



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

ANALISIS BROMATOLOGICO Y RENDIMIENTO
COMPARATIVO ENTRE DOS ESPECIES
COMESTIBLES, VERDOLAGA (*Portulaca oleracea* L.)
Y ESPINACA (*Spinacea oleracea* L.) CULTIVADAS
BAJO LAS MISMAS CONDICIONES AGRONOMICAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A N I
MARTHA PATRICIA GONZALEZ AVANTE
MARIA INES DURAN GONZALEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. FRANCO GERON XAVIER
TESIS CON FALLA DE ORIGEN





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	3
Descripción Botánica.....	5
Suelo y desarrollo de las plantas.....	7
Componentes químicos.....	10
Metodología.....	17
Materiales y Métodos.....	18
Resultados y Discusión.....	24
Conclusiones.....	51
Sugerencias.....	53
Anexo I.....	54
Anexo II.....	62
Bibliografía.....	73

R E S U M E N .

Debido a los problemas en la nutrición, surge la necesidad de conocer alimentos que proporcionen algunos nutrimentos que cubran las necesidades del organismo, es por esto que el presente trabajo plantea el estudio y comparación de dos plantas utilizadas ampliamente en México como alimento, una de ellas es la Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) la cual es comparada con la Espinaca (*Spinacea oleracea* L.).

Los resultados obtenidos muestran que la Verdolaga es una especie vegetal que proporciona un rendimiento mayor (6.89 Kg/3.5 m²) que la Espinaca (3.75 Kg/3.5 m²) por lo que es recomendable cultivar a la Verdolaga; además proporciona mayor cantidad de fibra cruda 14.4 g/100 g de muestra en base seca, lo que la hace importante para la digestión. En lo que se refiere a la cantidad de proteína fue de 33g/100g de muestra en base seca en la Espinaca, por lo que se recomienda la utilización de esta última en la alimentación.

Por otra parte también se estudiaron tres tipos de tratamientos: 1). Fertilización: este procedimiento es recomendable, ya que las plantas que son fertilizadas aumenta el contenido de proteína, 2). La cocción no es recomendable ya que destruye la vitamina C y se pierden los minerales por lixiviación y 3). La época óptima de corte y de consumo; es aquella en que las plantas son tiernas, debido al contenido de proteína. El contenido de fierro no presentó diferencia significativa en los cultivos pero sí en la cocción, indicando que las especies vegetales deben consumirse preferentemente crudas, para evitar la pérdida de este elemento en el agua de cocción.

I N T R O D U C C I O N .

El hombre primitivo aprendió por experiencia a reconocer los alimentos que no causaban riesgo alguno. Afortunadamente esa alimentación satisfacía sus necesidades nutritivas, gracias a lo cual, él y su descendencia pudieron sobrevivir y multiplicarse. En nuestros días el ambiente es más complejo y la satisfacción de las necesidades nutritivas del hombre no pueden en ningún caso, depender de la reacción intuitiva de cada individuo frente a los recursos naturales y artificiales a su alcance. Gracias a la ciencia de la nutrición y de la alimentación se conoce el valor nutritivo de una inmensa gama de productos y la forma en que los nutrimentos contenidos en ellos o en sus combinaciones satisfacen las necesidades específicas del crecimiento, del desarrollo y de la adaptación de cada uno de los individuos a lo largo de su experiencia (Bourges H. 1982).

El mayor problema para la nutrición de la humanidad es la escasez de alimentos así como de calorías y proteínas. En México, país en desarrollo predomina un alto grado de desnutrición por falta de calorías y proteínas, estas últimas de alto valor biológico y de gran importancia para la vida (Hernández M. 1984).

Las hortalizas son plantas herbáceas que proporcionan vitaminas, ácidos orgánicos, sales minerales, fibra, aceites esenciales (Souza Novelo., 1950); estos compuestos desempeñan un papel importante para el desarrollo y funciones normales

del organismo humano. Contribuyen al aumento de la secreción de sustancias digestivas, a la mejor digestión y asimilación de las sustancias nutritivas. Tienen elevada importancia en la neutralización de ácidos, producto de la digestión de carne, queso, huevo, pan, arroz, etc., favorecen la digestión reforzando la acción peristáltica de los intestinos (Borow Maxwell, 1976).

Es necesario señalar que las hortalizas son fuente importante de nutrimentos; por lo que el objetivo principal de este trabajo es conocer las cantidades de algunos de ellos en la verdolaga (*Portulaca oleracea L.*), planta poco estudiada, y compararla con otra planta la cual a sido estudiada y además es ampliamente consumida en todo el mundo; esta planta es la Espinaca (*Spinacea oleracea L.*).

O B J E T I V O S

Objetivo General

Estudiar algunos factores agronómicos, componentes químicos y algunas diferencias en el contenido químico porcentual de las especies *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) y *Spinacea oleracea* L. (Espinaca).

Objetivos Especificos:

1. Determinar el contenido de proteínas, fibra cruda, grasa cruda, cenizas, fierro, y vitamina C.
2. Conocer la época óptima de cosecha en función de los nutrimentos.
3. Comparar los componentes químicos entre las especies estudiadas.
4. Determinar la mejor forma de consumo de las especies de acuerdo al tratamiento crudo o de cocción y la cantidad de nutrimentos presentes en las plantas despues del tratamiento.
- 5.- Determinar el rendimiento de las especies en función de la fertilización.

Descripción Botánica.

Portulaca oleracea L.

Orden : Centrosperma

Familia : Portulacacea

Género : Portulaca

Especie : *Portulaca oleracea* L.

Nombre Común: Verdolaga

Considerada como maleza anual, herbácea, tendida, suculenta, glabra, mide de 5 a 40 cm. de largo, originaria del sureste de Asia.

Raíz: pivotante.

Tallo: Cilíndrico, jugoso, glabro, carnoso, rastroso, verde opaco o morado rojizo, ramificado con las ramas extendidas radialmente y forma de rosetas.

Hojas: Sésiles, glabras, ovadas, espatuladas, alternas, opuestas comúnmente, agregadas al final de las ramas, de 2 a 4 cm de largo y 0.2 a 0.1 cm de ancho, márgenes enteros, el haz es verde oscuro y el envés verde grisáceo (Senn T. L., 1977).

Flores: Sésiles, solitarias o en grupos pequeños rodeadas por escasos pelos inconspicuos, sépalos ovados a orbiculares, de 2.5 a 4.5 mm de largo y de ancho, algo aquillados, pétalos amarillos de 3 a 5 mm de largo, estambres 6 a 10, pistilo 4 a 6 lobulos, cápsula de 5 a 9 mm de largo. Semillas negras granular-tuberculadas de casi 1mm de ancho (Sánchez

S.O. 1980).

Fruto: Es una cápsula esférica de 1 a 8 mm de ancho que al madurar se abre al centro, soltando numerosas semillas negras ovadas y pequeñas de 0.5 mm de diámetro (Maroto J.V. , 1983).

Spinacea oleracea L.

Orden : Centrospermae

Familia : Chenopodiaceae

Género : *Spinacea*

Especie : *Spinacea oleracea* L.

Nombre común: Espinaca.

Planta herbácea, anual, cultivada como hortaliza por sus hojas comestibles, probablemente nativa del sureste de Asia.

Sistema radical: Raíz pivotante y bien desarrollada con ramificaciones escasas y cortas

Tallos y Hojas: Tallo corto y en forma de plato, lleva una roseta de hojas simples, moderadamente grandes y bien pecioladas. Las hojas varían en su forma (lanceoladas o redondeadas) y el carácter de la superficie ondulada, se debe al extenso crecimiento del tejido del parénquima entre las nervaduras; las hojas son excesivamente verde-oscuras. Son una fuente de caroteno (provitamina A), ácido ascórbico y minerales, lo mismo que de Tiamina y Riboflavina (Maroto J. R., 1983 y Sánchez S. O., 1980).

