

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**Comparación del contenido de nutrientes de rábano (*Raphanus sativus*)
y acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) cultivados en huertos hidropónicos populares
y sustrato natural (suelo)**

Presentado por:

KATHERINE EDITH DIÉGUEZ MEZA

Para optar al título de:

NUTRICIONISTA

Guatemala, noviembre de 1999.

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

DECANA:	Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta.
SECRETARIO:	Lic. Oscar Federico Nave Herrera.
VOCAL I:	Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto.
VOCAL II:	Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda.
VOCAL III:	Lic. Rodrigo Herrera San José.
VOCAL IV:	Br. David Estuardo Delgado González.
VOCAL V:	Br. Estuardo Solórzano Lémus.

ACTO Y TESIS QUE DEDICO

A DIOS MI GUÍA Y FORTALEZA, FUENTE DE SABIDURÍA.

A MIS PADRES: Jorge Diéguez
Licda. M. Eugenia Meza de Diéguez
Por todo su amor, apoyo y comprensión, en todo momento de mi vida.

A MI HERMANA: Dra. Jennifer R. Diéguez Meza
Compañera, amiga de toda la vida y guía en mi camino.

A MIS ABUELITOS: Natividad Diéguez Q.E.P.D.
Marta Gutierrez de Ruíz. Q.E.P.D.
Mario M. Meza Castillo. Q.E.P.D.
Gratitud eterna.

A MIS TÍOS Y PRIMOS: En especial a : Mario Ruíz, Ricardo Diéguez, Rigoberto Gutierrez, Hector Meza, José Luis Pineda y Edwin Ruíz.

A MIS PADRINOS: Licda. M. Eugenia Meza de Diéguez.
Dra. Jennifer R. Diéguez
Dr. Malaquías Flores
Con especial cariño.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS: Especialmente a: Licda. Hulda Zambrano, Herbert Senn, Sayra Chanquín, Evelyn de Rodas, TPP. Victor Hugo Guzmán, Ing. Fredy Coronado y Servin Flores.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Por brindarme la oportunidad de superarme.

A LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA.

AI INSTITUTO BENSON GUATEMALA.

Y A USTED MUY ESPECIALMENTE.

ÍNDICE

	Página
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES	3
A. Huertos Hidropónicos Populares	3
1. Definición	3
2. Objetivos de la hidroponía popular	3
3. Métodos de hidroponía popular	4
4. Nutrición de las plantas	4
5. Métodos para el manejo de plagas en huertos Hidropónicos populares	6
6. Manejo del cultivo	7
B. Hortalizas en Estudio	11
1. Acelga	12
2. Rábano	12
C. Recolección y Manejo de Muestras para el Análisis de Alimentos	13
D. Análisis Químico de Alimentos	13
1. Método de análisis químico proximal	13
2. Método de análisis de minerales	16
IV JUSTIFICACIÓN	17
IV. HIPÓTESIS	18
V. OBJETIVOS	19
A. General	19
B. Específicos	19
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	20
A. Universo	20
B. Muestra	20
C. Tipo de estudio	20
D. Materiales	20
1. Instrumentos	20
2. Recursos humanos	21
3. Recursos físicos	21
E. Metodología	22
1. Para el diseño de estudio	22
2. Para el cultivo de las hortalizas rábano y acelga	24
3. Para la recolección, manejo y transporte de las muestras	25
4. Para el análisis químico	25
5. Para el análisis de los resultados obtenidos del análisis químico proximal y mineral	26
VIII. RESULTADOS	28
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34

X.	CONCLUSIONES	36
XI.	RECOMENDACIONES	37
XII.	BIBLIOGRAFÍA	38
XIII.	ANEXOS	42

I. RESUMEN

La hidroponía es el arte de cultivar sin tierra, el cual ofrece la ventaja de producir hortalizas en las zonas en que los terrenos no son aptos para cultivar. El presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar el contenido de agua, energía, proteína, grasa, carbohidratos, cenizas, calcio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, manganeso, cobre, potasio y sodio, en rábano y acelga cultivados en huertos hidropónicos populares y sustrato natural. Los sustratos utilizados están compuestos por: cascarilla de arroz / piedra pómez y agua. Además, como patrón de referencia se utilizó el sustrato natural (suelo) para fines de comparación.

Se obtuvo un total de 360 plantas de acelga cultivadas en cada sustrato y de suelo. El rábano no creció en sustrato líquido, denominado raíz flotante, por lo que solo se obtuvo 1680 plantas de las 2520 del total que se debían de cosechar.

A las muestras se les aplicó el análisis químico proximal y los minerales se cuantificaron por digestión con el análisis ICP (Inductively Coupled Plasma). Después se aplicó un análisis de varianza a los resultados y donde se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de medias Tukey. En las muestras de rábano se encontró que existen diferencias significativas en proteína, grasa, carbohidratos, fibra, humedad, calcio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, cobre y potasio, siendo mejor el sustrato natural. En acelga se encontraron diferencias significativas en fósforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, sodio, proteína y fibra. Por lo que se puede decir que en rábano, el mejor sustrato es el natural, ya que presenta los mejores resultados. En acelga se encontró que el sustrato natural presenta los mejores resultados para proteína, potasio, manganeso y fósforo. El sustrato sólido y raíz flotante presenta los valores más altos para carbohidratos, cenizas, fibra, sodio y hierro.

II. INTRODUCCIÓN

Los índices de desnutrición a nivel nacional son elevados y más acentuados en el área rural, por lo que el gobierno y diferentes organizaciones no gubernamentales han estado trabajando en atacar el problema desde diferentes ángulos, uno es apoyar a los pequeños agricultores a aumentar la producción de alimentos y mejorar la calidad de vida en el área rural.

En la región de Chiquimula, las condiciones de clima y suelo no permiten la producción de hortalizas. Por lo tanto, es necesario buscar formas alternativas para producirlas. Una de ellas es el huerto hidropónico que consiste en un medio de cultivo sin tierra. La hidroponía representa la posibilidad de producir alimentos a bajo costo para el consumo de la familia rural que no posee tierra o que la que posee no es apta para el cultivo de hortalizas.

Para la región de Chiquimula, este método es importante, ya que además de las ventajas ya señaladas, requiere muy poca agua para su implementación, la cual es escasa durante la época seca del año.

La presente investigación se realizó con el propósito de comparar el contenido de macro-nutrientes y minerales en rábano (*Raphanus sativus*) y acelga (*Beta vulgaris var. cicla*), producidas en tres sustratos diferentes. En base a los resultados obtenidos, se puede orientar de mejor manera esta forma de cultivo y brindar información sobre las características nutricionales de las hortalizas producidas.

III. ANTECEDENTES

A. Huertos Hidropónicos Populares

1. Definición

El huerto hidropónico es el cultivo de plantas sin utilizar el suelo como sustrato. Los nutrientes son provistos en soluciones con el agua y las fuentes de los mismos son sustancias inorgánicas de alta solubilidad y compatibilidad entre ellas. Dentro de los huertos hidropónicos como medio de cultivo, las plantas pueden crecer en agua o usando un sustrato inerte. Por consiguiente, la raíz puede estar desnuda, sumergida en agua o dentro de un sustrato (4).

Los huertos hidropónicos también son conocido como “cultura de agua” ya que el crecimiento de las plantas ocurre en agua. El término también incluye el crecimiento de plantas en un medio sólido con una solución completa de nutrientes(29).

2. Objetivos de la hidroponía popular

Dentro de los objetivos que persiguen los huertos hidropónicos populares se encuentran:

- a) Mejorar el acceso, disponibilidad y calidad de la alimentación familiar sin gastar más dinero(18).
- b) Promover en los niños, interés por actividades productivas a nivel familiar y de trabajo conjunto(18).
- c) Fomentar la micro-empresa, iniciando con el adecuado uso del

del tiempo libre de algunos de los miembros de la familia(27).

d) Inducir en los niños, incipiente interés por las actividades productivas a nivel familiar y de trabajo conjunto en sectores caracterizados por una alta marginación social y económica(27).

3. Métodos de hidroponía popular

a) **Sustrato sólido-** Es el método de hidroponía en el cual se utiliza como sustrato cualquier material que no sea tierra o agua para plantar. Dentro de estos sustratos se encuentran distintas mezclas con la cascarilla de arroz, arena blanca o piedra pómez, arena de río o arena gris, aserrín de maderas blancas. Este sistema es eficiente para cultivar más de 30 especies de hortalizas y otras plantas de crecimiento rápido a nivel del suelo. Ha sido el más aceptado por la mayoría de las personas que en la actualidad trabajan en cultivos hidropónicos a nivel popular, pues es menos exigente en cuidados que el de raíz en agua y permite sembrar mayor variedad de hortalizas(18).

c) **Raíz flotante-** En este método las raíces van flotando dentro de una solución nutritiva. Las plantas están sostenidas sobre una lámina de duroport, la cual flota sobre la superficie del líquido y ha sido denominado por quienes los practican como "cultivo de raíz flotante" (18).

4. Nutrición de las plantas

Los nutrientes para las plantas cultivadas en Huertos Hidropónicos Populares (HHP) son suministrados en forma de soluciones nutritivas concentradas. Las soluciones nutritivas concentradas, deben de contener todos los elementos químicos que las plantas necesitan para su desarrollo y adecuada

producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas (18). En Guatemala se han probado con éxito en el INCAP(Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá) , CUNORI (Centro Universitario de Oriente) y el CEDEP (Centro de Educación Popular) -El Tule-, dos soluciones madres o concentradas a las que se les llama solución "A" y solución "B". Estas soluciones se mezclan cuando van a ser utilizadas al agua, primero una y luego la otra, ya que si se mezclan antes se precipitan los nutrientes. La solución "A" aporta a las plantas los elementos nutritivos que ellas consumen en mayores proporciones y la solución "B" aporta los elementos que son requeridos en menor cantidad, ambas soluciones son esenciales para que la planta pueda desarrollar normalmente los procesos fisiológicos que permitirán su crecimiento adecuado y abundante cosecha (18). Las soluciones se preparan con fertilizantes altamente solubles y la composición completa de ambas soluciones nutritivas es aproximadamente la siguiente (4):

Compuesto	Cantidad (ppm.)
NO ₃	226 ppm
NH ₄	20 ppm.
P	43 ppm.
K	208 ppm.
Ca	185 ppm.
Mg	48 ppm.
S	5.6 ppm.
Fe ₃	5.6 ppm.
Mn	0.54 ppm.
B	0.54 ppm.
Zn	0.26 ppm.
Cl	1.28 ppm.
Cu	0.06 ppm.
Mo	0.012 ppm.
Co	0.004 ppm.

