

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INCORPORACIÓN DE HARINA DE HOJAS DE ESPINACA BRASILEÑA
(*Alternanthera sissoo*) COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN TORTILLAS**

POR:

JAVIER EDGARDO GUEVARA RODAS

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

INCORPORACIÓN DE HARINA DE HOJAS DE ESPINACA BRASILEÑA
(*Alternanthera sissoo*) COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN TORTILLAS

POR:

JAVIER EDGARDO GUEVARA RODAS

HECTOR ALONZO GÓMEZ GÓMEZ

Asesor principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TECNOLOGIA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Contenido

	Página
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
LISTA DE TABLAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE ANEXOS.....	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Seguridad alimentaria.....	4
3.2. Disponibilidad de alimentos	5
3.3. Deficiencia de micronutrientes.....	6
3.3.1. Suplementos alimenticios	8
3.4. Alimentos subutilizados	9
3.5. Características nutricionales y alimenticias de las hojas.....	9
3.5.1. Micronutrientes presentes en las hojas verdes.....	10
3.5.2. Factores antinutricionales de las hojas verdes.....	11

3.6. Espinaca brasileña (<i>Alternanthera sissoo</i>)	12
3.6.1. Propiedades funcionales de la espinaca brasileña	13
3.7. Importancia de la harina de hojas en la alimentación humana	14
3.8. Proceso de secado en horno y deshidratación de las hojas.....	15
IV. MATERIALES Y METODOS.....	17
4.1. Descripción y localización del área de la investigación	17
4.2. Materiales y equipo.	18
4.3 Etapas del experimento.....	18
Etapa I. Recolección de hojas de espinaca brasileña.....	19
Etapa II. Deshidratación de las hojas de espinaca	20
Etapa III. Obtención de harina de hojas	20
Etapa IV. Incorporación de harina de hoja en tortillas	20
Etapa V. Análisis sensorial.....	21
Capacitación	21
4.4. Descripción de los tratamientos.....	22
4.5. Modelo estadístico	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
5.1. Deshidratado de hoja de espinaca brasileña	24
5.2. Evaluación sensorial de tortillas incorporadas con harina de espinaca	25
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	31
ANEXOS	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Representación de distintas fórmulas secas utilizadas en la elaboración de tortillas.....	21
Tabla 2 Resultados de evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de tortillas adicionadas de harina de hojas.....	26

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Mapa de la Finca de SIFAT en el distrito La Tigra. Alajuela, Costa Rica.....	17
Figura 2 Esquematización de las actividades de la investigación.	19
Figura 3 Pérdida de peso de las hojas de espinaca.	24

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Recolección de hojas de espinaca.....	42
Anexo 2 Lavado de hojas.....	42
Anexo 3 Deshidratación de la hoja.....	43
Anexo 4 Molido de hojas.....	44
Anexo 5 Elaboración de alimento tipo tortilla.....	45
Anexo 6 Análisis de varianza de color.....	46
Anexo 7 Análisis de varianza de olor.....	46
Anexo 8 Análisis de varianza de sabor.....	47
Anexo 9 Análisis de varianza de textura.....	47
Anexo 10 Análisis de varianza de aceptabilidad general.....	48
Anexo 11 Taller participativo impartido en SIFAT.....	49
Anexo 12 Formato de evaluación sensorial.....	51

DEDICATORIA

Agradezco infinitamente a nuestro creador que por su omnipotencia y voluntad he llegado hasta aquí.

A mis hermanos por el apoyo constante y compañía permanente, a nuestra Universidad Nacional de Agricultura como alma mater, a cada uno de mis catedráticos que con esmero y paciencia me guiaron durante este recorrido.

Dedico este trabajo a mi madre **Rosana Guevara**, por su paciencia y guía, quien me ha enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo eso con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Agradezco a mis amistades por las experiencias compartidas, por sus consejos, por el oportuno aliento e inspiración que me han dado.

AGRADECIMIENTO

A Jehová nuestro creador

A mi querida madre **Rosana Guevara Rodas** por su inmenso apoyo, que con muchas dificultades me sacó adelante y me enseñó que las barreras están en la mente y que la confianza en Dios es la clave fundamental para el alcance y el cumplimiento pleno de nuestros mayores anhelos.

A mis hermanos; **José Valencia, Karen Valencia** por el cariño y apoyo en buenos y malos momentos.

A mi más que amiga **Lorena Milla**, por apoyarme en los momentos más difíciles, y darme palabras de aliento en las circunstancias más oportunas.

A mis compañeros **Joel Padilla, Elton Mendoza, Nicolle Molina**, siempre les recordaré de una manera muy especial, por su sincera amistad, por su apoyo y consejos en todo momento, siempre serán como mis hermanos.

A mis asesores; **Ph. D. Héctor Gómez, M. Sc. Wendy Castellanos, M. Sc. Lidia Díaz**, por su valioso tiempo y apoyo para hacer posible la culminación de este trabajo

A **Khaty Corson** por siempre apoyarme y darme palabras de aliento cuando más se necesitaban.

Guevara Rodas, J. 2022. Incorporación de harina de hojas de espinaca brasileña (*Alternanthera sissoo*) como suplemento alimenticio en tortillas. Tesis, Ingeniero en Tecnología Alimentaria, Catacamas, Olancho, Honduras C.A

RESUMEN

Debido a los problemas de desnutrición y de inseguridad alimentaria que afectan a la población, surge la necesidad de elaborar alimentos de consumo habitual enriquecidos con vitaminas y minerales. Por ello se buscan opciones de alimentación en plantas subutilizadas con alto valor nutricional como la espinaca brasileña (*Alternanthera sissoo*), la cual cuenta con un alto contenido vitamina A (542 mg/100g), folatos (142 mg/100g), potasio (423 mg/100g) (Rojas 2011). Es por ello que el presente trabajo tuvo por objetivo adicionar diferentes porcentajes de harina de hojas de espinaca brasileña en tortillas de maíz para enriquecer el alimento. Las hojas de espinaca se obtuvieron en plantaciones previamente establecidas en los predios del Centro de Desarrollo Comunitario SIFAT en La Tigra, San Carlos, Costa Rica durante el año 2022. Las hojas de espinaca brasileña se cosecharon a los 45 días después de su última cosecha, fueron lavadas y posteriormente deshidratadas en un deshidratador eléctrico y molidas individualmente a fin de obtener harina. La harina de hojas obtenido de espinaca se incorporó en diferentes concentraciones (10%, 15%, 20%) en tortillas de maíz, además se utilizó un testigo (100% harina de maíz), evaluando la aceptabilidad general de los atributos (color, olor, textura, sabor) de las tortillas. Se utilizó un análisis varianza de un factor en un diseño completamente al azar obteniendo aceptabilidad general de la harina de hoja en los tratamientos F1 (10% harina de espinaca) y el Testigo, debido a que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre esas dos formulaciones con una probabilidad menor al 5% entre ambas formulaciones, demostrando así que en los demás atributos evaluados (color, olor, sabor, textura) estas dos formulaciones no presentados diferencias estadísticamente significativas que las diferenciara una de la otra. Estos resultados demuestran que es posible incorporar harina de hoja de espinaca brasileña en concentraciones no mayores al 10%, para que el consumidor utilice en su alimentación la harina de hojas de espinaca.

Palabras claves: Seguridad alimentaria, plantas subutilizadas, suplemento alimentario.

I. INTRODUCCIÓN

Los niveles de hambre e inseguridad alimentaria, han aumentado en la región de América Latina desde 2015, los cuales fueron agravados por los efectos de la pandemia de COVID-19 (FAO 2021). De diciembre de 2021 a febrero de 2022 en Honduras por lo menos 2.2 millones de personas (24% de la población clasificada) se encontró en crisis alimentaria o peor, en donde el mayor impacto de la inseguridad alimentaria aguda en condición de crisis o emergencia alimentaria se presentó en el departamento de Francisco Morazán con más de 362 mil personas (21% de su población) (CIF 2022).

Las consecuencias de las deficiencias de micronutrientes son un problema de salud pública que amenaza a la población vulnerable en los países en vías de desarrollo. La esencia de la malnutrición es multifactorial e incluye aspectos biológicos, sociales, culturales y socioeconómicos (Palma et. *al.*, 2018). Con el paso del tiempo se han venido presentando en el contexto nacional diferentes problemáticas relacionadas con la nutrición en niños, niñas, jóvenes y adultos; crisis económicas y diferentes factores políticos o sociales han desencadenado el desarrollo de estas problemáticas. La malnutrición, la carencia de vitamina A, los trastornos por carencia de yodo y las anemias nutricionales son los problemas nutricionales más serios y de mayor prevalencia en casi todos los países América Latina. Aproximadamente una de cada cinco personas de países en desarrollo presentan subnutrición crónica, que representa más del 13.5 % de la población (Echagüe et. *al.* 2016).

