



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS,
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL

TEMA:

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE TEMPEH OBTENIDO POR
FERMENTACIÓN DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) Y QUINUA
(*Chenopodium quinoa*) CON *Rhizopus oligosporus*.

Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial
otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias
Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería
Agroindustrial

AUTORES:

CATALINA FABARA M.
ANA PROAÑO G.

DIRECTOR:

Ing. CARLOS JÁCOME PILCO, Ph.D.

GUARANDA – ECUADOR

2011

INDICE DE CONTENIDOS

DENOMINACIÓN	Pág.
I	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
II	
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	QUÉ ES TEMPEH? 3
2.1.1.	ORIGEN DE TEMPEH 3
2.1.2.	AMINOACIDOS 4
2.1.2.1.	AMINOACIDOS NO ESENCIALES 5
2.1.2.1.1.	HISTIDINA 5
2.1.2.1.2.	ISOLEUCINA 5
2.1.2.1.3.	LEUCINA 5
2.1.2.1.4.	LISINA 6
2.1.2.1.5.	METIONINA 6
2.1.2.1.6.	FENILALANINA 6
2.1.2.1.7.	TREONINA 7
2.1.2.1.8.	TRIPTOFANO 7
2.1.2.1.9.	VALINA 7
2.1.2.1.10.	ALANINA 7
2.1.2.2.	AMINOACIDOS NO ESENCIALES 8
2.1.2.2.1.	ARGININA 8
2.1.2.2.2.	ACIDOASPARTICO 8
2.1.2.2.3.	CISTEINA 9
2.1.2.2.4.	ACIDO GLUTAMICO 9
2.1.2.2.5.	GLUTAMINA 9
2.1.2.2.6.	GLICINA 10
2.1.2.2.7.	PROLINA 10
2.1.2.2.8.	SERINA 10
2.1.2.2.9.	TIROSINA 10

2.1.3.	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL TEMPEH DE SOYA	11
2.1.4.	SUSTRATOS MÁS COMUMENTE UTILIZADOS PARA ELABORAR TEMPEH	13
2.2.	EL FRÉJOL	14
2.2.1.	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL FREJOL	14
2.2.2.	LISINA Y TRIPTOFANO	16
2.3.	LA QUINUA	17
2.3.1.	CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA QUINUA	17
2.4.	SISTEMA DE FERMENTACIÓN	20
2.4.1.	FERMENTACIONES EN ESTADO SÓLIDO O SEMISÓLIDAS	20
2.4.2.	VENTAJAS DE LAS FERMENTACIONES SEMISÓLIDAS	20
2.5.	CARACTERÍSTICAS DEL <i>Rhizopus oligosporus</i>	21
2.6.	FUNDAMENTO DE LA PROPUESTA	23
III	MATERIALES Y METODOS	24
3.1.	MATERIALES	24
3.1.1.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	24
3.1.2.	LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO	24
3.1.3.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMÁTICA	24
3.1.4.	MATERIAL EXPERIMENTAL	25
3.1.5.	MATERIAL DE CAMPO	25
3.1.6.	EQUIPOS DE LABORATORIO	25
3.1.7.	MATERIALES DE LABORATORIO	25
3.1.8.	MATERIALES DE OFICINA	26
3.1.9.	RECURSOS INSTITUCIONALES	26
3.2.	MÉTODOS	27

3.2.1.	FACTOR EN ESTUDIO	27
3.2.2.	TRATAMIENTOS	27
3.2.3.	TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL	28
3.2.4.	CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO	28
3.2.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y FUNCIONAL	29
3.2.6.	MÉTODOS DE EVALUACION Y DATOS A EVALUARSE	29
3.2.6.1.	MATERIA PRIMA	29
3.2.6.2.	PRODUCTO FINAL	30
3.3.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	30
3.3.1.	OBTENCIÓN DEL TEMPEH POR FERMENTACION	30
3.3.2.	DIAGRAMA DE FLUJO	33
IV	RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES	34
4.1.	DETERMINACION DE PROTEINA	34
4.2.	DETERMINACION DE FIBRA	36
4.3.	PERFIL DE AMINOACIDOS	38
4.3.1.	TRIPTÓFANO	38
4.3.2.	ACIDO ASPARTICO	40
4.3.3.	TREONINA	42
4.3.4.	SERINA	44
4.3.5.	ACIDO GLUTÁMICO	46
4.3.6.	PROLINA	48
4.3.7.	GLICINA	50
4.3.8.	ALANINA	52
4.3.9.	VALINA	54
4.3.10.	METIONINA	56
4.3.11.	ISOLEUCINA	58
4.3.12.	LEUCINA	60
4.3.13.	TIROSINA	62

4.3.14.	FENILALANINA	64
4.3.15.	HISTIDINA	66
4.3.16.	LISINA	68
4.3.17	ARGININA	70
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1.	CONCLUSIONES	73
5.2.	RECOMENDACIONES	76
VI.	RESUMEN Y SUMMARY	77
6.1.	RESUMEN	77
6.2.	SUMMARY	78
VII	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

El tempeh es un producto alimenticio resultado de la fermentación de la soja con el hongo *Rhizopus oligosporus* que se presenta en forma de pastel. Originario de Indonesia, donde se considera un alimento común que proporciona proteínas a la dieta normal. El tempeh, presenta características nutricionales superiores, una textura más firme y fuerte sabor, por lo que se emplea internacionalmente en las dietas vegetarianas como un sucedáneo de la carne. En los países occidentales es muy común el empleo del *Rhizopus oligosporus* para la elaboración de productos fermentados.

La proteína obtenida en el tempeh, le confiere mayor digestibilidad a este producto e igualmente los oligosacáridos que se asocian frecuentemente con los gases y la indigestión, se ven disminuidos. Razón por lo cual en diferentes países del mundo se viene elaborando el tempeh con diferentes sustratos disponibles, de acuerdo a las costumbres alimenticias de cada región.

El fréjol, constituye uno de los principales alimentos de la población ecuatoriana, debido a su rico sabor y su alto grado de nutrientes proteicos y calóricos con los que aporta en la dieta diaria, así como, su bajo costo si lo comparamos con las fuentes de origen animal, pero este grano presenta menor disponibilidad de aminoácidos esenciales como triptófano, valina y treonina. Por otro lado, la quinua, cultivo andino, posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas, determinadas por la presencia de aminoácidos tales como: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, y valina, por lo que se pretende complementar los aminoácidos limitantes en el fréjol.

Sin embargo, ciertas, características que presentan el fréjol y la quinua, como: sabor, digestibilidad, oligosacáridos relacionados con la producción de gases, entre otros, hacen que estos alimentos no tengan una aceptación generalizada en la

dieta de la población. La utilización de procesos de fermentación modifican de una manera positiva tanto el contenido nutricional como la textura y sabor, por lo que se utilizó como sustrato mezclas de frejol INIAP 426 y quinua INIAP TUNKAHUAN en diferentes proporciones y como inóculo de fermentación el hongo *Rhizopus oligosporus* en diferentes concentraciones, se estudió cómo se ven mejoradas las características anteriormente descritas, evaluando principalmente el contenido proteico y el perfil de aminoácidos, y así se obtuvo un producto alternativo de elevada calidad nutricional.

En la presente investigación se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar nutricionalmente el tempeh obtenido por fermentación de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) con *Rhizopus oligosporus*.
- Implementar el sistema de fermentación para la producción de tempeh.
- Estudiar el efecto de la variación de la mezcla fréjol- quinua, con dos niveles de *Rhizopus oligosporus*, en la producción de tempeh.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. QUÉ ES TEMPEH?

Se considera tempeh a productos fermentados de varios cereales con los hongos pertenecientes al género *Rhizopus*. Las características más importantes de la fermentación del tempeh, es la utilización del microorganismo clave y la obtención de los productos finales, que son los pasteles de tejido micelial compacto. Nout y Kiers (2005). En general, el tempeh fresco de buena calidad se define como una masa compacta y divisible de partículas cocidas de la materia prima, que se mantiene unida y cubierta por el denso micelio no esporulador de *Rhizopus* spp. Nout y Rombouts (1990).

Los principales aspectos del tempeh, son: su atractivo sabor y textura, ciertas propiedades nutricionales y el tiempo de cocción reducido en comparación con las materias primas utilizadas. Shurtleff y Aoyagi, (2001). Cualquier cereal, así como residuos de los mismos, pueden utilizarse como un sustrato que proporcione soporte para crecimiento de *Rhizopus* spp. En un proceso de fermentación y así obtener un producto apto para el consumo humano. Recientemente, también se ha producido harina de tempeh por secado y molienda del tempeh. Cuevas-Rodríguez *et al.* (2004); Reyes-Moreno *et al.* (2004), con características nutricionales mejoradas. Estas características de producción del tempeh han sido ampliamente revisadas por muchos autores. Nout y Rombouts (1990); Hachmeister y Fung (1993); Astuti *et al.* (2000); Nout y Kiers (2005).

2.1.1. ORIGEN DE TEMPEH

El tempeh, también llamado 'tempeh kedele', tradicionalmente en Indonesia está hecho de soja Steinkraus *et al.* (1983). El tempeh se originó en el centro y este de Java (Indonesia) a principios del siglo XVIII y ahora es la comida de proteína de soya más popular de Indonesia. Astuti *et al.* (2000). En China también se ha elaborado productos como tempeh, tales como el Kōji de soja. Shurtleff y Aoyagi

(2001) o Douchi Li-Te *et al.* (2004). El Douchi está hecho de frijoles negros o amarillos fermentados por *Mucor* spp., *Aspergillus* spp. o *Rhizopus oligosporus*. Douchi (producto chino), natto (producto japonés, fréjol de soja fermentadas con *Bacillus subtilis*) y tempeh (producto de Indonesia, fréjol de soja fermentadas con *R. oligosporus*) podrían tener el mismo origen. Astuti *et al.* (2000); Li-Te *et al.* (2003). En varios lugares de China las personas todavía hacen un producto como tempeh, llamado 'Mei Dou Za', de los residuos de tofu por fermentación espontánea durante tres días, obteniéndose un pastel con micelio blanco, similar al okara tempeh (un residuo insoluble de la fabricación de tofu o leche de soja). Matsuo (1990); O' Toole (1999).

2.1.2. AMINOACIDOS

Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos. Los aminoácidos de cualquier proteína se unen mediante las llamadas uniones peptídicas para formar cadenas. Las proteínas se estructuran por diferentes aminoácidos que se unen en varias cadenas. Debido a que hay tantos y diversos aminoácidos, existen múltiples configuraciones y por lo tanto muchas proteínas diferentes. Ayala *et al.* (1998).

Cuadro 1. Distribución propuesta de necesidades de aminoácidos esenciales en diferentes grupos etarios.

Aminoácidos (mg/g de proteínas crudas)	Lactantes Media	Preescolares (2 – 5 años)	Escolares (10 – 12 años)	Adultos
Histidina	26	19	19	16
Isoleucina	46	28	28	13
Leucina	93	66	44	19
Lisina	66	58	44	16
Metionina + Cistina	42	25	22	17
Fenilalanina + Tirosina	72	63	22	19
Treonina	43	34	28	9
Triptófano	17	11	9	5
Valina	55	35	25	13
Total incluida histidina	460	339	241	127
Total excluida histidina	434	320	222	111

Fuente: [FAO/OMS/UNU \(1985\)](#).

2.1.2.1. ANIMOACIDOS ESENCIALES

Se llaman aminoácidos esenciales aquellos que no pueden ser sintetizados en el organismo y para obtenerlos es necesario tomar alimentos ricos en proteínas que los contengan. Nuestro organismo, descompone las proteínas para obtener los aminoácidos esenciales y formar así nuevas proteínas. Méndez (2008).

2.1.2.1.1. Histidina

Este aminoácido se encuentra abundantemente en la hemoglobina, es esencial para el crecimiento y la reparación de los tejidos. La Histidina, también es importante para el mantenimiento de las vainas de mielina que protegen las células nerviosas, es necesario para la producción tanto de glóbulos rojos y blancos en la sangre, protege al organismo de los daños por radiación, reduce la presión arterial, ayuda en la eliminación de metales pesados del cuerpo y ayuda a la excitación sexual. Méndez (2008).

2.1.2.1.2. Isoleucina

La Isoleucina es necesaria para la formación de hemoglobina, estabiliza y regula el azúcar en la sangre y los niveles de energía. La cantidad de este aminoácido es insuficiente en personas que sufren de ciertos trastornos mentales y físicos. Méndez (2008).

2.1.2.1.3. Leucina

La leucina interactúa con los aminoácidos isoleucina y valina para promover la cicatrización del tejido muscular, la piel y los huesos y se recomienda para quienes se recuperan de la cirugía. Este aminoácido reduce los niveles de azúcar en la sangre y ayuda a aumentar la producción de la hormona del crecimiento. Méndez (2008).

2.1.2.1.4. Lisina

Funciones de este aminoácido son garantizar la absorción adecuada de calcio y mantiene un equilibrio adecuado de nitrógeno en los adultos. Además, la lisina ayuda a formar colágeno que constituye el cartílago y tejido conectivo. La Lisina también ayuda a la producción de anticuerpos que tienen la capacidad para luchar contra el herpes labial y los brotes de herpes y reduce los niveles elevados de triglicéridos en suero. Méndez (2008).

2.1.2.1.5. Metionina

La Metionina es un antioxidante de gran alcance y una buena fuente de azufre, lo que evita trastornos del cabello, piel y uñas, ayuda a la descomposición de las grasas, ayudando así a prevenir la acumulación de grasa en el hígado y las arterias, que pueden obstruir el flujo sanguíneo a el cerebro, el corazón y los riñones, ayuda a desintoxicar los agentes nocivos como el plomo y otros metales pesados, ayuda a disminuir la debilidad muscular, previene el cabello quebradizo, protege contra los efectos de las radiaciones, es beneficioso para las mujeres que toman anticonceptivos orales, ya que promueve la excreción de los estrógenos, reduce el nivel de histamina en el cuerpo que puede causar que el cerebro transmita mensajes equivocados, por lo que es útil a las personas que sufren de esquizofrenia. Méndez (2008).

2.1.2.1.6. Fenilalanina

Aminoácidos utilizados por el cerebro para producir la noradrenalina, una sustancia química que transmite señales entre las células nerviosas en el cerebro, promueve el estado de alerta y la vitalidad. La Fenilalanina eleva el estado de ánimo, disminuye el dolor, ayuda a la memoria y el aprendizaje, que se utiliza para tratar la artritis, depresión, calambres menstruales, las jaquecas, la obesidad, la enfermedad de Parkinson y la esquizofrenia. Méndez (2008).

2.1.2.1.7. Treonina

La treonina es un aminoácido cuyas funciones son ayudar a mantener la cantidad adecuada de proteínas en el cuerpo, es importante para la formación de colágeno, elastina y esmalte de los dientes y ayuda a la función lipotrópica del hígado cuando se combina con ácido aspártico y la metionina, previene la acumulación de grasa en el hígado, su metabolismo y ayuda a su asimilación. José A. Barreiro *et al.* (2009).

2.1.2.1.8. Triptofano

Este aminoácido es un relajante natural, ayuda a aliviar el insomnio induciendo el sueño normal, reduce la ansiedad y la depresión y estabiliza el estado de ánimo, ayuda en el tratamiento de la migraña, ayuda a que el sistema inmunológico funcione correctamente. El Triptofano ayuda en el control de peso, aumenta la liberación de hormonas de crecimiento y ayuda a controlar la hiperactividad en los niños. Méndez (2008).

2.1.2.1.9. Valina

La Valina es necesaria para el metabolismo muscular y la coordinación, la reparación de tejidos, y para el mantenimiento del equilibrio adecuado de nitrógeno en el cuerpo, que se utiliza como fuente de energía por el tejido muscular. Este aminoácido promueve el vigor mental y las emociones tranquilas. Méndez (2008).

2.1.2.1.10. Alanina

Desempeña un papel importante en la transferencia de nitrógeno de los tejidos periféricos hacia el hígado, ayuda en el metabolismo de la glucosa, protege contra la acumulación de sustancias tóxicas que se liberan en las células musculares cuando la proteína muscular descompone rápidamente para satisfacer las

necesidades de energía, como lo que sucede con el ejercicio aeróbico, fortalece el sistema inmunológico mediante la producción de anticuerpos. Méndez (2008).