Flores Frutos y Semillas: la espinaca es dioica o monoica según la variedad. Las plantas dioicas pueden ser de dos tipos: plantas masculinas vegetativas terminales y vegetativas. Las plantas masculinas vegetativas tienen hojas bien desarrolladas alrededor de dicha extremidad.

Las flores son apétalas, pequeñas y relativamente inconspicuas los granos de polén son pequeños, se producen en cantidades abundantes y son transportados por el viento. La semilla puede germinar a temperaturas algo bajas requiere una continua provisión de agua. Durante el verano y en suelos secos la germinación con frecuencia es deficiente (Sánchez S.O., 1980)

Suelo y desarrollo de las plantas:

Las plantas alimenticias como la *Portulaca oleracea* L. y la *Spinacea oleracea* L. son una fuente de nutrimentos para el hombre, por esta razón es sumamente importante cuidar de ellas. Los cuidados que deben darse a las plantas deben considerar desde el tipo de suelo, clima y nutrientes que deban ser suministrados a los cultivos para obtener buenos rendimientos, plantas grandes y que proporcionen nutrimentos como carbohidratos, proteínas minerales, vitaminas entre algunos (Ortiz Villanueva, 1980)

El suelo es un recurso muy importante porque proporciona los nutrientes indispensables, minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos que permitan una actividad adecuada para el desarrollo y crecimiento vegetal (E. A. Fitz Patrick,

1984). El suelo suele ser dividido en: a).- Superficial, se refiere a la capa arable y puede ser de 10 a 30cm de espesor y b).- Subsuelo es la capa subyacente que puede comprender los 30 a 60cm, a veces puede llegar hasta 1.5m de profundidad.

En lo referente a los nutrientes, son contados los suelos que contienen los principios nutritivos suficientes para permitir por tiempos prolongados cultivos de plantas útiles al hombre, además los suelos sufren empobrecimiento relativamente rápido, por lo que es necesario mejorar y restituir el sustrato nutritivo del suelo mediante la aplicación de fertilizante o abonos al suelo; los fertilizantes son sustancias químicas que se aplican directamente o indirectamente a las plantas para proporcionar uno o varios elementos nutritivos al suelo y a las plantas (Arnold Finck, 1985).

Los abonos pueden ser productos provenientes de organismos ya sea animales o vegetales tales como: estiércol, sangre, heces fecales, etc. Los fertilizantes pueden ser orgánicos o inorgánicos. Fertilizantes inorgánicos son el sulfato de amonio, nitrato de amonio, superfosfato, cloruro de potasio, etc.. Fertilizantes orgánicos son la urea y cianamida de calcio, por ejemplo (G. W. Cooke, 1979).

Los fertilizantes inorgánicos nitrogenados han aumentado en producción con gran rapidez con respecto a los otros fertilizantes, debido a que promueven el desarrollo de hojas y tallos, producen una calidad mejorada en los vegetales que se cultivan por sus hojas, promueven un desarrollo rápido en

el primer ciclo del desarrollo vegetal, imparten un color verde oscuro a las plantas y además el nitrógeno es un constituyente esencial de todos los seres vivientes (forma parte de las proteínas) (Tildale, Nelson, 1987).

En el cultivo de las hortalizas se lleva a cabo una utilización del suelo más intensiva que en los cultivos comunes, por esto es necesaria una fertilización suficiente, que proporcione las condiciones indispensables, antes mencionadas.

El Sulfato de amonio, es uno de estos fertilizantes, contiene aproximadamente un 21% de Nitrógeno; este compuesto es una sal blanca cristalizada soluble en agua, poco higroscopica y de acción directa y rápida (Arnold Finck, 1985)

Todos los cuidados mencionados anteriormente, van encaminados al mejoramiento del vegetal, al contenido de sus nutrimentos (carbohidratos, proteínas, minerales, vitaminas, etc.), para que estos aumenten en calidad y posiblemente en cantidad.

Componentes químicos de los alimentos:

Carbohidratos:

Son compuestos con estructuras químicas de polihidroxialdehidos o polihidroxicetonas; son la fuente más abundante y barata de los alimentos, constituyen la base energética de los sistemas biológicos, participan en la

síntesis de otros componentes orgánicos tales como las proteínas (Lehninger L. 1980). Los carbohidratos más abundantes y variados provienen de las especies vegetales, en las cuales existen gran número de éstos, de los más conocidos se encuentra la sacarosa, la glucosa, el almidón (reserva energética), la celulosa y hemicelulosa (formas estructurales de la pared celular), a medida que la planta envejece el contenido en estos carbohidratos es mayor (R.G.S. Bidwell, 1979, Badui Dergal, 1990)

En el reino vegetal existen gran diversidad de especies, dentro de las cuales se encuentran las hortalizas, éstas son plantas herbáceas constituidas por órganos comestibles como tallos, hojas e inflorescencias (J. Martín - Martínez, 1975), dichos vegetales proporcionan carbohidratos, además suministran otros componentes como lípidos (bajas cantidades), proteínas, minerales y vitaminas (Anderson L. 1977). Por otra parte, los carbohidratos, determinan ciertas características que repercuten de diferente manera en los alimentos, principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el color (Badui Dergal, 1990).

Grasas:

Son sustancias derivadas de ácidos grasos y/o sustancias relacionadas con ellos; son insolubles en agua pero solubles en solventes orgánicos, tales como cloroformo, hexano, y éter de petróleo. Son una fuente de energía importante y parte estructural de las membranas celulares, intervienen en los sistemas de transporte de diversos

nutrimentos, se encuentran relacionados con el reconocimiento celular, participan en la especificidad e inmunidad de los tejidos. Son precursores necesarios en la biosíntesis de compuestos hormonales, vitaminas y pigmentos (Lehninger L., 1980). Los lípidos vegetales son abundantes en las semillas oleaginosas, ya que las frutas y hortalizas presentan en muy bajas concentraciones; contribuyen a la textura de los alimentos y proporcionan olores y sabores específicos (Badui Dergal, 1990)

Proteínas:

Estas macromoléculas son la base de la vida, pues todas las reacciones de los sistemas vivientes están catalizadas por proteínas, además son componentes estructurales de todas las células. Se originan como resultado de la polimerización, mediante, enlaces peptídicos de 20 aminoácidos, formando polipéptidos, éstos se enroscan frecuentemente produciendo una α -hélice estabilizada por enlaces hidrogeno, las que a su vez pueden doblarse y retorcerse en una estructura terciaria tridimensional estabilizada por una variedad de fuerzas o enlaces débiles o fuertes (R.G.S. Bidwell, 1979). Las proteínas se clasifican en base a diferentes criterios fundamentales: composición, forma, solubilidad y funciones biológicas. Las funciones biológicas que desempeñan son de gran importancia, pues intervienen en la regeneración y formación de tejido, en la síntesis de hormonas, enzimas, toxinas, anticuerpos, constituyen a la sangre, forman parte de los tejidos conectivo y muscular, confieren rigidez

estructural (Badui Dergal, 1990).

Las proteínas se encuentran abundantemente en alimentos de origen animal, pero son de alto costo por lo que son escasas en países en vías de desarrollo; las proteínas de fuente vegetal no son de tan buena calidad como las animales, debido a que algunos de los aminoácidos esenciales se encuentran en escasa proporción o no se presentan, por lo que se consideran incompletas. Sin embargo constituyen una parte importante en la ingesta. En el reino vegetal los alimentos ricos en proteína generalmente son los granos secos de leguminosas y cereales (Flores I. 1982), por lo que desde el punto de vista de la nutrición se buscan alimentos vegetales que proporcionen proteínas de buena calidad.

