximo de los parámetros dados por el (Kensella, 1971).

4.9. RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE PAN DE OCA PARCIALMENTE SUSTITUIDO.

En el Cuadro N° 15 se muestra los resultados de análisis físico químico del pan de oca parcialmente sustituido por harina de trigo.

CUADRO N° 15: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SUSTITUIDO PARCIAL DEL PAN DE OCA (g/100g)

COMPONENTES (g/100g)	PRODUCTO FINAL PAN DE OCA (b.s.)
Humedad %	21.91
Proteína %	8.86
Grasa %	5.22
Ceniza %	1.38
Fibra %	1.19
Carbohidrato %	61.44
Hierro (mg)	4.56
Índice de peróxido (meq/kg)	1.08

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 8: PRODUCTO FINAL DEL PAN DE OCA

FUENTE: Elaboración propia

El Cuadro N° 15 y Figura 8 nos muestra a los tres días de almacenamiento los resultados de humedad fue de 21.91 respectivamente de acuerdo a los análisis realizados el pan de oca sustituido parcialmente efectuado en este trabajo de investigación, además el 20 % de sustitución de harina de oca se mantiene constante el resultado de humedad del producto almacenado, no con los sustituidos al 10 % y 30 % se mantienen su humedad por que tienden a secarse mas a una temperatura de 15°C respectivamente, (Espinoza, 1998) este valor esta dentro de los parámetros estipulados por las normas técnicas en panificación, razones en que menciona de que los productos sustituidos con los tubérculos andinos tienden a mantenerse de acuerdo el porcentaje aplicado en la panificación, exigido por el CODEX ALIMENTARIUS (1984) y la norma técnica del INDECOPI (1981), y además especifica la presencia de humedad en función a una determinada temperatura y tiempo.

También podemos manifestar que los resultados de la proteína en el pan de oca parcialmente sustituido por harina de oca según el Cuadro N° 15 y Figura 8 nos muestra 8.86 % de proteína en función al tiempo de almacenamiento

durante su vida útil del producto final, (Guzmán B., 2005), manifiesta que los contenidos del pan integral va de 9 % en proteína y pan corriente normal fue de 8 % de proteína, entonces el resultado del trabajo realizado en el pan de oca esta próximo al autor anteriormente mencionado. También podemos manifestar en este aspecto que los altos porcentajes de proteínas provocarían trastornos fisiológicos que no son muy convenientes consumirlas diferentes etapas de desarrollo en el ser humano, puede afectar malestar.

Se puede mencionar referente a la grasa del producto terminado según el Cuadro N° 15 y Figura No 8, el resultado fue de 5.22 %, esta en función a la grasa de incremento para su elaboración al producto a hornear en un porcentaje superior que estipulado para los demás productos a hornear.

Por un lado podemos manifestar el resultado de contenido de cenizas del producto final de acuerdo al Cuadro N° 15 y Figura 8 se encuentra de 1.38 %, que naturalmente es superior a los demás productos panificables, razones por la cual la oca contiene una cantidad del contenido mineral en la oca en base húmeda. FAO/OMS/ONU (1999), menciona que en la oca el contenido de vitaminas y minerales 1.02, se destaca un mayor contenido de calcio (mg.) 22 por 100g.de materia húmeda, vitamina C (mg.) 38.4 por 100g.de materia húmeda, Vitamina B2 (mg.) 0.13 por 100 de materia húmeda, menores valores de Fósforo (MG.) 36 por 100g. materia húmeda y Niacina (mg.) 0,43 por 100 g. de materia húmeda. Entonces el producto elaborado es superior, de acuerdo al estipula por la FAO/OMS/ONU.

De la misma forma se conoce el resultado de la fibra en el pan de oca en 1,19 %, según el Cuadro 15 y Figura 8, es inferior comparando con los demás harinas sucedáneos que se utilizan dentro del procesamiento del pan.

También podemos mencionar los resultados referente al carbohidrato según el Cuadro 15 y Figura 8, que el resultado es de 61.44 %, esta que es inferior referente a la harina de oca por que tiende a ser 82.59, razones la disminución de este resultado se debe a que el producto al someter al horneado tiene a perder su consistencia.

QUAGLIA, (2004), menciona que el pan blanco y el porcentaje de la necesidad diaria en nutrientes. Se puede observar que el pan es rico de modo especial en carbohidratos (aproximadamente el 58.50 %), considerándose por tanto como una optima fuente de calorías.

Además debe tenerse en cuenta que también contiene otros nutrientes, como proteínas vegetales entre los carbohidratos, el almidón se encuentra en mayor porcentaje, pero están también presentes las dextrinas, disacáridos como maltosas, y monosacáridos como la glucosa, algunas veces estos carbohidratos están muy presentes en tubérculos andinos por los azúcares reductores que captan al momento de exponer al intemperie para luego procesar. Collazos, *et al* (1999), menciona que la oca es buena fuente de energía debido a su contenido de Carbohidratos. Como todos los tubérculos, las cantidades de proteínas y grasas son bajas (g/100g), proteína 1.0%, grasa 0.6% respectivamente. Entonces podemos manifestar que la investigación realizada como el resultado de carbohidrato esta próximo de lo que recomienda el autor anteriormente o arriba mencionado.

Del estudio realizado con referente el contenido de hierro del pan de oca como producto final es de 4.56 %, esta en su mínimo contenido que se tiene en oca como harina que ha sido agregado como producto sustituyente en la harina de trigo en un cierto porcentaje determinado para su elaboración como pan de oca para un producto final.