2.1.2.2. AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES

Los aminoácidos no esenciales son aquellos que pueden ser sintetizados en el organismo a partir de otras sustancias. Méndez (2008).

2.1.2.2.1. Arginina

Este aminoácido está considerado como "El Viagra Natural" por el aumento del flujo sanguíneo hacia el pene, retrasa el crecimiento de los tumores y el cáncer mediante el refuerzo del sistema inmunológico, aumenta el tamaño y la actividad de la glándula del timo, que fabrica las células T, componentes cruciales del sistema inmunológico. La Arginina, ayuda en la desintoxicación del hígado neutralizando el amoniaco, reduce los efectos de toxicidad crónica de alcohol, que se utiliza en el tratamiento de la esterilidad en los hombres, ayuda en la pérdida de peso, ayuda a la liberación de hormonas de crecimiento, que es crucial para el "crecimiento óptimo" músculo y la reparación de tejidos, es un componente importante del colágeno que es bueno para la artritis y trastornos del tejido conectivo. Méndez (2008).

2.1.2.2.2. Ácido Aspártico

El Ácido Aspártico aumenta la resistencia y es bueno para la fatiga crónica y la depresión, rejuvenece la actividad celular, la formación de células y el metabolismo, que le da una apariencia más joven, protege el hígado, ayudando a la expulsión de amoniaco y se combina con otros aminoácidos para formar moléculas que absorben las toxinas y sacarlas de la circulación sanguínea. Este aminoácido también ayuda a facilitar la circulación de ciertos minerales a través de la mucosa intestinal, en la sangre y las células y ayuda a la función del ARN y ADN, que son portadores de información genética. Méndez (2008).

2.1.2.2.3. Cisteína

La Cisteína funciona como un antioxidante de gran alcance en la desintoxicación de toxinas dañinas. Protege el cuerpo contra el daño por radiación, protege el hígado y el cerebro de daños causados por el alcohol, las drogas y compuestos tóxicos que se encuentran en el humo del cigarrillo. Otras funciones de este aminoácido es promover la recuperación de quemaduras graves y la cirugía, promover la quema de grasa y la formación de músculos y retrasar el proceso de envejecimiento. Méndez (2008).

2.1.2.2.4. Ácido Glutámico

El Ácido Glutámico actúa como un neurotransmisor excitatorio del sistema nervioso central, el cerebro y la médula espinal. Es un aminoácido importante en el metabolismo de azúcares y grasas, ayuda en el transporte de potasio en el líquido cefalorraquídeo, actúa como combustible para el cerebro, ayuda a corregir los trastornos de personalidad, y es utilizado en el tratamiento de la epilepsia, retraso mental, distrofia muscular y úlceras. Méndez (2008).

2.1.2.2.5. Glutamina

Es el aminoácido más abundante en los músculos. La Glutamina ayuda a construir y mantener el tejido muscular, ayuda a prevenir el desgaste muscular que puede acompañar a reposo prolongado en cama o enfermedades como el cáncer y el SIDA. Este aminoácido es un "combustible de cerebros" que aumenta la función cerebral y la actividad mental, ayuda a mantener el equilibrio del ácido alcalino en el cuerpo, promueve un sistema digestivo saludable, reduce el tiempo de curación de las úlceras y alivia la fatiga, la depresión y la impotencia, disminuye los antojos de azúcar y el deseo por el alcohol y ha sido usado recientemente en el tratamiento de la esquizofrenia y la demencia. Méndez (2008).

2.1.2.2.6. Glicina

La Glicina retarda la degeneración muscular, mejora el almacenamiento de glucógeno, liberando así a la glucosa para las necesidades de energía, promueve una próstata sana, el sistema nervioso central y el sistema inmunológico. Es un aminoácido útil para reparar tejidos dañados, ayudando a su curación. Méndez (2008).

2.1.2.2.7. Prolina

Funciones de este aminoácido son mejorar la textura de la piel, ayudando a la producción de colágeno y reducir la pérdida de colágeno a través del proceso de envejecimiento. Además, la Prolina ayuda en la cicatrización del cartílago y el fortalecimiento de las articulaciones, los tendones y los músculos del corazón. La Prolina trabaja con la vitamina C para ayudar a mantener sanos los tejidos conectivos. Méndez (2008).

2.1.2.2.8. Serina

Este aminoácido es necesario para el correcto metabolismo de las grasas y ácidos grasos, el crecimiento del músculo, y el mantenimiento de un sistema inmunológico saludable. La Serina es un aminoácido que forma parte de las vainas de mielina protectora que cubre las fibras nerviosas, es importante para el funcionamiento del ARN y ADN y la formación de células y ayuda a la producción de inmunoglobulinas y anticuerpos. Méndez (2008).

2.1.2.2.9. Tirosina

Es un aminoácido importante para el metabolismo general. La Tirosina es un precursor de la adrenalina y la dopamina, que regulan el estado de ánimo. Estimula el metabolismo y el sistema nervioso, actúa como un elevador del humor, suprime el apetito y ayuda a reducir la grasa corporal. La Tirosina ayuda en la producción de melanina (el pigmento responsable del color del pelo y la

piel) y en las funciones de las glándulas suprarrenales, tiroides y la pituitaria, se ha utilizado para ayudar a la fatiga crónica, la narcolepsia, ansiedad, depresión, el bajo impulso sexual, alergias y dolores de cabeza. Méndez (2008).

2.1.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL TEMPEH DE SOYA

Las propiedades nutritivas del tempeh son extraordinarias:

- El 19,5% de su composición son proteínas de alta calidad.
- Sólo tiene un 9% de grasa no saturada y carece de colesterol.
- Mantiene intacta toda la fibra de la soja y aporta, por tanto, beneficios al tracto digestivo.
- Es bajo en calorías.
- Es muy digestivo debido a las enzimas que se producen durante la fermentación y a la ausencia de gluten.
- Tiene un elevado contenido en vitaminas B y B12.
- Mejora la asimilación de los oligoelementos.
- Estimula el crecimiento.
- Debido a un antioxidante natural, el componente graso de la soja no sólo no se estropea sino que conserva intacta la vitamina E.
- Contiene un 7% de hidratos de carbono. Herranz (2008).

En el cuadro 2, se muestran los resultados de los análisis químicos de los diferentes tipos de tempeh elaborados, donde se observa que el contenido de grasa y cenizas en las mezclas decrece a medida que disminuye el contenido de soja, que el contenido proteico en el tempeh es elevado y que a medida que aumenta la proporción de quinchoncho y frijol se incrementan los azúcares reductores. Guerra de Agreda (2000).

Cuadro 2. Composición Química de los tempeh de Soya 100:0, Soja/Quinchoncho y Soja/Frijol.

Tipos de tempes	Cenizas % b.h	Proteínas % b.h	Grasa % b.h	Azúcares reductores % b.h
Soya 100:0	1,43	18,88	7,91	0,18
S/Q 90:10	1,39	17,22	6,18	0,61
S/Q 70:30	1,26	15,62	5,69	0,86
S/Q 50:50	1,03	14,47	4,56	1,21
S/F 90:10	1,32	16,62	6,93	0,39
S/F 70:30	1,18	15,66	5,56	0,48
S/F 50:50	1,07	14,02	4,41	0,91

b.h.: base húmeda

Fuente: Guerra de Agreda (2000).

Cuadro 3. Resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico del tempeh (frito) en 100g de muestra (%base húmeda) y composición fisicoquímica del fríjol de soja.

Determinación	Resultados tempeh (%)	*Frijol de soja (%)
Proteínas	27	40
Grasa	8.8	20
Humedad	35	10
Cenizas	2.6	5
Fibra cruda	7.7	5
E. L. N.	27.4	34
Acidez	6.5	-
Ph	6.6	-
V. E. (valor energético)	220.2kcal	-

*Fuente: U.S. Soyfoods (2005).

Fuente: Munguia *et al.* (2007).

De acuerdo con la composición química de la soya y los resultados obtenidos del producto se determina lo siguiente: la soya fermentada (tempeh) contiene un porcentaje menor tanto de proteínas como de grasa debido a los procesos hidrolíticos durante la fermentación, al mismo tiempo que se liberan aminoácidos y ácidos grasos libres los cuales son utilizados por el microorganismo. Por otra parte la cantidad de proteínas y lípidos se ven disminuidas ya que durante el proceso se elimina la cascarilla la cual contiene un porcentaje considerable de las

mismas. El tempeh es un alimento bajo en grasa, además de ser un alimento libre de colesterol por ser de origen vegetal, lo mismo que el aceite utilizado durante el proceso de freído. La humedad se incrementó durante el proceso ya que al someter al frijón a un remojo, este se hidrato, otro factor importante fue la inoculación mediante la cual se adiciono cierta cantidad de agua. El contenido de cenizas disminuyó durante la fermentación ya que el microorganismo utiliza parte de estas en su metabolismo. Los hidratos de carbono solubles dentro de los cuales se encuentra glucosa y sacarosa, fueron disminuidos mediante el proceso de fermentación ya que estos azucares fueron utilizados como la principal fuente de energía para el hongo. La acidez en el alimento es resultado de la adición y producción de ácido láctico durante la fermentación, el cual tiene la función de preservación en el alimento. Cabe mencionar que el valor del pH junto con el alto contenido de humedad determina que este producto sea un alimento altamente perecedero. Finalmente la soya fermentada (tempeh) proporciona 220.12 Kcal. por cada 100g. Munguia *et al.* (2007).

En el cuadro 4 se muestra la composición nutricional en 100 gramos de tempeh.

Cuadro 4. Composición de nutrientes en 100gramos de Tempeh.

Tipo de Tempeh	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Carbohidratos %	Fibra %	Cenizas %
Tempeh soya, fresco	60.4	19.5	7.5	9.9	1.4	1.3
Tempeh soya, seco	0	54.6	14.1	27.9	3.1	3.5

Fuente: Shurtleff *et al.* (2000).

2.1.4. SUSTRATOS MÁS COMUMENTE UTILIZADOS PARA ELABORAR TEMPEH

Los productos fermentados han sido el sustento de culturas milenarias El Tempeh es un producto de soya fermentada por hongos del género *Rhizopus*, que se elabora de forma artesanal en Indonesia. Munguia *et al.* (2007).

La mejor leguminosa para elaborar este producto es la soya, pero también puede mezclarse con otras leguminosas o granos de cereales. La técnica de la preparación es sencilla y se basa en la fermentación sobre un sustrato sólido. La incorporación de otras leguminosas tales como caraota (*Phaseolus vulgaris*), garbanzo (*Cicer arietinum*), lupino (*Lupino albus*), haba (*Vicia faba*), se ha venido haciendo para mejorar su contenido proteico. Guerra de Agreda (2000); Mugula (1992); Shurtleff y Aoyagi (2001).

El tempeh, es un producto obtenido a través de la fermentación en estado sólido (FES) de soya, el que está ganando aceptación en todo el mundo. El microorganismo mayormente utilizado es *Rhizopus oligosporus*, sin embargo, en su elaboración se han utilizado diversas especies de *Rhizopus* sp. (*R. oligosporus*, *R. Stolonifer*, *R. Oryzae*, *R. Arrhizus*) y una gran variedad de sustratos: soya, garbanzo, frijol común, maíz, trigo y mezclas cereal/leguminosa. Armienta *et al.* (2001).

En el cuadro 5 se muestra los sustratos más utilizados para elaborar productos tipo tempeh.

2.2. EL FRÉJOL

2.2.1. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL FRÉJOL

En el cuadro 6 se observa que el intervalo en contenido de proteína en la semilla va de 22.6 a 27.3 por ciento, y las variedades con menor contenido son las tipo flor de mayo, la concentración de almidón osciló entre 59.3 a 64.3 %. Se observó una tendencia a que los materiales con semilla de menor tamaño presentaron mayor contenido de proteína, asimismo se detectó una correlación positiva entre el contenido de proteína y la absorción de agua después de 6 h de remojo ($r=0.54^*$). Hernández *et al.* (1993).

Cuadro 5. Sustratos más comúnmente utilizados para elaborar tempeh.

Materia Prima	Nombre Indonesia	Referencias
Soya (<i>Glycine max</i>)	Tempe kedele (kedelai)	(Nout <i>et al.</i> , 1987c; Varzakas, 1998)
Frejol negro (<i>Phaseolus mungo</i>)		(Jha y Verma, 1980)
Haba (<i>Vicia faba</i>)		(David y Jitendra, 1981; Ashenafi & Busse, 1991e; Shurtleff y Aoyagi, 2001)
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)		(Ashenafi y Busse, 1991e; Paredes <i>et al.</i> , 1991; Reyes-Moreno <i>et al.</i> , 2004)
Frejol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		(Paredes-Lopez <i>et al.</i> , 1990; Kalavi <i>et al.</i> , 1996; Rodríguez <i>et al.</i> , 1998)
Chicharo salvaje (<i>Vigna unguiculata</i>)		(Kiers <i>et al.</i> , 2000)
Horse (wild) tamarind (<i>Leucaena ensiformis</i>)	T. lamtoro	(Ko Swan y Hesseltine, 1979)
Frejol de chanco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	T. koro pedang	(Shurtleff y Aoyagi, 2001)
Frejol de Egipto, poroto (<i>Lablab purpureus</i>)		(Shurtleff y Aoyagi, 2001)
Judia de Lima (<i>Phaseolus lunatus</i>)	T. koro	(Ko Swan y Hesseltine, 1979)
Frijol verde o frijol chino (<i>Vigna radiata</i>)		(Shurtleff y Aoyagi, 2001)
Guandul (<i>Cajanus cajan</i>)	T. gude	(Nout y Rombouts, 1990)
Sesban bean (<i>Sesbania grandiflora</i>)		(Nout y Rombouts, 1990)
chocho (<i>Lupinus albus</i>)		(Chango <i>et al.</i> , 1993; Fudiyansyah <i>et al.</i> , 1995)
Frejol de terciopelo (<i>Mucuna pruriens</i>)	T. benguk	(Ko Swan y Hesseltine, 1979)
Winged bean (<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>)	T. kecipir	(Homma <i>et al.</i> , 1983)
Alverja (<i>Pisum sativum</i>)	T. kecipir	(Nout y Rombouts, 1990)
Frejol de arroz (<i>Vigna subterranea</i>)		(Amadi <i>et al.</i> , 1999)
Frejol africano (<i>Sphenostylis stenocarpa</i> Hams)		(Njoku <i>et al.</i> , 1991)

Fuente: Tesis de Doctorado Microbial dynamics during barley tempeh fermentation, Xin-Mei Feng. (2006).

La fibra cruda, que se encuentra principalmente en la testa es de 3.5 a 4.7 %; los materiales con mayor porcentaje de testa fueron los de más alto contenido de fibra cruda ($r=0.71^{**}$) siendo mayor el porcentaje que representa la testa en los materiales de menor tamaño ($r= -0.80^{**}$). Las cenizas que representan los minerales presentes en la semilla estuvieron en concentraciones de 3.8 a 4.6 %. Se encontró que los materiales con menor contenido de cenizas mostraron mayor porcentaje de digestibilidad de la proteína una vez que se coció el fréjol ($r = 7-0.55^*$). Hernández *et al.* (1993).

2.2.2. LISINA Y TRIPTOFANO

El contenido de lisina en las variedades Flor de Durazno y Bayomex osciló desde 3.9 hasta 5.7 g/100 g de proteína. En cuanto a triptófano los valores fueron de 1.2 a 1.7 g/100 g de proteína, la variedad Bayomex también resultó con la mayor concentración. Entre ambos aminoácidos se observó una correlación positiva y de éstos a la vez con el contenido de almidón. Hernández *et al.* (1993).

Cuadro 6. Composición química de ocho variedades de fréjol.

Variedad	Proteína	Almidón	Fibra cruda	Cenizas	Lisina	Triptófano
	%	%	%	%	g/ 100 proteína	
BAT- 104	27.3	64.1	4.7	3.8	5.4	1.5
BAYOTEX	24.8	63.2	3.7	4.2	5.1	1.7
CANARIO	24.3	61.8	3.7	4.2	5.1	1.6
JANAPA	24.2	62.1	4.4	4.4	4.5	1.4
BAYO NECENT	23.6	63.0	4.2	4.3	4.9	1.3
FLOR DE M.	23.3	61.1	4.2	4.2	4.7	1.4
NEGRO PERLA	23.1	59.3	4.6	4.6	3.9	1.2
FLOR DURAZNO	22.6	64.3	3.5	4.5	3.5	1.6

Fuente: Hernández *et al.* (1993).