Vitaminas:

Son potentes componentes orgánicos presentes en baja concentración en los alimentos, se les clasifica en 1).- liposolubles: son solubles en disolventes orgánicos y aceites, están químicamente constituidos por moléculas de isopreno, las vitaminas de éste grupo son A, D, E y K. 2).- Hidrosolubles: éste grupo de vitaminas se encuentra formado por la C y el complejo B. Ambos grupos son solubles en agua lo cual hace que la pérdida de las vitaminas contenidas en los alimentos se manifieste cuando se encuentren en contacto con el agua (Badui Dergal, 1990).

Las vitaminas cumplen funciones catalíticas en concentraciones muy bajas, no producen energía ni son parte de la estructura, pero actúan en el control y la catálisis de

diversas reacciones propias del anabolismo y catabolismo como coenzimas o cofactores. Las vitaminas se encuentran en muchos alimentos en una forma química que no necesariamente corresponde a la que tiene la actividad biológica, por lo que el organismo requiere convertirla a su estado activo a través de diversas reacciones.

Las especies vegetales como las verduras y las frutas constituyen las fuentes de ácido ascórbico de mayor riqueza, destacando en este sentido los cítricos y ciertas hortalizas de consumo crudo (Robert M. Devlin, 1980).

Vitamina C: es una cetona cíclica que contiene un enol entre los carbonos 2 y 3 que la hace un agente ácido y muy reductor, por lo que se oxida fácilmente. Su actividad biológica es muy variada, se sabe que es necesaria para la síntesis del tejido conectivo colágena, para la formación de los huesos, interviene en reacciones de oxidación-reducción y de hidroxilación de hormonas esteroidales, ayuda a la absorción de hierro y su deficiencia provoca el escorbuto.

La vitamina C se encuentra en alimentos de origen vegetal en frutas y verduras frescas. De todas las vitaminas es la más inestable y lábil pues puede ser pérdida por: solubilizarse en el agua, puede sufrir reacciones oxidativas en cadena debidas a la temperatura, el pH, el oxígeno, por metales de transición y las radiaciones electromagnéticas (Badui Dergal, 1990).

Minerales:

Constituyen aproximadamente el 5% del peso total en

base seca de los organismos, los elementos principales son Calcio, Fósforo, Magnesio, Sodio, Potasio, Hierro y las sales de estos.

Muchos de los minerales actúan como cofactores de enzimas, para controlar la presión osmótica de los fluidos celulares y el pH, o como parte constitutiva de algunas macromoléculas.

De los minerales, el fierro es un elemento sumamente abundante en la naturaleza. Es un elemento esencial como componente de muchas enzimas (catalasas y peroxidadasas), transportadores (Heme y no Heme) (C.A. Price, 1983). Forma parte de citocromos, mioglobina, etc.. El adulto humano contiene un total de 4 a 5 g de fierro, en todos los animales incluyendo al hombre contienen aproximadamente 50 ppm del peso del cuerpo (M.L. Scott, 1983)

Las frutas y verduras son alimentos ricos en minerales, contienen aproximadamente el 5% en peso en base seca. La cocción disminuye el contenido de estos; debido a que son solubles en agua y en consecuencia se pierden en el agua de cocción (Flores I. 1982).

Fibra Cruda:

Se conoce como fibra al conjunto de materiales que no son aprovechables metabólicamente por los organismos monogástricos incluyendo al hombre. Se encuentra constituyendo estructuralmente a las paredes celulares de los vegetales en forma de celulosa, pectinas, gomas,

hemicelulosa y lignina estos polímeros son exclusivos de los vegetales en los cuales van a variar su composición por diferentes factores entre los que destaca la madurez (Badui Dergal, 1990).

Las verduras son ricas en fibra cruda, la cual no tiene ningún valor nutritivo, pero es indispensable para el buen funcionamiento del aparato digestivo, ya que su función principal es debida a que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua provocando que se incremente la viscosidad, se reduzca el tiempo de residencia de los constituyentes alimenticios y solo las moléculas fácilmente absorbibles atraviesen la pared intestinal y en consecuencia aumentan el volumen de la materia fecal (Bourges H. 1982), provocando un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilitando el tránsito, la distensión intestinal y consecuentemente la defecación. Evitando problemas de salud tales como constipación diverticulosis, colitis, cancer etc. (Rochrig, K. L. ,1988).

M E T O D O L O G I A .

Localización geográfica y caracterización del campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo.

El campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en el que se realizó este experimento, se encuentra localizado en el km 33.5 de la carretera México- Texcoco, Estado de México.

Según García (1973), en sus modificaciones al sistema climático de Koppen, en la parte central de la región de Texcoco, el clima es:

B S k w (w) que significa:

BS = Semiseco con cociente de P/T mayor de 29.9.

K = Templado en verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18° C.

w = Régimen de lluvias en verano.

(w) = Porcentaje de lluvias invernal, menor del 5% del total anual.

- a). Heladas, granizadas. Por lo general las heladas son en los meses de octubre a marzo. Las granizadas se presentan de abril a septiembre.
- b). Los vientos se presentan de febrero a agosto, provenientes del sureste con una velocidad media de 17m/seg.

Los suelos en general en esta zona son arcillosos, arcillo-arenosos o migajones-arcillo-limosos, de origen

lacustre. La mayoría son suelos pobres en nitrógeno y fósforo, encontrándose desprovistos de vegetación y bajo los efectos de la erosión.

Los datos específicos del análisis de suelos del lugar, donde se establecieron los experimentos, los describen como de textura franco-arenosa, pH neutro, color gris, café grisáceo cuando húmedo, de clasificación agronómica normal en lo que se refiere a sales solubles, extremadamente rica en calcio, magnesio y potasio, pobres en nitrógeno, fósforo y materia orgánica.

Materiales y Métodos.

1. Diseño experimental

1.1. El diseño experimental elegido para la siembra fue el de bloques al azar (Reyes Castañeda P., 1981) (fig. 1), que consistió en:

1.1.1. El lote experimental se dividió en cuatro factores experimentales (Bloques).

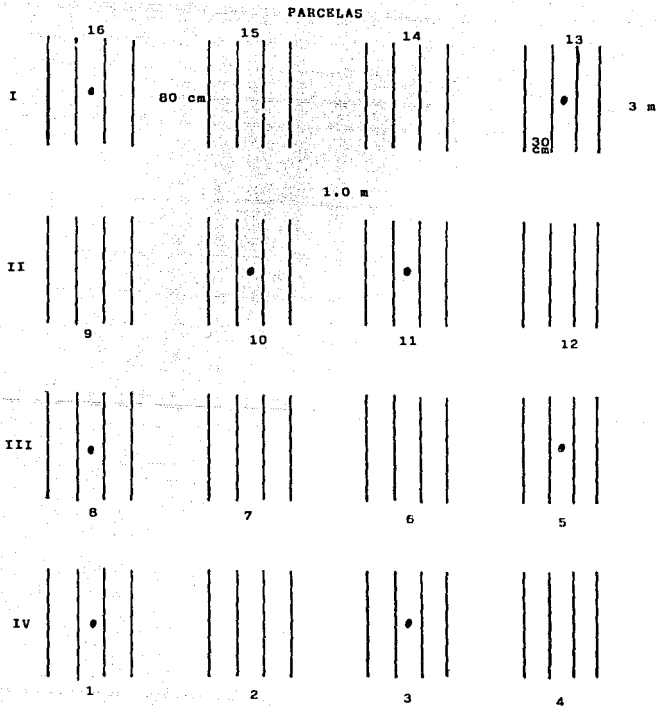
1.1.2. Cada bloque se dividió en cuatro parcelas de igual tamaño y forma, este número fue igual al número de tratamientos que se compararon en el experimento.

1.1.3. Los factores que integraron los tratamientos fueron las variedades y los niveles de fertilización.

1.1.4. Las variedades son *Spinacea oleracea* L. y *Portulaca oleracea* L.; los niveles de fertilización son: Sin fertilizante y con fertilizante. De lo anterior resultaron cuatro tratamientos:

I. Espinaca fertilizada

Figura 1. Lote experimental X-19, Campo experimental Universidad Autonoma de Chapingo.