5. Métodos para el manejo de plagas en huertos hidropónicos populares

El desarrollo y producción de las plantas en cualquier método de cultivo y en cualquier condición de clima puede ser alterado por la presencia de plagas. Dentro de las principales plagas en los cultivos hortícolas se encuentran los insectos de diferentes tipos, por ejemplo chinches, tortuguillas, hormigas, sompopos, etc. En los huertos en los cuales se usa cáscara de arroz como sustrato, sólo o en mezcla, son frecuentes los daños causados por pájaros que llegan en búsqueda de granos de arroz o de semillas (28).

Además de las revisiones diarias al huerto y de favorecer la permanencia de los animales benéficos, también se pueden usar otros métodos sencillos y de bajo costo, que no son dañinos para las personas y no contaminan el ambiente. Entre estos se tienen (18,28):

a) Colocar banderas de color amarillo intenso impregnadas con aceite de motor pero no aceite quemado. El color amarillo atrae a muchas especies de insectos que al pasar sobre la bandera, se quedan pegados.

b) Colocar espantapájaros de diferentes tipos cerca del huerto hidropónico.

Además, como complemento de estas prácticas, que por sí solas reducirán los posibles daños atribuibles a las plagas, se pueden aplicar a intervalos extractos o sumos de las siguientes plantas: ajo, ají (chile), eucalipto, orégano, apasote, ruda, tabaco, y otros tipos de extractos como los de jabón (18,28).

6. Manejo del cultivo

a) Preparación de los sustratos- La preparación del sustrato para los huertos hidropónicos es importante para el éxito del cultivo, este consta de:

i. Sustrato sólido- Este sustrato se prepara haciendo una mezcla de cascarilla de arroz y piedra pómez en una proporción de 50% - 50%. Para el manejo del cultivo se debe realizar un tratamiento previo de esterilización del sustrato. Para aplicar la esterilización se procede de la siguiente forma (12):

- Hacer una mezcla homogénea del sustrato.
- Humedecer el sustrato.
- Aplicar "banrot" cuyo nombre genérico es "5-Ethoxy-3-trichloromethyl", a una dilución de 28.4 g por 200 lt. de agua para 7000 m² de terreno.
- Exponer al aire aproximadamente por tres días.
- Humedecer nuevamente para realizar la siembra.

Cada uno de los contenedores de sustrato sólido debe llevar un drenaje, haciendo un agujero en uno de los extremos del contenedor, a una altura de 1.5 cm y colocando una manguera obscura de 11 cm de largo, con diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

ii. Sustrato de raíz flotante- Para la preparación de este sustrato, se requiere determinar previamente el volumen del contenedor, para conocer la cantidad de soluciones de nutrientes a preparar, manteniendo la proporción de 5 cc de solución concentrada A y 2 cc de solución concentrada B por cada litro de agua. En una plancha de duroport se marcan las distancias que se usan para el cultivo definitivo, siendo de 17 X 17 cm para la acelga y 5 cm entre plantas para rábanos, entre filas de 8 cm; a una profundidad de 0.5 cm (18). Se corta una pieza de esponja de 2½ cm de espesor, en cubos de 3 X 3 cm. En cada cubo se hace un corte vertical. En ese corte es donde se trasplantará la planta que viene del semillero. Los cubos se humedecen previamente con solución de nutrientes y son insertados con cada planta en cada uno de los agujeros de

la plancha de duroport (18).

b) **Siembra-** Para la realización de la siembra en el método de raíz flotante, se debe elaborar un semillero, de donde se tomarán las plantas ya germinadas para transplantarlas al contenedor final (12).

El semillero se hace en una caja de madera forrada de polietileno negro y con una proporción de granza y piedra pómez igual a la que se coloca en los contenedores, se desinfecta y se procede a dejar caer las semillas de acelga una por una dentro del surco a distancia de ocho cm entre surcos y un cm entre semillas. El rábano se siembra a una distancia de cinco cms entre surcos y de un cm entre semillas. Luego de sembradas las semillas, se compacta el sustrato suavemente y se riega el semillero una o dos veces al día para mantener húmedo el sustrato (18).

c) **Transplante-** El transplante del semillero a los contenedores finales en el método de raíz flotante, se realizará a los cuatro días para el rábano y a los 12 para la acelga. En el caso del método de sustrato natural y sustrato sólido, la siembra se realizará por el método de siembra directa, al mismo tiempo en que se pongan las semillas en el semillero (18).

d) **Manejo de los huertos-** El cuidado que requieren los huertos hidropónicos populares, después de la siembra en el método de sustrato sólido, es el riego con las soluciones de nutrientes. Si se necesita aplicar solución de nutrientes para plantas pequeñas (desde el primero hasta el décimo día de nacidas) o recién transplantadas (entre el primero y el séptimo días después del transplante) y en climas cálidos, se emplea la "concentración media" (2.5 cc de solución A y 1 cc de solución B por cada litro de agua). La concentración media también se usa en períodos de muy alta temperatura y mucho sol, porque en estas épocas el consumo de agua es mayor que el de nutrientes (18).

Para plantas de mayor edad (después del décimo día de nacidas o del séptimo de transplantadas), debe usarse la "concentración completa" (5 cc de solución A y 2 cc de solución B por cada litro de agua). Ésta es la concentración que debe aplicarse en épocas frías y de alta nubosidad, porque en estas condiciones la planta consume mayor cantidad de nutrientes (18).

Hay que revisar que el riego sea igual en todo el contenedor, para asegurarse que todas las plantas crecerán del mismo tamaño (18).

Los riegos con la solución de nutrientes deben hacerse todos los días entre las siete y las ocho de la mañana, a excepción de un día a la semana, en que se debe regar con agua pura y con el doble de la cantidad usual de agua, es decir, que si durante toda la semana un contenedor fue regado con dos litros de solución de nutrientes, el día domingo se deberá regar con cuatro litros de agua pura. Lo que se logra con esto es lavar, a través del drenaje, los excesos de sales que se pudieran acumular dentro del sustrato y se evitan los daños que causaría si permanecieran allí (18).

e) **Mantenimiento del cultivo en raíz flotante-** En el método de raíz flotante el medio de crecimiento es líquido. Este líquido es una solución de nutrientes a concentración completa. Dado que los contenedores que se utilizan son relativamente grandes, sería un poco difícil preparar esta solución por aparte y luego añadirla a la cama, por lo que se prefiere preparar dicha solución directamente en la cama.

Para hacer esto, es necesario conocer el tamaño del contenedor para calcular cuánta agua puede haber en la misma. La forma es la siguiente:

$$\text{Volumen} = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{altura} = \text{cc} \div 1000 = \text{litros}$$

Este es el volumen de agua que se tiene en el contenedor, por lo que

en él se calculará la cantidad de soluciones A y B necesarias. Por cada litro de agua que hay en el contenedor se aplican cinco centímetros cúbicos de la solución concentrada A y dos centímetros cúbicos de la solución B. Es importante recordar que el cálculo del volumen del contenedor, así como de la cantidad de nutrientes, debe hacerse con cuidado ya que un fallo en ese cálculo puede causar deficiencias o intoxicaciones en la planta (18).

Para dar mantenimiento de la solución de nutrientes, se debe agitar manualmente al menos dos veces al día el medio líquido (manteniendo la mano en la solución), de tal forma que se formen burbujas, lo que hace posible la aireación de la solución de nutrientes. Así las raíces absorben el agua y los elementos nutritivos de mejor forma, lo que ayuda mucho a su crecimiento y desarrollo. Cuando el medio líquido baje en forma considerable, se debe rellenar hasta la altura inicial solo con agua. Cada tercera vez que se rellene, se aplicará a la cantidad de agua añadida la mitad de la concentración de nutrientes que se aplicó al inicio (18).

f) **Absorción de nutrientes por las raíces-** La planta normalmente absorbe los nutrientes minerales del suelo a través de las raíces. Los mecanismos de absorción que utilizan los vegetales para poder nutrirse, es por medio de las membranas y de sus propiedades de permeabilidad. Las plantas acumulan en forma selectiva los distintos iones del suelo, muchas veces contra gradientes de concentraciones (2). A excepción de la nutrición del carbono (fotosíntesis) y parcialmente del oxígeno molecular, el resto de elementos esenciales son captados del suelo por la planta a través de su sistema radicular. La absorción raramente se realiza en forma de sal, sino individualmente en forma de iones. La simple presencia de un elemento en un suelo no es indicativo de su disponibilidad para la planta. Solamente se hallan disponibles para ella aquellos elementos que se encuentran en forma "soluble" o por intercambio iónico con las micelas del suelo. Este intercambio es preferencialmente "catiónico", dado el predominio de cargas negativas superficiales en las micelas inorgánicas (arcillas) y orgánicas (humus)

del suelo (2).

Las interfases suelo-planta en relación con la nutrición del agua y los minerales, reside fundamentalmente en las paredes de las células más externas de la raíz, la epidermis y los pelos radiculares. Se considera que juega un papel esencial en estas relaciones la existencia del mucigel, situado precisamente en estas interfases entre la epidermis y los pelos radiculares, a los que envuelve como una funda o película mucilaginosa y el suelo. Además, el mucigel y los exudados solubles que origina la raíz constituyen el sustrato para los microorganismos de la rizosfera. Se considera que el mucigel es segregado por el aparato de Golgi de las células externas de la cofia. En su composición forman una mezcla compleja en la que predominan los carbohidratos. La presencia de microorganismos facilita la formación del mucigel. Entre las distintas funciones que se le atribuyen, es de señalar la misión de "nicho protegido" para la rápida multiplicación de las bacterias y para la acumulación de exudados solubles de las raíces y su participación en la transferencia de nutrientes a las raíces. En este sentido, se ha señalado que las cargas negativas del mucigel juegan un papel en el intercambio catiónico directo entre las micelas del suelo y las raíces (2).