Cuadro 7. Estadísticas básicas de características de calidad evaluadas en 49 genotipos de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y uno de *P. coccineus*, variedad Blanco Tlaxacala.

Características	<i>Phaseolus vulgaris</i>			D. E.	CV%	Blanco Tlaxacala
	Media	Mínimo	Máximo			
Peso 100g	34.8	16.0	58.3	10.8	31.0	88.4
Volumen 100ml	27.7	12.0	44.0	9.0	32.5	76.0
Capacidad de absorción de agua (%)	83.4	6.1	126.9	32.1	38.4	104.5
Testa (%)	8.2	5.5	11.4	0.9	11.1	8.7
Proteína (%)	23.5	20.4	29	2.0	8.7	18.4
Tiempo de cocción (min)	91.5	46.0	207.0	36.6	40.1	69.0
Sólidos en caldo (%)	0.41	0.16	0.76	0.1	26.8	0.36
Digestibilidad in vitro (%)	85.3	82.1	89.1	1.8	2.1	86.2
Actividad de inhibidor de tripsina (mg/g)	1.38	0.50	1.97	0.3	24.9	1.4

DE= Desviación estándar

CV%= Coeficiente de variación

Fuente: Pérez Herrera *et al.* (2002).

2.3. LA QUINUA

2.3.1. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA QUINUA

Un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los defectos que produce en el consumidor. Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales. Vásquez (2005).

La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche, el huevo y la menestra, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra Región. Vásquez (2005).

- La quinua no tiene colesterol
- No forma grasas en el organismo
- No engorda, es de fácil digestibilidad
- Contenido de saponina 0.08%
- Es un producto natural ecológico

Cuadro 8. Cuadro comparativo de los componentes de la quinua con otros grandes alimentos (kg).

Componentes %	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuno	Leche humana
Proteínas	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasas	6.10	50.00	3.20	-	3.50	3.50
Hidratos de carbono	71.00	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20	-	2.50	-
Calorías 100 Grs.	370.00	431.00	200.00	24.00	66.00	80.00

Fuente: Vásquez (2005).

Cuadro 9. Cuadro comparativo de los componentes de la quinua con otros productos (kg).

Componentes%	Quinua	Trigo	Maiz	Arroz	Avena
Proteínas	13.00	11.43	12.28	10.25	12.30
Grasas	6.70	2.08	4.30	0.16	5.60
Fibras	3.45	3.65	1.68	VEGETAL	8.70
Cenizas	3.06	1.46	1.49	0.60	2.60
Calcio	0.12	0.05	0.01	-	-
Fósforo	0.36	0.42	0.30	0.10	-
Hidratos de Carbono	71.00	71.00	70.00	78.00	60.00

Fuente: Vásquez (2005).

La quinua tiene un excepcional valor nutritivo, con proteínas de alto valor biológico y excelente balance de aminoácidos esenciales, ubicados en el endospermo o núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo. ONG (2009).

La quinua ofrece la mayor cantidad de aminoácidos esenciales que cualquiera de los más importantes cereales del mundo, destacando la lisina que es uno de los más escasos en los alimentos de origen vegetal. ONG (2009).

Cuadro 10. Valor nutritivo de quinua en 100 g. de semillas frescas se tiene:

ELEMENTO	%
Humedad	12.6
Proteínas	13.8 a 16
Extracto etéreo	5.1
Carbohidratos	59.7
Fibras	4.1
Cenizas	3.3
Lisina	0.88
Metionina	0.42
Triptofano	0.12
Grasas	4 a 9

Fuente: ONG (2009).

Cuadro 11. Composición Nutricional de la Quinua.

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Calorías	351	
Humedad	9.40 - 13 %	
Carbohidratos	53.50 - 74.30 g	300 g
Fibra	2.10 - 4.90 g	25 g
Grasa Total	5.30 - 6.40 g	66 g
Lisina	6.80 - 8.50 g	
Proteínas	11.00 - 21.30 g	
Metionina	2.1 mg	
Treonina	4.5 mg	
Triptófano	1.3 mg	

Fuente: U. Bracco, Nestlé Research Centre (2002).

2.4. SISTEMA DE FERMENTACIÓN

2.4.1. FERMENTACIONES EN ESTADO SÓLIDO O SEMISÓLIDAS

Son fermentaciones de uno o más sustrato con una cierta humedad.

Ej.: 10% humedad
90% sustrato

Las fermentaciones sumergidas utilizan 10-20% material sólido, el resto es solución conteniendo nutrientes. Se puede realizar en bandejas o en columnas. Los microorganismos utilizados son fundamentalmente hongos, en algunos casos pueden ser: levaduras y bacterias. Armienta *et al.* (2001).

Dependiendo de la humedad del sustrato. Se desarrollaron inicialmente para mejorar la conservación de alimentos. Para cambiar sus propiedades físicas. Para eliminar factores anti nutricionales. Para mejorar digestibilidad. Armienta *et al.*, (2001).

Uso tradicional en oriente para producción de alimentos: Tempeh, Miso, Koji. Debido a la baja disponibilidad de agua, en estas fermentaciones, no hay problemas de contaminación con bacterias, a pesar de que el sustrato no se esteriliza. Armienta *et al.* (2001).

Usos nuevos para producción de enzimas: Amilasas, celulosas, hormonas.

- Producción de ácidos: cítrico, gálico
- Producción de micotoxinas Aflatoxina

2.4.2. VENTAJAS DE LAS FERMENTACIONES SEMISÓLIDAS

Con ayuda de tecnología se puede hacer a muy pequeña escala. No se producen residuos al final de la fermentación; en tempeh 25% de azúcares → proteína. Los

requerimientos de agua son muy bajos y el producto se puede secar más para estabilizarlo. Aunque se produce contaminación esta es propia de los laboratorios, es limitada su extensión y fácilmente detectable. Armienta *et al.* (2001).

2.5. CARACTERÍSTICAS DEL *Rhizopus Oligosporus*

El *Rhizopus* pertenece al orden Mucorales Clase Zygomycetes. Son hongos comunes del pan que dañan mucho a otros alimentos. Se desarrolla en el pan, vegetales, frutas y otros. La especie más frecuente es *R. stolonifer*. Desde el punto de vista morfológico no son tabicados, presentan micelio algodonoso con esporangiosporas rizoides. Sus esporangios generalmente son muy negros y grandes. Su columella es hemisférica. La base del esporangio, o *apophysis*, tiene forma de copa. Estos mohos producen racimos de hifas parecidas a raíces de sostén llamadas rizoides, así como estolones o “tallos rastreros” capaces de echar “raíces” que originan nuevos organismos. Todos los hongos tienen su propio ciclo biológico. Michael *et al.* (2000).

Órganos reproductores, los mohos son capaces de crecer a partir de un trozo de micelio trasplantado, se reproducen principalmente por medio de esporas asexuales. Algunos mohos también producen esporas sexuales. A tales hongos se los denomina “perfectos”, los cuales se dividen en *Oomycetes* y *Zygomycetes* si no son septados, o bien en *Ascomycetes* y *Basidiomycetes* si son septados. Frazier *et al.* (2002).

Esporas asexuales, los mohos producen gran cantidad de esporas asexuales, las cuales son de pequeño tamaño, ligeras y resistentes a la desecación, se diseminan fácilmente por la atmósfera para sedimentar y originar el talo de un nuevo moho en lugares en los que encuentran condiciones favorables, en caso del *Rhizopus* las esporas asexuales son las esporangiosporas, las cuales se encuentran dentro de un esporangio, o receptáculo, situado en el extremo de una hifa fértil, el esporangióforo. Frazier *et al.* (2002).

Esporas sexuales, los *Zygomycetes* forman sus zigosporas mediante la fusión de los extremos de dos hifas, que suelen tener aspecto parecido, y que pueden pertenecer al mismo micelio o a distintos micelios. Las zigosporas están recubiertas por una membrana resistente, siendo esta la razón de que sean capaces de sobrevivir por mucho tiempo. Frazier *et al.* (2002).

Los microorganismos filamentosos como el hongo *Rhizopus oligosporus* crecen sobre sustratos sólidos, desarrollan ramificaciones complejas de micelio con orillas filamentosas irregulares. Camacho *et al.* (2002).

Mediante un gráfico de variación del área del grano de soya en el tiempo, fue posible identificar una etapa estacionaria de crecimiento muy larga, aproximadamente hasta las 40 horas de desarrollo. Por observaciones previas se cree que en esta etapa es posible que solo exista una invasión superficial del micelio en el grano y que cuando el micelio ya es perceptible como una masa algodonosa, es porque el micelio ha comenzado una fase aérea. Así mismo se observa una etapa exponencial muy corta de las 40 a las 50 horas de desarrollo para posterior a las 50 horas, encontrar descrita una fase estacionaria en el incremento del área, la cual suponemos se debe a que la estructura micelial se ve limitada en el plano aéreo, debido a los materiales de soporte que posee su estructura. Camacho *et al.* (2002).

De manera interesante aproximadamente a la mitad de la etapa exponencial antes mencionada o sea a las 45 horas se encuentra descrito un mínimo en la irregularidad del área y un máximo de la irregularidad del perímetro. Camacho *et al.* (2002).

2.6. FUNDAMENTO DE LA PROPUESTA

El presente proyecto de tesis tuvo como objetivo principal evaluar las propiedades nutricionales de tempeh obtenido por fermentación de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) con *Rhizopus oligosporus*.

Se establecieron tres formulaciones de mezcla de fréjol y quinua, para fermentar con dos niveles de Rhizopus oligosporus. Para cada formulación se evaluó los parámetros: nitrógeno proteico, fibra y perfil de aminoácidos. Se seleccionó la formulación con el nivel de hongo, que presente el mejor valor de los parámetros evaluados.

Con este proyecto se aportó a nivel científico datos reales de un producto de elevado valor nutricional dirigido a reemplazar el alto consumo de carnes rojas en el Ecuador.

La hipótesis utilizada fue el tempeh obtenido por fermentación de fréjol (*phaseolus vulgaris l.*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) con *Rhizopus oligosporus*, mejora sus propiedades nutricionales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizará en el laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.1.2. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO

Provincia: Bolívar

Cantón: Guaranda

Parroquia: Guanujo

Sector: Laguacoto II

3.1.3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMÁTICA.

Cuadro 12. Parámetros climáticos.

Altitud:	2800 msnm
Latitud	01 °34´ 15´´
Longitud	79 °0´ 02´´
Temperatura máxima	18 °C
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	13 °C
Humedad	75%

Fuente: Información tomada en la Estación Meteorológica de Laguacoto II (2010)

3.1.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

- Cepas aisladas de *Rhizopus oligosporus*
- Fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*)
- Quinoa (*Chenopodium quinoa*)
- Arroz (*Oriza sativa*)

3.1.5. MATERIAL DE CAMPO

- Libreta de apuntes
- Cámara Fotográfica Digital

3.1.6. EQUIPOS DE LABORATORIO

- Cámara de Incubación
- Autoclave
- Estufa
- Balanza analítica
- pH metro
- Molino
- HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Definición)
- Determinador de Proteínas
- Determinador de fibra.

3.1.7. MATERIAL DE LABORATORIO

- Fundas plásticas
- Vasos de precipitación
- Erlenmeyers
- Cajas petri
- Espátulas
- Recipientes plásticos

3.1.8. MATERIALES DE OFICINA

- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Papel de impresión
- Libretas
- Esferos
- Escritorio
- Sillas

3.1.9. RECURSOS INSTITUCIONALES

- Biblioteca de la Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Ingeniería Agroindustrial.
- Biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Alimentos.
- Biblioteca del Instituto Tecnológico Agropecuario Luis A. Martínez.
- Biblioteca del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

3.2. MÉTODOS

- Para la presente investigación se aplicó un diseño (AxB) tomando en cuenta en el Factor A las mezclas de fréjol-quinua, y como factor B los porcentajes de *Rhizopus oligosporus*

3.2.1. FACTOR EN ESTUDIO

Los factores de estudio son los siguientes

Cuadro 13. Factores en Estudio

Factores	Código	Descripción del Nivel
Mezclas de Fréjol – quinua	a	a ₀ 80% fréjol + 20% quinua
		a ₁ 60% fréjol + 40% quinua
		a ₂ 40% fréjol + 60% quinua
Porcentajes de <i>Rhizopus oligosporus</i>	b	b ₀ 1% <i>Rhizopus oligosporus</i>
		b ₁ 3% <i>Rhizopus oligosporus</i>

3.2.2. TRATAMIENTOS

Nro.	Código	NIVEL	
		A	B
1	a ₀ b ₀	80% fréjol + 20% quinua	1% R.O
2	a ₀ b ₁	80% fréjol + 20% quinua	3% R.O
3	a ₁ b ₀	60% fréjol + 40% quinua	1% R.O
4	a ₁ b ₁	60% fréjol + 40% quinua	3% R.O
5	a ₂ b ₀	40% fréjol + 60% quinua	1% R.O
6	a ₂ b ₁	40% fréjol + 60% quinua	3% R.O

3.2.3. TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar de 3 x 2 en arreglo factorial con tres repeticiones; el mismo que responde al siguiente modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} Es el valor de la variable respuesta en la repetición k del nivel i-ésimo de A y el nivel j-ésimo de B

μ promedio general si no se hubiese aplicado ningún tratamiento,

A_i Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A

B_j Es el efecto del j-ésimo nivel del factor B

AB_{ij} Es el efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel

ϵ_{ijk} : es el error experimental en la repetición k del nivel i-ésimo de A y el nivel j-ésimo de B

3.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

DETALLE	
Factores	2
Niveles	3 x 2
Repeticiones	3
Tratamientos	6
Unidades experimentales	18
Tamaño unidad experimental	200gr

3.2.5. ANALISIS ESTADÍSTICO Y FUNCIONAL

Las propiedades nutricionales del tempeh fueron evaluadas a partir de un proceso de fermentación de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) con *Rhizopus oligosporus*, para determinar si hay diferencia entre tratamientos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) cuyo esquema es el siguiente:

Factor de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F _{calculada}	F _{tabulada}
Total	SCTotal	abr - 1			
A	SCA	a-1	$CMA = \frac{SCA}{a-1}$	$\frac{CMA}{CME}$	$F_{gl-E, \alpha}^{gl-A}$
B	SCB	b-1	$CMB = \frac{SCB}{b-1}$	$\frac{CMB}{CME}$	$F_{gl-E, \alpha}^{gl-B}$
interacción AB	SCAB	(a-1)(b-1)	$CMAB = \frac{SCAB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CMAB}{CME}$	$F_{gl-E, \alpha}^{gl-AB}$
Error Experimental	SCE	ab(r - 1)	$CME = \frac{SCE}{t(r-1)}$		

- Para la determinación del mejor tratamiento se realizó la Prueba de Medias donde para la presente investigación se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

3.2.6. MÉTODOS DE EVALUACION Y DATOS A EVALUARSE

En la materia prima y en el producto final

3.2.6.1. Materia prima:

- Nitrógeno proteico.

Para el porcentaje de nitrógeno proteico, se aplicó la norma INEN 1670: 91 Quinoa. Determinación de la proteína total (proteína cruda). Se lo realizará

aplicando el método Kjeldahl.

b) Fibra.

Para el porcentaje fibra, se aplicó la norma INEN 0522:81 Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.

3.2.6.2. Producto final

a) Nitrógeno proteico.

Para el porcentaje de proteína, se aplicó la norma INEN 0781: 85 Carne y productos cárnicos. Determinación de nitrógeno.

b) Fibra.

Para el porcentaje fibra, se aplicó la norma INEN 0522:81 Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda.

c) Perfil de aminoácidos.

Para el perfil de aminoácidos, se realizó el análisis HCLP (cromatografía líquida de alta resolución).

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para el manejo experimental de la investigación se siguió el siguiente esquema:

3.3.1. OBTENCIÓN DEL TEMPEH POR FERMENTACION

- a) Recepción de materia prima, tanto el fréjol como la quinua fue adquirido en la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, en el programa de semillas, la cepa del hongo *Rhizopus oligosporus* fue importado desde los Estados Unidos.