Bernal, (2000), menciona que el 28.13 mg de hierro por 100 g de pan fue la aceptación por los niños escolares de un grupo de 7 a 12 años, esta fue en mezclas como un producto denominado écotipo (harina de oca, trigo e incluido harina de sangre) para elaborar pan nutritivo.

GUIAN; Q, (2004), menciona, el pan de trigo, un color muy oscuro esta que puede depender el empleo del agua muy caliente durante el amasado o de cocción con temperatura elevada, esto trae el defecto de coloración muy

variable. Sin embargo en la investigación realizada para el pan de oca fue tibia a una temperatura promedio de 19°C de temperatura, esta para evitar defectos de coloración y comportamiento de la masa para su elaboración.

4.10. VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO FINAL

Del estudio efectuado para el presente trabajo de investigación la evaluación de vida en anaquel de pan con sustitución parcial con la harina de oca como producto final, con 20 % de sustitución, en función al análisis de índice de peróxidos presento 1.08 meq/kg, al tercer día según el Cuadro N° 15 y según Figura N° 8, de acuerdo a los análisis realizado durante el tiempo de almacenamiento que fluctuó en 3 días al mejor producto.

FAO/UNU/OMS (1999) quienes indican un índice de peróxidos < a 10 meq/kg de grasa son aceptables, entonces estos valores se encuentran dentro de los parámetros estipulados.

Según Núñez y Chumbiray (1991), menciona que la disponibilidad del oxígeno es un factor que afecta al producto durante el tiempo de almacenamiento, lo que se tiene en consideración como un parámetro para determinar la vida útil del producto terminado.

Por consiguiente la variación en el índice de peróxido es debido al tiempo de almacenamiento y por la acción del oxígeno sobre las grasas que existen en el producto, características únicas y bien definidas de cada producto es utilizado para el estudio de esta naturaleza.

4.11. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.

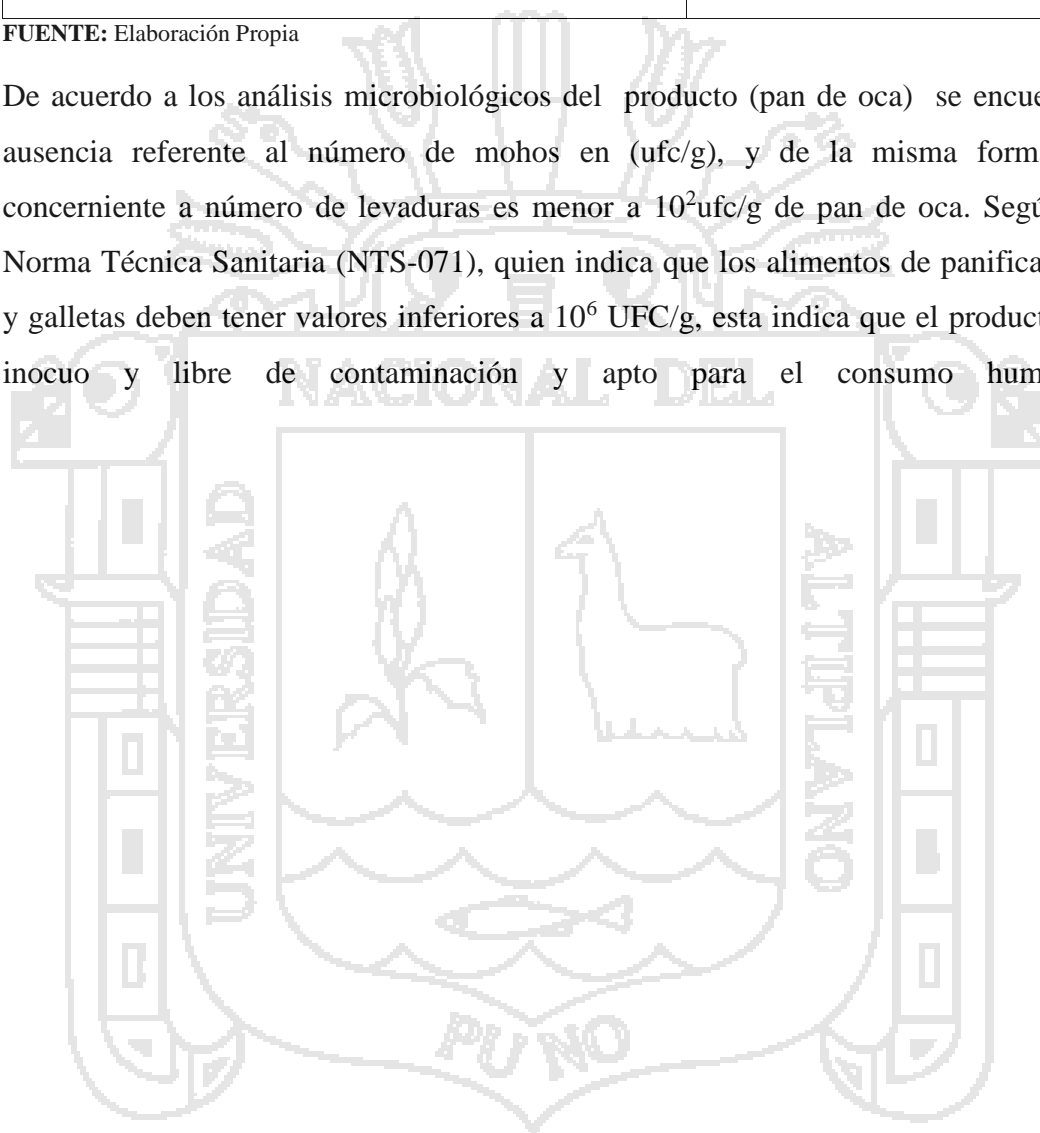
En el Cuadro N° 16, se presenta los resultados del análisis microbiológico (a los 03 días) del producto seleccionado almacenado a diferentes temperaturas.