Existen muchas especies de hojas verdes comestibles que son poco utilizadas y han ayudado en gran medida a la mejora de vida de muchas personas a nivel local, un ejemplo es la espinaca brasileña que es muy apreciada por su valor nutritivo y su riqueza vitamínica, siendo una de las hortalizas de mayor aporte de vitamina A, elevado contenido de calcio, fósforo,

hierro, potasio y sodio (Kehr 2014). Además, el alto contenido total de flavonoides (1.000mg/kg), en comparación con otras verduras, ofrece propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Vásquez et. al. 2015).

La mezcla de harina de hojas con harina de maíz para el consumo habitual es una alternativa viable para la mejora de la dieta, aumentando la ingesta de macro y micro nutrientes (Carballo 2016). Teniendo en cuenta lo importante que puede ser esta hortaliza en el aporte nutricional y funcional este trabajo tuvo por objetivo incorporar harina de hojas verdes de espinaca brasileña en tortillas en tortillas de maíz.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la aceptabilidad de tortillas enriquecidas con harina de espinaca a través de métodos de evaluación sensorial.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento del deshidratado de hojas de espinaca brasileña para la obtención de harina.
- Preparar una tortilla a base de harina de maíz junto con harina de espinaca.
- Contrastar la preferencia general de los evaluadores hacia las formulaciones en función de los parámetros sensoriales evaluados en las pruebas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Seguridad alimentaria

Según la FAO (2021) los niveles de hambre e inseguridad alimentaria, han aumentado en la región Latinoamericana desde 2015, los cuales podrían verse agravados por los efectos de la pandemia de COVID-19. En 2020 el hambre aumentó debido al COVID-19, se estima que en 2030 padecerán hambre en todo el mundo alrededor de 720 a 811 millones de personas, si se toma del punto medio del rango estimado (768 millones de personas), en 2020 sufrieron hambre unos 118 millones de personas. Aunque la prevalencia mundial de la inseguridad alimentaria lleva creciendo desde el 2014 a nivel mundial el aumento más marcado de la inseguridad alimentaria en 2020 se registró en América Latina y el Caribe y en África.

La seguridad alimentaria parte de la perspectiva de que cada persona disponga de alimentación básica en cantidad y calidad acorde a sus necesidades nutricionales, proceso que se ve afectado severamente por diferentes causas, dentro de las cuales se pueden citar la minería, la explotación petrolera, la falta de recursos económicos entre otras (Borrego 2019). El cambio climático es uno de los otros factores que favorece a la existencia de la inseguridad alimentaria en lo que hoy viven millones de personas en el mundo, sobre todo la población más vulnerable, dentro de los que destacan; los niños, mujeres embarazadas, población indígena y personas de bajos recursos económicos (Altier 2020).

Un mayor nivel de ingresos minimiza en gran medida la probabilidad de que los hogares se sufra de inseguridad alimentaria, en los resultados de su investigación Calero (2011), se observa que en hogares cuyo jefe de hogar es la mujer también disminuye el riesgo de inseguridad alimentaria. Un entendimiento correcto de algunas amenazas locales que puedan

estar presentes, puede potenciar y favorecer la seguridad alimentaria, las vulnerabilidades y la eficiencia de las opciones de adaptación son necesarias para formar una evidencia sólida para poder generar adaptación a las amenazas que afectan a la seguridad alimentaria (Torrez et. al. 2019).

3.2. Disponibilidad de alimentos

Se refiere a la cantidad y variedad de alimentos con que cuenta el país, región, comunidad, familia o individuo. La disponibilidad de alimentos depende de varios factores, por ejemplo: la producción, importación y exportación de alimentos, la ayuda alimentaria y las condiciones de comercio externo. La disponibilidad de alimentos puede alcanzarse por vía de producción, compra o donación (OBSAN 2022). El estudio de la alimentación a nivel mundial conlleva el análisis de la disponibilidad de alimentos como fuente de energía y macronutrientes, como ser, carbohidratos, proteínas y grasas. La alimentación es el primer tiempo de la nutrición que abarca desde que el alimento es adquirido hasta que ingresa al organismo, esta influencia en una primera etapa por factores físicos de producción y comercialización que afectan la disponibilidad (Couceiro 2007).

La disponibilidad de alimentos, también depende, además de la reducción de pérdidas post cosechas, políticas de comercialización, del volumen de las importaciones (principalmente en los países desarrollados) y exportaciones, de los precios internacionales en los alimentos, de la disponibilidad económica y de la disponibilidad de ayuda alimentaria (Pedraza 2005). Cuando se analiza esta situación a nivel mundial, resulta muy interesante apreciar que un ciudadano medio de un país de los menos adelantados, entre los cuales se pueden encontrar en su mayoría a los países de África subsahariana, pero también algunos países de Asia oriental, sudoriental y algunos de Asia meridional, dispone de 1/3 de las calorías de las que tiene a su alcance un ciudadano medio de un país industrializado, es decir 2 000 calorías por habitante en los primeros, y 3 410 calorías por habitante en los segundos (FAO 1996)

En los últimos decenios, una serie de fenómenos sociales han generado cambios similares en los patrones alimentarios. Entre estos podemos mencionar la migración, causante de la introducción de elementos y formas nuevas de consumo; la monetización de la comida (debido a la imposibilidad de producir todos los alimentos necesarios, las familias deben trabajar en otras actividades para poder obtener ingresos económicos que les permitan comprar comida); o la casi completa imposibilidad de recolectar alimentos silvestres como hongos o algunos tipos de hierbas (Álvarez 2015).

A nivel departamental en Honduras el alimento disponible es una pieza clave para poder identificar a la población más vulnerable de sufrir inseguridad alimentaria y nutricional, no obstante, existe poca información en cuanto a ese tema. Según la OMC (2010) Honduras en relación con las importaciones aplica un sistema de bandas de precios sobre siete líneas que incluyen productos como el maíz amarillo, el maíz blanco, el sorgo en grano, la harina de maíz y otros granos trabajados cuya finalidad principal de este sistema de bandas de precios es amortiguar los efectos de los amplios cambios de los precios internacionales en el mercado interno.

La inmensa mayoría de las personas que padecen hambre en el mundo, viven en las zonas rurales y dependen de la autoproducción en la agricultura como mecanismo de subsistencia, ya que es la única fuente de ingresos y de alimentos. Suele ser población con muy bajo nivel de instrucción y por ende con muy escasas capacidades de prestar cuidados. Ante esta situación, una de las respuestas que habitualmente dan los gobiernos, y que obviamente son necesarias en la coyuntura, son los programas de asistencia alimentaria, como mecanismo de acercar a la población los alimentos a los que no está en condiciones económicas de acceder (Solórzano 1997).

3.3. Deficiencia de micronutrientes

El hambre, la desnutrición y la deficiencia de micronutrientes son problemas serios de salud pública en los países en vía de desarrollo por el impacto que ocasionan sobre la salud y el bienestar de la población. Los factores condicionantes de estas deficiencias nutricionales, tienen relación con la transición alimentaria, que ha promovido las migraciones de la población desde la zona rural hacia las ciudades, lo cual ha originado, en la mayoría de los casos, un crecimiento poblacional dramático en las ciudades con amplios sectores carentes de los servicios sanitarios básicos, ocasionando problemas económicos, sociales y nutricionales especialmente en los grupos de más bajos ingresos (Portillo et. al. 2004).

Las deficiencias de micronutrientes conocidas como “hambre oculta” representan la forma de malnutrición más generalizada en el mundo. Las más frecuentes son las deficiencias de hierro, yodo y vitamina A, que afectan principalmente a niños y mujeres. Se estima que más de dos mil millones de personas en el mundo sufren distintas carencias. La deficiencia de vitaminas y minerales se presenta cuando la dieta no aporta suficiente cantidad de uno o más de estos micronutrientes, aunque el consumo de alimentos sea suficiente para cubrir los requerimientos de energía (Kennedy 2003). Estas deficiencias, aun siendo de leves a moderadas pueden alterar el crecimiento, el desarrollo psicológico y el comportamiento, la función inmune, la función reproductiva, y la competencia socioeconómica de los individuos que las padecen (Allen 2003).

No se ha determinado la prevalencia de deficiencia de micronutrientes con función antioxidante (Vitamina E, Vitamina C y β -carotenos) cuyo consumo deficiente o marginal se relaciona también con un aumento del riesgo de padecer enfermedades crónicas. Estas vitaminas tienen la capacidad de contrarrestar la acción de los radicales libres, que son altamente reactivos, y pueden producir graves daños a las estructuras celulares. El estrés oxidativo producido por el desequilibrio entre los radicales libres y los mecanismos antioxidantes, puede afectar la integridad y la funcionalidad de las membranas lipídicas, las proteínas y los ácidos nucleicos, lo cual ha sido implicado en la patogénesis de muchas enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y las enfermedades neurodegenerativas (Woodside 2007).

3.3.1. Suplementos alimenticios

En el ámbito comercial y en apego al marco legal (Codex Alimentarius) que regula este grupo de productos se les conoce como: “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales, y/o nutrientes deficientes en la dieta diaria; que se comercializan en formas como: cápsulas, tabletas, harinas, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias (medidas), y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de ciertos nutrientes en la alimentación diaria”(Garrido et. al. 2015). Su única finalidad de uso es: incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes, pues algunas personas no obtienen en su alimentación todos los nutrimentos que necesitan, y por ello recurren a los suplementos alimenticios, para complementar su alimentación (Castellanos 2020).