- b)** Limpieza de los granos, las impurezas fueron eliminadas por medio de cernidores y zarandas manuales.
- c)** Análisis de la materia prima, los resultados de los análisis bromatológicos proteína y fibra fueron determinados por el INIAP.
- d)** Molido, se realizó la molienda del fréjol en un molino de tipo manual previamente esterilizado, con el fin de obtener una masa uniforme para facilidad de fermentación.
- e)** Mezclado de fréjol- quinua, una vez realizada la molienda se procedió a la mezcla de los granos con una paleta esterilizada hasta obtener una mezcla uniforme.
- f)** Inoculación, una vez que se enfrió la mezcla se añadió el iniciador (harina estabilizada) en cantidad del 1% y 3% de masa cocida.
- g)** Mezclado, se mezcló uniformemente con una paleta con el fin de expandir adecuadamente el hongo.
- h)** Empacado, la mezcla homogénea fue colocada en fundas de polietileno con poliéster, previamente agujerados con un peso final de 200 gr.
- i)** Incubación, se incubó a una temperatura de 35° C por 24 horas hasta 48 horas como máximo de fermentación.
- j)** Congelación, las muestras fueron colocadas a -4 °C con el fin de controlar la fermentación evitando así elevar el grado de toxicidad como lo indica Guerra de Agreda, congelar los tempes en bolsitas tipo click hasta su consumo.
- k)** Almacenamiento
- l)** Consumo

Las temperaturas bajas se usan para retardar las reacciones químicas y la acción de las enzimas y retrasar o inhibir el crecimiento y actividad de los microorganismos que se encuentran en los alimentos, una temperatura suficientemente baja inhibirá el crecimiento de todos los microorganismos.

La conservación que consiguen ambos procedimientos se basa en el hecho de que las temperaturas bajas detienen, de forma más o menos acentuada, los procesos enzimáticos y la proliferación bacteriana.

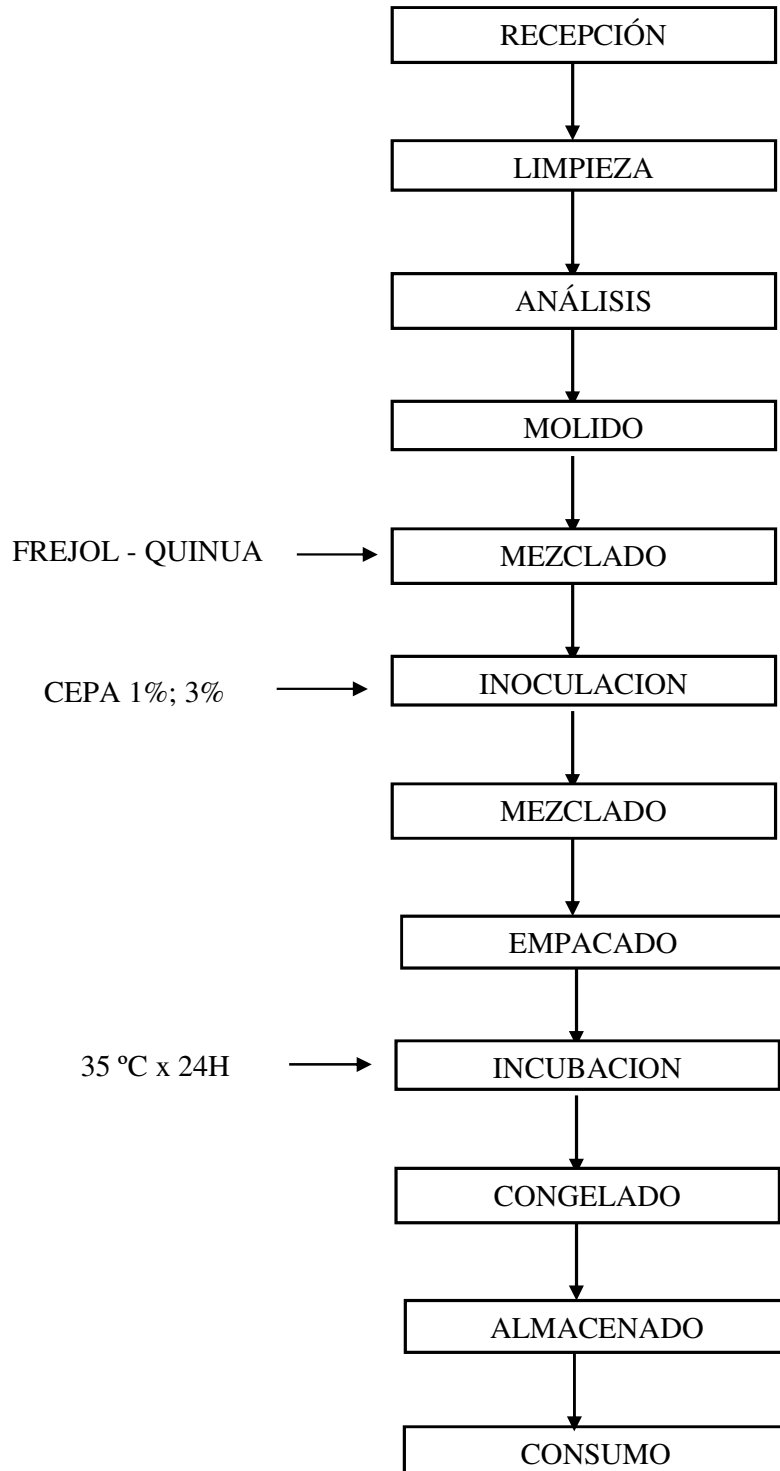
Las ventajas que la congelación rápida presenta sobre la lenta son:

- Formación de cristales de hielo más pequeño y por lo tanto escasa destrucción mecánica de las células del alimento.
- El tiempo de solidificación es mucho menor y por tanto es menor el tiempo para la difusión de los materiales solubles y para la separación de hielo;
- Se previene antes el crecimiento bacteriano;
- El retardamiento de la acción enzimática es más rápido.

Por lo tanto, se puede suponer que los alimentos rápidamente congelados al descongelarse tienen unas características más semejantes a las del alimento original que los que se congelaron lentamente. José A. Barreiro *et al.* (2009).

3.3.2. DIAGRAMA DE FLUJO

ELABORACION DE TEMPEH A PARTIR DE LAS MEZCLAS FRÉJOL- QUINUA



IV RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIONES

4.1. DETERMINACION DE PROTEINA

Cuadro 14. Análisis de Varianza de la Proteína en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	FT 0.05	FT 0.01
Total	16,2965	17				
Tratamiento	14,6784	5	2,9357	21,77**	3,11	5,06
Factor A	13,9973	2	6,9986	51,90**	3,89	6,93
Factor B	0,0589	1	0,0589	0,43 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,6221	2	0,3110	2,30 **	3,89	6,93
Error Experimental	1,61813	12	0,13484			
\bar{X}	26,23					
CV	1,40					

En el cuadro 14, se reporta el análisis de varianza de proteína en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) muestra una diferencia altamente significativa ($p=6,93$), al igual que entre tratamientos ($p=5,06$); en el factor B (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB; no existe diferencias significativas ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 26,23 y un coeficiente de variación de 1,40%.

Cuadro 15. Pruebas de Rangos de Tukey para Proteína en el Tempeh.

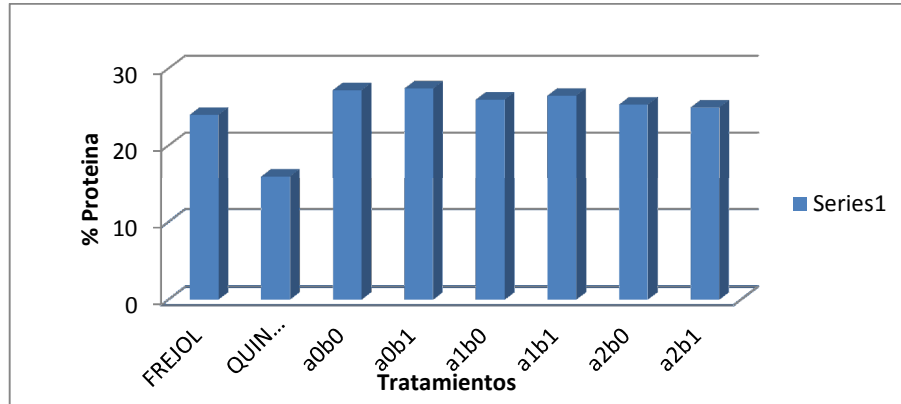
PROTEÍNA	MEDIA %	RANGO
a ₀ b ₁	27,41	A
a ₀ b ₀	27,20	A
a ₁ b ₁	26,49	B
a ₁ b ₀	25,98	B
a ₂ b ₀	25,33	C
a ₂ b ₁	24,95	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de proteína se encuentra en los tratamientos a₀b₁ con un valor de 27.41% y a₀b₀ con 27,20%, que corresponde a los

mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de proteína, como se puede apreciar en el cuadro 15.

Gráfico 1. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Proteína en el Tempeh.



En el gráfico 1, se reporta el porcentaje de proteína en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de fréjol en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de proteína, cabe señalar que los mejores tratamientos son a₀b₁ con un valor de 27.41% y a₀b₀ con 27,20% de proteína.

INIAP (2004), señala que el fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad INIAP 426 Canario posee un porcentaje de proteína de 24% y la Quinoa (*Chenopodium quinoa*) variedad INIAP-Tunkahuan contiene un porcentaje de proteína de 16%, condición que guarda relación con los resultados obtenidos donde a medida que se disminuye el porcentaje de fréjol en la mezcla se reduce el porcentaje de proteína, además cabe mencionar que el porcentaje de proteína del producto es mayor que el porcentaje de proteína en el grano de fréjol.

Por otra parte GUERRA DE AGREDA (2000), Indica que el porcentaje de proteína en tempeh de soya es de 18,88%, mientras que en el tempeh a base de una mezcla de fréjol y quinoa se incrementa con un promedio de 26,23% de proteína lo que demuestra que el producto elaborado tiene un alto valor proteico.

4.2. DETERMINACION DE FIBRA

Cuadro 16. Análisis de Varianza de la Fibra en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	5,9426	17				
Tratamiento	4,7585	5	0,9517	7,06**	3,11	5,06
Factor A	3,9673	2	1,9836	20,10**	3,89	6,93
Factor B	0,2837	1	0,2837	2,87 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,5074	2	0,2537	2,57 NS	3,89	6,93
Error Experimental	1,1840	12	0,0986			
X	6					
CV	0,17					

En el cuadro 16, se reporta el análisis de varianza de fibra en el tempeh; para el factor A (mezclas de fréjol-quinua), existe una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$) al igual que entre tratamientos ($p=5,06$); en el factor B (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores Ax B no existe diferencia significativa ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 6 y un coeficiente de variación de 0,17% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 17. Pruebas de Rangos de Tukey para Fibra en el Tempeh.

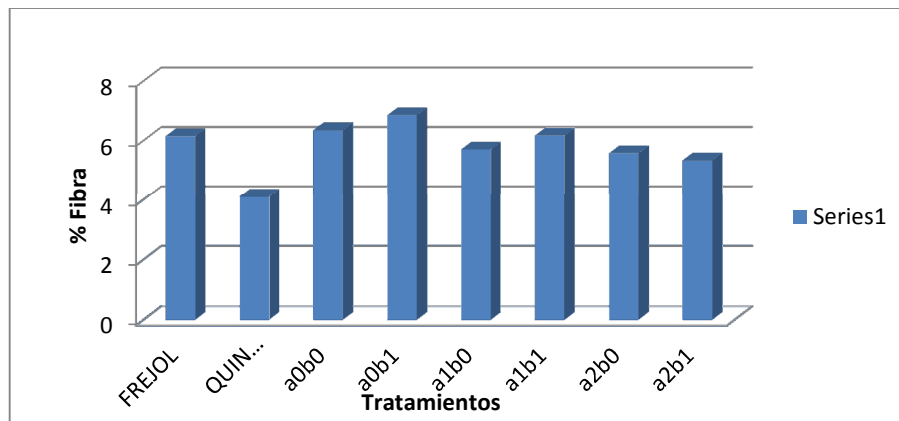
FIBRA	MEDIA %	RANGO
a0b1	6,85	A
a0b0	6,35	A
a1b1	6,17	B
a1b0	5,70	B
a2b0	5,57	C
a2b1	5,34	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar en el cuadro 17 los mayores porcentajes de fibra se encuentra en los tratamientos a_0b_1 con 6,85% y a_0b_0 con 6,35% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de fibra como se puede apreciar en el cuadro 17.

La fibra controla el peso, puesto que no tiene calorías y hace que uno se sienta satisfecho, el consumo adecuado de fibra ayuda a evitar padecimientos como la diabetes, la obesidad, la diverticulosis, la constipación e incluso el cáncer de colon. Ayala *et al.* (1998).

Gráfico 2. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Fibra en el Tempeh.



En el gráfico 2, se reporta el porcentaje de fibra en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de fréjol en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de Fibra. Los tratamientos a_0b_1 con 6,85% y a_0b_0 con 6,35% tienen el porcentaje más alto de fibra.

INIAP (2004), Manifiesta que el fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad INIAP 426 Canario posee un porcentaje de fibra 6,15% y la Quinoa (*Chenopodium quinoa*) variedad INIAP-Tunkahuan contiene un porcentaje de fibra 4,10%, reporte que corresponde a la mezcla final donde a medida que se aumenta la cantidad de fréjol se incrementa el porcentaje de fibra.

MUNGUIA *et al.* (2007), enuncia que el fréjol de soya posee 5% de fibra y el tempeh preparado de soya 7,7%, situación que se relaciona con los resultados alcanzados donde el tempeh de fréjol- quinua presenta 6,85% un porcentaje mayor de fibra al de la materia prima.

SHURTLEFF *et al.* (2000), muestra que el tempeh de soya fresco tiene 1,4% de fibra, el tempeh de soya seco 3,1% y el producto obtenido en esta investigación reporta un promedio de 6,00% fibra exponiendo así que el tempeh logrado de la fermentación de fréjol y quinua tiene gran valor nutricional

4.3. PERFIL DE AMINOACIDOS

4.3.1. TRIPTÓFANO

Cuadro 18. Análisis de Varianza del Triptófano en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	1,56345	17				
Tratamiento	1,55945	5	0,3119	2,31 NS	3,11	5,06
Factor A	1,55843	2	0,77922	2337,65**	3,89	6,93
Factor B	0,00014	1	0,00014	0,42 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00088	2	0,00044	1,30 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00400	12	0,00033			
X	1,20					
CV	1,53					

En el cuadro 18, se reporta el análisis de varianza para el triptófano en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) presenta diferencias altamente significativas ($p=6,93$); entre los tratamientos, el factor B (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencia significativa ($p=3,11$) ($p=4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,20 y un coeficiente de variación de 1,53% que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 19. Pruebas de Rangos de Tukey de Triptófano en el Tempeh.

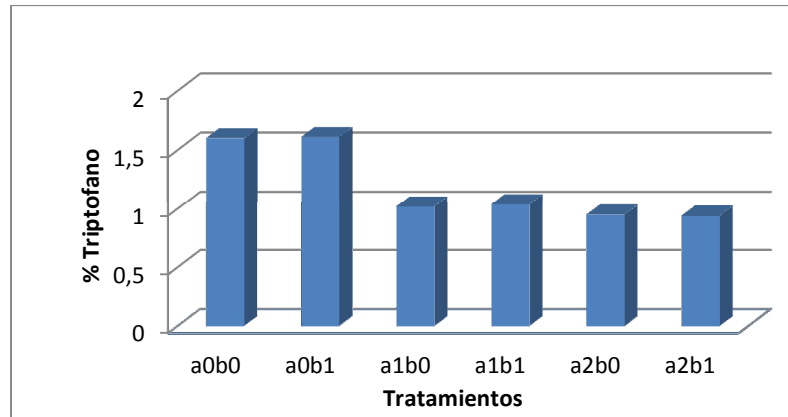
TRIPTÓFANO	MEDIA %	RANGO
a0b1	1,61	A
a0b0	1,60	A
a1b1	1,04	B
a1b0	1,02	B
a2b0	0,95	C
a2b1	0,94	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Triptófano se encuentra en los tratamientos a₀b₁ con 1,61% y a₀b₀ con 1,60% que son los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Triptófano, como se puede apreciar en el cuadro 19.