**CUADRO N° 16: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PAN DE OCA
PARCIALMENTE SUSTITUIDO POR HARINA DE
TRIGO**

PRUEBAS	MUESTRA
N° de mohos (ufc/g)	Ausencia
N° de Levaduras (ufc/g)	< 10 ²

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo a los análisis microbiológicos del producto (pan de oca) se encuentra ausencia referente al número de mohos en (ufc/g), y de la misma forma lo concerniente a número de levaduras es menor a 10²ufc/g de pan de oca. Según la Norma Técnica Sanitaria (NTS-071), quien indica que los alimentos de panificación y galletas deben tener valores inferiores a 10⁶ UFC/g, esta indica que el producto es inocuo y libre de contaminación y apto para el consumo humano.



V. CONCLUSIONES

Del trabajo de investigación se concluye los siguientes:

1. De los resultados de acuerdo a los análisis realizados el pan de oca sustituido parcialmente efectuado en este trabajo de investigación es del 20 % de sustitución con harina de oca se mantiene mejor la humedad y las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto almacenado,

Los análisis realizados el pan de oca sustituido parcialmente efectuado en este trabajo de investigación, además el 20 % de sustitución de harina de oca se mantiene constante el resultado de humedad del producto almacenado, no con los sustituidos al 10 % y 30 % se mantienen su humedad por que tienden a secarse mas a una temperatura de 15°C respectivamente, Entre los nueve tratamientos de estudio no existe diferencia significativa al nivel del 5 %.

Debido a que F_c es menor que al F_t .

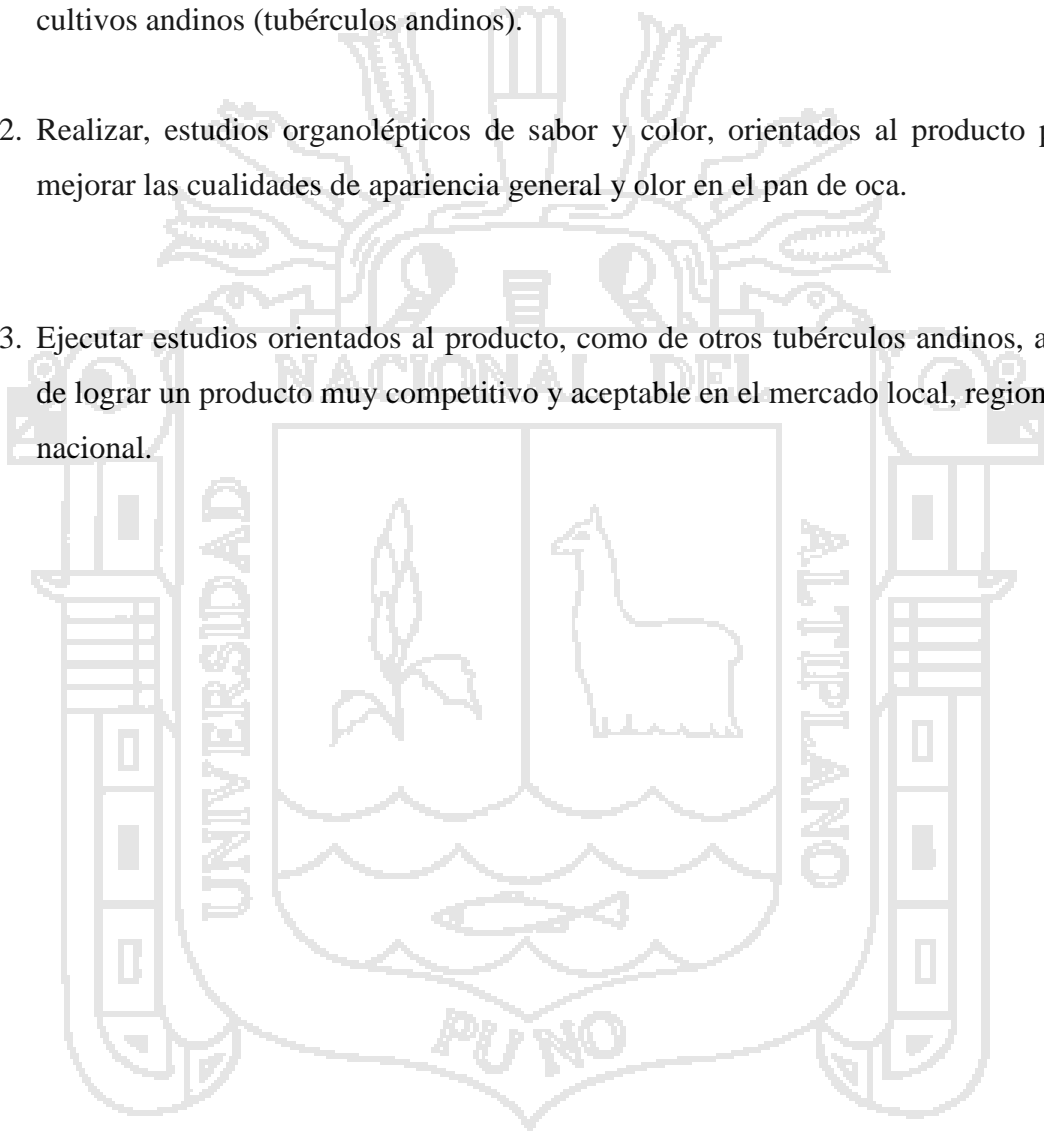
De acuerdo a los análisis microbiológicos del producto (pan de oca) se encuentra ausencia referente al número de mohos en (ufc/g), y de la misma forma lo concerniente a número de levaduras es menor a 10^2 ufc/g de pan de oca.