B. Hortalizas en Estudio

La palabra "hortaliza" se utiliza para designar a una planta, o parte de la misma, que se come ya sea cocida o cruda como parte principal de una comida, como platillo secundario o como alimento para abrir el apetito. Esta definición incluye un amplio y heterogéneo conjunto de plantas, que incluyen plantas hojosas (col, acelga y lechuga), raíces y tubérculos (zanahorias, papas, rábanos, etc) y hasta flores (coliflor, brócoli y alcachofa). Los miembros de un grupo completo de hortalizas (tomates, pimientos, berenjenas y pepinos) son, en realidad, frutos (16).

1. Acelga

Beta vulgaris var. Cicla. Su nombre se deriva del latín "beta" (15). Planta de la familia de las Quenopodáceas, originaria de Europa. Su hábito de crecimiento es bianual, es decir, que la planta dura dos años, emitiendo su botón floral hasta el segundo año sembrado. Se le cultiva para el aprovechamiento de sus hojas que son de sabor agradable y ricas en vitaminas A, B₁, B₂ y C. Según la variedad alcanza alturas de 30 a 60 cm o más, sus hojas pueden ser crespas o lisas y de color verde oscuro o claro, de 10 a 15 cm de ancho. Cuando llega la época de cosecha se van cortando las hojas más sazonas, pudiéndose hacer cortes sucesivos. Se reproduce por semillas, las que conservan su poder de germinación durante tres a cuatro años. Se desarrolla bien bajo diferentes condiciones de suelo, prefiriendo los francos, franco arcilloso, ricos en materia orgánica y un pH de 6.5 a 7.0. Se cultiva todo el año, en época seca necesita riego (17,21, 31). El valor nutritivo de la acelga se observa en la siguiente tabla:

Tabla N° 1
Valor nutritivo de la acelga, en 100 g. de porción comestible

Agua g.	Kcal	Proteína g.	Grasa g.	Carb g.	Cenizas g.	Ca mg.	P mg	Fe mg.	Tiamina mg.	Ribofla. mg.	Niacina mg.	Vit. C mg.	Vit. A mcg.ER
908	27	16	4	56	16	1101	29	36	3	9	40	34	292

Fuente: (23).

2. Rábano

Raphanus sativus. Planta anual de la familia de las crucíferas, originaria de Asia, sus tallos alcanzan de 20 a 45 cm de altura, con las hojas oblongas, ásperas, tallo floral ramoso con flores blancas o lilas. Se le cultiva para el aprovechamiento de su raíz carnosa que se consume en estado fresco y que de acuerdo con la variedad puede ser de forma redonda, oblonga, larga y el color de la piel, roja, blanca o negra, siendo los más

populares los de piel roja. Se reproducen por semillas la que conservan su poder de germinación de tres-cuatro años (17, 31). El valor nutritivo del rábano se observa en la siguiente tabla:

Tabla N° 2
Valor nutritivo del rábano, en 100 gr. de porción comestible

Agua	Kcal	Proteína g.	Grasa g.	Carb g.	Cenizas g.	Ca mg.	P mg	Fe mg	Tiamina mg.	Ribofla. mg.	Niacina mg.	Vit. C mg.	Vit. A mcg. ER.
954	11	15	1	15	12	24	44	4	3	6	40	22	0

Fuente: (23).

C. Recolección y Manejo de Muestras para el Análisis de Alimentos

Como productos succulentos, frágiles y perecederos, la acelga y rábano requieren una humedad relativa de 80 a 85% y una temperatura de 10 a 12°C para permitir el almacenamiento; a esa temperatura el calor de respiración se mantiene a límites tolerables, debido a que se disminuye la producción de etileno. El etileno es una hormona que liberan los vegetales después de ser cortados, e inclusive en la maduración del mismo. Por eso es importante remover el calor del campo lo más pronto posible después de la cosecha (5).

D. Análisis Químico de Alimentos

El análisis químico permite determinar la composición química de los alimentos, incluyendo su contenido de nutrientes. El método más utilizado para cuantificar nutrientes es el análisis químico proximal.

1. Método de análisis químico proximal

Es un método para determinar la composición química de un alimento en términos de sus principales grupos de nutrientes, por medio de las características físico-

químicas (24).

a) **Determinación de humedad-** La humedad es la cantidad de agua existente en un alimento. En los alimentos existen tres tipos de agua: agua combinada, agua adsorbida y agua libre. Para la determinación de la humedad existen varios métodos:

i. **Secado al horno-** Es un método indirecto para la determinación de la humedad y es el más utilizado. Este es por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo. La temperatura garantiza un secado rápido para eliminar las pérdidas de agua por la acción enzimática y respiración celular del alimento, evitando al máximo la pérdida de compuestos volátiles (3,11).

ii. **Destilación-** La humedad se extrae por destilación a reflujo de un líquido que es inmiscible en agua. Evita la pérdida de compuestos volátiles, pero presenta limitaciones, ya que la muestra se descompone y hay una recuperación incompleta de la humedad (3,11)

iii. **Titulación-** Se basa en la reacción estequiométrica de agua con yodo y dióxido de azufre en solución de piridina metanol. El reactivo es estandarizado contra una solución de agua en metanol o de un hidrato salino puro (11).

iv. **Métodos instrumentales-** Se basa en principios físico-químicos, para obtener resultados de un número elevado de muestras del mismo tipo, como por refractometría, hidrometría y análisis térmico gravimétrico (3).

b) **Determinación de cenizas-** Las cenizas son el producto final de la calcinación de una muestra o la eliminación de la materia orgánica. Las cenizas son el punto de partida para la determinación de minerales específicos. Las muestras se

someten a altas temperaturas (400 - 600°C) para obtener la parte inorgánica de la muestra (3,13,20,24).

c) Determinación de proteínas- La proteína es un compuesto nitrogenado complejo, constituido por aminoácidos en uniones peptídicas (22). La determinación de proteínas se hace por medio de la determinación de nitrógeno de la muestra, asumiendo que todo el nitrógeno de la muestra forma parte de la proteína. Se debe tomar en cuenta si la muestra contiene nitrógeno de otras fuentes como urea o aminos y amidas provenientes de la descomposición de proteínas. El método de cuantificación del nitrógeno, es el método de kjeldahl y la conversión del nitrógeno a contenido de proteína se realiza por un factor de 6.25 para convertir a proteína el nitrógeno cuantificado (3,13,20,24).

Las plantas sintetizan las proteínas a partir del nitrógeno, que obtienen de los nitratos y el amoníaco del suelo, en la circunstancia única de las legumbres, pueden obtener los nitratos simbióticamente a partir del nitrógeno atmosférico por bacterias en los nódulos de las raíces (22).

d) Determinación de grasa- El fundamento del método consiste en que una sustancia soluble en éter (de petróleo o etílico) puede ser extraída cuantitativamente por medios sucesivos. El éter debe ser anhidro y la muestra estar completamente seca para evitar pérdida de carbohidratos solubles en la proporción medida como extracto etéreo (1,3). Los aceites grasas presentes en la muestra seca pueden extraerse con un solvente orgánico, además de otras sustancias como ceras y pigmentos. En el caso de los forrajes verdes ricos en clorofila y pigmentos, este método sobreestima el contenido de grasa, ya que extrae otras sustancias, por lo que al referirse al extracto es preferible denominarlo "extracto etéreo" y no "extracto de grasa" (3).

e) Determinación de fibra- El método se basa en una doble digestión con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio; el residuo insoluble, luego de la digestión, es conocido como fibra cruda (3). La fracción soluble de la fibra, incluye las pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas, también se conoce como extracto libre de nitrógeno (ELN) (22,25).

El ELN se determina por diferencia con la fórmula siguiente:

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (\text{Ceniza} + \text{Extracto etéreo} + \text{Proteína} + \text{Fibra} + \text{Humedad})$$

El extracto libre de nitrógeno no contiene celulosa, pero si puede contener hemicelulosa y algo de lignina de acuerdo al alimento analizado, también puede contener sustancias solubles en agua como vitaminas hidrosolubles y mayoritariamente carbohidratos complejos, los cuales le dan su alto valor energético (3).

2. Método de análisis de minerales

Los minerales son compuestos orgánicos esenciales para la vida como componentes formativos y en muchos fenómenos vitales (7,8). El análisis mineral se realiza por el método de espectrofotometría de absorción atómica. Es un método práctico y sensible por el que se puede determinar tanto macroelementos (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre) como micro-elementos (hierro, manganeso, cobre y zinc) (8). Para la determinación de fósforo se emplea el método de colorimetría. Para el análisis de minerales uno de los pasos más importantes es la preparación de la muestra, la cual puede llevarse a cabo de dos formas: por incineración o por digestión ácida seca, siendo esta última la más recomendada porque evita la pérdida de materiales volátiles (3).

IV. JUSTIFICACIÓN

El diagnóstico de la situación alimentario-nutricional de tres comunidades del Oriente de Guatemala, elaborado en 1996 por el Instituto Benson (IB) en Chiquimula, reporta altos índices de desnutrición. El consumo de alimentos en las tres comunidades beneficiadas por el IB está influenciado por las condiciones del suelo y el tipo de cultivo tradicional en la región. Asimismo, la producción varía de acuerdo a la cantidad de lluvia que cae durante el ciclo agrícola (9, 10, 14).

Los suelos de la región de Chiquimula son mayoritariamente escarpados, con pendientes que muchas veces sobrepasan los 45°, haciéndolos poco aptos para el cultivo de hortalizas, por lo que es importante buscar alternativas para producir vegetales para el consumo familiar.

En las comunidades beneficiarias del Instituto Benson se han establecido huertos hidropónicos populares, como alternativa de cultivo. En vista de que no existe literatura que fundamente el contenido de nutrientes de las hortalizas cultivadas por ese método, se planteó el presente estudio con la finalidad de comparar los contenidos de nutrientes de las hortalizas cultivados con hidroponía.

V. HIPÓTESIS

El contenido de nutrientes de rábano (*Raphanus sativus*) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) cultivadas en huertos hidropónicos populares tanto en sustrato sólido como en raíz flotante es igual al contenido de nutrientes cultivados en sustrato natural (suelo).