• Muestreo de Suelo

II. Espinaca no fertilizada

III. Verdolaga fertilizada

IV. Verdolaga no fertilizada

1.1.5. La distancia entre matas fue de 10 cm y entre surcos de 30 cm; constando la parcela total de cuatro surcos de 3m de largo dejando entre parcela y parcela una franja de 80 cm de ancho; entre los bloques existió una separación de 1 m.

1.2. Muestreo de suelo

1.2.1. El muestreo de suelo se efectuó para conocer algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Dicho muestreo se realizó en dos niveles de profundidad 1). 0-30cm y 2.) 30-60cm (Fig.1).

1.3. Acondicionamiento de la Semilla

1.3.1. Antes de sembrar se sometieron las semillas a un acondicionamiento germinativo, que consistió en un remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

Posteriormente se sembraron 5 semillas a una profundidad aproximada de 1 cm con espacios de 10 cm entre cada punto de siembra.

1.3.2. Inmediatamente después de la siembra se cubrieron los surcos con hierba seca; una vez emergidas las plantas, se retiró dicha protección.

1.3.3. El experimento se realizó en época de temporal.

1.4. Elección de la planta

1.4.1. Se realizó un aclareo cuando emergieron las plántulas, dejando sólo dos plantas por mata.

1.5. Fertilización

1.5.1. Se aplicó sulfato de amonio en dos ocasiones, una al inicio de la siembra y la otra a los treinta días de emergida la planta, la cantidad aplicada fue de 22.5 g por surco en total, equivalente a 50 kg de N/ha.

1.6. Muestreo de las especies cultivadas

1.6.1. Se realizó en dos etapas:

1. Antes de la época de floración. (Tierna).
2. Después de la época de floración (Madura).

1.7 Cosecha:

1.7.1. Esta se efectuó para obtener el rendimiento en cada una de las especies, es decir la parte aérea de las plantas, que es la porción comestible de ellas.

2. Análisis del Suelo.

Los métodos empleados para el análisis del suelo, se realizaron de acuerdo al Manual de Prácticas de Laboratorio Integral de Biología IV (séptimo semestre), para conocer las características del suelo en el que se cultivaron las especies estudiadas.

Las propiedades del suelo estudiadas fueron: pH por medio de saturación de humedad, densidad real por peso,

Textura por la técnica de Bouyoucos, Materia orgánica por oxidación con H_2O_2 y Capacidad de intercambio catiónico total mediante el lavado de la muestra. (Anexo I).

3. Análisis Químico proximal.

Los métodos empleados para el análisis químico proximal se tomaron del Manual de Prácticas de Laboratorio Integral de Bromatología (séptimo semestre de la carrera de Q.F.B.), del Análisis Moderno de los alimentos (F. L.Hart, H.S. Fisher, 1984) y de Association of Oficial Analytical Chemists (AOAC, 1980) (Anexo II).

3.1. Análisis de las muestras estudiadas en hojas y tallos:

- a.) Análisis proximal: Contenido de Humedad, cenizas, extracto etéreo o grasa cruda, fibra cruda, proteína y Carbohidratos por diferencia.
- b.) Contenido de fierro.
- c.) Contenido de vitamina C.

4. Rendimiento.

4.1. La determinación se efectuó para conocer el peso de la parte aérea, en cada una de las especies obtenido por unidad experimental de cada una de las especies cultivadas.

5. Análisis Estadístico.

5.1 Se efectuó un análisis de varianza para el Diseño de Bloques al Azar; posteriormente se efectuó la prueba de Diferencia significativa honesta de Tukey (DSH) (Marquez de Cantú Ma. Jose, 1988).

5.2

Ho: Todas las variables son iguales.

Ha: Todas las variables son diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSION.

I.- Análisis del suelo.

El análisis efectuado en el suelo, fue con el objeto de conocer las características físicas y químicas iniciales y finales del experimento.

El cuadro No.1 presenta los datos obtenido del análisis del suelo antes de empezar el experimento (primer muestreo), de estos datos se infiere que se tuvo un suelo homogéneo, además indican que mantenía condiciones óptimas de cultivo (Gaucher G., 1971).

pH. Se encontrarán valores de: 7.00 para el primer nivel de profundidad y de 6.98 para el segundo nivel. Estos valores son recomendables para los cultivos realizados, ya que se desarrollan en suelos cuyo pH es de 6 a 7.5. Por otra parte es un suelo que no necesito de ser encalado, al aplicar el fertilizante (Ortiz Villanueva, 1980).

Densidad aparente. Los valores encontrados son 1.33 y 1.32 en el primer y segundo nivel de profundidad respectivamente, estos valores son aceptables para suelos Franco-arenosos cuyos valores pueden ser entre 1.2 y 1.6 (P. Duchaufour, 1978).

Densidad real. El valor promedio para las dos profundidades es de 2.38, este valor es menor al ideal de 2.65; el cual indica que el espacio poroso no es excelente, pero permite el cultivo de las especies en estudio (Ortiz Villanueva, 1980).

Materia orgánica. Se observan valores de 16.36 y 16.51 en el primer y segundo nivel de profundidad respectivamente, indicando que el suelo es rico en esta variable (Gaucher G., 1971), esta cantidad se deduce por el suministro de tejido vegetal que proporcionan los cultivos anteriores que fueron efectuados en lotes adyacentes al lote experimental estudiado, por otra parte esta materia orgánica proporciona Nitrógeno y Carbono indispensables para el cultivo de las plantas estudiadas.

Capacidad de intercambio catiónico total. Presenta valores de 28.97 me/100g en la superficie y 30.31 me/100g en la profundidad de 30 - 60 cm, lo cual indica que el movimiento de los iones en el suelo es el adecuado, por lo que se encuentran disponibles en las soluciones del suelo para ser tomados por las plantas (E.A. Fitz Patrick, 1984).

Textura. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del suelo corresponden a un suelo Franco-arenoso, este tipo de suelo tiene textura perfectamente equilibrada, conteniendo a la vez suficientes coloides y elementos gruesos que permiten cualquier cultivo (P. Duchaufour, 1978).

Cuadro 1. Valores promedio de las propiedades físicas y químicas del suelo del lote experimental X-19, Campo experimental Universidad Autónoma Chapingo (Primer muestreo) (Verano 1985).

	Profundidad cm	pH	δ Aparente	δ Real	C.I.C.T.*	M.O.	Tex
Cond Exp.	0 - 30	7.00	1.33	2.38	24.63	16.39	F.A
	30 - 60	6.98	1.32	2.38	27.85	16.51	F.A
Cond Opt.	20 - 50	6-7	1.50	2.00	35.00	5-10	F.A

δ = Densidad g/cm³

M.O = Materia orgánica %

C.I.C.T. = Capacidad de intercambio catiónico total me/100g

Tex. = Textura

F.A. = Franco Arenoso

Cond. exp. = Condiciones experimentales

Cond. opt. = Condiciones óptimas

El cuadro No. 2 presenta los resultados de las propiedades físicas y químicas del suelo al terminar el experimento (segundo muestreo) en parcelas fertilizadas y no fertilizadas. Se encontró que en el suelo fertilizado disminuirían los valores de las variables estudiadas a excepción de la capacidad de intercambio iónico total. La disminución del pH se explica ya que al adicionar el fertilizante el suelo se acidifica. El descenso en la

densidad real y aparente pudo deberse al aumento del espacio poroso, provocado por el crecimiento de las raíces. En cuanto a la materia orgánica esta disminuye por su degradación debido al suministro de nutrientes inorgánicos al suelo y a la utilización de la misma por las plantas; además forma agregados con las partículas de arcilla formando micelas las cuáles provocan un aumento en la capacidad de intercambio catiónico. (Ortiz Villanueva 1980, E.A. Fitz Patrick, 1984).