2. La vida en anaquel de pan con sustitución parcial fue 3 días en el tratamiento de la harina de oca por harina de trigo como producto final, con 20 % de sustitución, en función al análisis de índice de peróxidos que presenta 1.08 meq/kg.
3. El pan de oca como producto final nos muestra en su composición química es de 8.86 % de proteína en función al tiempo de almacenamiento durante su vida útil del producto final, y además también el contenido de cenizas del producto final nos muestra 1.38 %, que naturalmente es superior a los demás productos panificables, a la vez el comportamiento de la grasa fue de 0.42% y 1.27% en (b.s.) y por ultimo el contenido de hierro del pan de oca como producto final es de 4.56 %.

VI. RECOMENDACIONES

De los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente:

1. Realizar un estudio técnico que muestre la factibilidad de implementar una planta de procesamiento de alimentos, con un énfasis en el aprovechamiento de los cultivos andinos (tubérculos andinos).
2. Realizar, estudios organolépticos de sabor y color, orientados al producto para mejorar las cualidades de apariencia general y olor en el pan de oca.
3. Ejecutar estudios orientados al producto, como de otros tubérculos andinos, a fin de lograr un producto muy competitivo y aceptable en el mercado local, regional y nacional.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- AGÜERO, M.; 1965. Exposición a los rayos solares Oxalis tuberosa durante unos días. Proyecto de Investigación Universidad Nacional del Centro del Perú Huancayo. Volumen 31. Sep. pág. 89-92.
- ANTUNEZ DE MAYOLO, (1997). Tecnología de alimentos, volitin informativo.
- ASOCIACION AMERICA DE QUIMICOS CEREALISTAS (A.A.C.C., 2002), Métodos Officialodanalysis.
- ASSOCIATION OF OFICIAL ANALITYCAL CHEMSTS; 1999(AOAC), Oficial Métodos od analysis. Wasingtonn, Exposición a los rayos solares Oxalis tuberosa durante unos días. Proyecto de Investigación Universidad Nacional del Centro del Perú Huancayo. Volumen 31. Sep. pág. 89-92.
- ARBIZU, ROBLES., A., (2006). Sustitución de harina de trigo parcialmente en harina de yuca en Laboratorio de harinas, Universidad Nacional Centro del Perú – Huancayo – Perú.
- BACIGALUPO, A., (1997), Agroindustria de cultivos andinos sub explotados.
- BARBETA, R., (1999), Evaluación Sensorial de Los alimentos sucedáneos, Editorial Agraria – primera Edic., Pág. 102-106.
- BASMAN,ESMEL, R, (2003), Evaluación de vida en anaquel en DOS de pan, Tesis-para optar Título Profesional de Industria Alimentaria- UNALM-Lima-Perú
- BAZAN, M. A.; (1999). Sustitución de harina de trigo por harina andina, Seminario Nacional de cultivos andinos procesados – oca, mashua, olluco, tarwi – IBTA– JUNAC-ORURO POTOSÍ-BOLIVIA.
- BERNAL, R.; 2000. II Conferencia Internacional en Panificación de Tubérculos andinos y Lupino TORREMOLINOS (Málaga) 2-10 de Mayo de 2000 U.N.C. CHILE.
- BENNION, M; (2004), Formulación de mezclas óptimas basándose en granos y Cereales Andinos en fermentaciones con CO₂, Boletín Técnico-Lima-Perú.
- BELTRAN, M., S., Tecnología de alimentos en la Panificación “Editorial Acribia España.

- CALAVERA, J., (1996). Trabajo de panificación y bollería. Edit. A. Ediciones, Madrid España.
- CASTRO, M., C., (1992). Sustitución del trigo por harina de cañihua en elaboración de panes, galletas y queques-UNALM-Lima.
- CODEX ALIMENTARIUS (1984), Normas técnicas e Informe de una consulta a expertos, Bethesda MD. Estados Unidos.
- CORTES, H.; 1977. Utilización de cultivos andinos y su producción Universidad San Antonio Abad del Cusco.
- COLLAZOS, C.:(1996). La composición de los alimentos Peruanos, 4ta edición, Instituto Nacional de Nutrición, Lima-Perú.
- COLLAZOS, (1998), Tabla de composición de alimentos.
- COLLAZOS, *et al* (1999). Tubérculos andinos energéticos en alimentación infantil. Edit. Ranger-Lima- Perú.
- DESROSIER; F, (2005), Aplicación de fermento de tubérculos Andinos en panificación, Tesis para optar Ing. Químico Universidad Nacional de Huamanga-Ayacucho-PERÚ.
- ESPINOZA, E. (1998). Determinación de humedad y Evaluación sensorial de los alimentos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohoman-Tacna-Perú.
- FAO, (1990). Necesidad de energía, y proteínas; informe técnico N° 724-OMS-Ginebra.
- FAO/OMS, (1999). Necesidades de energía y proteínas; informe técnica N° 724 – OMS-Ginebra.
- FAO/OMS/ONU; 1999. Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación Instituto nacional Agropecuario INIA – Lima pág 205.
- FANCE., A., R. (1999). Niveles de sustitución de harina de trigo, por harina de Lupino para la elaboración de galletas, tipo bocadito. Tesis para optar titulo profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias, UNALM – 132p.