VI. OBJETIVOS

A. General

Comparar el contenido de agua, energía, proteína, grasa, carbohidratos, cenizas, calcio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, manganeso, cobre, potasio y sodio, en rábano (*Raphanus sativus*) y acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) cultivados en huertos hidropónicos populares -HHP- y sustrato natural -suelo-.

B. Específicos

1. Cuantificar los nutrientes del rábano y acelga, cultivados por el método de HHP en sustrato sólido.
2. Cuantificar los nutrientes del rábano y acelga, cultivados por el método de HHP raíz flotante.
3. Cuantificar los nutrientes del rábano y acelga, cultivados por el método de sustrato natural.
4. Comparar el contenido de nutrientes del rábano y acelga cultivados en cada uno de los sustratos.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo

El universo estuvo constituido por la cosecha de rábano (*Raphanus sativus*) y acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) obtenidas de los tres sustratos.

B. Muestra

La muestra estuvo constituida por un total de 96 plantas de rábano y 78 plantas de acelga.

C. Tipo de estudio

Es un estudio de tipo experimental, descriptivo, longitudinal de acuerdo al tiempo en que se realizó.

D. Materiales

1. Instrumentos

a) Para la recolección de datos: se utilizó el formulario que aparece en el anexo N° 1.

b) Para el análisis de datos: Los datos se analizaron en una computadora, con el programa SAS (Statistical Analysis System).

2. Recursos humanos

- a) Investigadora: Katherine Edith Diéguez Meza.
- b) Asesora: Licda. Julieta Salazar de Ariza .
- c) Revisor: Ing. Mario Díaz.

3. Recursos físicos

Para el análisis químico proximal y mineral se utilizó el mobiliario, equipo y materiales que fueron proporcionados por el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas del departamento de Agronomía y Horticultura del colegio de Biología y Agricultura de la Universidad Brigham Young (BYU).

El equipo que se utilizó del Laboratorio de análisis de Suelos y Plantas se detalla a continuación:

- 1. Balanza analítica Metler top de 40 g. de capacidad
- 2. Horno de convección
- 3. Molino eléctrico de cuchillas
- 4. Mufla Thermolyne con capacidad para 30 muestras
- 5. Campanas desecadoras
- 6. Aparato Goldfish
- 7. Aparato micro Kjeldhal
- 8. Digestor de fibra Lab Conco

El equipo que proporcionó el Laboratorio de Suelos fue el siguiente:

- a) Colorímetro
- b) Rapid Flow Analyzer ALPKEM con capacidad para 90 muestras/hr
- c) Crisoles

Los materiales para la elaboración de los HHP fueron proporcionados por el Instituto Benson, los cuales se detallan a continuación:

- a) Contenedores de los HHP
- b) Plástico negro
- c) Manguera
- d) Duroport
- e) Solución de nutrientes
- f) Cascarilla de arroz
- g) Piedra pómez
- h) Semilla de rábano
- i) Semilla de acelga
- j) Esponja

E. Metodología

El presente estudio se realizó en cinco fases que se describen a continuación:

1. Para el diseño de estudio

Esta investigación se llevó a cabo por medio de un arreglo de parcelas divididas en un diseño de bloque al azar. En este diseño se evaluaron dos factores, uno en parcelas grandes que es sustrato, contando con tres niveles que fueron (sustrato natural, sustrato sólido y raíz flotante) y las parcelas chicas que lo constituyeron las dos hortalizas (rábano acelga).

El error experimental para sub-tratamientos fue característicamente menor que para tratamientos, lo cual permitió estimar con mayor precisión a los sub-tratamientos y al efecto de interacción. Aquí se perdió precisión para las comparaciones de las parcelas chicas (6,30).

El hecho de que las diferentes comparaciones de tratamientos tengan distintas varianzas del error, permitió un análisis más completo que el de bloques al azar (6,30).

El modelo estadístico para el diseño de bloques al azar en parcelas divididas es el siguiente (30):

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, a$ (parcela mayor) ϵ_{ik} (error experimental parcela mayor)

$j = 1, 2, 3, \dots, b$ (parcela menor) δ_{ij} (error experimental parcela menor)

$k = 1, 2, 3, \dots, r$ (bloques o repetición)

a) Para determinar el número de muestras- Las muestras se obtuvieron en los tres sustratos, evitando el efecto de borde, según la fórmula siguiente:

$$n_{(\text{rábano})} = \frac{N}{Nd^2 + 1} = \frac{2520}{(2520)(0.1)^2 + 1} = 96 \quad \text{plantas de rábano}$$

$$n_{(\text{acelga})} = \frac{360}{(360)(0.1)^2 + 1} = 78 \quad \text{plantas de acelga}$$

Donde:

N = Población

n = Muestra

d² = desviación estándar al cuadrado

2. Para el cultivo de las hortalizas rábano y acelga

Las hortalizas fueron cultivadas en los tres sustratos:

- a) sustrato sólido (50% cascarilla de arroz - 50% piedra pómez)
- b) raíz flotante.
- c) sustrato natural (suelo).

Dentro de cada una de las unidades experimentales se colocaron las dos hortalizas por medio de siembra directa, con el distanciamiento y profundidad recomendada por el INCAP (18). En el anexo N° 4 se puede observar la forma en que se encontraban en el campo el diseño de las unidades experimentales. En el anexo N° 5 se encuentra el esquema de una unidad experimental.

a) Preparación y utilización de las soluciones- La solución de nutrientes es la que se aplicó diariamente al cultivo. La solución original se adquirió en INCAP y a partir de ella se preparó la solución a utilizar en proporciones de cinco partes de "solución A" por dos partes de la "solución B" por cada litro de solución de nutrientes (18). Al método de sustrato sólido se le aplicaron las soluciones de nutrientes todos los días a excepción de un día a la semana, en que se regó con agua pura y con el doble de la cantidad usual de agua (18). En el método de raíz flotante, el medio de crecimiento es líquido. Este líquido es una solución de nutrientes a concentración completa, que se preparó en la "cama" directamente calculando el volumen de litros de solución necesarios por la siguiente fórmula:

volumen = largo cm X ancho cm X alto cm = cc solución ÷ 1000 = litros

3. Para la recolección, manejo y transporte de las muestras

a) **Acelga-** La acelga se cosechó a los 45 días después de la siembra. Esto se realizó haciendo un corte limpio en la base de la planta al ras del suelo. Se hicieron manojos, para luego ser introducidas en una bolsa de polietileno, se selló y se procedió a realizar la misma operación dos veces más. Las bolsas con el material se colocaron dentro de una hielera previamente enfriada con hielo. Inmediatamente se trasladaron al laboratorio donde se separaron las hojas, se pesaron y se colocaron en el horno a 60° C, hasta peso constante. La muestra seca se molió en un molino eléctrico para luego ser analizada.

b) **Rábano-** El rábano se cosechó a los 30 días después de la siembra. La cosecha del rábano se realizó arrancando cada planta y retirando toda la tierra adherida y el follaje, se envasó el producto rápidamente, en tres bolsas de polietileno (plástico) bien selladas e identificadas. Se colocaron dentro de una hielera previamente enfriada con hielo. Inmediatamente se trasladaron al laboratorio donde se pesaron y se colocaron en el horno a 60° C, hasta lograr peso constante. La muestra seca se molió en un molino eléctrico para luego ser analizada.

4. Para el análisis químico

Se analizó una muestra de cada una de las cinco repeticiones en los tres sustratos donde se cultivó la acelga, de donde se obtuvo un total de 15 muestras. Con el mismo criterio se tomaron las muestras de rábano, lo que hace un total de 30 muestras.

a) Para la realización del análisis químico proximal- Se realizó el análisis químico proximal con base al esquema de Weende en donde la proteína se determina por el método de Kjeldhal (No. 2.049 y 2.050 AOAC), grasas por el método de Goldfish (No. 7.050 a 7.054 AOAC), cenizas por incineración (No. 7.010 AOAC) (1) como se describe en el Anexo N° 3, carbohidratos y energía se calculan con las siguientes fórmulas:

$$\text{Carbohidratos} = 100 - \{ \% \text{ cenizas} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína cruda} + \% \text{ fibra cruda} + \text{ humedad} \}$$

$$\text{Energía (calorías)} = \{ \text{extracto etéreo} \times 9 \} + \{ (\text{carbohidratos} + \text{proteínas}) \times 4 \}$$

b) Para el análisis de minerales- Se hizo la digestión de minerales tomando 500 mg. de muestra, a la cual se le agregaron cinco ml. de ácido nítrico concentrado. Después de dos horas de reposo, se colocó en una hornilla a 70° C por 10 minutos. Se agregaron dos ml. de ácido perclórico y se calentó nuevamente en la hornilla a 70° C por 45 minutos. Al enfriarse se aforó la solución con agua hasta 50 ml. Esta muestra se analizó utilizando el ICP (Inductively Coupled Plasma) el cual calienta la muestra a una temperatura de 11,000° C y mide las emisiones de cada uno de los elementos a analizar simultáneamente en un período de tres minutos.

5. Para el análisis de los resultados obtenidos del análisis químico proximal y mineral

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio se convirtieron a gramos o miligramos de nutrientes por 100 g. de hortaliza. Estos datos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), para comparar el contenido de nutrientes de las dos hortalizas en los tres diferentes sustratos (30).

Tratamientos	Tratamientos
S ₁ H ₁	S ₁ H ₂
S ₂ H ₁	S ₂ H ₂
S ₃ H ₁	S ₃ H ₂

S= sustrato H= hortaliza

Los resultados se presentaron según el esquema que aparece en el anexo N° 2.

VIII. RESULTADOS

A. Contenido de Nutrientes en Rábano y Acelga Cultivado en Sustrato Hidropónico y Sustrato Natural

En el cuadro N° 1 se presenta el promedio de contenido de nutrientes del rábano cultivado en sustrato natural y sólido. Se observa que el mayor contenido de nutrientes se encuentra en el rábano cultivado en sustrato natural. No se presentan resultados de rábano en sustrato de raíz flotante debido a que se perdió el tratamiento.