Existen cinco categorías de los nutrientes utilizados de los cuales solo se mencionan dos para la manufacturación de los suplementos nutricionales, los cuales son:

Naturales: Nutrientes de origen vegetal, mineral o animal que tras un breve procesado mantienen su integridad nutricional básica tal como fue diseñada por la naturaleza. Dentro de estos suplementos nutricionales incluimos el aceite de hígado de pescado, polen de abeja, levadura, ajo, y todos los minerales.

Origen natural: Productos que sufren un proceso o refinado pero que siguen siendo obtenidos de fuentes vegetales, minerales o animales. Se incluyen las vitaminas A y D del aceite de hígado de pescado, la vitamina E, lecitina, enzimas digestivas, harinas de proteínas y aminoácidos (McWhirter 2004).

3.4. Alimentos subutilizados

El concepto de especie subutilizada es aquel cuya potencialidad no está totalmente aprovechada o explotada para contribuir a la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza. Por otro lado, una especie subutilizada es aquella que, en el pasado, bajo condiciones que les favorecían más, tuvo mayor importancia en la agricultura, pero ahora su importancia se concentra en la alimentación de las comunidades locales y en permitir sostener la alimentación de las poblaciones con base a una forma de obtener estas especies de una forma más económica (Hernández 2022).

Las especies subutilizadas han ayudado a mejorar la vida de muchas personas, a un nivel local y de diferentes maneras, como; el aporte de micronutrientes, la medicina natural, la adaptación a sistemas de escasos insumos, entre otras, favoreciendo la sostenibilidad de este sistema agrícola (Awodoyin et al. 2015). Claramente, las especies subutilizadas y olvidadas, que anteriormente y aún hoy son parte de la dieta de indígenas y campesinos, pueden volver a tomar su importancia agrícola y social, si se orientan hacia la búsqueda de la autonomía de los pueblos.

3.5. Características nutricionales y alimenticias de las hojas

Las hojas comestibles por medio de sus propiedades organolépticas, aportan matices de frescura en los alimentos mejorando el sabor, olor, textura y sus diferentes colores estimulan en gran medida los sentidos. Además, de propiedades nutrimentales, vitaminas, minerales, brindan y dan agua como componente principal. Las hojas contienen sustancias biológicamente activas como los compuestos fenólicos que contribuyen a su capacidad antioxidante, actuando como protectores del organismo de la acción de los radicales libres, causantes de los procesos de envejecimiento.

Algunas hojas como las del amaranto y la moringa oleifera pueden utilizarse para la alimentación. Estas hojas forman parte del grupo de los quelites u hojas comestibles. Las hojas de amaranto poseen un alto contenido en calcio, hierro, magnesio, fósforo y vitamina C, lo que lo convierte en un buen complemento con los granos. El empleo de las hojas de Moringa oleifera, como posible fuente funcional de alimentos y en el tratamiento de la diabetes mellitus ofrece una perspectiva prometedora para su uso.

3.5.1. Micronutrientes presentes en las hojas verdes

Los micronutrientes son nutrientes requeridos en cantidades para el normal funcionamiento, crecimiento y desarrollo del organismo (Reynaud 2014). Estos se clasifican según su naturaleza química en vitaminas y minerales, que participan en muchas rutas metabólicas (Paéz 2012). Dentro de las vitaminas hidrosolubles se encuentran la vitamina C y las del complejo B, se disuelven en agua y están presentes en verdura de hoja verde (hortalizas), frutas cítricas, frutos secos, leguminosas, tomates y pigmentos. Las vitaminas liposolubles por su parte incluyen las vitaminas A, D, E y K, siendo los vegetales de hoja verde, aceites vegetales, huevo, zanahoria, leche y productos lácteos los que confieren en mayor cantidad estas vitaminas (Chazi 2006).

En otro caso, los minerales se clasifican en macro-minerales y micro-minerales (minerales traza). Los macro-minerales son los que están presentes en el cuerpo y en los alimentos y son el calcio, potasio, hierro, sodio y magnesio. Siendo estos los que el cuerpo necesita en mayor cantidad. Mientras que los micro-nutrientes son cofactores necesarios para la función enzimática en el cuerpo, encontrándose en esta clasificación el cobre, zinc, cobalto, cromo, yodo y fluoruro (Unger y Chiappe 2008). La espinaca es un alimento bajo en calorías, con bajo contenido de grasas, relativamente bajo en proteínas y buen aportador de fibra y micronutrientes como vitamina C, vitamina A y minerales, especialmente hierro (Pighín, et, al. 2010).

Estas diversas propiedades nutricionales ayudan a no padecer de desnutrición (hambre oculta o desnutrición de micronutrientes) y a fortalecer el sistema inmune (Paéz 2012), contrarrestando así infecciones provocadas por diversos agentes patógenos como el COVID-19 (OMS et al. 2020). Según investigaciones recientes esta infección afecta mayormente a personas que tienen una respuesta inadecuada e insuficiente en el sistema inmunológico posiblemente por la deficiente ingesta de micronutrientes (García 2020).

Se ha comprobado que las hojas verdes son ricas en vitaminas, ácido fólico y minerales como el magnesio, manganeso, hierro, potasio y zinc, lo que convierte en una fuente vital para mejorar la salud y vitalidad del cuerpo. Estas vitaminas poseen efectos regenerativos que ayudan a acelerar la cicatrización, por parte de la fibra esta aporta componentes los cuales mejoran la digestión y regeneran la flora intestinal lo que previene el estreñimiento y la diarrea. Además, las hojas contienen antioxidantes los cuales protege del cáncer, de la anemia, de problemas cardiovasculares, además contienen aproximadamente el doble de proteína, 3 veces más cantidad de vitamina C, 6 veces más de calcio, 5 veces más de hierro (Kennedy 2012).

3.5.2. Factores antinutricionales de las hojas verdes

Según Cáceres et al. (2019) las hojas verdes habituales en la dieta humana poseen una naturaleza compleja y pueden en su composición contener sustancias antinutricionales, aquellas que por ellas mismas o a través de procesos metabólicos generados, interfieren en la utilización de los alimentos, pudiendo afectar la salud de los consumidores. Los taninos son polifenoles quelantes de minerales como Fe y Zn, por lo que reducen la absorción e insolubilizan los minerales, inhiben las enzimas digestivas, precipitan las proteínas y disminuyen su disponibilidad en la dieta.

Varios tipos de factores antinutricionales se han detectado en diferentes hojas. Sin embargo, los estudios sobre los antinutrientes presentes en leguminosas todavía son escasos, y no se

sabe demasiado sobre los efectos tóxicos que pudieran comprometer la calidad nutricional de las leguminosas. Pero el caso de los oxalatos que son sustancias tóxicas que representan un riesgo de salud importante, a menudo se pueden encontrar en la espinaca. A pesar de la presencia de factores antinutricionales, se ha observado en varios experimentos que estas sustancias se pueden inactivar o reducir a niveles de salud seguros, mediante técnicas apropiadas para la elaboración industrial o doméstica de los alimentos (Maradini et al. 2015).

3.6. Espinaca brasileña (*Alternanthera sissoo*)

La espinaca brasileña es una especie de planta vegetal frondosa extremadamente rica en nutrientes originaria de Brasil y América del Sur. Esta planta pertenece a la familia Amaranthaceae. Esta verdura también se conoce como la "espinaca del pobre", la espinaca sissoo, la lechuga sambu y la samba. La razón por la cual la espinaca brasileña presenta una función en estas áreas es porque se nutre de la humedad, pleno sol y mucha agua. Es muy apreciada por su valor nutritivo y su riqueza vitamínica, es una de las hortalizas de mayor aporte de vitamina A, elevado contenido de calcio, fósforo, hierro, potasio y sodio, contando también con un poder antianémico dado por el alto contenido de hierro que posee (Kehr 2014).

La espinaca es una hortaliza con un elevado valor nutricional y carácter regulador, debido a su alto contenido en agua, fibra y riqueza en vitaminas y minerales. Es baja en calorías (100 gramos de esta verdura aportan solo 16 calorías), es una fuente rica de vitamina C, vitamina E, vitamina K, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina B6, ácido fólico, hierro, calcio, potasio, magnesio, manganeso, cobre, fósforo, zinc, selenio, betaina, β -caroteno, bioflavonoides (quercetina) y ácidos grasos como el omega 3. Algunos de los antioxidantes más potentes de esta planta se encuentra el ácido alfa-lipóico, un componente cuyas propiedades antioxidantes han sido estudiadas con mucho interés (Rojas 2011; Jiyeun 2002 y Otari 2010). Tiene un alto contenido de agua, aproximadamente un 90%, bajo nivel de carbohidratos y grasas, y gran cantidad de vitaminas, especialmente la A y la C,

caracterizándose también por sus altos niveles de minerales como fósforo, calcio, hierro y potasio (Ávila 2015).