- FIGUEROA; MARTINES, R;(2003), Laboratorio de Farinología de Instituto Nutrición y Tecnología de alimentos (INTA) U.C.Santiago de Chile
- GUIAN; Q, (2004). Ciencia y Tecnología de la Panificación, Edt. Acribia, S.A. Zaragoza España.
- GUZMA, B., (2005), Utilización de la harina de Trigo en variedad, panadería y galletería. Proyecto V. Lima. Instituto de Investigaciones Agroindustriales de División de Tecnologías Alimentaria.
- GUIAN;Q(1997). Ciencia y Tecnología de Cereales de la Panificación “Editorial Acribia España.
- GODET, H; (2003), Establecimiento de la condiciones ópticas a nivel de Laboratorio y de planta piloto para preparación de masa indirecta para elaborar panes-Tesis para optar Ing. En Industrias Alimentarias- UNALM-LIMA.
- HOWARD, R. (1986). Certificación; ensayo e Inspección. La Molina Calidad Total Laboratorios.
- INDECOPI (1981), Harinas sucedáneos a partir de tubérculos andinos-Lima – Perú.
- INDECOPI; 1985. Harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticio – Perú norma técnica Nacional.
- KING, S.R.; (1988), Oxalis tuberosa, tropaeolumtuberosum and. Ullucus. Tuberosus. Ph D.
- KING, S.R.; 2006.Economic.Botany of.The Andean tubercrop complex Lepidiummeyeni, Oxalis tuberosa, tropaeolumtuberosum and. Ullucus.Tuberosus.Ph D. University of New.york .
- KENT. R. (1997).Tecnología de cereales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.
- KENSELLA, J. E.; 1971. Criterio funcional para incrementar la utilización como materia prima de leguminosas, tubérculos y cereales para la obtención de panes y galletas crocantes. México D.F. publicado por Asociación americana de Soya. Catálogo N° 36
- LACAVERTZ; C, R; (1996), Incremento de los azúcares en diferentes variedades de oca por acción de los rayos solares. Investigación realizada en Laboratorio de Ingeniería. Química – UNSAAC – CUSCO.

- LABUZA; G; (1971), Nutrient. Losses during y storogae ad de hydrated Toods Crit Rev. Food Technol, 3, 355.
- LARRAIN, S.M.; 2007. Elaboró panes y galletas basado en mezclas de trigo y papa; para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias – Lima - Perú – 110p.
- LESCANO, R.J.L.; 1994. Genética y mejoramiento de cultivos andinos, quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa interinstitucional de waru-warú, convenio INADE/PELT. COTESU, Puno – Perú.
- LESCANO., R.J.L., 1996., Genética y mejoramiento de cultivos andinos, quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa interinstitucional de waru-warú, convenio INADE/PELT. COTESU, Puno – Perú.
- INDAER, E.; 1995. Toxicología de los alimentos 2da edición Acribia Zaragoza-España, 135pp.
- JARUFE R., POR NUÑEZ, (1991), La panadería moderna. Buenos Aires 2da edición. Editorial Americalce S.R.L
- KING; R. (1988) mejoramiento de cultivos andinos, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa interinstitucional de papa.
- LOPEZ, G.A., (1999) Diseño de Agroindustria agroalimentarias
- LINDAER, E.; 1995. Toxicología de los alimentos 2da edición Acribia Zaragoza-España, 135pp.
- MACEDO, Y., (1990). Sustitución de harina de trigo por harina quiwicha en la Elaboración de panes fortificados. Tesis-UNALM-LIMA-PERÚ.
- MANRIQUE, D; (2002), Utilización de la harina de soya en panadería y galletería. Proyecto V. Lima. Instituto de Investigaciones Agroindustriales de División de Tecnologías Alimentaria
- MATS, Z; (2002), Procesamiento de pan, Yuca y harina de trigo, inclusión de gluten- Tesis para optar Ingeniero en Industrias Alimentarias-UNALM-LIMA-PERU.
- MÉTODOS APROBADOS POR LA ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS CEREALISTAS – (2002), A.A.C.C.

- MILATOVIC, L., (2005). Produzione di pane miscelato grano-segate in Jugoslavia, Industria Alimentari-pág.- 116-131.
- MORTON; S, (2003), Elaboró panes basado en mezclas de trigo y papa; para optar el titulo de Ingeniero de Industrias Alimentarias – Lima - Perú – 110p.- 122p.
- NTS 071, (2008), Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos.
- NUÑEZ, C. y CHUMBIRAY, Q. (1991), Determinación de vida en Anaquel de productos alimenticios procesados mediante pruebas aceleradas. Oficina Informática Agraria (Información Estadística, Diciembre 2000).
- PUENTE, M., (2000).Realizó en panificación, harinas sucedáneas en trigo, procedentes de tubérculo (yuca), en la Universidad Nacional Centro del Perú, Prog. De Investigación – 98p.
- OVIEDO; S; (1989), panadería moderna. Buenos Aires 2da edición. Editorial Americelce S.R.L.
- POZO, M.Z; 1976. Estudio de factibilidad de incorporar harina de camote por harina de trigo parcialmente (galletas), centro de investigaciones La Molina – Lima – 105 p.
- QUAGLIA, (2004), Almacenamiento e industrialización de pan en Cereales y tubérculos (Departamento tecnología de alimentos). Edición progreso alta 202 – planta alta México.
- QUERZOLA, Y.H; (1987), incorporar harina de camote por harina de trigo parcialmente (pan), Centro de Investigaciones La Molina – Lima – Pág N° 205.
- QUERZOLA, Y.H; 2005. Utilizó diferentes tipos de muestras de harina en la elaboración de galletas dulces y crocantes, centro de Investigación La UNALM – Lima – 190p.Manual de prácticas de toxicología de alimentos – Lima – Perú.
- RAYME, L., (2008). Elaboración de pan a partir de harina de oca y kiwicha-UNSAAC-CUSCO.