MÉNDEZ (2008), enuncia que este aminoácido es un relajante natural, ayuda a aliviar el insomnio induciendo el sueño normal, reduce la ansiedad y la depresión y estabiliza el estado de ánimo, ayuda en el tratamiento de la migraña, ayuda a que el sistema inmunológico funcione correctamente.

Gráfico 3. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Triptófano en el Tempeh.



En el gráfico 3, se reporta el porcentaje de Triptófano en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de Triptófano.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Triptófano en la carne de vacuno es de 0,20%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos corresponde a la mezcla 80% fréjol – 20% quinua, a₀b₁ con 1,61% y a₀b₀ con 1,60% de triptófano.

4.3.2. ACIDO ASPARTICO

Cuadro 20. Análisis de Varianza de Ácido Aspártico en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	1,60495	17				
Tratamiento	1,56533	5	0,3131	2,32 NS	3,11	5,06
Factor A	1,54667	2	0,77333	234,26**	3,89	6,93
Factor B	0,00131	1	0,00131	0,40 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,01735	2	0,00868	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,03961	12	0,00330			
X	4,12					
CV	1,39					

En el cuadro 20, se reporta el análisis de varianza del ácido aspártico en el tempeh; el factor A (mezclas de frejol-quinua) muestra diferencias altamente significativas (p= 6,93); entre los tratamientos, en el factor B (porcentaje de Rhizopus oligosporus) y la interacción de los factores Ax B no existe diferencia significativa (p=3,11) (p= 4,75) y (p=3,89) respectivamente; con un promedio de 4,12 y un coeficiente de variación de 1,39% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 21. Pruebas de Rangos de Tukey para Ácido Aspártico en el Tempeh.

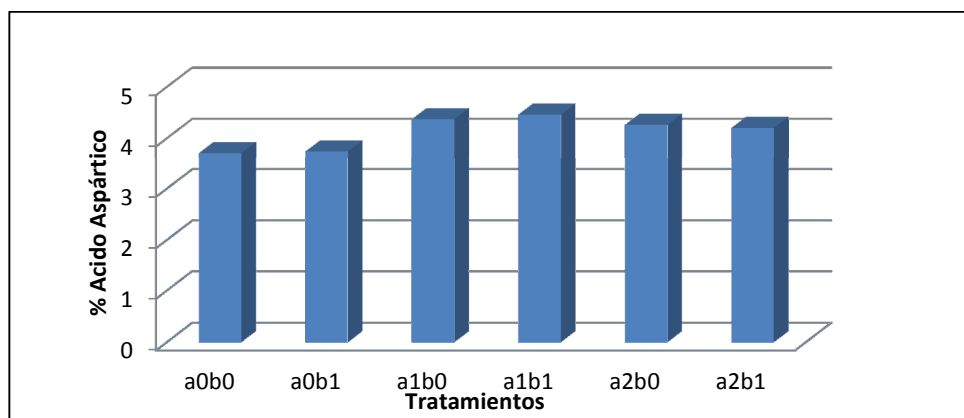
ACIDO ASPARTICO	MEDIA %	RANGO
a1b1	4,46	A
a1b0	4,37	A
a2b0	4,26	B
a2b1	4,20	B
a0b1	3,74	C
a0b0	3,71	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

En el cuadro 21, se puede observar que el mayor porcentaje de Acido Aspártico se encuentra en los tratamientos a₁b₁ con 4,46% y a₁b₀ con un valor de 4,37%, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Ácido Aspártico.

MÉNDEZ (2008), señala que el Ácido Aspártico aumenta la resistencia y es bueno para la fatiga crónica y la depresión, rejuvenece la actividad celular, la formación de células y el metabolismo, que le da una apariencia más joven, protege el hígado, ayudando a la expulsión de amoníaco y se combina con otros aminoácidos para formar moléculas que absorben las toxinas y sacarlas de la circulación sanguínea.

Gráfico 4. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Ácido Aspártico en el Tempeh.



En el gráfico 4, se reporta el porcentaje de ácido aspártico en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de ácido aspártico.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Acido Aspártico en la carne de vacuno es de 1,73%, al comparar los resultados obtenidos con datos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₁b₁ con 4,46% y a₁b₀ con un valor de 4,37% de ácido aspártico en el tempeh.

4.3.3. TREONINA

Cuadro 22. Análisis de Varianza de Treonina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,04847	17				
Tratamiento	0,04591	5	0,0092	0,07 NS	3,11	5,06
Factor A	0,04474	2	0,02237	104,72**	3,89	6,93
Factor B	0,00006	1	0,00006	0,29 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00111	2	0,00056	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00256	12	0,00021			
X	1,07					
CV	1,36					

En el cuadro 22, se reporta el análisis de varianza de la treonina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) demuestra una diferencia altamente significativa (p= 6,93); entre los tratamientos, en el factor B (porcentaje de Rhizopus oligosporus) y la interacción de los factores AxB no existe diferencia significativa (p=3,11), (p= 4,75) y (p=3,89) respectivamente; con un promedio de 1,07 y un coeficiente de variación de 1,36% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 23. Rangos de Tukey para Treonina en el Tempeh.

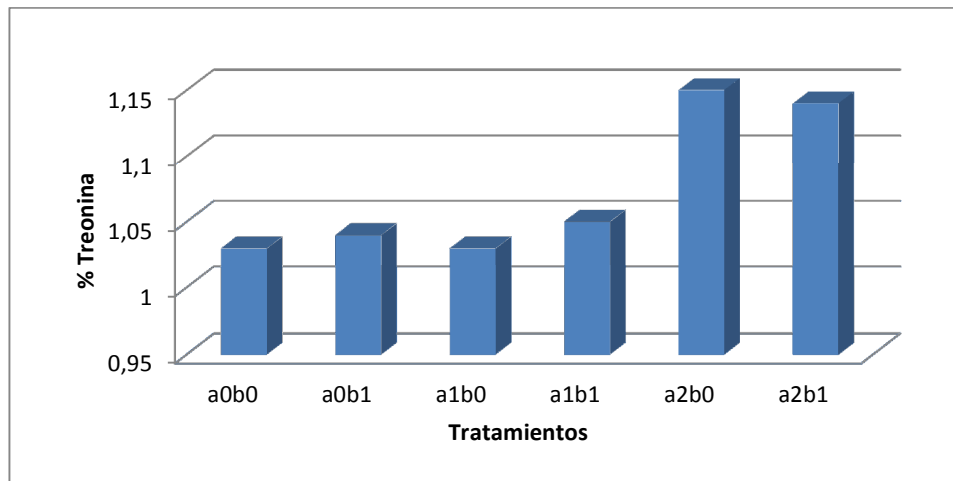
TREONINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,15	A
a2b1	1,14	A
a1b1	1,05	B
a0b1	1,04	B
a0b0	1,03	C
a1b0	1,03	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Treonina se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con un valor de 1,15% y a₂b₁ con un valor de 1,14% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Treonina, como se puede apreciar en el cuadro 23.

BARREIRO *et al.* (2009), menciona que la treonina es un aminoácido cuyas funciones son ayudar a mantener la cantidad adecuada de proteínas en el cuerpo, es importante para la formación de colágeno, elastina y esmalte de los dientes.

Gráfico 5. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Treonina en el Tempeh.



En el gráfico 5, se reporta el porcentaje de treonina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de treonina

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Treonina en la carne de vacuno es de 0,84%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1,15% y a₂b₁ con un valor de 1,14% de treonina en el tempeh.

4.3.4. SERINA

Cuadro 24. Análisis de Varianza de Serina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,03702	17				
Tratamiento	0,03289	5	0,0066	0,05 NS	3,11	5,06
Factor A	0,03102	2	0,01551	44,98**	3,89	6,93
Factor B	0,00011	1	0,00011	0,32 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00176	2	0,00088	2,50 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00414	12	0,00034			
X	1,35					
CV	1,37					

En el cuadro 24, se reporta el análisis de varianza del aminoácido serina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa (p= 6,93); entre los tratamientos, en el factor B (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores Ax B no existe diferencia significativa (p=3,11), (p= 4,75) y (p=3,89) respectivamente; con un promedio de 1,35 y un coeficiente de variación de 1,37% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 25. Pruebas de Rangos de Tukey para Serina en el Tempeh.

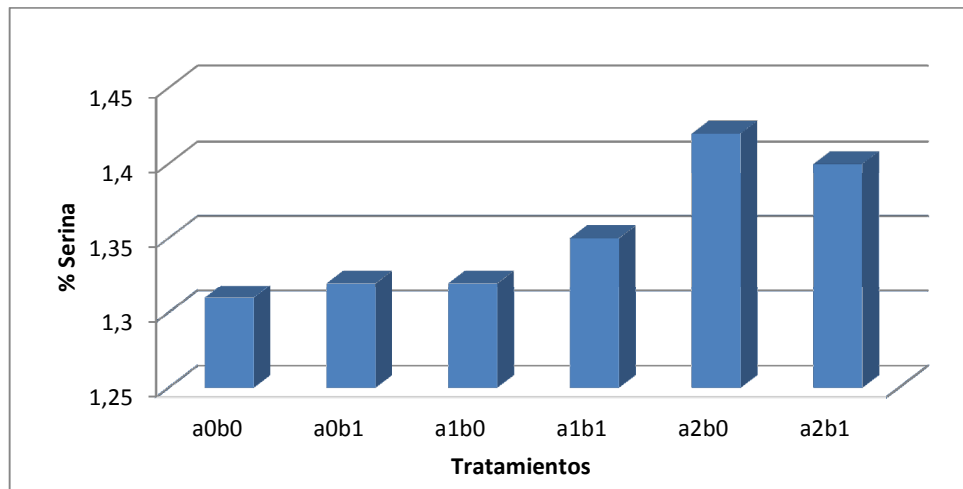
SERINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,42	A
a2b1	1,40	A
a1b1	1,35	B
a0b1	1,32	B
a1b0	1,32	C
a0b0	1,31	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Serina se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con un valor de 1,42% y a₂b₁ con un valor de 1,40% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Serina, como se puede apreciar en el cuadro 25.

MÉNDEZ (2008), señala que este aminoácido es necesario para el correcto metabolismo de las grasas y ácidos grasos, el crecimiento del músculo, y el mantenimiento de un sistema inmunológico saludable.

Gráfico 6. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Serina en el Tempeh.



En el gráfico 6, se reporta el porcentaje de serina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de serina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Serina en la carne de vacuno es de 0,77%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1,42% y a₂b₁ con un valor de 1,40% de serina en el tempeh.

4.3.5. ACIDO GLUTAMICO

Cuadro 26. Análisis de Varianza de Ácido Glutámico en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	1,19275	17				
Tratamiento	1,15585	5	0,2312	1,71 NS	3,11	5,06
Factor A	1,13869	2	0,56935	185,16**	3,89	6,93
Factor B	0,00080	1	0,00080	0,26 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,01636	2	0,00818	2,70 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,03690	12	0,00307			
\bar{X}	4,09					
CV	1,35					

En el cuadro 26, se reporta el análisis de varianza del aminoácido ácido glutámico en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa (p= 6,93); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa (p=3,11), (p= 4,75) y (p=3,89) respectivamente; con un promedio de 4,09 y un coeficiente de variación de 1,35%.

Cuadro 27. Pruebas de Rangos de Tukey para Acido Glutámico en el Tempeh.

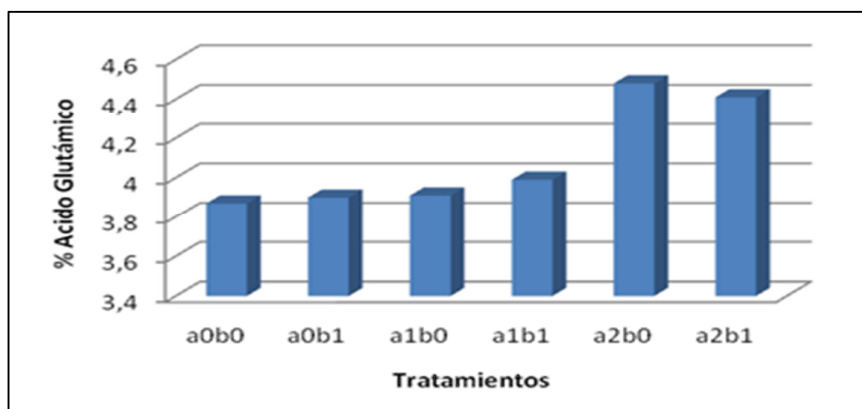
ACIDO GLUTÁMICO	MEDIA %	RANGO
a2b0	4,48	A
a2b1	4,41	A
a1b1	3,99	B
a1b0	3,91	B
a0b1	3,90	C
a0b0	3,87	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Acido Glutámico se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con 4,48% y a₂b₁ con 4,41% que corresponde a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Acido Glutámico, como se puede apreciar en el cuadro 27.

MÉNDEZ, (2008), indica que el Ácido Glutámico actúa como un neurotransmisor excitatorio del sistema nervioso central, el cerebro y la médula espinal.

Gráfico 7. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Ácido Glutámico en el Tempeh.



En el gráfico 7, se reporta el porcentaje de ácido glutámico en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de ácido glutámico.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Acido Glutámico en la carne de vacuno es de 3,02%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con 4,48% y a₂b₁ con 4,41% de ácido glutámico en el tempeh.

4.3.6. PROLINA

Cuadro 28. Análisis de Varianza de Prolina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,40097	17				
Tratamiento	0,28759	5	0,0575	0,43 NS	3,11	5,06
Factor A	0,25489	2	0,12744	13,49**	3,89	6,93
Factor B	0,00930	1	0,00930	0,98 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,02340	2	0,01170	1,20 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,11338	12	0,00945			
X̄	0,95					
CV	10,26					

En el cuadro 28, donde se reporta el análisis de varianza del aminoácido prolina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa (p= 6,93); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa (p=3,11), (p= 4,75) y (p=3,89) respectivamente; con un promedio de 0,95 y un coeficiente de variación de 10,26%.

Cuadro 29. Pruebas de Rangos de Tukey para Prolina en el Tempeh.

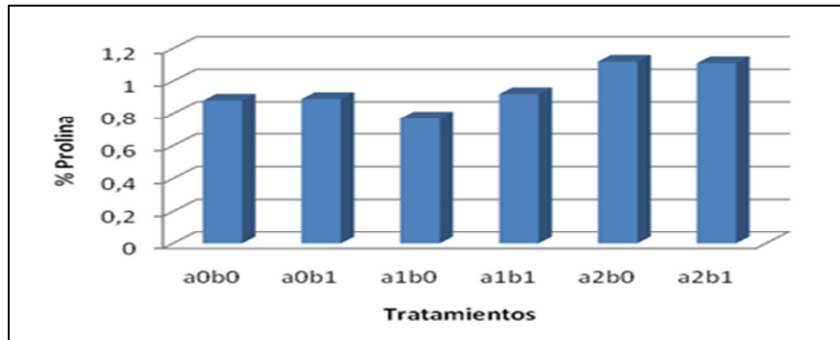
PROLINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,12	A
a2b1	1,11	A
a1b1	0,92	B
a0b1	0,89	B
a0b0	0,88	C
a1b0	0,77	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Prolina se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con un valor de 1.12% y a₂b₁ con un valor de 1,11% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Prolina, como se puede apreciar en el cuadro 29.

MÉNDEZ, (2008), menciona que las funciones de este aminoácido son mejorar la textura de la piel, ayudando a la producción de colágeno y reducir la pérdida de colágeno a través del proceso de envejecimiento.

Gráfico 8. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Prolina en el Tempeh.



En el gráfico 8, se reporta el porcentaje de prolina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de prolina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de prolina en la carne de vacuno es de 0,89%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1.12% y a₂b₁ con un valor de 1,11% de prolina en el tempeh.

4.3.7. GLICINA

Cuadro 30. Análisis de Varianza de Glicina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,41434	17				
Tratamiento	0,41044	5	0,0821	0,61 NS	3,11	5,06
Factor A	0,40850	2	0,20425	628,51**	3,89	6,93
Factor B	0,00007	1	0,00007	0,20 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00187	2	0,00094	2,90 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00390	12	0,00032			
X	1,34					
CV	1,34					

En el cuadro 30, donde se reporta el análisis de varianza del aminoácido glicina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,34 y un coeficiente de variación de 1,34% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 31. Pruebas de Rangos de Tukey para Glicina en el Tempeh.