3.6.1. Propiedades funcionales de la espinaca brasileña

Promueve el transporte y depósito de oxígeno en los tejidos, la espinaca es una excelente fuente de hierro. Aumenta la fuerza muscular: según estudios publicados recientemente, son los nitratos presentes en la espinaca, los responsables de aumentar la fuerza muscular. Interviene en el transporte de energía en todas las células a través de unas enzimas llamadas citocromos que tienen al grupo hemo o hem (hierro) en su composición. Ayuda a prevenir enfermedades: debido a la acción de sustancias antioxidantes, especialmente la vitamina A y C, se previene el daño celular causado por radicales libres. Disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardio vasculares, enfermedades degenerativas y el cáncer. previene la aterosclerosis, ya que estos antioxidantes en forma conjunta, evitan que el colesterol se oxide y forme LDL (colesterol malo) (Bouchenak 2013).

Beneficia a mujeres embarazadas y niños: debido a su contenido de ácido fólico (vitamina B9). Mejora la visión: la vitamina A, a través de un derivado llamado 11-cis-retinal se combina con la opsina, y forma la rodopsina en los bastones de la retina. La deficiencia de vitamina A y como consecuencia la falta de síntesis de rodopsina, causa ceguera nocturna. A su vez, la presencia de luteína y zeaxantina, por sus acciones antioxidantes, previene la degeneración macular y protege contra el desarrollo de cataratas.

Recientes investigaciones han descubierto que estos carotenoides son solubles en grasa. por ello, el consumo de espinaca acompañado de algún alimento rico en grasas como el huevo, frutos secos, favorece la absorción de estos nutrientes. Mantiene la presión arterial balanceada: gracias a los minerales como el magnesio y potasio que contiene. Un reciente estudio reveló que ciertos aminoácidos presentes en la espinaca, inhibirían a la enzima convertidora de angiotensina I, que convierte la angiotensina I en angiotensina II, la cual a

través de su función vasoconstrictora aumenta la presión arterial. Además, su alto contenido en potasio y la poca cantidad de sodio que contiene, favorece la eliminación de líquidos en exceso de nuestro organismo favoreciendo a personas que padecen de hipertensión (Junejo et. al. 2021).

3.7. Importancia de la harina de hojas en la alimentación humana

La harina de hojas secas de hortalizas es un alimento nutritivo y económico que puede ser producido localmente, donde las harinas de hojas secas se convierten actualmente en nuevos alimentos. Cada uno tiene un sabor, color y textura diferente. Esto puede añadir variedad a dietas tradicionales. También ofrecen más formas de satisfacer necesidades nutritivas (Kennedy 2012). Es un sub producto del follaje de la planta para consumo humano como alternativa alimentaria.

Las hojas verdes destacan por su contenido en calcio, magnesio, potasio, vitamina K y C y fibra. Por otra parte, son el grupo de verduras más ricas en hierro y en cuanto al calcio que contienen, en la mayoría de los casos es de elevada biodisponibilidad. Otro de los aspectos más positivos sobre las hojas verdes es su riqueza en folato, el cual resulta fundamental para evitar la anemia (Fígares 2019). De acuerdo con Geosalud (2018) algunas dietas con alto consumo de hojas verdes protegen contra cáncer de pulmón y estómago, además investigaciones científicas recientes encuentran que el consumo de vegetales de hojas verdes, al menos dos porciones al día, reduce significativamente el deterioro cognitivo (pérdida de memoria, capacidad de cálculo) en adultos mayores.

Hoy en día se realizan investigaciones para encontrar nuevos productos que contengan proteínas y vitaminas que contribuyan a la dieta alimenticia humana y que brinden un balance nutricional, siendo empleadas en particular las plantas frescas como alimento directo, las hojas deshidratadas y pulverizadas contribuyen con su contenido nutritivo a la dieta alimenticia, así como pueden incluirse en la elaboración de diferentes alimentos, sin alterar

el sabor y aceptabilidad de la preparación, puede incluirse como ingrediente en salsas, sopas, tortilla, carnes y otras preparaciones (Uquillas 2017).

Según la OMS y la FAO (2003), la ingesta insuficiente de frutas y hortalizas causa unos 2.7 millones de muertes cada año, y resalta entre los 10 principales factores de riesgo que contribuyen a la carga de mortalidad. Es por ello que una ingesta diaria suficiente de frutas y hortalizas (recomendablemente un consumo mínimo de 400 gramos), podría contribuir a prevenir algunas enfermedades crónicas no transmisibles importantes como: enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidad y ciertos cánceres. Además, consumir una amplia variedad de frutas y hortalizas ayuda a asegurar una ingesta suficiente de la mayoría de micronutrientes y fibras alimentarias y de toda una serie de sustancias nutricionales beneficiosas para la salud.

3.8. Proceso de secado en horno y deshidratación de las hojas.

El secado se describe como un proceso de eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco. La humedad se presenta como una solución líquida dentro del sólido, es decir; en la microestructura. La velocidad a la cual el secado es realizado está determinada por la velocidad a la cual algunos procesos se llevan a cabo. El secado de los alimentos disminuye la actividad de agua (A_w), evitando el crecimiento de microorganismos como bacterias, levaduras y hongos. En el proceso de secado de los alimentos ocurren cambios químicos, físicos y organolépticos, tales como la reducción de la actividad de agua, reducción de la actividad enzimática, degradación de vitaminas hidrosolubles, oxidación de lípidos y desnaturalización de proteínas; el cambio físico más marcado es la reducción de peso y volumen, la cual facilita el transporte y almacenamiento de los alimentos (Sastre 1999).

La deshidratación con aire caliente da lugar a varios cambios en la estructura y en las propiedades químicas de las hojas, debido a los procesos térmicos y mecánicos a los que son sometidas. De igual forma, la A_w cambia, lo que da como resultado un cambio en el

comportamiento de las reacciones oxidativas, enzimáticas, no enzimáticas, entre otras. En general el proceso de deshidratación ofrece una buena retención de nutrientes con excepción del ácido ascórbico y beta caroteno. Las pérdidas de proteína y deterioros en su calidad son mínimas y de vitaminas hidrosolubles, sin contar el ácido ascórbico, que por lo general son del 5% (Maltini 2003).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción y localización del área de la investigación

El trabajo se realizó en las instalaciones SIFAT, ubicado en La Tigra, Cantón de San Carlos, perteneciente a la provincia de Alajuela, Costa Rica. Posee las siguientes coordenadas geográficas: latitud 10°21'N y longitud 84° 36'O a una altura de 1,100 metros sobre nivel del mar, con un clima tropical húmedo- lluvioso. Con una temperatura promedio de 27.5 °C, con acumulados de precipitaciones anuales de 3,500 mm y una humedad relativa alta entre 85% y 90% (MAG 2022).



Figura 1 Mapa de la Finca de SIFAT en el distrito La Tigra. Alajuela, Costa Rica.

Fuente: Flores N. (2021)

4.2. Materiales y equipo.

- Materia prima e ingredientes: hojas de espinaca brasileña obtenidas del centro SIFAT.
- Equipo para el proceso y empaque: cuchillos, tabla para picar, cubeta, balanza (granataria), deshidratador marca excalibur, cucharón, bolsas plásticas con cierre hermético y tela colador.
- Evaluación sensorial de tortillas de harina de espinaca brasileña: formato de evaluación sensorial, vasos, cubiertos y platos desechables, servilletas, agua, papel toalla y lápices.
- Materiales de limpieza: detergente, cloro, paste, jabón, paños reutilizables y papel toalla.

4.3 Etapas del experimento

El experimento se realizó en seis etapas (figura 3) de la siguiente manera:

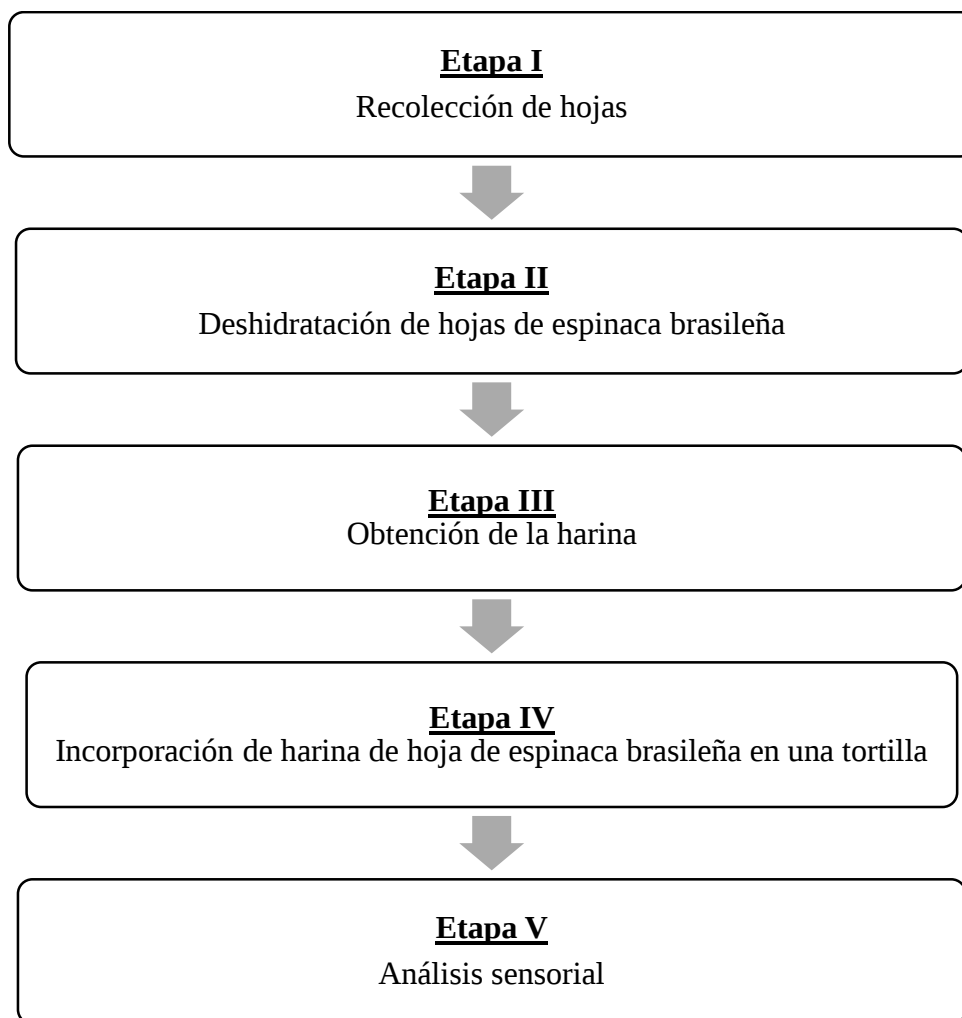


Figura 2 Esquematización de las actividades de la investigación.

A continuación, se describen cada una de las etapas:

Etapa I. Recolección de hojas de espinaca brasileña

Las hojas se recolectaron en un tiempo aproximado de 45 días después de su cosecha anterior, en una plantación previamente establecida. Se seleccionaron hojas en buen estado (sin manchas blancas o amarillas o con ennegrecimiento) (Anexo 1).

Etapa II. Deshidratación de las hojas de espinaca

Las hojas recolectadas se lavaron agitándolas por dos minutos en abundante agua potable donde desprendieron la suciedad, el proceso se repitió cuatro veces para garantizar que todas las hojas estuvieran libres de suciedad (Anexo 2). Se colocaron muestras de hojas frescas de 100 gramos (g) sobre bandejas con dimensiones de 38 x 38 cm las cuales se llevaron al deshidratador a una temperatura de 56 °C. Fue monitoreado durante 7 a 8 horas, mientras se llevó a cabo el proceso de deshidratación de las hojas, posteriormente las muestras se sacaron y pesaron.

Los datos recolectados incluyeron el peso de la muestra cada 60 minutos, temperatura del deshidratador y tiempo total que demoró la muestra en deshidratarse. Una vez que la variación de peso fue menor de 0.5 gramos, se consideró este como el punto de equilibrio de pérdida de humedad, luego se retiraron las bandejas con las muestras y se empacó (Anexo 3).

Etapa III. Obtención de harina de hojas

El material deshidratado se molió en un procesador posteriormente se evaluó el rendimiento y se tamizó por medio de una tela colador (aproximadamente 1 mm de separación entre agujero en la tela) en el cual la muestra se pasó repetidas ocasiones hasta alcanzar una textura uniforme. Seguidamente la muestra ya tamizada se empacó en bolsas de plástico con cierre hermético (Anexo 4).

Etapa IV. Incorporación de harina de hoja en tortillas

La harina de hoja de espinaca brasileña se incorporó en tortilla, sustituyendo directamente porcentajes de harina de maíz por harina de espinaca donde el mínimo fue de 10% y el máximo de 20%. Se incorporó un porcentaje de agua, para posteriormente amasar la mezcla

hasta llegar a un punto donde se unieron todos los componentes. De esta mezcla se elaboraron pequeñas porciones las cuales se aplanaron haciendo uso de una tortillera y llevando el resultado a una plancha eléctrica previamente calentada aproximadamente a 200 – 230 °C para su debida cocción (Anexo 5).

Tabla 1 Representación de distintas fórmulas secas utilizadas en la elaboración de tortillas.

Formulación	X1: Espinaca	X2: harina de maíz
	%	
F1	10	90
F2	15	85
F3	20	80
Testigo	0	100

F1: 10% harina de espinaca, 90% harina de maíz, **F2:** 15% harina de espinaca, 85% harina de maíz, **F3:** 20% harina de espinaca, 80% harina de maíz, **Testigo:** 0% harina de espinaca, 100% harina maíz.

Etapa V. Análisis sensorial

Las tortillas fueron servidas en platillos desechables al panel integrado por 12 jueces semientrenados de ambos sexos, en una edad aproximada entre los 25 a 40 años de edad. Utilizando una prueba sensorial de escala lineal no estructurada de 15 centímetros (1= ausencia y 15= Muy elevada) se evaluó sensorialmente los parámetros color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general (Anexo 7).

Capacitación

Se realizaron capacitaciones a vecinos de la comunidad de la Tigra, proporcionando un taller participativo y demostrativo cuya sobre el proceso de cosecha, deshidratado, molido y obtención de la harina de hojas de espinaca brasileña (Anexo 6). Así como la incorporación de harina de hojas en tortillas.

4.4. Descripción de los tratamientos

Se realizaron tortillas con diferentes concentraciones de harina de hojas.

4.5. Modelo estadístico

Se utilizó un análisis de varianza de un factor en un diseño completamente al azar. Los datos se sometieron a una comparación de medias de los tratamientos por medio de la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5% ($P < 0.05$), haciendo uso del programa estadístico SPSS versión 21.0.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Efecto que tienen las diferentes concentraciones de harina de espinaca brasileña en los atributos sensoriales evaluadas. En la ij -ésima unidad experimental.

μ = Media general de los resultados obtenidos en las pruebas sensoriales aplicadas en los cuatro tratamientos.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento en los tratamientos con diferentes concentraciones de harina de espinaca brasileña.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental.

- **Factor de estudio.**
 - **Porcentajes de harina de espinaca:** diferentes porcentajes de harina (10%, 15%, 20%) y un testigo (100% harina de maíz) los cuales serán estudiados para ver si estos afectan o no en la aceptabilidad general de la tortilla.
- **Variables dependientes.**

Las variables dependientes a evaluar son: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general evaluados por un panel sensorial semientrenado.

Para determinar el rendimiento del proceso de elaboración de la harina se empleó la siguiente formula:

$$\mu = \frac{mf}{mh} * 100\%$$

Donde: μ =rendimiento en pérdida de peso

mf = peso final

mh = peso fresco

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Deshidratado de hoja de espinaca brasileña

Los porcentajes de sólidos de las hojas tienden a aumentar luego del proceso de deshidratación debido a la concentración de solutos generados una vez que se elimina parcialmente el agua (Sharif et al. 2018). Más del 79% son sólidos y el otro 11% es la humedad que aún conserva la hoja. En estos sólidos se encuentran compuestos fitoquímicos (carotenoides y betacaroteno), capsaicina, vitaminas (A y C), minerales (Ca, Mg, Na, K, P y Fe), carbohidratos y proteínas. Razón por la que se recomienda consumir harina de hoja por la diversidad de nutrientes que se encuentran en un mayor porcentaje.

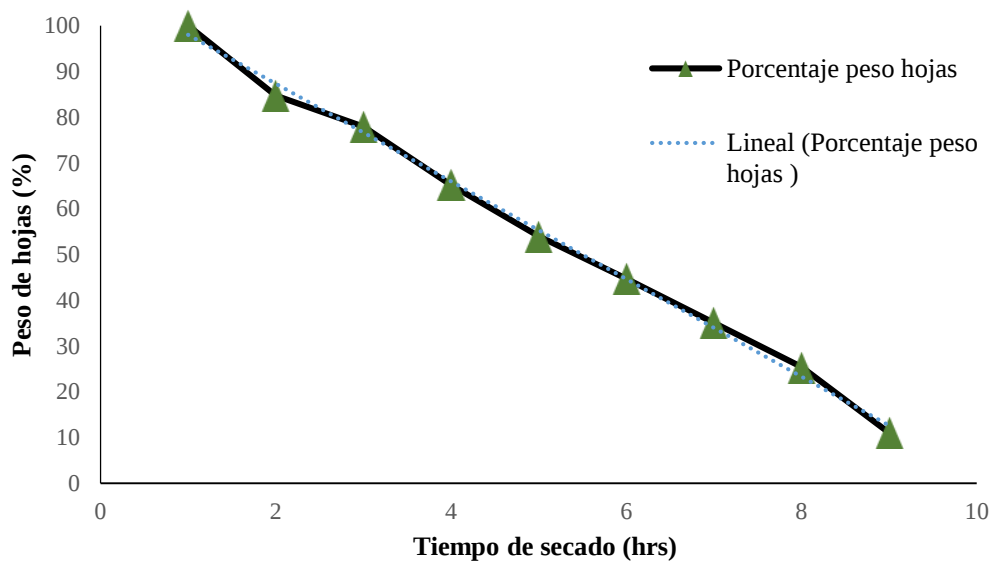


Figura 3 Pérdida de peso de las hojas de espinaca.