- ROSADO, T.R.; 1978. Sustitución de harina de trigo parcialmente en harina de yuca en Laboratorio de harinas, Universidad Nacional Centro del Perú – Huancayo – Perú.
- RAMÍREZ, M. Y. 1993, Sustitución de Harina de Trigo por Soya en Elaboración de Galletas – tesis UNALM – FIAL Lima Perú.
- STALEY, P., (2002). Fabricación de panes “Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.
- SERNA, S. (2007). Química y Almacenamiento e Industrialización de los Cereales Andinos.
- SOTO; G; (1983), utilización como materia prima de leguminosas y cereales para la obtención de panes y galletas crocantes. México D.F.
- TARAZONA; D; A, (1997); Análisis sensorial de los alimentos, editorial Floreanopolis Brasil.
- TELMO, J. (1981). “Utilización de la harina de Oca Oxalis tuberosa Mol, en la industria de panificación.
- UREÑA; P. M. O. (1999), Evaluación Sensorial de Los alimentos, Editorial Agraria – primera Edic.
- VALENCIA, M., (1993). Obtención oca helada y secada a temperatura ambiente, Trabajo de Investigación-UNA-PUNO.
- VERASTEGUI, M.J; 1990. Caracterización de CINCO variedades de galletas en obtención de harina y sus posibles usos en la Industria de Panificación vol. 1 Pg. 150.
- WHIT., R., C. (2005). Notes on the biology of oxalis tuberosa and Tropaeolum tuberosum, Honors.Thesis, Horvard collage, Económic Botany, library 96p.
- ZACARIAS; T; (1999), Laboratorio de Farinología de Instituto Nutrición y Tecnología de alimentos Universidad Católica de Chile.
- ZVIETCOVICH, FERDINAN, ROBERT (1985), Exposición a los rayos solares Oxalis tuberosa durante unos días. Proyecto de Investigación Universidad Nacional del Centro del Perú Huancayo. Volumen 31. Sep. pág. 89-



ANEXO N° 01

ANEXO N° 1: ANÁLISIS DE VARIANZA (TEXTURA)

VARIABLES	SC	GL	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					5 %	1 %	
JUECES	6.10	11	0.55	0.87	1.90	2.50	N.S.
TRATAMIENTOS	1.41	8	0.17	0.27	2.06	2.47	N.S.
ERROR	55.48	88	0.63				
TOTAL	62.99	107					

cv= 22.68 %

ANEXO N° 02:

ANALISIS DE VARIANZA (SABOR)

VARIABLES	SC	GL	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					5 %	1 %	
JUECES	3.22	11	0.29	0.67	1.90	2.50	N.S.
TRATAMIENTOS	6.49	8	0.81	1.88	2.06	2.74	N.S.
ERROR	37.95	88	0.43				
TOTAL	47.66	107					

cv= 18.21 %

ANEXO N° 03

ANÁLISIS DE VARIANZA (COLOR)

VARIABLES	SC	GL	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					5 %	1 %	
JUECES	4.07	11	0.37	0.82	1.90	2.50	N.S. NS.
TRATAMIENTOS	2.99	8	0.37	1.82	2.05	2.74	N.S. NS.
ERROR	39.85	88	0.45				
TOTAL	46.91	107					

cv= 18.47 %

ANEXO N° 04

ANÁLISIS DE VARIANZA (VOLUMEN)

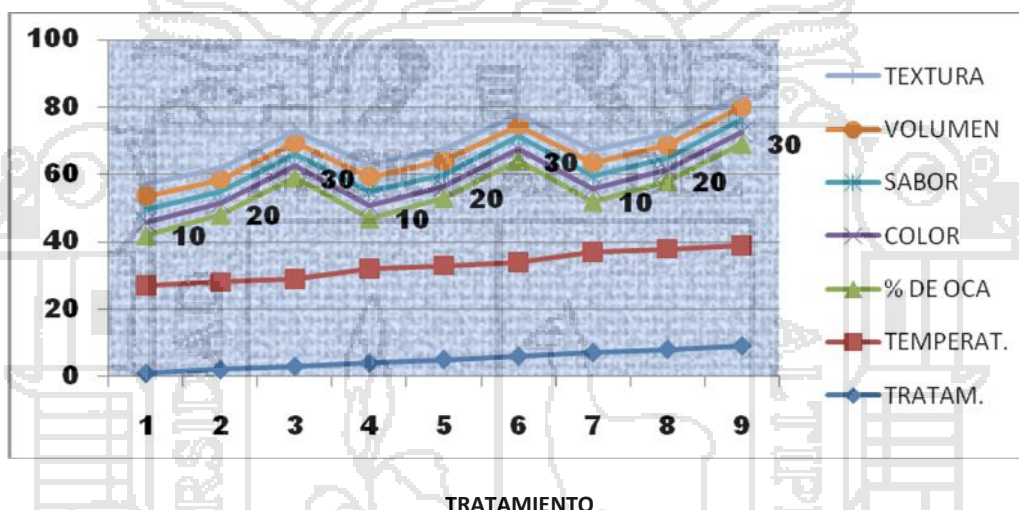
VARIABLES	SC	GL	CM	FC	Ft		SIGNIFICANCIA
					5 %	1 %	
JUECES	3.14	11	0.29	0.81	1.90	2.50	N.S.
TRATAMIENTOS	7.83	8	0.98	2.72	2.06	2.74	**
ERROR	32.28	88	0.36				
TOTAL	43.25	107					