Cuadro 2. Valores promedio de las propiedades físicas y químicas del suelo en parcelas fertilizadas (1) y sin fertilizar (2) en el lote experimental X-19 campo experimental, Universidad Autónoma de Chapingo. (Segundo muestreo) (Verano 1985)

Muestra	Profundidad cm.	pH	δ Aparente	δ Real	C.I.C.T.	M.O.	Tex
(1)	0-30	7.01	1.33	2.40	26.34	16.49	F.A
	30-60	7.01	1.32	2.37	26.70	16.54	F.A
(2)	0-30	6.48	1.29	3.37	27.43	15.69	F.A
	30-60	6.49	1.25	2.46	30.30	15.36	F.A

δ = Densidad

C.I.C.T. = Capacidad de intercambio catiónico total

M.O. = Materia orgánica

Tex. = Textura

II.- Resultados del análisis químico y rendimiento en la parte aérea de las especies *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) y *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) sometidas a diferentes tratamientos.

En este trabajo se efectuó la comparación de las dos especies para conocer el contenido de nutrimentos (fibra cruda, grasa cruda, proteína, fierro y vitamina C) y así determinar, de las dos especies cual de ellas tiene mayor contenido nutricional.

El análisis de varianza como experimento simple, (cuadro 3), muestra en forma general todas las variables estudiadas en ambas especies, como análisis químico y de rendimiento. Se advierte que en estos resultados existe significancia en todas las variables a excepción del rendimiento; la diferencia significativa manifiesta que la composición química sufre variación, en los cultivos, tratamientos y sus combinaciones. Cabe mencionar que estas diferencias no toman en cuenta el tipo de tratamiento y combinación a que fueron sometidas las especies.

Los valores de la f calculada para todas las variables indican la significancia de las mismas y se presentan en el cuadro 4, estos datos incluyen a todas las variables y combinaciones respectivas.

En el cuadro 3. se indica que no hay diferencia significativa para el rendimiento, pero al comparar los cuadros 3 y 4 se observa que en este último sí se expresan

diferencias en el rendimiento, entre los cultivos (Cu) y la fertilización (F); esto se explica porque la especie *Portulaca oleracea* L. tiene un crecimiento más rápido y su peso por planta es mayor en comparación con la *Spinacea oleracea* L.

Cuadro 3. Análisis de la varianza como experimento simple para el análisis proximal en *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) y *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) en base seca.

Variable	Tratamiento		Bloques	Error experi- mental	C.V.	R
	g1 = 15	g1 = 3				
Fibra C.	18.10 *	23.46	3.43	14.59	0.72	
Grasa C.	8.75 *	1.76	0.51	25.35	0.56	
Cenizas	6.54 *	76.93	11.76	20.65	0.50	
Proteína	33.68 *	48.93	6.41	9.53	0.82	
Fierro (1)	1.78 *	**2.90	** 1.67	51.53	0.43	
Rendimiento (1)	3.05	3.20	3.06	30.78	0.62	

*Significativa a $\alpha = 0.05$

(1) g1=45

** 1×10^5

C.V. = Coeficiente de variación

Cuadro 4. Presenta los datos obtenidos de la *f* calculada en todas las variables analizadas, indicando significancia en las combinaciones en el experimento de la *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) y en *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga).

f Calculada							
Variables	Gl	Fibra	C. Grasa	C. Cenizas	Proteína	Fe.	Rend.
Cu.	1	130.66*	50.81*	3.02	372.71*	0.61	32.35*
Mu	1	0.51	1.95	5.27*	10.31*	0.42	0.04
F	1	6.56*	1.04	0.94	19.09*	0.25	12.56*
Tr	1	95.15*	29.52*	63.37*	6.65*	11.16*	0.04
Mu-Cu	1	0.29	2.01	11.07*	4.25*	4.93*	0.30
Cu-F	1	4.56*	0.97	1.98	1.00	1.92	0.68
Cu-Tr	1	19.61*	27.14*	1.47	33.64*	0.20	0.02
Mu-F	1	0.16	0.06	0.33	0.42	0.09	0.00
Mu-Tr	1	1.37	0.27	2.08	0.13	0.46	0.06
F-Tr	1	0.00	0.39	1.36	0.38	0.10	0.19
Mu-Cu-F	1	7.80*	8.10*	1.86	0.00	2.33	0.00
Cu-F-Tr	1	5.45*	3.58	2.81	1.86	4.35*	0.20
Mu-Cu-Tr	1	0.03	1.06	1.27	0.01	0.08	0.07
Mu-F-Tr	1	0.15	0.07	0.01	0.45	0.12	0.00

* Significativa a $\alpha = 0.05$

Fe = Hierro

Rend. = Rendimiento

Cu = Cultivo

Mu = Muestreo

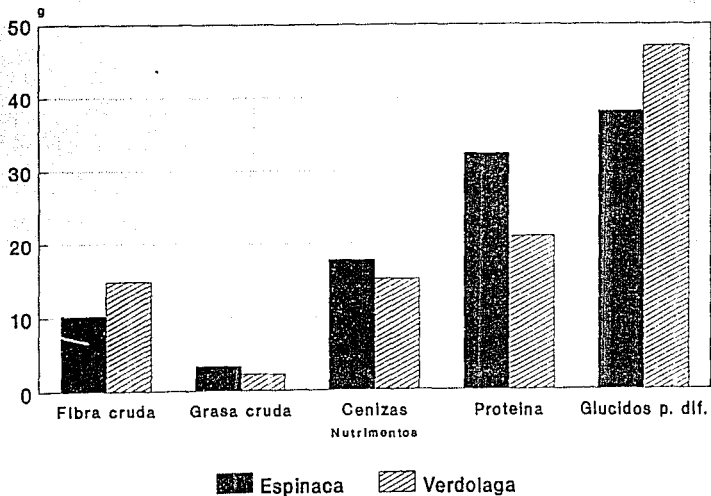
F = Fertilizacion

Tr = Tratamiento (crudo-cocido).

La gráfica 1 muestra los resultados en base seca, en las variables químicas con respecto al cultivo sin tomar en cuenta otros factores. Las diferencias significativas se presentan en el contenido de fibra cruda el cual es mayor en la *Portulaca oleracea* L. esto puede explicarse por el hecho de que esta planta presenta mayor cantidad de tallos y ramas que la *Spinacea oleracea* L. lo cual provoca que exista más tejido protector y en consecuencia sea más rico en celulosa. Por otra parte la cantidad de proteínas es superior en la *Spinacea oleracea* L. comparada con la *Portulaca oleracea* L., esto se explica por la gran área foliar que presenta la *Spinacea oleracea* L. y con ello aumente la síntesis de proteína (R.G.S. Bidwell 1979).

Los datos del cuadro 5 analizan los resultados obtenidos en *Spinacea oleracea* L. y *Portulaca oleracea* L. en plantas tiernas y maduras. Al observar los resultados se tiene que solo existen diferencias significativas en la *Spinacea oleracea* L., en las variables cenizas y proteína. Estas diferencias se pueden atribuir a la madurez de la planta; en el caso del contenido de cenizas se tiene que las plantas tiernas presentan una cantidad menor con respecto a la plantas maduras y en cuanto a la proteína ocurre lo contrario, ya que se observa que las plantas tiernas presentan más proteína que las plantas maduras: esto es explicado porque las hojas tiernas ricas en clorofila de plantas jóvenes presentan un contenido mayor en proteína cruda que las hojas de plantas maduras (Werner, 1968).

Grafica 1. Analisis quimico proximal en Verdolaga y Espinaca. Base seca. *



* 100 g de muestra.

Cuadro 5. Prueba de diferencia significativa honesta (D.S.H.) para el comportamiento en el cultivo-muestreo, Análisis proximal en las especies *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) y *Portulaca oleracea* L.. (Verdolaga) en base seca.