La curva de secado está representada con el fenómeno de transferencia de masa y calor, en donde se vio influenciada por dos factores directamente proporcionales: la temperatura y el tiempo. En este proceso de secado la hoja se mantuvo en una temperatura constante de 60°C lo cual favoreció al deshidratado ya que la superficie de la hoja está cubierta con una capa de agua la cual se puede tratar en este caso de humedad capilar es por esto que la etapa de caída de secado se comporta de una manera lineal. Obteniendo al final del proceso una evaporación de agua de 89%, volviendo a la hoja quebradiza lista para su manipulación.

Se observó en la curva de secado (figura 3) que durante la primera hora hay una pérdida de peso considerable (15.3%), luego en las siguientes tres horas la velocidad de secado permaneció en un descenso periódico con un 11.13% de pérdida de humedad, esto debido a la evaporación del agua libre localizada en la superficie de las hojas. Al cumplirse las ocho horas en el deshidratador la curva de secado alcanzó un porcentaje máximo de pérdida de humedad (89%) que equivale a 890 gramos, volviendo la hoja quebradiza por la ausencia de agua. Obteniendo así un rendimiento total de harina de espinaca de 11% equivalente a 110 gramos, esto luego de su respectiva manipulación en el molido y tamizado de la hoja.

5.2. Evaluación sensorial de tortillas incorporadas con harina de espinaca

En la tabla 2 se presentan los resultados de la evaluación sensorial, aplicada a las tres formulaciones para las tortillas junto con el testigo. Se observó en algunos de los parámetros evaluados, a medida aumenta el porcentaje de harina de espinaca aumenta la ausencia de aceptabilidad de la tortilla. Sin embargo, las dos formulaciones en las que la harina de espinaca está en mayor cantidad (F2 15% y F3 20%) la aceptabilidad general disminuye lo cual está ligado a la incorporación en un mayor porcentaje de harina de espinaca, en contraste a la formulación F1 y testigo en donde el porcentaje de incorporación es menor en caso de F1 y nulo en el caso del Testigo.

Formulación	Color	Olor	Sabor	Textura	Acept. general
F1	12.44 ± 2.46 ^a	13.22±1.78 ^{ab}	13.33 ± 2.00 ^{ab}	13.77 ± 1.85 ^a	13.77 ± 1.85 ^a
F2	11.11 ± 2.62 ^a	11.44 ± 1.66 ^{bc}	11.33 ± 1.22 ^{bc}	11.33 ± 1.22 ^b	10.66 ± 0.70 ^b
F3	10.11 ± 2.80 ^a	10.22 ± 1.56 ^c	9.55 ± 1.23 ^c	9.88 ± 1.61 ^b	10.55 ± 1.50 ^b
Testigo	12.88 ± 1.83 ^a	14.00 ± 1.58 ^a	14.00 ± 1.80 ^a	13.66 ± 2.06 ^a	13.66 ± 2.06 ^a

Tabla 2 Resultados de evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de tortillas adicionadas de harina de hojas.

Los valores con letras diferentes en la misma fila presentaron diferencias estadísticas (P <0.05).

Como se observa en la tabla 2 el atributo color, indica que en las formulaciones presentadas este atributo es aceptable por los evaluadores, obteniendo una elección superior a 10 en la escalada lineal no estructurada con una probabilidad de elección del 90.5% en su evaluación siendo favorable para este atributo en todos los tratamientos dados a evaluar, haciendo notar que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las formulaciones que se presentaron.

Abordando el atributo de olor, este presento que los tratamientos F1 y testigo no tienen diferencias estadísticamente significativas obteniendo un promedio de 13.22±1.78 y 14.00 ± 1.58 correspondientemente para los tratamientos antes mencionados, contando sin ninguna diferencia que resaltara en este atributo según las respuestas plasmadas por los evaluadores, a diferencia del tratamiento F3 (20%) el cual arrojo un promedio de 10.22 ± 1.56 en donde plasma que es el tratamiento menor aceptado en este atributo, esto debido a que a mayor sea la incorporación de harina de espinaca es menor la aceptabilidad esto porque el olor se torna más intenso.

En relación con los resultados obtenidos en el atributo sabor, se puede observar que los tratamientos con mayor índice de aceptación son F1 y el Testigo, arrojando un promedio de 13.33 ± 2.00 y 14.00 ± 1.80 para los tratamientos antes mencionados, lo que afirma mediante la prueba sensorial aplicada a los evaluadores es que estas dos formulaciones son las que

reflejan una presencia elevada de sabor que es aceptable para el paladar de los panelistas. Por otra parte, las formulaciones F2 y F3 presentan promedios bajos en donde se ven claramente afectados por el porcentaje de incorporación de harina de espinaca (15% y 20%) ya que a mayor sea la cantidad de harina en las formulaciones se intensifica el sabor de la harina de espinaca en la tortilla haciendo que los valores de aceptabilidad sean menores para este atributo.

La aceptabilidad del atributo de textura está ligada a la rigidez de las tortillas, haciendo hincapié en el porcentaje de incorporación de harina de espinaca en la elaboración de la tortilla, ya que a mayor cantidad de harina de espinaca será más rígida la tortilla, es por ello que las formulaciones que presentaron un promedio de aceptabilidad más alto en cuanto a la textura son F1 (10%) y Testigo con 13.77 ± 1.85 y 13.66 ± 2.06 respectivamente, con una probabilidad de elección de 87.1% indicando que la elección de los evaluadores fue superior a 10 cm en la prueba sensorial de escala lineal no estructurada de 15 centímetros por parte de los panelistas. Por otra parte, las formulaciones F2 y F3 no arrojaron promedios de aceptabilidad favorables para este atributo presentando resultados estadísticamente iguales entre sí.

En el caso del atributo de aceptabilidad general los tratamientos que tienen un mayor índice de aceptabilidad son F1 y testigo contando con promedios de 13.77 ± 1.85 y 13.66 ± 2.06 siendo iguales estadísticamente y los más aceptados por parte de los evaluadores. De esta manera los tratamientos F2 y F3 son los menos aceptables con promedios de 10.66 ± 0.70 y 10.55 ± 1.50 respectivamente siendo estadísticamente significativos a los tratamientos F1 y testigo, esto es debido a que aquí se toman en cuenta todos los demás atributos para la elección final del evaluador y que este indicara cual era el tratamiento más aceptable según los atributos antes evaluados.

Sin embargo, además de buscar un nivel de agrado, se procuró conservar el nivel nutricional en las tortillas. Tomando en cuenta que las porciones en las cuales se debe de incorporar la harina de espinaca deben basarse según a quien vayan dirigidos las tortillas, esto debido a

que debe estar presente la biodisponibilidad de los nutrientes presentes en la harina para que esta sea aprovechada por los consumidores (Posada 2020).

Respecto a los atributos estudiados se ha observado que existen diferencias estadísticamente significativas (Anexo 6), haciendo una excepción del atributo color que presenta un p-valor de 0.086 el cual refleja que no es estadísticamente significativo entre los tratamientos.

VI. CONCLUSIONES

El tiempo de deshidratación de las hojas de espinaca brasileña fue de 8 horas obteniendo un rendimiento de 11 % (110 gramos) luego de su molido y tamizado, a partir de un 100% (1000 gramos) de hojas recién cosechadas de espinaca brasileña.

La formulación que presentó mayor aceptabilidad sensorial fue la formulación F1 (10% de harina de espinaca brasileña) y testigo, debido a que su color, textura y sabor resaltara entre las demás formulaciones.

La formulación con menor porcentaje de harina de espinaca (10%) fue la que resultó con mayor aceptabilidad en casi todos los parámetros (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general).

Incorporar harina de hoja de espinaca brasileña inciden en el grado de aceptabilidad de las tortillas de maíz.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis bromatológico de la harina de hojas de la espinaca para conocer su composición nutricional.

Estudiar los cambios que sufre la harina de espinaca en sus características organolépticas y nutricionales durante periodos prolongados de almacenamiento para evitar pérdidas de las propiedades del producto.

Al momento de incorporar harina de espinaca en la alimentación humana se debe de iniciar en concentraciones bajas (5%) para que tenga mayor aceptabilidad en el consumo, y así el paladar de los consumidores se adapte de manera gradual a este tipo de alimento.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Aja, P; Okaka, A; Patience, O; Ibiam, U; Urako, A. 2010. Phytochemical composition of *Talinum triangulare* (water leaf) leaves. *Pakistan Journal of Nutrition* 9(6):527-530. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.527.530>.