cv= 16.04

ANEXO N° 05

VARIABLES DE SALIDA

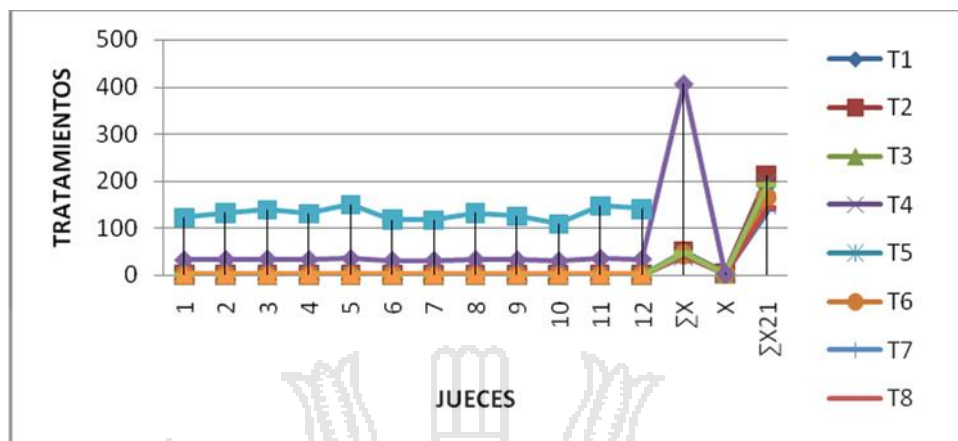
TRATAM.	TEMPERAT.	% DE OCA	COLOR	SABOR	VOLUMEN	TEXTURA
1	26	10	3.84	3.75	3.92	3.66
2	26	20	3.58	3.25	3.50	3.5
3	26	30	3.5	3.5	3.33	3.41
4	28	10	3.91	4.16	4.16	3.58
5	28	20	3.41	3.58	4.00	3.41
6	28	30	3.58	3.5	3.41	3.33
7	30	10	3.83	3.75	3.83	3.66
8	30	20	3.5	3.41	3.66	3.58
9	30	30	3.58	3.58	3.91	3.41



ANEXO N° 06

VOLUMEN DEL PAN

Jueces	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	ΣY	ΣY ² ₁	Y
1	04	04	04	04	04	03	03	04	03	33	123	3.66
2	05	04	04	04	04	03	03	04	03	34	132	3.78
3	04	04	05	04	04	04	03	03	04	35	139	3.88
4	04	04	03	04	04	04	04	04	03	34	130	3.78
5	05	05	04	03	05	04	03	03	04	36	150	4.00
6	03	04	03	03	04	03	04	03	05	32	118	3.56
7	04	04	04	04	03	04	03	04	03	32	116	3.56
8	04	03	04	03	04	04	03	03	05	34	132	3.78
9	03	04	03	03	05	04	04	04	04	33	125	3.66
10	04	04	03	03	04	03	03	04	04	31	109	3.44
11	03	05	04	04	04	04	04	03	05	36	148	4.00
12	04	05	05	05	04	04	03	03	04	35	141	3.88
Σx	47	50	46	42	48	44	40	41	47	405		
X	3.9	4.16	3.83	3.50	4.00	3.66	3.33	3.41	3.91	3.7		
ΣX ² ₁	189	212	182	150	196	164	135	143	191			



$$\Sigma x = \Sigma y = 405$$

$$\Sigma Y^2_1 = \Sigma X^2_1 = 1562$$

$$\Sigma X^2 = 18319$$

$$\Sigma y^2 = 13697$$

$$SC_{total} = \Sigma X^2_1 - \frac{(\Sigma X)^2}{N} = 1562 - \frac{(405)^2}{108} = 43.25$$

$$SC_{tratamiento} = \frac{\Sigma X^2}{N^{\circ} \text{ repeticiones}} - \frac{(\Sigma X)^2}{N} = \frac{18319}{12} - \frac{(405)^2}{108} = 7.83$$

$$SC_{jueces} = \frac{\Sigma y^2}{N^{\circ} \text{ tratamientos}} - \frac{(\Sigma y)^2}{N} = \frac{13697}{9} - \frac{(405)^2}{108} = 3.14$$