En el cuadro N° 2 se presentan los promedios correspondientes a los nutrientes de la acelga. En este caso se encontró que los nutrientes que se encuentran en mayor concentración en sustrato natural son carbohidratos, grasa, fibra, hierro y fósforo. En el sustrato de raíz flotante, la proteína, potasio y manganeso son los que presentan los valores mas altos; el sustrato sólido muestra el mayor contenido de sodio, zinc, cobre calcio y magnesio.

En los anexos N° 6 y 7 se presenta el detalle del contenido de nutrientes encontrado en cada muestra de acelga y rábano analizada.

B. Comparación del Contenido de Nutrientes del Rábano y Acelga Cultivados por el Método de Hidroponía Popular y Sustrato Natural

Se aplicó un análisis de varianza a los datos del contenido de nutrientes encontrados en la acelga y el rábano. Se encontraron diferencias significativas en el contenido de fósforo, calcio, magnesio, potasio, zinc, hierro, cobre, proteína, fibra, humedad, grasa y carbohidratos en el rábano. En la acelga se encontraron diferencias significativas en el contenido de fósforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, sodio, proteína y fibra tal como se observa en los cuadros N° 3 y 4. La prueba de Tukey se aplicó

posteriormente a los datos donde se encontraron diferencias significativas, como se observa en el cuadro N° 5. De este análisis se deduce que el sustrato natural presenta los mejores resultados para proteína, potasio, manganeso y fósforo en la acelga. El sustrato sólido y raíz flotante presentan los valores más altos para carbohidratos, cenizas, fibra, sodio y hierro. Para el sustrato de raíz flotante, los mayores resultados los presenta el calcio y magnesio.

Cuadro N° 1
Contenido promedio de nutrientes en 100 g. de Rábano (*Raphanus sativus*), cultivado en Sustratos Natural y Sustrato Sólido. Guatemala, mayo 1999.

Sustrato	E (Kcal)	Humedad	Prot (g)	Cho's(g)	Grasa (g)	Ceniza(g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Sustrato Natural	18.02	86.00	1.44	0.90	0.98	0.67	1.85	30.18	0.49	0.30	0.15	391.43	0.14	31.31	16.52	29.21
Sustrato Sólido	13.15	83.00	0.96	0.40	0.86	0.68	1.29	26.93	0.31	0.18	0.11	260.78	0.13	20.99	13.06	15.36

Cuadro N° 2

Contenido promedio de nutrientes en 100 g. de Acelga (*Beta vulgaris var. cicla*), cultivado en Raíz Flotante, Sustratos Natural y Sustrato Sólido. Guatemala, mayo 1999.

Sustrato	E (Kcal)	% Humedad	Prot (g)	Cho's(g)	Grasa (g)	Ceniza(g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Raíz Flotante	47.68	93.00	5.27	3.64	1.33	1.55	1.45	69.20	2.00	5.74	8.52	925.24	3.07	137.19	111.13	57.65
Sustrato Natural	50.18	94.00	4.61	4.85	1.37	1.82	1.89	304.14	3.57	6.53	10.51	774.03	0.90	214.17	201.79	63.45
Sustrato Sólido	48.50	94.00	4.39	4.77	1.32	1.96	1.74	331.32	3.21	7.60	12.55	653.20	2.15	283.23	221.26	54.11

Cuadro N° 3
Análisis de Varianza para el Rábano (*Raphanus sativus*), en los Sustratos Natural y Sólido

	Gle	CMe	Fc	Prob>F	Significancia	CV%	Natural (1) Promedio	Sólido (2) Promedio
Energía	4	16.57	0.95	0.520	NS	27	18.02	13.15
P	4	30.33	15.82	0.017	*	25	29.21	15.36
Ca	4	11.68	22.80	0.010	*	13	31.31	20.99
Mg	4	15.92	1.89	0.241	*	27	16.52	13.06
K	4	3641.60	11.72	0.027	*	19	391.43	260.78
Zn	4	0.00044	90.21	0.002	*	9	0.30	0.18
Fe	4	0.014	5.56	0.078	*	29	0.49	0.31
Mn	4	0.0061	0.0065	0.938	NS	59	0.14	0.13
Cu	4	0.00026	16.96	0.016	*	13	0.15	0.11
Na	4	118.51	0.22	0.662	NS	38	30.18	26.93
Proteína	4	0.054	10.97	0.030	*	19	1.44	0.96
Fibra	4	0.0998	7.80	0.049	*	20	1.85	1.29
Humedad	4	0.00025	9.02	0.040	*	2	0.86	0.83
Ceniza	4	0.0016	0.39	0.569	NS	6	0.67	0.68
Grasa	4	0.017	1.51	0.286	*	14	0.96	0.86
Carbohidratos	4	0.29	2.17	0.214	*	83	0.90	0.40

Cuadro Nº 4
Análisis de Varianza para la Acelga (*Beta vulgaris var. cicla*), en los Sustratos Raíz Flotante, Natural y Sólido

	Gle	CMe	Fc	Prob>F	Significancia	CV%	Natural (1) Promedio	Sólido (2) Promedio	Raíz Flotante (3) Promedio
Energía	7	34.33	1.17	0.400	NS	12	49.29	51.06	48.8
P	7	73.20	7.09	0.021	*	13	76.81	64.47	54.63
Ca	7	1249.60	9.58	0.010	*	15	182.53	218.25	285.15
Mg	7	1122.28	6.08	0.029	*	18	144.76	206.34	222.72
K	7	9719.57	8.47	0.014	*	12	931.68	789.11	652.98
Zn	7	23.49	0.07	0.940	NS	68	6.63	6.87	7.74
Fe	7	1.14	1.58	0.270	NS	35	2.36	3.66	3.24
Mn	7	0.13	38.81	0.000	*	18	3.11	0.92	2.16
Cu	7	47.32	0.26	0.780	NS	62	9.50	10.79	12.80
Na	7	2754.29	29.30	0.001	*	22	76.92	310.18	333.60
Proteína	7	0.23	4.62	0.052	*	10	5.40	4.68	4.41
Fibra	7	0.02	11.38	0.007	*	8	1.44	1.90	1.74
Humedad	7	0.000053	0.13	0.880	NS	1	0.939	0.94	0.938
Ceniza	7	0.07	2.58	0.140	NS	15	1.54	1.85	1.96
Grasa	7	0.012	0.28	0.770	NS	8	1.36	1.38	1.32
Carbohidratos	7	0.648	2.20	0.180	NS	18	3.88	4.98	4.81

Cuadro N° 5
Prueba de Comparación de Medias de Tukey
para el Contenido de Nutrientes de Acelga

Elemento	Prot (g)	Cho's(g)	Ceniza(g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Sustrato											
Natural	a	b	b	b	b	b	a	a	b	b	a
Sólido	ab	a	a	a	a	a	ab	c	b	ab	b
Flotante	b	a	a	a	a	a	b	b	a	a	b

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El rábano se cultivó en los tres diferentes sustratos, pero se perdió el tratamiento del sustrato raíz flotante. Esto se debió a que el rábano no crece en un medio líquido; a pesar que se obtuvo buen crecimiento radicular y de hojas, el bulbo no logró crecer.

Al analizar los resultados de contenido de nutrientes, se encontraron diferencias significativas, pero no fue necesario aplicar la prueba de Tukey ya que solo se contaba con dos tratamientos; por lo tanto, el que presenta los mayores contenidos de nutrientes se selecciona como el mejor. En base a esto se infiere que el sustrato natural es el mejor, ya que presenta los valores más altos para cada uno de los nutrientes analizados.

En vista que hay diferencias significativas en el contenido de nutrientes en las hortalizas cultivadas en HHP y en sustrato natural, se rechaza la hipótesis planteada en este estudio. Una de las posibles razones que explican las diferencias encontradas, es la inestabilidad y manejo de las soluciones de nutrientes. Esto se debe a que se precipitan con facilidad y se oxidan con la luz solar en un período aproximado de 45 días, por lo que hay que utilizar soluciones preparadas recientemente.

Aunque estadísticamente se presentan diferencias significativas, nutricionalmente las diferencias no representan un impacto biológico de importancia. En el anexo N° 10, se presentan las Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD) (19) y los promedios de contenido de nutrientes de la acelga y rábano por 100 g. y por 50 g. Se observa que el aporte de nutrientes de estos vegetales es relativamente bajo; a excepción del sodio, zinc, cobre, manganeso, magnesio y potasio que aportan la mitad de las RDD por 100 g. de acelga. Por otro lado hay que recordar que los minerales que se encuentran en los vegetales son de baja biodisponibilidad, esto refuerza la idea que las diferencias encontradas no son importantes.

Como resumen del nivel de contenido de nutrientes encontrado en las hortalizas cultivadas en los diferentes sustratos, se presenta el anexo N° 9 la relación del contenido de nutrientes.

Aunque no era objetivo de la investigación, se compararon los resultados obtenidos en este estudio en las hortalizas cultivadas en sustrato natural, con los datos reportados de la Tabla de Composición de Alimentos para Centro América (23) y las tablas de "Food Values of Portions Commonly Used" (26), como se presenta en el anexo N° 8. Se observó que los datos reportados por la tabla de composición de alimentos, son marcadamente más bajos en la mayoría de nutrientes que los encontrados en este experimento; esto puede deberse a diferencias en las condiciones de suelo, de siembra y tiempo de cosecha.

La utilización de la Hidroponía para la producción de plantas tiene muchas ventajas en su aplicación. La principal ventaja es que la población que no cuenta con terrenos adecuados para la producción de hortalizas, puedan producirlas para el consumo familiar. Sin embargo, también existen desventajas, entre ellas está el alto costo para la elaboración de los contenedores, la adquisición de sustratos y la inaccesibilidad para la obtención de soluciones de nutrientes que solo el INCAP las vende.

X. CONCLUSIONES

1. El contenido de proteína, grasa, carbohidratos, fibra, humedad, calcio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, cobre y potasio en el rábano es mayor cuando se cultiva en sustrato natural que cuando se cultiva en huertos hidropónicos populares.
2. No existen diferencias significativas en el contenido de energía, manganeso, sodio y cenizas en el rábano cultivado en huertos hidropónicos populares o en sustrato natural.
3. En el contenido de fósforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, sodio, proteína y fibra se encontraron diferencias significativas en la acelga.
4. No existen diferencias significativas para la acelga en energía, zinc, hierro, cobre, humedad, cenizas, grasa y carbohidratos.
5. Para la acelga cultivada en los tres diferentes sustratos, no se encontró ninguno que fuera el mejor.