F.V.	Espinaca		D.S.	Verdolaga		D.S.
	Tierna	Madura		Tierna	Madura	
Fibra C.	11.01	10.73	N.S.	14.50	14.53	N.S.
Grasa C.	3.30	3.30	N.S.	2.17	2.58	N.S.
Cenizas	15.44	18.65	S.	16.52	15.80	N.S.
Proteína	32.37	29.92	S.	22.27	21.63	N.S.
CHOS	37.85	37.37		44.51	45.44	

Chos = Carbohidratos
 D.S. = Diferencia significativa $\alpha = 0.05$
 N.S. = No significativa
 S. = Significativo

Los datos del cuadro 6 presentan los resultados del análisis proximal según tratamiento. En la *Spinacea oleracea* L. las variables analizadas muestran diferencia significativa para las variables Fibra cruda, Grasa cruda, Cenizas y Proteína, se observa que es mayor el contenido en las plantas cocidas, esto es debido al procedimiento de cocción ya que los componentes estructurales de los tejidos son alterados, dando como resultado la ruptura de las paredes celulares, seguida por una alteración en la membrana celular y en consecuencia la salida de agua la cual a su vez eleva aparentemente el contenido de nutrimentos (Sundera and Taylor 1992), sin embargo el contenido de Cenizas disminuye en la espinaca cocida, esto nos hace suponer que los minerales de las especies estudiadas disminuyen por solubilizarse en el agua de cocción (Flores I. 1982), lo que no ocurre en las otras variables, (Fibra cruda, Grasa cruda y Proteína).

La verdolaga sólo mostró diferencia significativa en fibra cruda y contenido de cenizas en los tratamientos, crudo y cocido, encontrándose en general el mismo comportamiento que la espinaca.

Comparando las dos especies, puede apreciarse en el mismo cuadro seis un contenido mayor de proteínas, lípidos y cenizas *Spinacea oleracea* L. En cuanto a la Fibra cruda fue menor, este mismo comportamiento lo mostró Woot Tsuen (1964).

El mayor contenido de proteína en la *Spinacea oleracea* L. se explica debido a que las hojas ricas en clorofila, en alto número de área foliar y expuestas a la luz aumentan el

contenido de proteína (Woot Tsuen, 1964).

Cuadro 6.- Prueba de Diferencia Significativa Honesta de Tukey (D.S.H.) del análisis proximal, en base seca, tratamiento crudo-cocido, para las especies *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) y *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga).

F. V.	Espinaca		D.S.	Verdolaga		D.S.
	Cruda	Cocida		Cruda	Cocida	
Fibra C.	8.61	13.13	S.	13.70	15.33	S.
Grasa C.	2.62	3.98	S.	2.33	2.39	N.S.
Cenizas	19.00	15.10	S.	18.84	13.47	S.
Proteína	29.20	33.10	S.	22.72	21.18	N.S.
CHOs	40.57	34.69		42.41	47.63	

D.S. = Diferencia significativa

S = Significancia al 5 %

NS = No significativa

Los datos del cuadro 7 muestran los resultados obtenidos de la combinación fertilización cultivo (*Spinacea oleracea* L. y *Portulaca oleracea* L.) en base seca. Se presentan diferencias significativas en fibra cruda, sólo para la *Spinacea oleracea* L., siendo mayor el contenido en las plantas fertilizadas, debido al aumento del follaje provocado por la aplicación de fertilizante a las plantas. En cuanto a la proteína se tiene significancia en ambas especies observándose que la cantidad de proteína aumenta en plantas no fertilizadas, encontrándose los valores mayores en *Spinacea oleracea* L.

El cuadro 8 muestra los valores encontrados en plantas tiernas y maduras (fertilizadas y no fertilizadas) en la *Spinacea oleracea* L.. Se observa significancia unicamente en la variable fibra cruda en plantas maduras específicamente en las plantas que no fueron fertilizadas, esta diferencia se debe a la madurez de la planta la cual sufre un aumento en el contenido de celulosa y hemicelulosa (R.G.S. Bidwell, 1979).

Cuadro 7. Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (D.S.H.) del análisis proximal, para la fertilización en las especies *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) y *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) en base seca.

F.V.	Espinaca		D.S.	Verdolaga		D.S.
	F.	No F.		F.	No F.	
Fibra C.	11.71	10.04	S.	14.60	14.43	N.S.
Grasa C.	3.43	3.17	N.S.	2.41	2.35	N.S.
Cenizas	16.21	17.88	N.S.	16.29	16.03	N.S.
Proteína	30.14	32.15	S.	20.95	22.95	S.
CHOs	38.51	36.76		45.75	44.24	

F. = Fertilizada
 No. F. = No Fertilizada
 D.S. = Diferencia significativa al 5%
 S. = Significativo
 N.S. = No significativo

Cuadro 8. Prueba de diferencia significativa Honesta de Tukey
D.S.H. para el análisis proximal de la combinación
Muestreo-Fertilización en la especie *Spinacea*
oleracea L. (Espinaca) en base seca.

F.V.	Tierna		D.S.	Madura		D.S.
	F.	No F.		F.	No F.	
Fibra C.	10.61	11.41	N.S.	9.46	12.00	S.
Grasa C.	3.37	3.22	N.S.	2.96	3.63	N.S.
Cenizas	16.45	14.43	N.S.	19.30	18.00	N.S.
Proteína	33.64	31.11	N.S.	30.67	29.18	N.S.
CHOS	35.93	39.83		37.61	38.19	

F. = Fertilizada
No. F. = No fertilizada
D.S. = Diferencia significativa al 5%
N.S. = No significativo
S. = Significativo

Cuadro 9. Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (D.S.H.) para la combinación muestreo-fertilización en la especie *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) en base seca.

F.V.	Tierna		D.S.	Madura		D.S.
	F.	No F.		F.	No F.	
Fibra C.	13.85	15.16	N.S.	15.01	14.07	N.S.
Grasa C.	1.97	2.18	N.S.	2.73	2.44	N.S.
Cenizas	15.86	17.18	N.S.	16.20	15.40	N.S.
Proteína	23.31	21.23	N.S.	22.58	26.67	S.
CHOs	45.09	44.25		43.48	41.42	

F = Fertilizada
 No F = No Fertilizada
 D.S. = Diferencia significativa al 5%
 N.S. = No significativo
 S. = Significativo

Los datos presentados en el cuadro 9 corresponden a la *Portulaca oleracea* L. en plantas tiernas y maduras con aplicación y sin aplicación de fertilizante; estos resultados sólo indican diferencia significativa en el contenido de proteína, siendo mayor en plantas no fertilizadas; este valor a su vez es más elevado en plantas maduras ya que estas presentaron semilla, lo cual hace que el contenido aumente en comparación con las plantas tiernas. Al comparar los datos significativos del cuadro 8 con los resultados

correspondientes al cuadro 9 , observamos que el contenido de fibra cruda es mayor en la *Portulaca oleracea* L. en cuanto al contenido de proteína es menor en comparación con la *Spinacea oleracea* L.

Los cuadros 10 y 11 presentan los resultados obtenidos en el tratamiento Crudo-Cocido y Fertilización en las especies *Spinacea oleracea* L. y *Portulaca oleracea* L. respectivamente.

Para la *Spinacea oleracea* L. se presenta significancia en las variables fibra cruda y cenizas; el contenido en fibra cruda es mayor en las plantas crudas no fertilizadas, en lo referente a la cantidad de cenizas, estas se encuentran en mayor cantidad en plantas crudas fertilizadas. Para la *Portulaca oleracea* L. (cuadro 11), existe diferencia significativa en la proteína en las plantas crudas fertilizadas.

Cuadro 10. Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (D.S.H.) para el análisis proximal en el tratamiento crudo-cocido y fertilización en la especie *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) en base seca.