Albán, M; Echavarría, AP; Domínguez, LD. 2018. Composición nutricional y propiedades funcionales de flores comestibles. 10-30 pp. (en línea). Consultado 04 jun. 2022.

Allen, L. 2003. Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future. 133-138 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: DOI: 10.1093/jn/133.11.3875S

Altier, N; Abreo, E. 2020. One health. *Agrociencia Uruguay* 24(NE 2):e422-e422. DOI: <https://doi.org/10.31285/AGRO.24.422>.

Álvarez, H. 2015. Contribución de plantas nativas a la seguridad alimentaria en comunidades mayas de Guatemala | Publications (en línea, sitio web). Consultado 28 abr. 2022. Disponible en

https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Contribuci%C3%B3n_de_plantas_nativas_a_la_seguridad_alimentaria_en_comunidades_mayas_de_Guatemala.pdf.

Ávila, E. 2015. Manual: Espinaca. En línea. Consultado en 29 may 2022. Disponible en <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14310/Espinaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Awodoyin, R; Olubode, O; Ogbu, J; Balogun, R; Nwawuisi, J; Orji, K. 2015. Indigenous Fruit Trees of Tropical Africa: Status, Opportunity for Development and Biodiversity Management. :12.

Baker, E; Miles, E; Burdge, G; Yaqoob, P; Calder, P. 2016. Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. Progress in Lipid Research 64:30-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2016.07.002>.

Borrego, C. 2019. Cambio climático, inseguridad alimentaria y obesidad infantil. Revista Cubana de Salud Pública. :18.

Bouchenak, M; Lamri, M. 2013. Calidad nutricional de las legumbres y su papel en la prevención del riesgo cardiometabólico: una revisión. (en línea). Diario de los alimentos medicinales. 16(3): 98-185 pp. Consultado 06 jun. 2022.

Cáceres, A. Arévalo, V, Reyes, M. Sacbaja, A. López, A. Cruz, S. 2019. Conteido de oligoelementos y factores antinutricionales de hojas comestibles en Mesoamérica, Ciencia, Tecnología y Salud. Guatemala. En línea. 6(2): 132-148 p. Consultado en 31 may. 2022.

Carballo, A; del Toro, J; Rocha, L. 2016. Harina de maíz fortificada con harina de Moringa oleífera: alternativa para la lucha contra el hambre en la población vulnerable. (en línea). 77-86 pp. Consultado 4 jun. 2022. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcien/v20n2/0121-1935-rcien-20-02-00077.pdf>

Castellanos, A; Castellanos, A. 2020. Suplementos alimenticios: entre la necesidad y el consumismo. (en línea). vol 71. 86-89 pp. Consultado 4 jun. 2022. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/X2_71_3_1305_SuplementosAlimenticios.pdf

Chazi, C. 2006. Las vitaminas. En línea. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida. (4):51-54. Consultado en 29 may. 2022. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/4760/476047388007.pdf>.

CIF. 2022. Honduras: Análisis de Inseguridad Alimentaria Aguda de la CIF. En línea. Consultado en 01 dic. 2022. Disponible en <https://reliefweb.int/report/honduras/honduras-lisis-de-inseguridad-alimentaria-aguda-de-la-cif-diciembre-2021-agosto-2022>

Cigarran, S; González, E; Cases, A. 2017. Microbiota intestinal en la enfermedad renal crónica. Nefrología 37(1):9-19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2016.05.008>.

Couceiro, M. 2007. La alimentación como un tiempo de la nutrición, su disponibilidad y accesibilidad económica. En línea. Rev Cubana Salud Pública. 33(3). Consultado en 01 dic. 2022. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v33n3/spu19307.pdf>

Echagüe G, Sosa L, Díaz V, Funes P, Rivas L, Granado D, 2016. Malnutrición en niños menores de 5 años indígenas y no indígenas de zonas rurales, Paraguay. Mem Inst Investig Cienc Salud; 14(2):25-34. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S10284818202000010023700004&lng=en

FAO. 2021. América Latina y el Caribe - Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional 2021 (en línea). s.l., FAO, FIDA, OPS, WFP y UNICEF. DOI: <https://doi.org/10.4060/cb7497es>.

FAO 2011. La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones (en línea).1-4 pp. Consultado 17 may. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>

FAO. 1996. Sexta encuesta alimentaria mundial. En línea. Consultado 01 de dic. 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/3/bn223s/bn223s.pdf>

Fígares, M. 2019. Como cocinar las verduras de hoja verde. CONASI blog. Consultado en 31 may. 2022. Disponible en <http://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/hojas-verdes-propiedades-cocinarlas/>

García, A. 2020. Narrative review of the immune response against coronavirus: An overview, applicability for SARS-COV-2, and therapeutic implications (en línea). *Anales de Pediatría* 93(1):60.e1-60.e7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.04.016>.

Garrido, C; Gómez, J; Cañadas, A; Fernández, R. 2015. Uso, efectos y conocimientos de los suplementos nutricionales para el deporte en estudiantes universitarios. (en línea). 32(1) 837-844 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v32n2/47originaldeporteyejercicio07.pdf>

Geosalud. 2018. Consumo de vegetales de hojas verdes reduce pérdida de memoria. Consumo de hojas verdes reduce pérdida de memoria en adultos mayores. Consultado en 30 may. 2022. Disponible en <https://www.geosalud.com/nutrición/hojas-verdes-deterioro-cognitivo.html>

Granito, M. Pérez, S. Valero, Y. Jhoana, C. 2014. Valores de referencia de carbohidratos para la población venezolana. (en línea) Caracas. Vol. 63 N°4 301-314 pp. Consultado el 17 may. 2022. Disponible en <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v63n4/art06.pdf>

Hernández, J. 2022. Cultivo marginados. Otra perspectiva de 1494 | Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (en línea, sitio web). Consultado 27 abr. 2022. Disponible en <https://www.fao.org/plant-treaty/herramientas/toolbox-for-sustainable-use/details/es/c/1369768/>.

Jiménez, J. Bonilla, C. 2010. El cultivo de espinaca (*Alternanthera sissoo*) en Colombia y su manejo fitosanitario. En línea. Consultado en 30 may 2022. Disponible en <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13123>

Jiyeun, L. Sanghwa, L. 2002 Spinach (*alternanthera sissoo*) Powder as a Natural Food-Grade Antioxidant in Deep-Fat-Fried Products. En línea. Departament od Food and Nutrition, Inha University, Korea. Consultado en 30 may. 2022. Disponible en <http://www.aseanfood.info/Articles/11019456.pdf>

Junejo, S; Rashid, A; Yang, L; Xu, Y; Kraithong, S, Zhoua, Y. 2021. Effects of spinach powder on the physicochemical and antioxidant properties of durum wheat bread. (en línea) ScienceDirect. vol 150. Consultado 6 jun. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112058>

Kennedy, D. 2012. Cuerno de Hoja para la Vida: como combatir la desnutrición y mejorar la seguridad alimentaria con los cultivos de hoja verde. (en línea).106 pp. Consultado el 06 jun. 2022. Disponible en: <https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/Hojas-para-la-vida-David-Kennedy-1.pdf>

Kennedy, G; Nantel, G; Shetty, P. 2003. The scourge of “hidden hunger”: global dimensions of micronutrient deficiencies. 8-16 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2004414753> |

Kerhr, E. Tropa, S. Martinez, J. 2014. Aspectos generales para el cultivo de espinaca. En línea. Consultado en 30 may. 2022. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4784/NR40723.pdf?sequence=1>

Konieczka, P; Czauderna, M; Smulikowska, S. 2017. The enrichment of chicken meat with omega-3 fatty acids by dietary fish oil or its mixture with rapeseed or flaxseed—Effect of feeding duration. *Animal Feed Science and Technology* 223:42-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.10.023>.

Lema, N. 2011. Determinantes de la seguridad alimentaria: un análisis para los hogares de la ciudad de riobamba, AÑO 2021. :62.

Lemahieu, C; Bruneel, C; Muylaert, K; Buyse, J; Foubert, I. 2017. Microalgal Feed Supplementation to Enrich Eggs with Omega-3 Fatty Acids (en línea). s.l., Elsevier. p. 383-391 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00036-6>.

McWhirter, J; Pennington, C. 2004. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. (en línea). 308-450 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: DOI: 10.1136/bmj.308.6934.945

Maltini, E; Torregiani, D; Venin, E; Bertolo, G. 2003. (en línea). Water activity and the preservation of plant foods. Food chemistry. 82:79-86. Consultado el 5 jun. 2022. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00581-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00581-2)

Maradini, A. Pirozi, M. Da Silva, J. Pinheiro, H. Paes, J. Reis, J. 2015. Quinoa: Nutritional, functional and antinutritional aspects. Crit Rev Food Sci Nutr. En línea. Consultado en 31 may. 2022.

Mathias, R. El color en los alimentos un criterio de calidad medible 2014 57-66 pp. (en línea). Consultado en 15 de may.2022. Disponible en <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v42n2/art07.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2022. (en línea, sitio web). Consultado 28 abr. 2022. Disponible en <http://www.mag.go.cr/>.