$$CME = \frac{43.25 - 7.83 - 3.14}{107 - 11 - 8} = 0.36$$

$$Cv = \frac{\sqrt{0.36}}{3.74} \times 100 = 16.04\%$$

TUKEY DEL VOLUMEN

Donde: $q = 4.51$ al 5%

$$DMS = q \frac{\sqrt{CME}}{n} = 4.51 \sqrt{0.36} = 0.36$$

ARREGLO DE LAS MEDIAS DE VOLUMEN DE MAYOR A MENOR

TRATAMIENTOS	MEDIA
T ₄	4.16
T ₅	4.00
T ₁	3.92
T ₉	3.91
T ₇	3.83
T ₈	3.66
T ₂	3.50
T ₆	3.41
T ₃	3.33

FUENTE: Elaboración propia

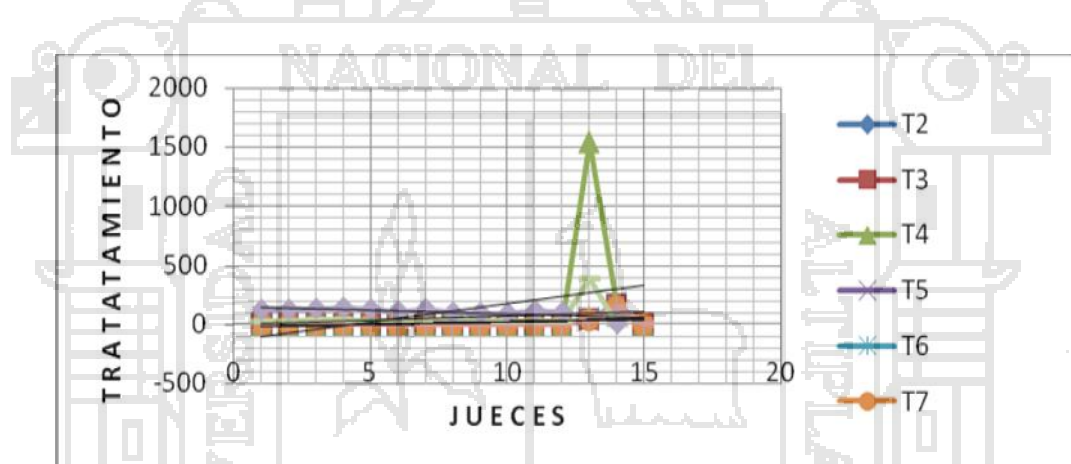
CONTRASTE DE TUKEY

- I) T₄ - T₅ = 0.16 < DMS
 T₄ - T₁ = 0.24 <
 T₄ - T₄ = 0.25 <
 T₄ - T₇ = 0.33 <
 T₄ - T₈ = 0.50 <
 T₄ - T₂ = 0.66 <
 T₄ - T₆ = 0.75 <
 T₄ - T₃ = 0.83 > SIGNIFICATIVO
- II) T₅ - T₁ = 0.08 <
 T₅ - T₉ = 0.09 <
 T₅ - T₇ = 0.17 <
 T₅ - T₈ = 0.34 <
 T₅ - T₂ = 0.50 <
 T₅ - T₆ = 0.59 <
 T₅ - T₃ = 0.67 <
- III) T₁ - T₉ = 0.01 <
 T₁ - T₇ = 0.09 <
 T₁ - T₈ = 0.26 <
 T₁ - T₂ = 0.42 <
 T₁ - T₆ = 0.51 <
 T₁ - T₃ = 0.59 <
- IV) T₉ - T₇ = 0.08 <
 T₉ - T₈ = 0.25 <
 T₉ - T₂ = 0.41 <
 T₉ - T₆ = 0.50 <
 T₉ - T₃ = 0.58 <
- V) T₇ - T₈ = 0.17 <
 T₇ - T₂ = 0.33 <
 T₇ - T₆ = 0.42 <
 T₇ - T₂ = 0.50 <
- VI) T₈ - T₂ = 0.16 <
 T₈ - T₆ = 0.25 <
 T₈ - T₃ = 0.33 <
- VII) T₂ - T₃ = 0.09 <
 T₂ - T₃ = 0.17 <
- VIII) T₆ - T₈ = 0.08 < DMS

ANEXO N° 07

TEXTURA

Jueces	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	ΣY	ΣY ² ₁
1	04	04	03	04	03	04	03	04	04	33	123
2	04	05	04	03	03	04	03	04	03	33	125
3	05	03	04	03	04	04	04	03	04	34	132
4	03	05	04	04	04	03	05	03	04	35	141
5	05	02	05	03	04	03	04	03	04	33	129
6	03	03	03	04	04	03	04	04	03	31	109
7	05	04	03	04	02	04	05	03	03	33	129
8	02	04	03	04	03	04	02	03	04	29	99
9	03	04	04	03	03	03	03	04	02	29	97
10	04	02	03	02	04	03	03	03	03	28	92
11	02	04	03	04	04	04	02	04	04	31	113
12	04	03	04	04	03	04	03	02	03	30	104
ΣX	44	43	44	1542	41	43	41	40	41	379	
ΣX ² ₁	174	165	166	152	145	157	151	136	145	3.5	3.5
X	3.66	3.58	3.66	3.50	3.47	3.58	3.41	3.33	3.41		



$$X = Y = 379 \quad X^2_1 = Y^2_1 = 1393$$

$$X^2 = 15977 \quad Y^2 = 12025$$

$$S_{\text{total}} = \sum X^2_1 - \frac{(\sum X)^2}{N} \Rightarrow 1343 - \frac{(379)^2}{108} = 62.99$$

$$S_{\text{tratamiento}} = \frac{\sum X^2}{N^{\circ} \text{ repeticiones}} - \frac{(\sum X)^2}{N} = \frac{15977}{12} - \frac{(379)^2}{108} = 1.41$$

$$S_{\text{jueces}} = \frac{\sum X^2}{N^{\circ} \text{ repeticiones}} - \frac{(\sum Y)^2}{N} = \frac{125}{9} - \frac{(379)^2}{108} = 6.10$$

ANEXO N° 08

**FOTOGRAFÍAS TOMADAS DURANTE LA PREPARACIÓN DE HARINAS
Y AMASADO PARA SU ELABORACIÓN POSTERIOR**



Mezcla de harinas

Preparación de masa



Amasado

Preparación de panes

ANEXO N° 09

EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE:..... **EDAD:**

FECHA:...../...../.....

Observe y evalúe cada muestra de pan haciendo lectura de izquierda a derecha, luego indique el grado en que te guste o le desagrade cada muestra en cada línea, donde corresponde en cada columna.

Escala hedónica	Valor numérico
Me gusta mucho	5
Me gusto moderadamente	4
No me gusto	3
Me disgusta un poco	2
Me disgusto mucho	1

MUESTRA/CALIFICATIVO	COLOR	SABOR	TEXTURA	VOLUMEN
253				
262				
268				
288				
360				
372				
385				
392				
310				

OBSERVACIONES:.....

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COMPRENSIÓN!

CARBOHIDRATO.

Se determino por diferencia de peso, después de que se han completado los análisis para ceniza, fibra, grasa, proteína.

$$\% \text{ de carbohidrato} = 100 - (\text{ceniza} + \text{fibra} + \text{grasa} + \text{proteína})$$