F.V.	Crudo		D.S.	Cocido		D.S.
	F	No F.		F.	No F.	
Fibra C.	7.35	9.87	S.	12.73	13.54	N.S.
Grasa C.	2.64	2.59	N.S.	3.69	4.27	N.S.
Cenizas	20.76	17.23	S.	15.01	15.20	N.S.
Proteína	29.93	28.47	N.S.	34.38	31.82	N.S.
CHOs	39.32	41.84		34.19	35.17	

F = Fertilizada

No. F. = No Fertilizada

D.S. = Diferencia significativa al 5%

N.S. = No significativo

S. = Significativo

Cuadro 11.- Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (D.S.H.) para el análisis proximal en el tratamiento crudo-cocido y fertilización en la especie *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) en base seca.

F.V.	Cruda		D.S.	Cocida		D.S.
	F.	No F.		F.	No F.	
Fibra C.	14.01	13.40	N.S.	14.85	15.81	N.S.
Grasa C.	2.28	2.45	N.S.	2.41	2.37	N.S.
Cenizas	18.55	19.14	N.S.	13.51	13.44	N.S.
Proteína	24.22	21.22	S.	21.68	20.68	N.S.
CHOS	40.94	43.75		47.55	47.70	

F. = Fertilizada
 No F. = No fertilizada
 D.S. = Diferencia significativa al 5%
 N.S. = No significativo
 S. = Significativo

Los valores para el tratamiento crudo cocido sin tomar en cuenta la fertilización son mostrados en el cuadro 12 para la espinaca, en el cuadro 13 para la verdolaga, en el cuadro 12 se observan diferencias significativas en todas las variables a excepción del contenido de cenizas en las plantas maduras. Estas diferencias, básicamente se deben a que los valores de las variables son alteradas por la pérdida de agua

del tejido vegetal a excepción del contenido de cenizas, el cual disminuye por la pérdida de los minerales en el agua de cocción; al observar los datos del cuadro 13, también se nota un comportamiento similar en lo que se refiere a las cenizas podemos afirmar que el comportamiento es el mismo (Flores I., 1982. Sundera U Ramana and Andrew J. Taylor, 1992).

Cuadro 12. Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (D.S.H.). Análisis proximal para el Tratamiento Crudo-Cocido en plantas Tiernas y Maduras en *Spinacea oleracea* L. (Espinaca) en base seca.

F.V.	Tierna		D.S.	Madura		D.S.
	Cruda	Cocida		Cruda	Cocida	
Fibra C.	8.50	13.53	S.	8.73	12.73	S.
Grasa C.	2.64	3.95	S.	2.59	4.01	S.
Cenizas	18.24	12.64	S.	19.75	17.55	N.S.
Proteína	30.26	34.49	S.	28.14	31.70	S.
CHOS	40.36	35.39		40.89	34.01	

N.S. = No significativo

S. = Significativo

Cuadro 13. Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey (D.S.H). Análisis proximal para el tratamiento crudo-cocido en plantas tiernas y maduras en *Portulaca oleracea* L. (Verdolaga) en base seca.

F.V.	Tierna		D.S.	Madura		D.S.
	Cruda	Cocida		Cruda	Cocida	
Fibra C.	13.57	15.44	N.S.	13.84	15.22	N.S.
Grasa C.	2.08	2.26	N.S.	2.64	2.53	N.S.
Cenizas	19.25	13.79	S.	18.43	13.36	S.
Proteína	22.89	21.65	N.S.	22.55	20.71	N.S.
CHOs	42.21	46.86		32.58	48.18	

CHOs = Carbohidratos

D.S. = Diferencia significativa al 5%

N.S. = No significativo

S. = Significativo

Fierro.

El contenido de fierro en *Portulaca oleracea* L. y *Spinacea oleracea* L. es indicado en el cuadro 14, los datos correspondientes a la *Portulaca oleracea* L. no presentan diferencia significativa para ninguno de los tratamientos, pero si se observan los datos se nota que existe una diferencia numérica en el contenido de fierro superior en las plantas tiernas frente a las plantas maduras y, en el tratamiento de cocción también se nota una diferencia favorable en las plantas crudas. Con respecto a la Espinaca se observa diferencia significativa en el tratamiento planta cruda en el que se encontró mayor cantidad de fierro que en el tratamiento planta cocida debido a que al efectuar la cocción se pierde el fierro por lixiviación (Sundera, 1992); en los otros tratamientos no se tuvieron diferencias significativas pero sí diferencias numéricas favorables a las plantas maduras y a las que no fueron fertilizadas siendo que se esperaban en los dos casos lo contrario.

Comparando las dos especies, la verdolaga cuando tierna y también cuando es fertilizada presenta mayor contenido de fierro que la espinaca, aunque esta diferencia no es de gran magnitud.

Cuadro 14. Prueba de diferencia significativa honesta (D.S.H.) del contenido de fierro en *Portulaca oleracea* L. (verdolaga) y *Spinacea oleracea* L. (espinaca) bajo diferentes condiciones (ppm).

Verdolaga.	Tierna	Madura	F.	No F.	Cruda	Cocida
823.45	967.19	696.25	806.73	720.71	908.52	618.92
Espinaca	Tierna	Madura	F.	No. F.	Cruda	Cocida
763.72	789.70	831.20	725.09	921.81	1013.70	633.19

* Diferencia significativa ($\alpha=0.05$)

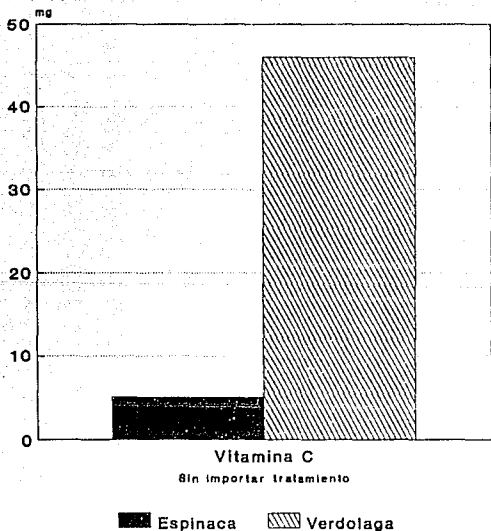
F. = Fertilizada

No F. = No fertilizada

Vitamina C.

La determinación del contenido de vitamina C (como ácido ascórbico) en las especies estudiadas sólo se efectuó en crudo, ya que al someter las plantas a cocción el ácido ascórbico es destruido por el calor. La gráfica 2 presenta los resultados del contenido de vitamina C en la verdolaga y en la espinaca sin importar tratamientos. Los resultados provenientes del análisis estadístico indican que existe diferencia significativa entre la verdolaga y la espinaca, siendo superior en la verdolaga; en esta última se encontraron valores de 46.18 mg/100g de muestra y en la espinaca de 14.98 mg/100g de muestra. El cuadro 15 indica los resultados obtenidos en los tratamientos fertilización y muestreo, en este cuadro se nota que no existen diferencias significativas en ninguno de los tratamientos, por lo para este caso y para obtener vitamina C al consumir estas dos plantas, consuman tiernas o maduras, o que hayan sido fertilizadas o no.

Grafica 2. Contenido de Vit. C en Verdolaga y Espinaca



Cuadro 15. Prueba de diferencia significativa honesta de Tukey para el contenido de vitamina C en *Spinacea oleracea* L. (espinaca) y *Portulaca oleracea* L. (verdolaga) en los tratamientos muestreo y fertilización, en plantas crudas (mg).

Tratamiento		Espinaca.	D.S.	Verdolaga	D.S.
Fertilización	Sin F.	14.16	N.S.	43.34	N.S.
	Con F.	15.80	N.S.	45.00	N.S.
Muestreo	Tiernas	14.98	N.S.	46.18	N.S.
	Maduras	13.48	N.S.	49.35	N.S.