XI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar soluciones de nutrientes para los Huertos Hidropónicos Populares preparadas recientemente, ya que estas se descomponen muy fácilmente con la temperatura y la luz.
2. Promover la utilización de los Huertos Hidropónicos Populares y enseñar a las personas del área rural como producir alimentos con este sistema, para mejorar la dieta familiar.
3. Realizar estudios comparativos de palatabilidad entre los cultivos obtenidos por medio de sustrato natural y los cultivos obtenidos por medio de Huertos Hidropónicos Populares.
4. Incluir los resultados de este estudio en las Tablas de Composición de Alimentos.
5. Promover la venta de soluciones nutritivas que prepara el INCAP en toda la república para facilitar la adquisición y utilización en los Huertos Hidropónicos Populares.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Association of Official Analytical Chemists. 1975. Official Methods of Analysis 12th. Ed. Winsconsin, USA. Editorial George Banta Company pp.40 - 90.
2. BARCELÓ, J. et.al.1980. Fisiología Vegetal. Madrid, España. Ed. Pirámide. pp.136-150.
3. BATEMAN, JOHN V. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. México. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). 468 p.
4. CALDERÓN, F 1989. Curso sobre Cultivos Hidropónicos. Bogotá. pp 1-67
5. CASSERES, ERNESTO. 1984. Producción de Hortalizas. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 387p.
6. CARDONA B. DANIEL J.1990. Diseño Experimental. Programa de Fortalecimiento Académico de las Sedes Regionales. Guatemala. Ed. Universidad Rafael Landivar. Facultad de Ciencias Agrícolas. 239 p.
7. CHARLEY, HELEN. 1982. Food Science. 2ª ed. New York, John Wiley & Sons. 768 p.
8. CORINNE, ROBINSON. H. 1978. Fundamentals of Normal Nutrition. 3ª. Edición. Canadá. Editorial Macmillan. 597p.

9. **DIÉGUEZ M. KATHERINE E.** 1998. Informe de Socios Beneficiarios del Instituto Benson. Chiquimula, Guatemala. Instituto Benson para la Agricultura y la Alimentación/USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Nutrición. 16p.
10. -----, 1998. Ejercicio Profesional Supervisado de Nutrición. Informe Nutrición. Guatemala. Instituto Benson para la Agricultura y la Alimentación/USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Nutrición.
11. **EGAN, H., IRK.,R.S., SAWYER, R.** 1987. Análisis Químico de Alimentos de Person. Mexico. Compañía Editorial Continental. pp. 19-43
12. Electronic on line Information. 1999. Extension Services Michigan State University.
13. España. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 1986. Métodos oficiales de análisis. Madrid, España. El Ministerio, V 3.
14. **FLORES, M. Q., et. al.** 1996. Diagnóstico de la Situación Alimentario Nutricional de Tres Comunidades del Oriente de Guatemala. Guatemala. Instituto Benson para la Agricultura y la Alimentación. 36 p.
15. **FONT QUER, P.** 1980. Plantas Medicinales. 6^a ed. España, edit. Limusa. 150 p.
16. **FOX, BRIAN A. Y CAMERON, ALLAN G.** 1992. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. 5^a Edición. México. Editorial Limusa. 457 p.
17. **GUDIEL, MANUEL.** 1987. Manual Agrícola SUPERB. Guatemala. Editada por productos Superb. 393 p.

18. INCAP/OPS.1997. Manual Técnico de Hidroponía Popular (cultivos sin tierra). pp.1-67
19. -----/OPS.1994. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. 45 Aniversario. Guatemala. INCAP.137 p. (45 Aniversario)
20. LEES, R. et.al. 1969, Manual de Análisis de Alimentos. España, Ed. Acribia. pp. 14 - 20
21. MARTINEZ, MANUEL M. 1984. Cultive su Huerto Casero. El Salvador. Bayer Química Unidas. 120 p.
22. MAHAN, KATHLEEN L. y ARLIN, MARIAN T.1995 KRAUSE Nutrición y Dietoterapia. 8ª Edición. México. Editorial Interamericana.1193 p.
23. MENCHÚ, M. et.al. 1996. Tablas de Composición de Alimentos para Centro América. Guatemala. INCAP/OPS. 98 p.
24. MURILLO, BEATRIZ. 1994. Manual de Laboratorio Nutrición Animal. Colombia. Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Zootecnia. pp. 82 - 29.
25. NIEMAN, DAVID C. et.al. 1990. Nutrition. EEUU. Editorial Brown. 521 p.
26. PENNINGTON, JEAN A. 1998. Food Values of Portions Commonly Used. Philadelphia, New York. Lippincott. 481p.
27. PROGRAMA DE HOGARES COMUNITARIOS. 1997. Cultivo de Plantas sin Tierra. Guatemala. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo programa Mundial de Alimentos. 16 p. (Folleto informativo)

28. -----, 1997. Métodos no Convencionales para el Manejo de Plagas. Guatemala. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Agricultura Urbana. Hidroponía Simplificada. pp 22
29. RESH, HOWARD M. 1998. Hydroponic Food Production. A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. EEUU. 527p.
30. RODRÍGUEZ, J. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. México. Universidad Autónoma Agraria. Editorial Trillas. 357 p.
31. TAMARO, D. 1981. Manual de Horticultura. Trad. Caballero, A. 9ª. Edición. México. Ediciones G. Gali. 1510 p.

XIII. ANEXOS

IV EXTRACTO ETÉREO

(1) Tara papel facial		(2) Muestra y tara		(3) Peso de la muestra		(4) Peso inicial del beaker		(5) Peso final del beaker		
(2)	-	(1)	=	(3)	/	(5)	-	(4)	=	(6)
$100 \times \frac{\text{---}}{(6)} - \frac{\text{---}}{(3)} = \text{---} \% \text{ Grasa en base seca}$										

$\frac{\% \text{ grasa en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{---} \% \text{ grasa en base fresca}$

V PROTEÍNA CRUDA (factor 6.25)

(1) Tara papel parafinado		(2) Muestra y tara		(3) Peso inicial de la muestra		(4) Mililitros gastados de HCL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
(2)	-	(1)	=	(3)	/	(4)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X	6.25	=	(6)	X

Anexo N° 2
Tabla para la presentación de resultados

SUSTRATO	Hortaliza	Energía Kcal	H ₂ O %	Prot. (g)	Chlo's (g)	Grasa (g)	Cenizas (g)	Fibra %	Na mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	K mg	Mn mg	Ga mg	Mg mg	P mg	
NATURAL	Acelga																	
	Rábano																	
RAÍZ FLOTANTE	Acelga																	
	Rábano																	
SÓLIDO	Acelga																	
	Rábano																	

Anexo N° 3
Análisis Químico Proximal

A. Metodología para la Cuantificación de Humedad

Materiales y métodos:

- Molino eléctrico de cuchillas
- Papel aluminio
- Balanza analítica
- Paleta
- Campana desecadora
- Casuela
- Horno
- Pinzas

Procedimiento:

1. Moler la muestra en el molino.
2. Homogenizar manualmente.
3. Colocar la pasta resultante en papel aluminio previamente pesado y volver a pesar.
4. Introducir la muestra en un horno a 60°C por 18 a 48 horas.
5. Sacar la muestra del horno y pesar, calculando la materia seca parcial.
6. Pesar de 3 a 5 gramos de la muestra secada al horno en un casuela previamente tarada.
7. Colocar la muestra en un horno a 105°C por 18 a 24 horas.
8. Colocar la nueva inmediatamente en una campana desecadora.
9. Pesar para calcular la materia seca total.
10. Calcular porcentaje de humedad.

B. Metodología para la Cuantificación de Cenizas

Materiales y equipo:

- Crisol de porcelana o hueso
- Paleta
- Mufla
- Balanza analítica
- Pinzas
- Campana desecadora

Procedimiento:

1. Pesar de 3 a 5 gramos de muestra seca en un crisol previamente tarado.
2. Colocar el crisol en la mufla a 600°C por 3 a 5 horas.
3. Extraer el crisol de la mufla, dejar que alcance temperatura ambiente y colocarlo dentro de una campana desecadora.
4. Pesar el crisol con las cenizas y calcular el porcentaje de cenizas.

C. Metodología para la Cuantificación de Fibra Cruda**Materiales y equipo:**

- Casuela
- Aparato de reflujo
- Pipeta volumétrica de
de 10 ml.
- Manta de lino
- Crisol de hueso
- Horno
- Brocha

- Beacker de Berzellus
- Bomba de vacío
- Balanza analítica
- Probeta
- Mufla
- Campana desecadora
- Espátula

Reactivos:

- Ácido sulfúrico.255
- Hidróxido de sodio
- Agua destilada

Procedimiento:

1. Pesar un gramo de la muestra seca.
2. Transferir cuantitativamente la muestra seca en un beaker de Berzellus.
3. Agregar al beaker 200 ml. de ácido sulfúrico y colocarlo en el digestor de fibra en la fuente de calor.
4. Alcanzar la temperatura de ebullición, retirar la fuente de calor directa y dejar hirviendo durante 30 minutos.
5. Agregar hidróxido de sodio 10 N y volver a colocar en el digestor de fibra por 30 minutos.
6. Retirar el beaker del digestor de fibra y filtrar al vacío en la manta de lino, lavando con 400 ml. de agua destilada.
7. Retirar residuo del lino con una espátula y colocarlo en un crisol de hueso previamente tarado.
8. Colocar el crisol en un horno a 105°C por 24 horas.
9. Retirar el crisol del horno, colocarlo en una campana desecadora y pesar.
10. Colocar el crisol pesado en la mufla a 600°C de 2 a 3 horas, dejar que alcance temperatura ambiente y pesar.
11. Calcular el porcentaje de fibra cruda.