OMS (Organización Mundial de la Salud); CDC (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades); ECDC (Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades); ONUSIDA (Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/Sida). 2020. Enfermedad por coronavirus (COVID-19) y VIH: asuntos y acciones clave (en línea). s.l., s.e. 1-9 p. Disponible en <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51946>.

Olveira, G; González, I. 2016. Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición* 63(9):482-494. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2016.07.006>.

Organización Mundial del Comercio. 2010. Examen de las políticas comerciales Honduras 38-69 pp. Consultado en 30 may 2022. Disponible en : http://www.sice.oas.org/ctyindex/HND/HNDNatlDocs_s.asp

Otari, K. 2010. Spincia *Alternanthera sissoo*: A Pharmacognostic and Pharmacological overview. En línea. *International Journal of Research in Ayurveda y Pharmacy*. Consultado en 30 may. 2022. Disponible en: www.ijrap.net

Palma, C Cabrera, F, Valverde, L. 2018. Calidad proteica de la dieta en lactantes con desnutrición severa. *Rev Cubana Pediatr* ; 90(1):59-69. Consultado en 28 may. 2023. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1028-4818202000010023700002&lng=en

Paéz, M. 2012. Los micronutrientes. En línea. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud (Salud)* 16(2):5-6. Consultado en 29 may. 2022. Disponible en Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3759/375939019003.pdf>.

Pasko, P. Sajewicz, M. Gorinstein, S. Zachwieja, Z. 2008. Analysis of selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* seeds and sprouts by HOLC. *Acta Chromatogr.* (en línea). Consultado en 16 may. 2022. 661-672 pp.

Pedraza, D, 2005. Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil. (en línea). Brasil. 129-143 pp. Consultado en 15 may. 2022. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/250041423_Disponibilidad_de_alimentos_como_factor_determinante_de_la_Seguridad_Alimentaria_y_Nutricional_y_sus_representaciones_en_Brasil

Pighín, A; Rossi, A. 2010. Espinaca fresca, supercongelada y en conserva: contenido de vitamina c pre y post cocción. Revista chilena de nutrición. Vol. 37. En línea. Consultado el 01 de dic. 2022. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v37n2/art09.pdf>

Portillo, Z; Solano, L; Fajardo, Z. 2004. Riesgo de deficiencia de macro y micronutrientes en preescolares de una zona marginal. valencia, venezuela. (en línea). Valencia, Venezuela. Vol. 45(1), 17-28 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332004000100003

Posada. L. 2020. Empleo del harina de hojas de Moringa Oleífera Lam como fortificante en un alimento enfocado a la población infantil colombiana menor de 4 años. (en línea). 25-29 pp. Consultado 11 abril 2023. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2684/1/MONOGRAFIA_MORINGA.pdf

Puma, G. Nuñez, C. Determinación del perfil de textura sensorial de dos muestras experimentales de hotdog de pollo (Gallus gallus) obtenidas por Ingeniería Kansei Tipo II 2018 210-217 pp. (en línea). Consultado en 16 may. 2022. Disponible en [https://www.DialnetDeterminacionDelPerfilDeTexturaSensorialDeDosMuest-6490050%20\(1\).pdf](https://www.DialnetDeterminacionDelPerfilDeTexturaSensorialDeDosMuest-6490050%20(1).pdf)

Reynaud, A. 2014. Requerimiento de micronutrientes y ligoelementos. En línea. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia. 60(2):161:170. Consultado en 30 may.2022. Disponible en DOI: <https://doi.org/10.31403/rpgo.v60i131>.

Rodríguez, S; Giraldo, G. 2016. Encapsulación de Alimentos Probióticos mediante Liofilización en Presencia de Prebióticos. Información Tecnológica 27:10.

Rojas, R. 2011. Cultivo de Espinaca. En línea. Universidad Nacional Uhermilio Valdizanu. Huanuco, Perú. Consultado en 29 may. 2022. Disponible en http://pub.epsilon.slu.se/1218/1/Acta_62_.pdf

Sastre, A; Hernández, M. 1999. Tratado de nutrición. España. Díaz de Santos. En línea 1476 p. Consultado en 31 may. 2022.

Solórzano, X. Bamberger, M. Hurtado, M. 1997. La focalización de programas de salud y nutrición para pobladores pobres en América Latina. Organización Panamericana de la Salud. En línea. Consultado 01 de dic. 2022. Disponible en: <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000104412>

Tian, Y; Liimatainen, J; Alanne, A; Lindstedt, A; Liu, P; Sinkkonen, J; Kallio, H; Yang, B. 2017. Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. Food Chemistry 220:266-281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.145>.

Torrez, V; Ruiz, M; Bedregal, S. 2019. Factores de riesgo y amenaza: efectos en la seguridad alimentaria y estrategias locales de reducción. (en línea). ResearchGate. 117-132 pp. Consultado 7 jun 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334963220_Factores_de_riesgo_y_amenaza_efectos_en_la_seguridad_alimentaria_y_estrategias_locales_de_reduccion

Unger, M. Chiappe, M. 2008. importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. En línea. Redvet. Revista electronica de Veterinaria 9(10):1-17. Consultado en 30 may. 2022.

Uquillas, N. 2017. Moringa y su uso culinario. Universidad de los dos hemisferios. Lic. en artes culinarias. Quito. 42 p.

Vásquez, E; García, M; Reglero, L; Fornari, G. 2013. Simultaneous extraction of rosemary and spinach leaves and its effect on the antioxidant activity of products. (en línea). Madrid, España. 138-145 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2013.07.004>

Vizzotto, M; Pereira, E dos S; Vinholes, J; Munhoz, P; Ferri, N; Castro, LAS de; Krolow, ACR; Embrapa Clima Temperado, Brazil; Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brazil. 2017. Physicochemical and antioxidant capacity analysis of colored sweet potato genotypes: in natura and thermally processed (en línea). *Ciência Rural* 47(4). DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151385>.

Woodside, J; McCall, D; McGartland, C; Young, I. 2007. Micronutrients: dietary intake v. supplement use. *Proceedings of the Nutrition Society*. (en línea). 543-553 pp. Consultado 04 jun. 2022. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS2005464>

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de hojas de espinaca.



Anexo 2 Lavado de hojas.



Anexo 3 Deshidratación de la hoja.



Anexo 4 Molido de hojas



Anexo 5 Elaboración de alimento tipo tortilla



Anexo 6 Análisis de varianza de color

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	43.42	14.472	2.40	0.086
Error	32	192.89	6.028		
Total	35	236.31			

Anexo 7 Análisis de varianza de olor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	78.89	26.296	9.64	0.000
Error	32	87.33	2.729		
Total	35	166.22			

Anexo 8 Análisis de varianza de sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	109.67	36.556	14.23	0.000
Error	32	82.22	2.569		
Total	35	191.89			

Anexo 9 Análisis de varianza de textura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	96.56	32.185	10.91	0.000
Error	32	94.44	2.951		
Total	35	191.00			

Anexo 10 Análisis de varianza de aceptabilidad general

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	87.22	29.074	11.11	0.000
Error	32	83.78	2.618		
Total	35	171.00			

Anexo 11 Taller participativo impartido en SIFAT



TALLER DE IMPORTANCIA DEL HARINA DE HOJAS E INCORPORACIÓN EN ALIMENTOS				
Fecha 21-22/08/2022		Lugar: Centro de Desarrollo Comunitario SIFAT, La tigua, San Carlos, CR		
Objetivo	Temas impartidos	Participantes	Metodología	Fotografía
Informar a los visitantes del centro de la importancia del consumo de harina de hoja en la alimentación.	1. Importancia del consumo de harina de hojas. 2. Maneras caseras de como deshidratar hojas verdes mediante deshidratadores solares. 3. Elaboración de alimentos incorporando harina de hoja de espinaca.	Hombres: 4 Mujeres: 11	Expositiva y demostrativa	 

Se realizaron diferentes actividades tomando en cuenta la participación de hombres y mujeres elaborando un alimento pasta (espagueti) para mostrar las posibles alternativas en las que se podría utilizar la harina de espinaca brasileña.

Con respecto a lo que es el interés de la comunidad por este tipo de talleres, se vio reflejado más por parte de las mujeres con un 73% del total de participantes, tomando en cuenta que había un pequeño grupo de hombres (27%) los cuales les intereso el tema.

Anexo 12 Formato de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: _____

Fecha ___/___/___ Edad _____ Sexo: M ☐ F ☐

Muestra No. _____

Indicaciones:

A continuación, deberá evaluar los atributos de color, olor, textura, sabor, aceptabilidad general de la tortilla de harina de maíz con espinaca brasileña frente. Trace una línea vertical sobre la escala horizontal que va de 0 a 15 cm en el punto que mejor describa el atributo de la muestra.

0	_____	15
Ausencia		Muy elevada
	Color	
0	_____	15
	Olor	
0	_____	15
	Sabor	
0	_____	15
	Textura	
0	_____	15
	Aceptabilidad general	
0	_____	15
Observaciones:	_____	

¡Muchas Gracias!