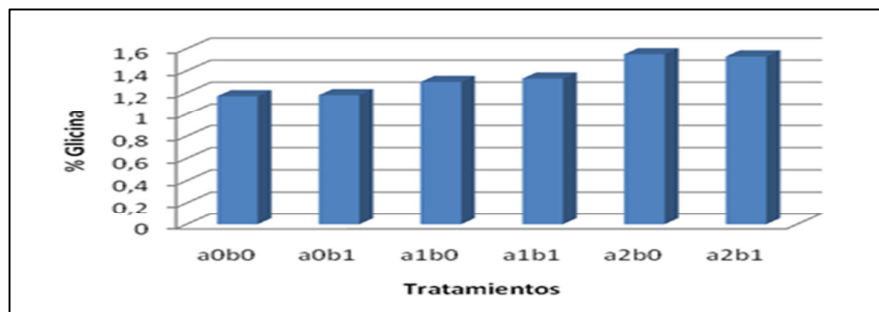
GLICINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,55	A
a2b1	1,53	A
a1b1	1,33	B
a1b0	1,30	B
a0b1	1,18	C
a0b0	1,17	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Glicina, se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con un valor de 1,55% y a₂b₁ con un valor de 1,53% que corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Glicina, como se puede apreciar en el cuadro 31.

MÉNDEZ, (2008), menciona que la Glicina retarda la degeneración muscular, mejora el almacenamiento de glucógeno, liberando así a la glucosa para las necesidades de energía, promueve una próstata sana, el sistema nervioso central y el sistema inmunológico.

Gráfico 9. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Glicina en el Tempeh.



En el gráfico 9, se reporta el porcentaje de glicina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de glicina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Glicina en la carne de vacuno es de 1,14%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1,55% y a₂b₁ con un valor de 1,53% de glicina en el tempeh.

4.3.8. ALANINA

Cuadro 32. Análisis de Varianza de Alanina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,30566	17				
Tratamiento	0,29876	5	0,0598	0,44 NS	3,11	5,06
Factor A	0,29569	2	0,14785	257,26**	3,89	6,93
Factor B	0,00013	1	0,00013	0,23 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00294	2	0,00147	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00690	12	0,00057			
X	1,78					
CV	1,35					

En el cuadro 32, se reporta el análisis de varianza de alanina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,78 y un coeficiente de variación de 1,35% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 33. Pruebas de Rangos de Tukey para Alanina en el Tempeh.

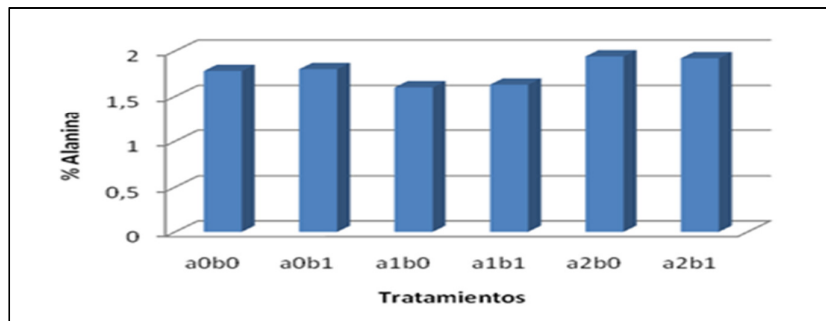
ALANINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,94	A
a2b1	1,92	A
a0b1	1,80	B
a0b0	1,78	B
a1b1	1,63	C
a1b0	1,60	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Alanina se encuentra en los tratamientos a_2b_0 con un valor de 1,94% y a_2b_1 con un valor de 1,92% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Alanina, como se puede apreciar en el cuadro 33.

Según MÉNDEZ (2008) la Alanina desempeña un papel importante en la transferencia de nitrógeno de los tejidos periféricos hacia el hígado y ayuda en el metabolismo de la glucosa.

Gráfico 10. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Alanina en el Tempeh



En el gráfico 10, se reporta el porcentaje de alanina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua, en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de alanina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Alanina en la carne de vacuno es de 1,22%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1,94% y a₂b₁ con un valor de 1,92% de alanina en el tempeh.

4.3.9. VALINA

Cuadro 34. Análisis de Varianza de Valina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	FT 0.05	F T 0.01
Total	0,07520	17				
Tratamiento	0,06956	5	0,0139	0,10 NS	3,11	5,06
Factor A	0,06704	2	0,03352	71,37**	3,89	6,93
Factor B	0,00014	1	0,00014	0,30 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00238	2	0,00119	2,50 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00564	12	0,00047			
\bar{X}	1,59					
CV	1,36					

En el cuadro 34, se reporta el análisis de varianza del aminoácido valina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,59 y un coeficiente de variación de 1,36%.

Cuadro 35. Pruebas de Rangos de Tukey para Valina en el Tempeh.

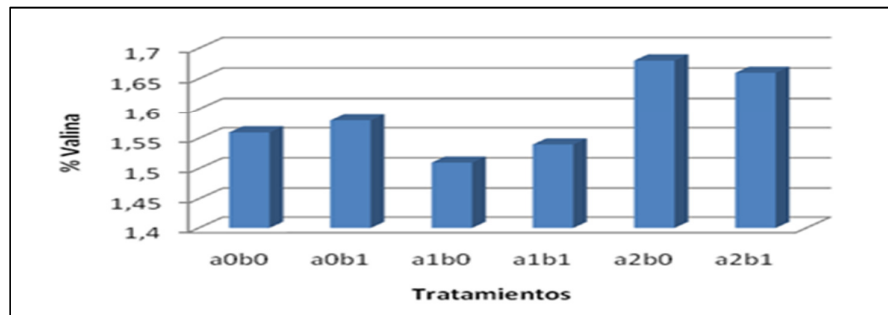
VALINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,68	A
a2b1	1,66	A
a0b1	1,58	B
a0b0	1,56	B
a1b1	1,54	C
a1b0	1,51	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Valina, se encuentra en los tratamientos a_2b_0 con un valor de 1,68% y a_2b_1 con un valor de 1,66% que corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Valina, como se puede apreciar en el cuadro 35.

MÉNDEZ, (2008) menciona que la Valina es necesaria para el metabolismo muscular y la coordinación, la reparación de tejidos, y para el mantenimiento del equilibrio adecuado de nitrógeno en el cuerpo.

Gráfico 11. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Valina en el Tempeh.



En el gráfico 11, se reporta el porcentaje de valina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de valina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Valina en la carne de vacuno es de 1,01%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1,68% y a₂b₁ con un valor de 1,66% de valina en el tempeh.

4.3.10. METIONINA

Cuadro 36. Análisis de Varianza de Metionina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	FT 0.05	F T 0.01
Total	0,04118	17				
Tratamiento	0,04097	5	0,0082	0,06 NS	3,11	5,06
Factor A	0,04086	2	0,02043	1175,66**	3,89	6,93
Factor B	0,00000	1	0,00000	0,18 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00011	2	0,00005	3,00 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00021	12	0,00002			
X	0,31					
CV	1,34					

En el cuadro 36, se reporta el análisis de varianza de metionina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 0,31 y un coeficiente de variación de 1,34% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 37. Pruebas de Rangos de Tukey para Metionina en el Tempeh.

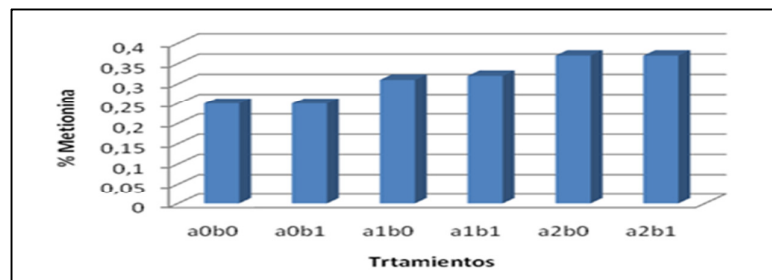
METIONINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	0,37	A
a2b1	0,37	A
a1b1	0,32	B
a1b0	0,31	B
a0b0	0,25	C
a0b1	0,25	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Metionina, se encuentra en los tratamientos a₂b₀ y a₂b₁ con un valor de 0,37% que corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Metionina, como se puede apreciar en el cuadro 37.

MÉNDEZ, (2008), indica que la Metionina es un antioxidante de gran alcance y una buena fuente de azufre, lo que evita trastornos del cabello, piel y uñas, ayuda a la descomposición de las grasas, ayudando así a prevenir la acumulación de grasa en el hígado y las arterias.

Gráfico 12. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Metionina en el Tempeh.



En el gráfico 12, se reporta el porcentaje de metionina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de metionina

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Metionina en la carne de vacuno es de 0,46%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene bajo porcentaje de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ y a₂b₁ con un valor de 0,37% en el tempeh.

4.3.11. ISOLEUCINA

Cuadro 38. Análisis de Varianza de Isoleucina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	FT 0.05	FT 0.01
Total	0,03631	17				
Tratamiento	0,03236	5	0,0065	0,05 NS	3,11	5,06
Factor A	0,03059	2	0,01529	46,51**	3,89	6,93
Factor B	0,00010	1	0,00010	0,32 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00167	2	0,00083	2,50 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00395	12	0,00033			
X	1,32					
CV	1,37					

En el cuadro 38, se reporta el análisis de varianza de isoleucina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,32 y un coeficiente de variación de 1,37% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 39. Pruebas de Rangos de Tukey para Isoleucina en el Tempeh.

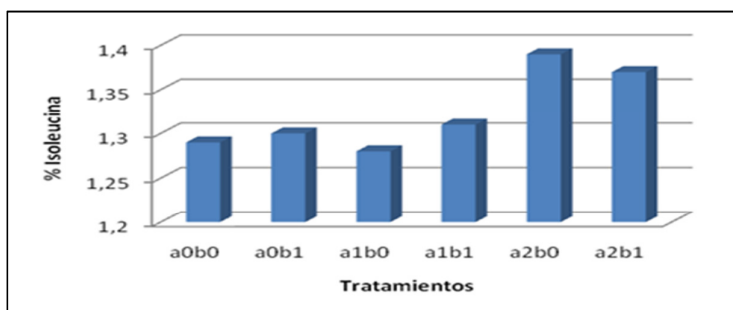
ISOLEUCINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,39	A
a2b1	1,37	A
a1b1	1,31	B
a0b1	1,30	B
a0b0	1,29	C
a1b0	1,28	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Isoleucina, se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con un valor de 1,39% y a₂b₁ con un valor de 1,37% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Isoleucina, como se puede apreciar en el cuadro 39.

Según MÉNDEZ, (2008), La Isoleucina es necesaria para la formación de hemoglobina, estabiliza y regula el azúcar en la sangre y los niveles de energía.

Gráfico 13. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Isoleucina en el Tempeh.



En el gráfico 13, se reporta el porcentaje de isoleucina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de isoleucina.

De acuerdo con PERCY ARAPA (2007), el porcentaje de Isoleucina en la quinua es de 0,43% y en el fréjol es de 0,37% reporte que nos permite concluir que el

tempeh a partir de estas materias primas eleva su porcentaje, al presentar como mejores tratamientos a₂b₀ con un valor de 1,39% y a₂b₁ con un valor de 1,37% de isoleucina.

4.3.12. LEUCINA

Cuadro 40. Análisis de Varianza de Leucina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	FT 0.05	FT 0.01
Total	0,17697	17				
Tratamiento	0,16603	5	0,0332	0,25 NS	3,11	5,06
Factor A	0,16105	2	0,08053	88,37**	3,89	6,93
Factor B	0,00027	1	0,00027	0,29 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00471	2	0,00236	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,01093	12	0,00091			
X	2,21					
CV	1,36					

En el cuadro 40, donde se reporta el análisis de varianza del aminoácido leucina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa (p= 6,93); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa (p=3,11), (p= 4,75) y (p=3,89) respectivamente; con un promedio de 2,21 y un coeficiente de variación de 1,36%.

Cuadro 41. Pruebas de Rangos de Tukey para Leucina en el Tempeh.

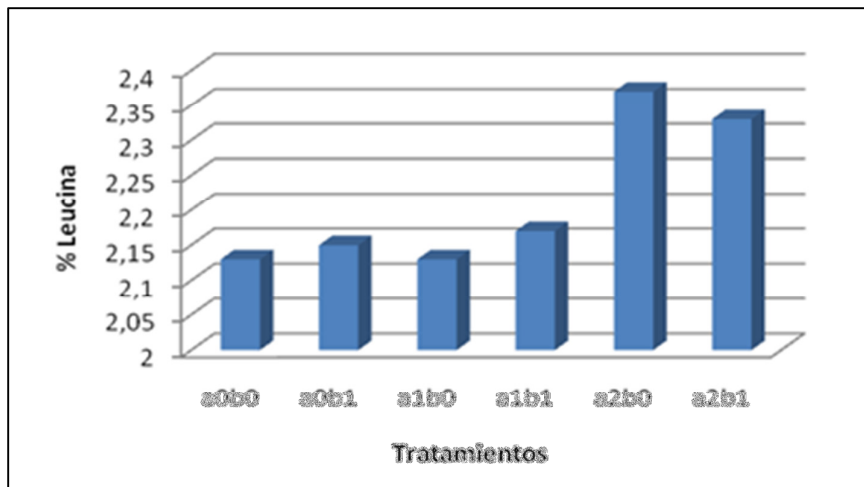
LEUCINA	MEDIA %	RANGO
a ₂ b ₀	2,37	A
a ₂ b ₁	2,33	A
a ₁ b ₁	2,17	B
a ₀ b ₁	2,15	B
a ₀ b ₀	2,13	C
a ₁ b ₀	2,13	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de, Leucina se encuentra en los tratamientos a_2b_0 con un valor de 2,37% y a_2b_1 con un valor de 2,33% que corresponde al mejor, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Leucina, como se puede apreciar en el cuadro 41.

MÉNDEZ, (2008), indica que este aminoácido reduce los niveles de azúcar en la sangre y ayuda a aumentar la producción de la hormona del crecimiento

Gráfico 14. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Leucina en el Tempeh.



En el gráfico 14, se reporta el porcentaje de leucina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de leucina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Leucina en la carne de vacuno es de 1,50%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a_2b_0 con un valor de 2,37% y a_2b_1 con un valor de 2,33% de leucina en el tempeh.

4.3.13. TIROSINA

Cuadro 42. Análisis de Varianza de Tirosina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,00471	17				
Tratamiento	0,00310	5	0,0006	0,00 NS	3,11	5,06
Factor A	0,00239	2	0,00120	8,94**	3,89	6,93
Factor B	0,00005	1	0,00005	0,35 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00066	2	0,00033	2,50 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00161	12	0,00013			
\bar{X}	0,84					
CV	1,38					

En el cuadro 42, se reporta el análisis de varianza del aminoácido tirosina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor B (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 0,84 y un coeficiente de variación de 1,38%.

Cuadro 43. Pruebas de Rangos de Tukey para Tirosina en el Tempeh.

TIROSINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	0,86	A
a2b1	0,85	A
a0b1	0,84	B
a1b1	0,84	B
a0b0	0,83	C
a1b0	0,82	C

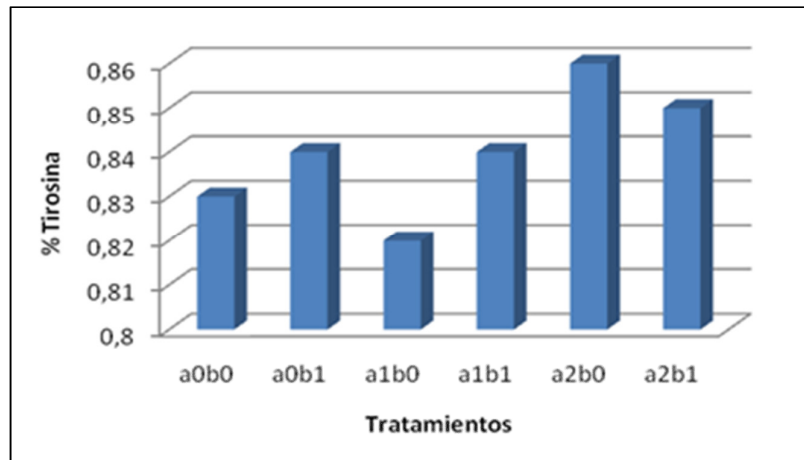
ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Tirosina, se encuentra en los tratamientos a₂b₀ con un valor de 0,86% y a₂b₁ con un valor de 0,85% que

corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Tirosina, como se puede apreciar en el cuadro 43.