D. Metodología para la Cuantificación de Proteína Cruda

Materiales y equipo:

- Papel parafinado
- Balanza analítica
- Perlas de vidrio
- Probeta de 250 ml.
- Balón de Kjeldahl
- Aparato Macro de Kjeldahl
- Pipeta volumétrica de 50 ml.
- Agitador magnético
- Medidas plásticas

Reactivos:

- Sulfato de Sodio anhidro
- Acido selenioso 2%
- Acido sulfúrico al 97%
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio al 60%
- Rojo de metilo
- Verde de bromo-cresol
- Acido bórico 3%
- Acido clorhídrico

Procedimiento:

1. Pesar un gramo de la muestra seca en papel parafinado previamente tarado.
2. Introducir la muestra al balón de Kjeldahl, agregar 3 perlas de vidrio, 8 gr de sulfato de sodio anhidro, 1 o 2 ml de ácido selenioso al 2 %, 25 ml de ácido sulfúrico al 97% y colocar el balón en el aparato Macro de Kjeldahl para la digestión ácida.
3. Realizar digestión ácida a 350°C por 45 minutos.
4. Agregar 250 ml de agua destilada agitando, de 3 a 5 gotas de rojo de metilo y neutralizar con 50 ml de hidróxido de sodio al 60%.
5. Colocar nuevamente el balón en el aparato de Kjeldahl para la destilación alcalina, capturando el nitrógeno durante 20 minutos en una probeta con 100 ml de ácido bórico al 3%, rojo de metilo y verde de bromo-cresol.
6. Al terminar la destilación aforar a 250 ml con agua destilada.
7. Valorar con ácido clorhídrico de concentración conocida con la ayuda de un agitador magnético.
8. Calcular el porcentaje de proteína cruda.

E. Metodología para la Cuantificación de Grasa (Extracto Etéreo)**Materiales y equipo:**

- Toallas de papel desechables
- Dedal de celulosa
- Porta dedal de metal
- Aparato de Goldfish
- Dedal de vidrio
- Beaker de Goldfish
- Horno
- Pinzas
- Campana desecadora

Reactivos:

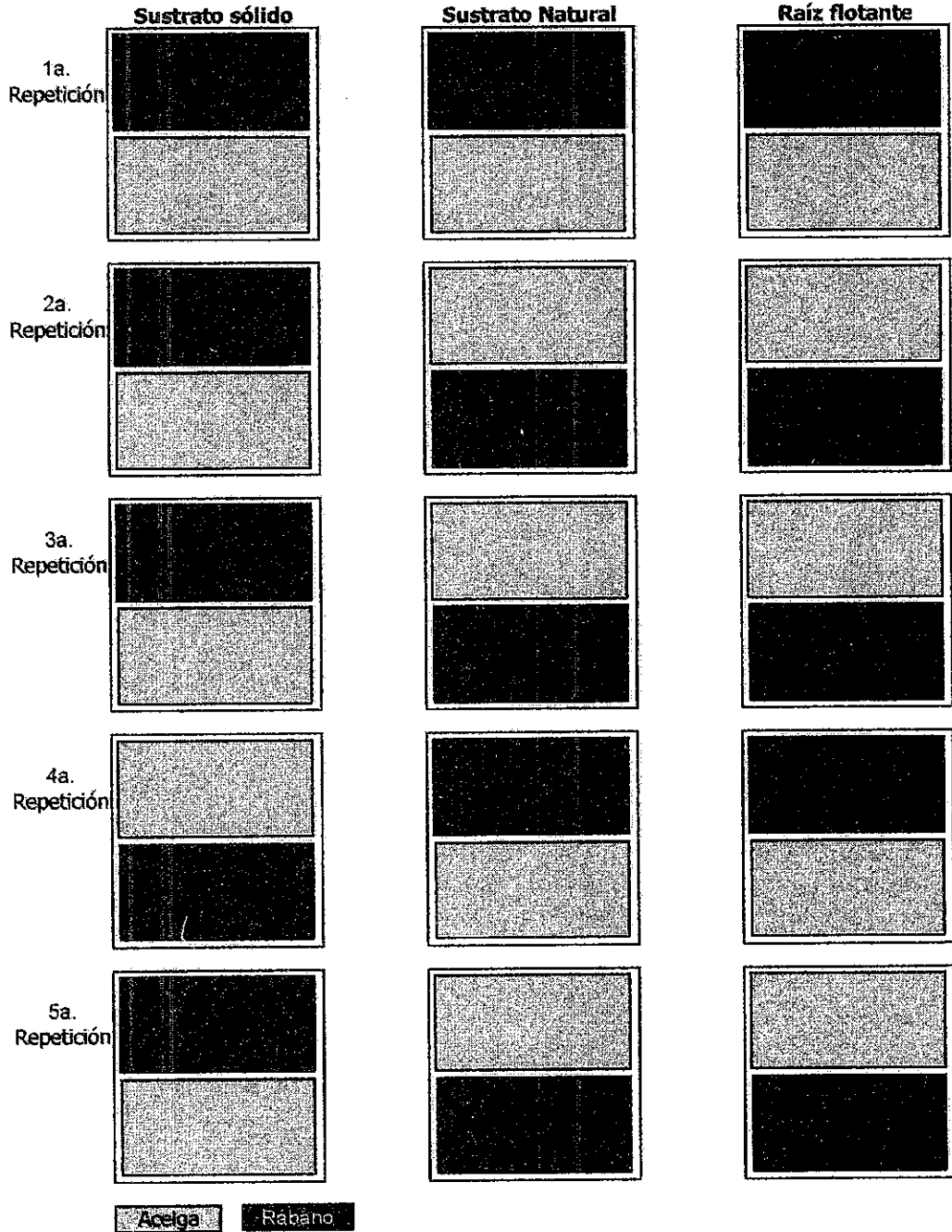
- Bencina de petróleo

Procedimiento: (Antes de realizar el procedimiento lavarse las manos para remover grasa)

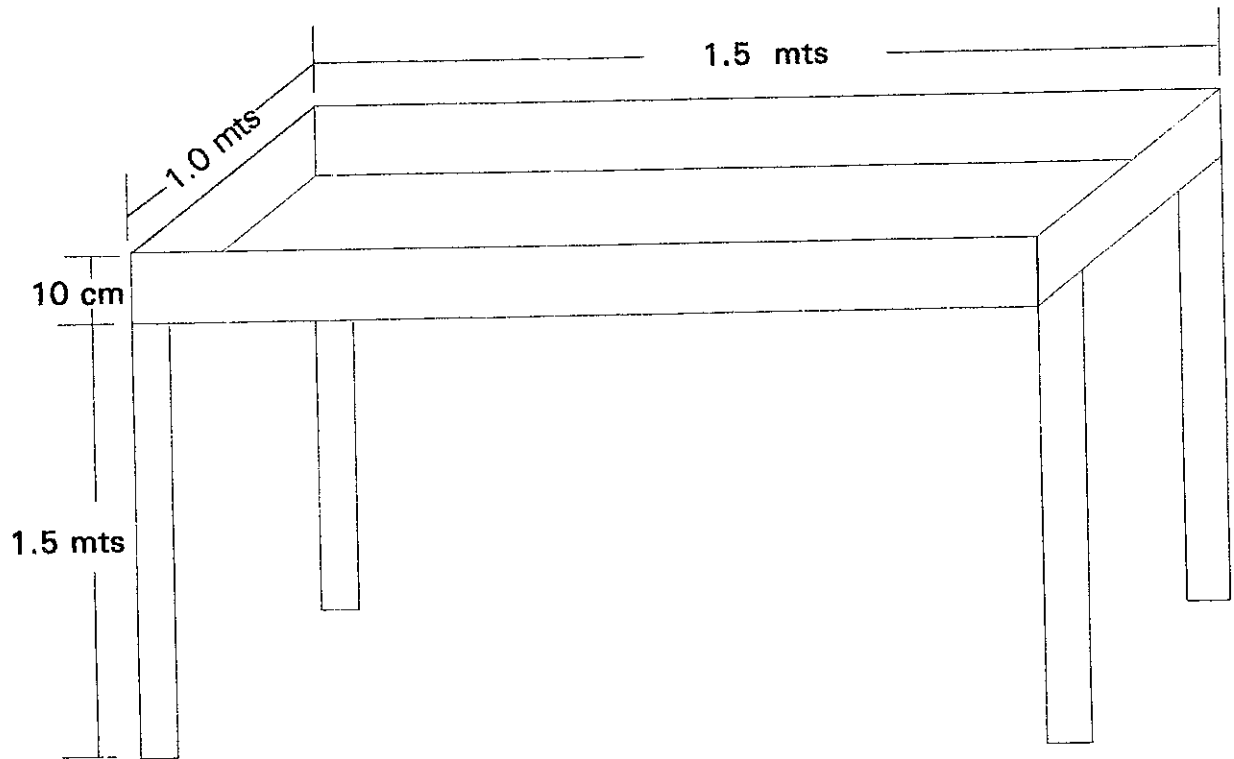
1. Pesar 1 gr de muestra seca en papel desechable previamente tarado.
2. Doblar el papel e introducir la muestra en un dedal de celulosa colocado en su respectivo porta dedal.
3. Pesar un beaker de Goldfish previamente desecado a 60°C por 4 horas. (Manipularlo con pinzas).
4. Agregar de 40 a 60 gr de bencina de petróleo en el beaker y colocarlo en el aparato de Goldfish.
5. Colocar porta dedal de metal en el aparato de Goldfish y dejar de 5 a 7 horas.
6. Al terminar el tiempo cambiar el porta dedal por un dedal de vidrio y esperar hasta que queden 2 mm de bencina en el beaker.
7. Colocar el beaker en el horno a 60°C de 12 a 24 horas con la ayuda de pinzas.
8. Sacar el beaker del horno e introducirlo en una campana desecadora.
9. Pesar el beaker sin tocarlo y calcular el porcentaje de grasa.