MÉNDEZ, (2008), menciona que este es un aminoácido importante para el metabolismo general. La Tirosina es un precursor de la adrenalina y la dopamina, que regulan el estado de ánimo.

Gráfico 15. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Tirosina en el Tempeh.



En el gráfico 15, se reporta el porcentaje de tirosina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de tirosina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Tirosina en la carne de vacuno es de 0,61%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 0,86% y a₂b₁ con un valor de 0,85% de tirosina en el tempeh.

4.3.14. FENILALANINA

Cuadro 44. Análisis de Varianza de Fenilalanina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,12126	17				
Tratamiento	0,11413	5	0,0228	0,17 NS	3,11	5,06
Factor A	0,11089	2	0,05545	93,37**	3,89	6,93
Factor B	0,00017	1	0,00017	0,29 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00306	2	0,00153	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00713	12	0,00059			
X̄	1,79					
CV	1,36					

En el cuadro 44, donde se reporta el análisis de varianza del aminoácido fenilalanina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,79 y un coeficiente de variación de 1,36% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 45. Pruebas de Rangos de Tukey para Fenilalanina en el Tempeh.

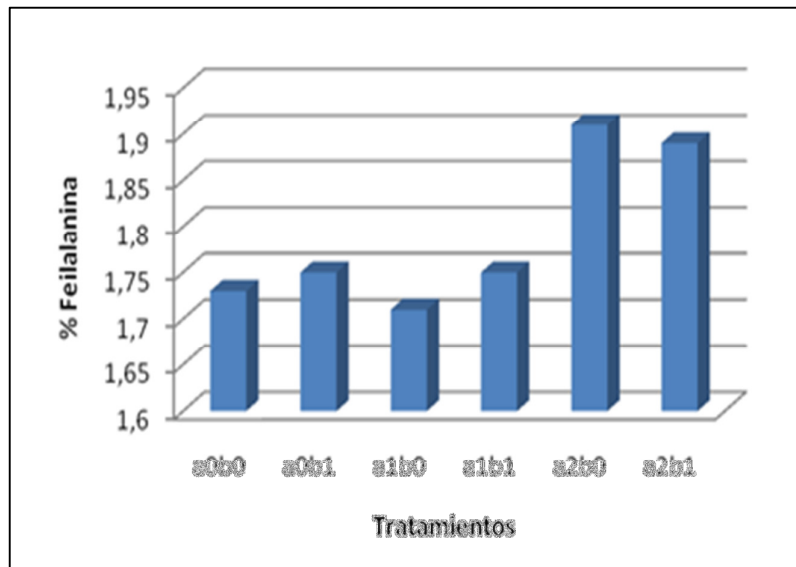
FENILALANINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,91	A
a2b1	1,89	A
a0b1	1,75	B
a1b1	1,75	B
a0b0	1,73	C
a1b0	1,71	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Fenilalanina, se encuentra en el tratamiento a_2b_0 con un valor de 1,91% y a_2b_1 con un valor de 1,89% que corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Fenilalanina, como se puede apreciar en el cuadro 45.

MÉNDEZ, (2008), indica que la Fenilalanina eleva el estado de ánimo, disminuye el dolor, ayuda a la memoria y el aprendizaje, que se utiliza para tratar la artritis, depresión, calambres menstruales, las jaquecas, la obesidad, la enfermedad de Parkinson y la esquizofrenia

Gráfico 16. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Fenilalanina en el Tempeh.



En el gráfico 16, se reporta el porcentaje de fenilalanina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla, se experimenta mayores porcentajes de fenilalanina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Fenilalanina en la carne de vacuno es de 0,76%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a_2b_0 con un valor de 1,91% y a_2b_1 con un valor de 1,89% en el tempeh.

4.3.15. HISTIDINA

Cuadro 46. Análisis de Varianza de Histidina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F 0.05	F 0.01
Total	0,05192	17				
Tratamiento	0,04907	5	0,0098	0,07 NS	3,11	5,06
Factor A	0,04779	2	0,02389	100,47**	3,89	6,93
Factor B	0,00007	1	0,00007	0,28 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00122	2	0,00061	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00285	12	0,00024			
\bar{X}	1,13					
CV	1,36					

En el cuadro 46, se reporta el análisis de varianza de histidina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinua) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,13 y un coeficiente de variación de 1,36%.

Cuadro 47. Pruebas de Rangos de Tukey para Histidina en el Tempeh.

HISTIDINA	MEDIA %	RANGO
a2b0	1,21	A
a2b1	1,19	A
a0b1	1,12	B
a0b0	1,11	B
a1b1	1,09	C
a1b0	1,07	C

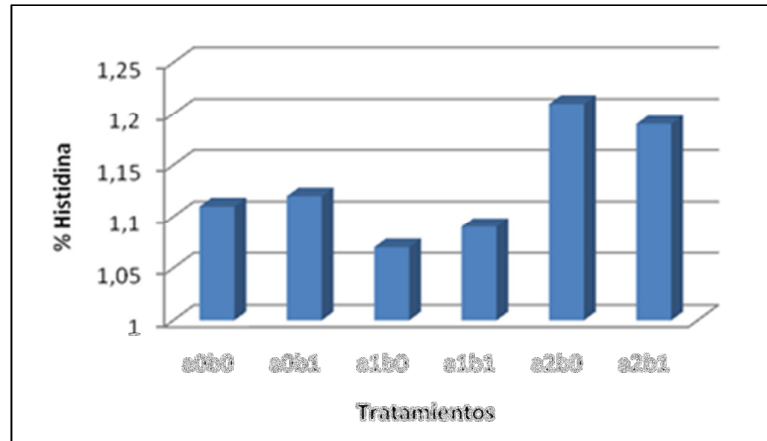
ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Histidina, se encuentra en los tratamientos a_2b_0 con un valor de 1,21% y a_2b_1 con un valor de 1,19 que

corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Histidina, como se puede apreciar en el cuadro 47.

Según MÉNDEZ, (2008), Este aminoácido se encuentra abundantemente en la hemoglobina, es esencial para el crecimiento y la reparación de los tejidos.

Gráfico 17. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Histidina en el Tempeh.



En el gráfico 17, se reporta el porcentaje de histidina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de histidina

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Histidina en la carne de vacuno es de 0,61%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₂b₀ con un valor de 1,21% y a₂b₁ con un valor de 1,19 de histidina en el tempeh.

4.3.16. LISINA

Cuadro 48. Análisis de Varianza de Lisina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,07594	17				
Tratamiento	0,07140	5	0,0143	0,11 NS	3,11	5,06
Factor A	0,06936	2	0,03468	91,77**	3,89	6,93
Factor B	0,00011	1	0,00011	0,28 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00193	2	0,00096	2,60 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00454	12	0,00038			
\bar{X}	1,43					
CV	1,36					

En el cuadro 48, se reporta el análisis de varianza de Lisina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinoa) señala una diferencia altamente significativa ($p=6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores Ax B no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p=4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,43 y un coeficiente de variación de 1,36% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 49. Pruebas de Rangos de Tukey para Lisina en el Tempeh.

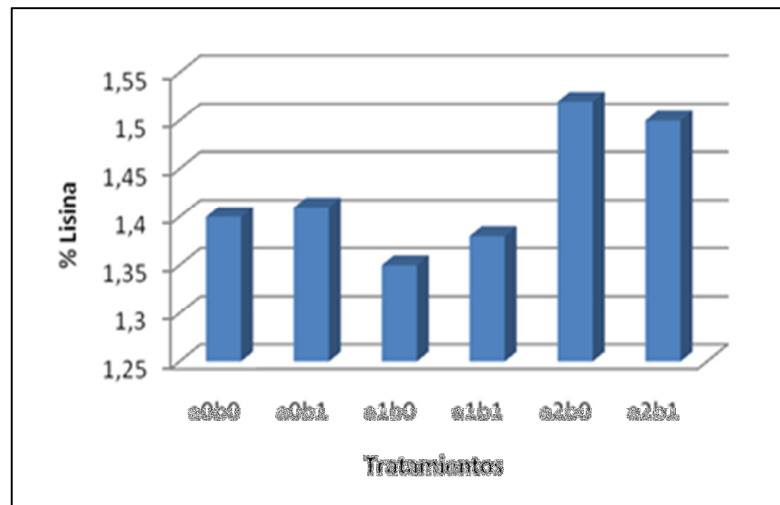
LISINA	MEDIA	RANGO
a2b0	1,52	A
a2b1	1,50	A
a0b1	1,41	B
a0b0	1,40	B
a1b1	1,38	C
a1b0	1,35	C

ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de, Lisina se encuentra en el tratamiento a_2b_0 con un valor de 1,52% y a_2b_1 con un valor de 1,50% que corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Lisina, como se puede apreciar en el cuadro 49.

Según MÉNDEZ, (2008), funciones de este aminoácido son garantizar la absorción adecuada de calcio y mantener un equilibrio adecuado de nitrógeno en los adultos.

Gráfico 18. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Lisina en el Tempeh.



En el gráfico 18, se reporta el porcentaje de lisina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de lisina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Lisina en la carne de vacuno es de 1,55% al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene menor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a_2b_0 con un valor de 1,52% y a_2b_1 con un valor de 1,50% de lisina en el tempeh.

4.3.17. ARGININA

Cuadro 50. Análisis de Varianza de la Arginina en el Tempeh.

FV	SC	Gl.	CM	F cal	F T 0.05	F T 0.01
Total	0,53843	17				
Tratamiento	0,53582	5	0,1072	0,79 NS	3,11	5,06
Factor A	0,53451	2	0,26726	1231,03**	3,89	6,93
Factor B	0,00010	1	0,00010	0,46 NS	4,75	9,33
Interacción A x B	0,00121	2	0,00061	2,80 NS	3,89	6,93
Error Experimental	0,00261	12	0,00022			
X	1,03					
CV	1,43					

En el cuadro 50, se reporta el análisis de varianza de arginina en el tempeh; el factor A (mezclas de fréjol-quinoa) señala una diferencia altamente significativa ($p= 6,93$); entre los tratamientos, en el factor b (porcentaje de *Rhizopus oligosporus*) y la interacción de los factores AxB no existe diferencias significativa ($p=3,11$), ($p= 4,75$) y ($p=3,89$) respectivamente; con un promedio de 1,03 y un coeficiente de variación de 1,43% lo que demuestra un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 51. Pruebas de Rangos de Tukey para Arginina en el Tempeh.

ARGININA	MEDIA	RANGO
a ₁ b ₁	1,23	A
a ₁ b ₀	1,21	A
a ₂ b ₀	1,07	B
a ₂ b ₁	1,06	B
a ₀ b ₁	0,81	C
a ₀ b ₀	0,80	C

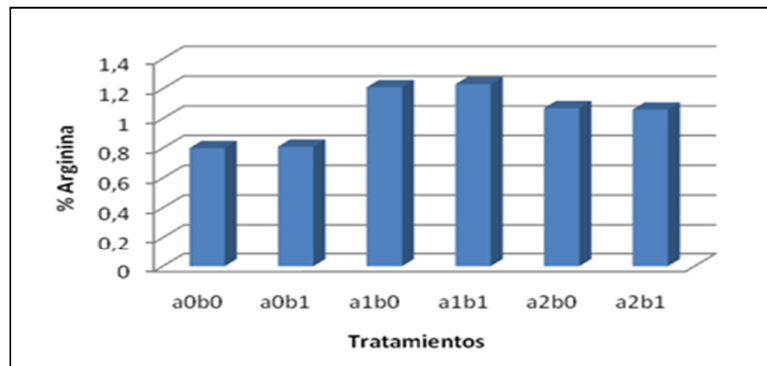
ELABORADO: FABARA, C.; PROAÑO, A.

Como podemos observar el mayor porcentaje de Arginina se encuentra en los tratamientos a₁b₁ con un valor de 1,23% y a₁b₀ con un valor de 1,21% que

corresponden a los mejores, seguido por los tratamientos que contienen un bajo porcentaje de Arginina, como se puede apreciar en el cuadro 51.

MÉNDEZ, (2008), señala que la Arginina, ayuda en la desintoxicación del hígado neutralizando el amoniaco, reduce los efectos de toxicidad crónica de alcohol, ayuda en la pérdida de peso, a la liberación de hormonas de crecimiento, que es crucial para el "crecimiento óptimo" músculo y la reparación de tejidos, es un componente importante del colágeno que es bueno para la artritis y trastornos del tejido conectivo.

Gráfico 19. Perfil del Tratamiento y Porcentaje de Arginina en el Tempeh.



En el gráfico 19, se reporta el porcentaje de arginina en el tempeh versus tratamientos, en donde se advierte que conforme se incrementa los niveles de quinua en la mezcla se experimenta mayores porcentajes de arginina.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de Arginina en la carne de vacuno es de 1,11%, al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos se establece que nuestro producto contiene mayor cantidad de este aminoácido ya que los mejores tratamientos son a₁b₁ con un valor de 1,23% y a₁b₀ con un valor de 1,21% de arginina en el tempeh.

PERCY ARAPA 2007, señala el porcentaje de aminoácidos en la quinua; el cual es el siguiente: triptófano 0,66%; ácido Aspártico 0,88%; treonina 0,42%; serina

0,44%; ácido Glutámico 1,43%; prolina 0,37%; glicina 0,62%; alanina 0,56%; valina 0,54%; metionina 0,24%; isoleucina 0,43%; leucina 0,72%; tirosina 0,34%; fenilalanina 0,49%; lisina 0,67%; histidina 0,29%; arginina 0,84%.

De acuerdo con BLANCO DE ARAYA (2009), el porcentaje de aminoácidos en la carne de vacuno son los siguientes triptófano 0,200; ácido aspártico 17,29; treonina 0,835; serina 0,774; ácido glutámico 3,022; prolina 0,888; glicina 1,135; alanina 1,2; valina 1,001; metionina 0,4; leucina 1,497; fenilalanina 0,759; histidina 0,609; cistina 0,0209; hidroxiprolina; tirosina 0,609; lisina 1,549; arginina 1,109.

Según los datos obtenidos en la investigación tenemos los siguientes porcentajes: triptófano 1,61; ácido aspártico 4,46, treonina 1,15; serina 1,42; ácido glutámico 4,48; prolina 1,12; glicina 1,55; alanina 1,94; valina 1,68; metionina 0,37; isoleucina 1,39; leucina 2,37; tirosina 0,86; fenilalanina 1,91; histidina 1,21; lisina 1,52; arginina 1,23.

Al comparar los resultados obtenidos con datos bibliográficos, se obtiene que para el triptófano el mejor tratamiento corresponde a la mezcla 80% fréjol – 20% quinua ya que el triptófano es predominante en el fréjol, los aminoácidos ácido aspártico y arginina presentan los valores más altos en las mezclas 60% fréjol y 40% quinua por encontrarse en porcentajes elevados tanto en el fréjol como en la quinua, los aminoácidos treonina, serina, ácido glutámico, prolina, glicina, alanina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, histidina, lisina se encuentran en mayor porcentaje en la mezcla 40% fréjol – 60% quinua, ya que la quinua posee un adecuado porcentaje de los aminoácidos esenciales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se puede expresar las siguientes conclusiones:

- Respecto al contenido de proteína en el tempeh, se identificó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, los mayores porcentajes se lograron con mezclas de 80% frejol + 20% quinua al 3% y 1% de *Rhizopus oligosporus* con 27,41% y 27,20%.
- En relación al estudio de porcentaje de fibra, los más altos porcentajes se obtuvieron en los tratamientos a0b1 y a0b0 que corresponden a mezclas de 80% fréjol + 20% quinua al 3% y 1% de *Rhizopus oligosporus* respectivamente con valores de 6,85% y 6,35%.
- A razón de la identificación de aminoácidos se determinó que la mezcla 40% frejol + 60% quinua con 1% y 3% de *Rhizopus oligosporus* ha mostrado los mejores resultados en valor nutricional al tener una adecuada combinación de aminoácidos esenciales.
- En el análisis de varianza se determinó que el nivel de *Rhizopus oligosporus* no influye en el porcentaje de proteína y fibra del producto ni en el perfil de aminoácidos.
- En la identificación de ácido aspártico, se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, obteniendo los mayores porcentajes de este aminoácido en los tratamientos a1b1 y a1b0 con porcentajes de 4,46 y 4,37 correspondientemente.