Anexo N° 4

Diseño de las unidades experimentales



Esquema de unidad experimental



Anexo N° 6

Contenido de nutrientes de rábano (*Raphanus sativus*), cultivado en sustratos natural y sustrato sólido

Sustrato	E (Kcal)	%Humedad	Prof (g)	Cho's(g)	Grasa (g)	Ceniza(g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Natural repetición 1	14.27	85.00	1.15	0.91	0.67	0.57	1.76	28.70	0.96	0.23	0.13	399.96	15.40	30.81	15.40	30.96
Natural repetición 2	15.50	85.00	1.41	0.44	0.90	0.68	1.78	24.25	0.64	0.31	0.14	396.50	15.80	32.20	15.80	32.80
Natural repetición 3	16.06	85.00	1.35	0.55	0.94	0.71	1.58	26.02	0.44	0.31	0.13	391.98	14.40	28.81	14.40	30.01
Natural repetición 4	28.15	90.00	2.01	1.99	1.35	0.82	2.62	50.88	0.40	0.36	0.20	535.80	24.26	36.88	24.26	26.20
Natural repetición 5	16.14	85.00	1.30	0.62	0.94	0.56	1.50	21.07	0.59	0.30	0.15	243.50	12.75	27.83	12.75	26.09
Media	18.02	86.00	1.44	0.90	0.96	0.67	1.85	30.18	0.49	0.30	0.15	397.43	16.52	31.31	16.52	29.21
Sólido repetición 1	11.41	83.00	0.93	0.64	0.57	0.65	1.31	27.93	0.15	0.12	0.10	303.68	12.38	16.83	12.38	11.88
Sólido repetición 2	13.74	83.00	0.95	0.37	0.94	0.66	1.32	28.80	0.27	0.18	0.10	276.08	11.71	18.33	11.71	14.26
Sólido repetición 3	13.26	83.00	0.88	0.41	0.90	0.77	1.31	28.94	0.18	0.14	0.11	263.16	13.31	19.96	13.31	11.77
Sólido repetición 4	12.77	83.00	0.97	0.13	0.93	0.84	1.28	20.80	0.46	0.23	0.12	262.93	11.99	24.49	11.99	25.49
Sólido repetición 5	14.55	83.00	1.05	0.45	0.95	0.50	1.23	28.48	0.50	0.21	0.11	198.16	15.89	25.32	15.89	13.40
Media	13.15	83.00	0.96	0.40	0.96	0.68	1.28	26.93	0.31	0.18	0.11	260.78	13.06	20.99	13.06	16.36

Anexo N° 7

Contenido de nutrientes de *acelga (Beta vulgaris var. cicla)*, cultivado en raíz flotante, sustrato natural y sustrato sólido

Sustrato	E (Kcal)	% Humedad	Prot (g)	Cho's (g)	Grasa (g)	Ceniza (g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Raíz flotante repetición 1	45,61	94,00	5,25	3,48	1,19	1,93	1,72	76,28	2,41	10,10	13,95	1144,36	2,90	26,08	19,30	11,15
Raíz flotante repetición 2	44,00	93,00	4,92	3,20	1,28	1,70	1,34	47,11	1,61	5,73	8,71	896,98	3,14	156,40	131,00	73,52
Raíz flotante repetición 3	51,57	94,00	5,52	4,08	1,47	1,06	1,33	66,00	0,82	5,95	9,46	766,70	2,59	162,55	133,78	77,68
Raíz flotante repetición 4	49,72	94,00	5,44	3,82	1,41	1,49	1,41	85,21	3,19	1,17	1,92	896,34	3,66	201,60	159,54	66,72
Media	47,66	93,00	5,27	3,64	1,33	1,55	1,46	68,20	2,00	6,74	8,52	925,24	3,07	137,13	111,13	67,65
Natural repetición	56,57	85,00	5,35	5,66	1,39	2,18	2,16	333,84	3,00	1,52	1,84	1010,19	1,18	235,30	228,22	63,69
Natural repetición 2	39,63	93,00	3,62	3,53	1,23	1,66	1,94	299,49	2,76	1,53	6,59	637,10	0,69	172,71	150,96	46,06
Natural repetición 3	53,83	94,00	4,81	5,43	1,43	2,02	1,78	349,30	5,24	11,05	17,11	826,12	1,02	244,23	231,12	73,76
Natural repetición 4	46,92	93,00	4,55	4,09	1,39	1,53	1,61	262,22	2,36	6,01	8,65	651,34	0,66	182,49	175,47	58,96
Natural repetición 5	59,34	85,00	5,09	6,26	1,44	1,96	2,00	366,04	4,91	14,22	19,78	820,89	1,07	256,53	245,91	81,38
Media	50,18	94,00	4,61	4,85	1,37	1,82	1,89	304,14	3,67	6,53	10,51	774,03	0,90	214,17	201,79	63,46
Sólido repetición 1	40,99	93,00	3,89	3,79	1,14	1,99	1,97	270,14	2,98	0,74	1,22	686,66	1,75	231,63	193,25	39,75
Sólido repetición 2	53,21	94,00	4,45	5,51	1,48	2,15	2,00	394,80	2,90	8,14	14,27	673,34	2,22	315,99	258,08	59,56
Sólido repetición 3	49,56	94,00	4,02	5,15	1,32	1,98	1,60	305,55	3,26	16,20	26,81	592,50	2,36	304,50	207,00	63,00
Sólido repetición 4	47,20	94,00	4,71	4,23	1,27	1,85	1,53	353,47	2,21	6,15	9,97	646,49	2,14	267,31	215,01	47,94
Sólido repetición 5	54,04	94,00	4,97	5,38	1,41	1,84	1,59	343,91	4,83	7,48	11,73	665,89	2,34	306,34	240,24	62,88
Media	48,50	94,00	4,39	4,77	1,32	1,86	1,74	331,32	3,21	7,60	12,55	663,20	2,15	283,23	221,28	54,11

Anexo N° 8

Contenido de nutrientes en rábano y acelga reportado en la Tabla de composición de alimentos, vrs. los cultivados en Huertos Hidropónicos populares y en suelo por 100 g. de alimento

Sustrato	E (Kcal)	% Humedad	Prot (g)	Cho's(g)	Grasa (g)	Ceniza(g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Fuente	26.10	93.20	1.30	5.00	0.10	0.80	0.70	24.40	1.20	0.13	0.04	240.00	0.07	26.00	11.00	30.00
Natural	18.02	86.00	1.44	0.90	0.96	0.67	1.85	30.18	0.49	0.30	0.15	391.43	0.14	31.31	16.52	29.21
Sólido	13.15	83.00	0.96	0.40	0.86	0.68	1.29	26.93	0.31	0.16	0.11	260.78	0.13	20.99	13.06	15.36
Tabla	52.00	90.80	1.60			1.60	1.00	137.00	3.60	1.25	0.62	344.00	1.27	1101.00	329.00	29.00
Natural	50.18	94.00	4.61	4.85	1.37	1.82	1.89	304.14	3.57	6.53	10.51	774.03	0.90	214.17	201.79	63.45
Sólido	48.50	94.00	4.39	4.77	1.32	1.96	1.74	331.32	3.21	7.60	12.55	653.20	2.15	283.23	221.26	54.11
Raíz Flotante	48.50	94.00	4.39	4.77	1.32	1.96	1.74	331.32	3.21	7.60	12.55	653.20	2.15	283.23	221.26	54.11

Fuente: Tabla de composición de alimentos -INCAP.

Food Values of portions commonly used.

Rábano
Acelga

Anexo N° 9

Relación del contenido de nutrientes entre los tres diferentes sustratos

Elemento Decisión	Energía	P	Ca	Mg	K	Zn	Fe	Mn	Cu	Na	Prot	Fibra	Humedad	Ceniza Grasa	Cho's
IGUAL						F⇕ S N	F⇕ S N		F⇕ S N				N-S F	S⇕ N F	
ALTO	N⇕ S F	N⇕ S	F S	F⇕ S	N⇕ S	N⇕ S	S⇕ F	N	F⇕ S	N⇕ S	N⇕ S	S⇕ F	F⇕ S	F⇕ S	S⇕ F
BAJO		F S	S N⇕		F	N	N	F	N	F	N	N	N	N	N

N = Sustrato Natural
 S = Sustrato Sólido
 F = Raíz Flotante

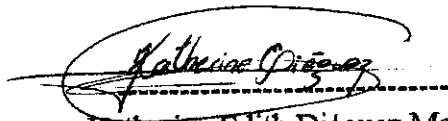
Anexo N° 10

Recomendaciones dietéticas diarias y contenido de nutrientes en acelga y rábano en 100 g. y en 50 g.

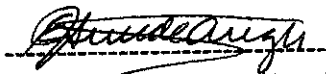
	E (Kcal)	% Humedad	Prot (g)	Cho's(g)	Grasa (g)	Ceniza(g)	% Fibra	Na (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Cu (mg)	K (mg)	Mn (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
RDD	2100-3100		53 - 68	300 - 350	70		18 - 24	500	11 - 24	9 - 18	1,2	2000	1,4 - 5	1000	240-310	600
Acelga	48	94	4.3 - 5.3	3 - 4	1.3	1.2 - 1.5	1.5 - 1.8	68 - 331	2 - 3	5 - 7	8 - 12	600 - 900	2 - 3	130 - 280	100 - 200	55
Rábano	24	94	2.1 - 2.6	1.5 - 2	0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.9	34 - 165	1 - 1.5	2 - 3	4 - 6	300 - 450	1 - 1.5	65 - 140	50 - 100	27
	13.15	83	0.96	0.40	0.86	0.68	1.29	26.93	< 1	< 1	< 1	260	< 1	21	13	15
	6.60	83	0.43	0.20	0.43	0.34	0.65	13.50	< 1	< 1	< 1	130	< 1	10	6	7

por 100 g.
IPHEFOBI

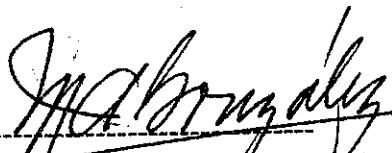
Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD)



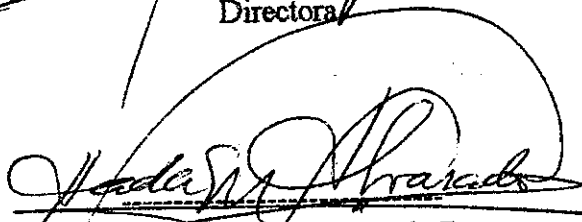
Katherine Edith Diéguez Meza
Autora



Licda. Julieta Salazar de Ariza
Asesora



Licda. María Antonieta González B.
Directora



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
Decana