- En la tipificación de Treonina, se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, obteniendo mayores porcentajes de este aminoácido en los tratamientos a2b0 y a2b1 con 1,15% y 1,14% correspondientemente.
- En la identificación de Serina, se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias. Siendo los mejores tratamientos a2b0 con 1,42% y a2b1 con 1,40% de este aminoácido.
- En la tipificación de ácido glutámico, se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, obteniendo mayores porcentajes de este aminoácido en los tratamientos a2b0 y a2b1 con 4,48% y 4,41% correspondientemente.
- En la identificación de Prolina, se determinaron diferencias altamente significativas, alcanzando las mayores valorizaciones en las mezclas 40% frejol + 60% quinua al 1% y 3% de *Rhizopus Oligosporus* con 1,12% y 1,11% de este aminoácido correspondientemente.
- En la identificación de Glicina, se establecieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias. Obteniendo los mejores resultados en los tratamientos a2b0 con 1,55% y a2b1 con 1,53% de este aminoácido.
- En la determinación de alanina, se reconocieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, logrando los mayores porcentajes de este aminoácido en los tratamientos a2b0 y a2b1 con 4,48% y 4,41% correspondientemente.
- En la identificación de valina, se determinaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), obteniendo los mejores porcentajes en los tratamientos a2b0 con 1,68 y a2b1 con 1,66.
- En la identificación de metionina, se establecieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos. Consiguiendo

los mejores resultados con 40% frejol y 60% quinua al 1% y 3% de *Rhizopus oligosporus* con 0,37% para los dos tratamientos.

- En la determinación de isoleucina, se reconocieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, logrando los mayores porcentajes de este aminoácido en los tratamientos a2b0 y a2b1 con 1,39% y 1,37% correspondientemente.
- En la identificación de leucina, se estableció diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, alcanzando los más altos porcentajes en los tratamientos a2b0 con 2,37% y a2b1 con 2,33%.
- En la determinación de porcentaje de tirosina, se identificó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, los mayores porcentajes se lograron con mezclas de 40% frejol + 60% quinua al 1% y 3% de *Rhizopus oligosporus* con 0,86% y 0,85% respectivamente.
- En el estudio de porcentaje de fenilalanina, se registró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, los más altos porcentajes se obtuvieron en los tratamientos a2b0 y a2b1 que corresponden a mezclas de 40% frejol + 60% quinua al 1% y 3% de *Rhizopus oligosporus* respectivamente con valores de 1,91% y 1,89%.
- En la identificación de histidina, se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, obteniendo los mayores porcentajes de este aminoácido en los tratamientos a2b0 y a2b1 con porcentajes de 1,21 y 1,19 correspondientemente
- En la determinación de lisina, se reconocieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, logrando los más altos porcentajes de lisina en los tratamientos a2b0 con 1,52% y a2b1 con 1,50%.

- En la identificación arginina, se determinaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, alcanzando los más altos porcentajes en los tratamientos a1b1 con 1,23% y a1b0 con 1,21%.
- En la determinación de porcentaje de triptófano, se identificó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las medias de los tratamientos, los mayores porcentajes se lograron con mezclas de 80% frejol + 20% quinua al 3% y 1% de *Rhizopus oligosporus* con 1,61% y 1,60% respectivamente.
- El costo aproximado de elaboración del producto es de 0,80 (dólares americanos) por cada 200 gramos.

5.2. RECOMENDACIONES.

De la presente investigación se recomienda:

- Realizar un análisis de costo de producción para implantar este producto a nivel industrial.
- Evaluar el proceso de fermentación del *Rhizopus oligosporus* versus tiempo para la elaboración de tempeh.
- Investigar los productos alternativos con alto nivel proteico que se pueden elaborar a base de tempeh.
- Continuar con la investigación de este producto determinando las propiedades organolépticas y métodos de conservación mediante secado y liofilización.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación procura aportar a nivel científico datos reales de un producto de elevado valor nutricional dirigido a reemplazar el alto consumo de carnes rojas en el Ecuador. El cual se realizó en el laboratorio de biología molecular y biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar. Ubicado en la provincia de Bolívar, cantón: Guaranda, parroquia: Guanujo, sector: Laguacoto. El objetivo general fue evaluar las propiedades nutricionales de Tempeh obtenido por fermentación de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) con *Rhizopus oligosporus*. Y como objetivos específicos tenemos: implementar el sistema de fermentación para la producción de tempeh. Estudiar el efecto de la variación de la mezcla fréjol- quinua, con dos niveles de *Rhizopus oligosporus*, en la producción de tempeh. Evaluar las propiedades nutricionales del tempeh obtenido. Para lo cual se establecieron tres formulaciones de mezcla de fréjol y quinua, para fermentar con dos niveles de *Rhizopus oligosporus*. Para cada formulación se evaluaron los parámetros: nitrógeno proteico, fibra y perfil de aminoácidos y se seleccionó la formulación con el nivel de hongo, que presento el mejor valor de los parámetros evaluados. De los resultados obtenidos los mayores porcentajes de proteína se lograron con mezclas de 80% fréjol + 20% quinua al 3% y 1% de *Rhizopus oligosporus* con 27,41% y 27,20% respectivamente. Los más altos porcentajes de fibra se obtuvieron en los tratamientos a0b1 y a0b0 que corresponden a mezclas de 80% fréjol + 20% quinua al 3% y 1% de *Rhizopus oligosporus* respectivamente con valores de 6,85% y 6,35%. En la identificación de aminoácidos se alcanzaron los mejores porcentajes en los tratamientos a2b0 y a2b1, que corresponde a una mezcla de 40% fréjol + 60% quinua al 1% y 3% de *Rhizopus oligosporus* respectivamente. En el análisis de varianza se determinó que el nivel de *Rhizopus oligosporus* no influye en el porcentaje de proteína y fibra del producto ni en los porcentajes de aminoácidos.

6.2. SUMMARY

This research seeks to provide scientific data at the actual product of high nutritional value aimed at replacing the high consumption of red meat in Ecuador. Which was conducted in the laboratory of molecular biology and biotechnology of the faculty of agricultural sciences, natural resources and environment, Universidad Estatal Bolivar Located in the province of Bolivar, Canton: Guaranda, parish Guanujo, sector: Laguacoto. The overall objective was to evaluate the nutritional properties of tempeh produced by fermentation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) with *Rhizopus oligosporus*. And specific objectives are: implement the fermentation system for production of tempeh. To study the effect of changes in the mix beans, quinoa, with two levels of *Rhizopus oligosporus* in tempeh production. Assess the nutritional properties of tempeh obtained. Which were established for three formulations of mixed beans and quinoa, to ferment with two levels of *Rhizopus oligosporus*. For each formulation were analyzed for nitrogen protein, fiber and amino acid profile and selected the design with the level of fungus, which gave the highest value of the parameters. From the results obtained the highest percentages of protein mixtures were achieved with 80% + 20% beans quinoa 3% and 1% of *Rhizopus oligosporus* to 27.41% and 27.20% respectively. The highest percentages of fiber treatments were obtained in the a0b1 and a0b0 mixtures corresponding to 80% quinoa beans + 20% to 3% and 1% of *Rhizopus oligosporus*, respectively, with values of 6.85% and 6.35%. In the identification of amino acids reached the best percentages in the treatments and a2b0 a2b1, which corresponds to a mixture of 40% + 60% beans quinoa 1% and 3% respectively *Rhizopus oligosporus*. In the analysis of variance was determined that the level of *Rhizopus oligosporus* not affect the percentage of protein and fiber of the product or the percentage of amino acids. Of this research is recommended: taking this product as a substitute for meat because of the data was a high-protein and contains all the essential amino acids.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AMADI E.N., UNEZE R., BARIMALAA I.S. Y ACHINEWHU, S.C. 1999. Studies on the production of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) tempe. *Plant Foods for Human Nutrition*. 53: 199-208.
- ARMIENTA RODELO., MILAN CARRILLO J., MORA ESCOBEDO R., RAMÍREZ WONG B., REYES MORENO C., ROMERO URÍAS C. 2001. Fermentación en estado sólido (FES) y descascarillado / suavización / extrusión (DSE): Alternativas tecnológicas para la utilización de garbanzo (*Cicer arietinum L*). Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad de Sonora
- ASHENAFI M. 1991. Growth of *Listeria monocytogenes* in fermenting tempeh made of various beans and its inhibition by *Lactobacillus plantarum*. *Food Microbiology*. 8: 303-310.
- ASTIASARÁN ANCHÍA I. Y MARTÍNEZ HERNÁNDEZ J. 2000. McGraw-Hill Interam. de España SAU, Madrid- España. 7: 155.
- ASTUTI M., MELIALA A., DALAIS F.S. Y WAHLQVIST M.L. 2000. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 9: 322-325.
- AYALA Guido, ORTEGA Luz & MORON Cecilio. 2008. Valor Nutritivo y Usos De La Quinoa. Publicaciones cultivos andinos FAO, Lima- Perú. Cap. 8.
- BARREIRO J., SANDOVAL A. 2009. Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas. Editor equinoccio.
- CAMACHO-DÍAZ B. H., QUINTANILLA-CARVAJAL M.X., ALAMILLA-BELTRÁN L., CHANONA-PÉREZ J.J., GUTIÉRREZ-LÓPEZ G.F. 2002

Análisis de Imágenes del Crecimiento de *R. oligosporus* en un Grano de Soya mediante Microscopia de Luz. Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Plan de Ayala y Carpio s/n. Col. Plutarco Elías Calles, 11340. México, D.F.

CHANGO A., BAU H.M., VILLAUME C., MEJEAN L. Y NICOLAS J.P. 1993. Effects of fermentation by *Rhizopus oligosporus* on chemical composition of sweet white lupin, sweet yellow lupin and bitter yellow lupin. *Sciences des Aliments* 13: 285-295.

CONSEJO NACIONAL DE COORDINACIÓN DE POLÍTICAS SOCIALES. 2002. Consideraciones sobre la soja en la alimentación, Buenos Aires-Argentina.

CUEVAS-RODRIGUEZ E.O., MIAN-CARRILLO J., MORA-ESCOBEDO R., CARDENAS-VALENZUEL O.G. Y REYES-MORENO C. 2004. Quality protein maize (*Zea mays L.*) tempeh flour through solid state fermentation process. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie Food Science and Technology*. 37: 59-67.

DAVID I.M. Y JITENDRA V. 1981. Modification of tempeh with the addition of bakla (*Vicia faba* Linn). *Journal of Food Technology*. 16: 39-50.

DRAGO S.R., GONZÁLEZ R. J., CHEL-GUERRERO L. Y VALENCIA M. E. Efecto del agregado de promotores en la disponibilidad de Fe, Zn y Ca de texturizado de soja.

FAO/ OMS/ UNU. 1985. Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Serie de informes técnicos N° 724. Roma.

- FEHR W.R., NARVEL J.M., WELDON L.C. 2000. Analysis of soybean seed lipoxygenases. *Crop Science*. 40: 838.
- GUERRA DE AGREDA A. 2000. El Tempe: Una nueva alternativa alimentaria a base de soya, quinchoncho y frijol. Estación Local Barcelona.
- HACHMEISTER K.A. Y FUNG D.Y.C. 1993. Tempeh: a mold-modified indigenous fermented food made from soybeans and/or cereal-grains. *Critical Reviews in Microbiology*. 19: 137-188.
- HERNÁNDEZ J., ALBINO CAMPOS E. 1993. Efecto De La Cocción Sobre Algunas Características Nutricionales Del Frijol. *Agronomía Mesoamericana*. 4: 42-47.
- HERRANZ I. Tempeh: Protege Tu Corazón. *Revista científica Más Allá de la Ciencia* N°226.
- JHA K. Y VERMA J. 1980. Removal of flatulence principles from legumes by mold fermentation. *Indian Journal of Experimental Biology*. 18: 658-659.
- KALAVI F.N.M., MUROKI N.M., OMWEGA A.M. Y MWADIME R.K.N. 1996. Effect of tempe-yellow maize porridge and milk-yellow maize porridge on growth rate, diarrhoea and duration of rehabilitation of malnourished children. *East African Medical Journal*. 73: 427-431.
- KIERS J.L., NOUT M.J.R., ROMBOOTS F.M., NABUURS M.J.A. Y VAN DER MEULEN, J. 2002. Inhibition of adhesion of enterotoxigenic *Escherichia coli* K88 by soya bean tempe. *Letters in Applied Microbiology*. 35: 311-315.
- KO SWAN D. Y HESSELTINE C.W. 1979. Tempe and related foods. *Economic Microbiology*. 4: 115-140.

- LI-TE L., JIAN-HUA Z., ZAI-GUI L. Y TAT-SUMI E. 2003. The comparison of natto, tempeh and douchi. *China Condiment (In Chinese)*. 5: 3-7.
- LI-TE L., YIN L.J. Y SAITO M. 2004. Function of traditional foods and food culture in China. *Jarq-Japan Agricultural Research Quarterly*. 38: 213-220.
- MATSUO M. 1990. Suitability of 'okara tempe' as foodstuff. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*. 64: 1235-1236.
- MENDEZ José. 2008. Aminoácidos Aspectos Químicos y Fisiológicos. Ed. Prado. Pag 176 – 180.
- MUGULA J.K. 1992. Evaluation of the nutritive value of maize-soybean tempe as a potential weaning food in Tanzania. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 43: 113-119.
- MUNGUIA PÉREZ R., REYES MATÍAS M., ESPINOSA TEXIS A., NAVARRO CRUZ A., MELGOZA PALMA N. 2007. Estudio Sobre la Fermentación de Soya (*Glycine max*) con *Rhizopus oryzae*. Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas del Instituto de Ciencias, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas Bioquímica-Alimentos; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. Correspondencia: lewimx@yahoo.com.mx
- NJOKU H.O., OFUYA C.O. Y OGBULIE J.N. 1991. Production of tempeh from the African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa Hams*). *Food Microbiology*. 8: 209-214.
- NOUT M.J.R. Y KIERS J.L. 2005. Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium. *Journal of Applied Microbiology*. 98: 789-805.

- NOUT M.J.R. Y ROMBOUITS F.M. 1990. Recent developments in tempe research. *Journal of Applied Bacteriology*. 69: 609-633.
- NOUT M.J.R., DREU M.A.D., ZUURBIER A.M. Y BONANTS VAN LAARHOVEN T.M.G. 1987. Ecology of controlled soyabean acidification for tempe manufacture. *Food Microbiology*. 4: 165-172.
- ONG. Investigación y Elaboración: Perú Ecológico 2009. [Quinoa \(Chenopodium quinoa\)](#).
- O'TOOLE D.K. 1999. Characteristics and use of okara, the soybean residue from soy milk production--a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 363-71.
- PAREDES LOPEZ O., HARRY G.I. Y GONZALEZ CASTANEDA J. 1990. Sensory evaluation of tempeh produced by fermentation of common beans. *Journal of Food Science*. 55: 123-126.
- SHURTLEFF W. Y AOYAGI A. 2001. *The book of tempeh*. Ten Speed Press. Berkeley, California pp. 22.
- VARZAKAS T. 1998. *Rhizopus oligosporus* mycelial penetration and enzyme diffusion in soya bean tempe. *Process Biochemistry*. 33: 741-747.
- VÁSQUEZ R. Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social, asociación civil I.G.J. res. 000834. 2005
- WATZKE H.J. 1998. Impact of processing on bioavailability examples of minerals in foods. *Trends in Food Sci Tech*. 9:320.
- WOLFGOR R. 2002. In vitro measurement of available iron in fortified foods. *Food Res. Internat*. 35: 85.

XIN-MEI FENG. 2006. Microbial dynamics during barley tempeh fermentation.
Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of
Microbiology Uppsala. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural
Sciences.