D.S. = Diferencia significativa al 5%

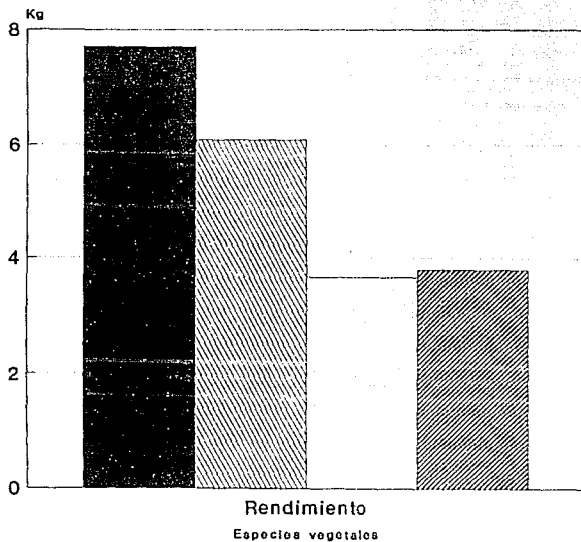
N.S. = No significativo

S. = Significativo

Rendimiento.

Los resultados del rendimiento (peso del follaje) en las especies *Portulaca oleracea* L. y *Spinacea oleracea* L. fertilizadas y no fertilizadas se muestran en la gráfica 3; de acuerdo al análisis estadístico se encontró que existe diferencia significativa entre los cultivos, siendo la verdolaga la especie que en promedio presentó mayor rendimiento el cuál fue de 6.89 Kg/3.5m² la espinaca rindió en promedio 3.75 Kg/3.5 m². En cuanto a la fertilización el cuadro número cuatro indica que existe diferencia significativa entre las dos especies pero nuestros valores muestran lo contrario; esto probablemente fue debido factores ambientales, tales como temperaturas altas, las cuales afectaron directamente a la Espinaca, provocando que algunas plantas no resistieran y perecieran, otro factor importante fueron las lluvias acompañadas de granizo que también dañaron principalmente a la Espinaca. Todos estos factores de algun modo ocasionaron que disminuye la cantidad de plantas cosechadas y en consecuencia el rendimiento.

Gráfica 3. Rend. del follaje en Verdolaga y Espinaca (Kg/3.5m²)



Rend. = Rendimiento

C O N C L U S I O N E S .

Los resultados obtenidos en el análisis comparativo entre la espinaca (*Spinacea oleracea L.*) y la verdolaga (*Portulaca oleracea L.*) permiten llegar a las siguientes conclusiones.

La *Spinacea oleracea L.* tiene mayor cantidad de proteína que la *Portulaca oleracea L.* Por otra parte si estas dos especies son fertilizadas, durante la primera etapa de su desarrollo, se observa un decremento en el contenido de proteína: este resultado es contrario a lo esperado, pues suponemos que si fertilizamos debe aumentar el contenido de proteína.

En cuanto a la madurez de las plantas se observa que la proteína disminuye en cuanto mayor es aquélla.

La fibra cruda resultó superior en la verdolaga, en las plantas fertilizadas y en aquellas aquéllas plantas que han alcanzado la madurez.

La cantidad de grasa cruda es mínima. Además las hortalizas no presentan gran contenido de lípidos.

Las Cenizas expresan el contenido de minerales, en este punto ambas especies mantienen cantidades muy semejantes. Dentro de este parámetro se encontró el contenido de fierro el cual fue ligeramente mayor en verdolaga, en lo que se refiere al tratamiento de cocción se notó una diferencia muy fuerte, apreciandose que al cocer se pierde gran cantidad de Fierro.

En lo referente a la vitamina C se conoció que la mayor

cantidad la presenta la espinaca y que ésta debe consumirse cruda, porque al cocerla se pierde la vitamina.

En cuanto al peso del follaje, parte útil de las dos especies estudiadas, se encontró que hubo superior rendimiento en la verdolaga aunque posiblemente por algún error no detectado en el análisis de los datos, al fertilizar en las dos, no se incrementó el rendimiento significativamente.

SUGERENCIAS .

Por los motivos anteriormente expuestos, recomendamos consumir espinacas, por su mayor contenido en proteína con respecto a la verdolaga.

No recomendamos someter a las especies a la cocción, ya que se encontró una buena pérdida del fierro, y suponemos que también otros minerales se pierden por este motivo.

Finalmente y en base a todos los análisis efectuados recomendamos a la espinaca como una hortaliza adecuada para el consumo, debido a que proporciona proteína, ya que este nutrimento es esencial para la producción y restauración de tejido; en cuanto a los otros componentes, específicamente la fibra cruda, sugerimos a la verdolaga como una buena fuente de obtención.

A N E X O S .

El suelo es un medio de gran complejidad, ya que está formado por una mezcla química extraordinariamente compleja de diferentes sustancias minerales y orgánicas que permiten la nutrición vegetal, en relación con su carácter esencial o su toxicidad o por intervenir en los procesos de sustitución fisiológica.

Se han desarrollado sistemas analíticos químicos adecuados para la determinación cuantitativa de los elementos minerales presentes en el suelo, para efectuar este análisis es necesario que se obtengan muestras representativas del suelo que deben tomar en cuenta; las variaciones de los suelos, la profundidad del perfil y el área del terreno; las muestras deben ser tomadas: al azar, ser del mismo volumen y suficientes. Una vez que se han obtenido las muestras es importante el manejo de estas en el laboratorio lo que implica aplicar procedimientos para su desecación, molienda, tamizado, mezcla, partición, pesada y conservación.

Un análisis químico de suelos comprende:

- Determinación de pH
- Densidad aparente y densidad real
- Determinación de textura
- Materia orgánica
- C. I. C. T.*

Determinación del pH.

Quizas es una de las propiedades químicas más importante del suelo destinado al cultivo de las plantas, ya que interviene en la actividad de los demás iones en lo referente a la nutrición vegetal, de la cantidad de cal que necesitan los suelos, en las actividades de los cationes metálicos y aniones.

* Capacidad de intercambio catiónico total

Material y reactivos

Potenciometro
Balanza granataria
Vasos de precipitados de 50 ml
Probeta de 50 ml
Pizeta
Agua destilada
Soluciones Buffer pH=4 y pH=7

Procedimiento:

Tomar 10 g de suelo secado al aire y tamizado, colocarlo en un vaso de precipitados, agregar poco a poco agua destilada hasta humedecerlo por completo, agitar aproximadamente durante una hora, medir el pH introduciendo el electrodo del potenciometro previamente calibrado habiendo agitado enérgicamente antes de sumergir el electrodo.

Los valores del pH del suelo corresponden directamente a la lectura tomada de la mezcla.

Densidad aparente

La densidad aparente se refiere al espacio poroso del suelo, el cual es importante en los procesos de circulación de los elementos del suelo y de toma de nutrientes por las plantas.

La densidad aparente es la relación que existe entre el peso de la masa del suelo y su volumen total, este volumen está dado por el espacio que ocupan las partículas componentes del suelo y por el espacio poroso.

La medida de la densidad es una medida indirecta del espacio poroso del suelo y ambos son afectados por la textura y el clima.

Material

Bascula granataria
Espatula
Probeta

Procedimiento:

Tomar una muestra e introducirla en una probeta de 50 ml, pesar y medir el volumen...

Calculos:

$$DA. = \frac{\text{peso suelo}}{\text{volumen}} = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\% \text{ E.P.T.} = 100 - \frac{DA}{DR} \times 100$$

en donde:

E.P.T. = Espacio poroso total

D. A. = Densidad aparente

D. R. = Densidad real

Densidad real

La densidad real sólo considera únicamente a las partículas sólidas del suelo, siendo esta propiedad constante en cualquier suelo y no varía con la cantidad de espacio entre las partículas, se define como la unidad de volumen de las partículas del suelo, se expresa como g/cm³.

Material:

Picnómetro de 10 ml

Balanza

Pipetas

Agua destilada

Procedimiento:

Tomar 5 gramos de la muestra seca y tamizada, introducirla en el picnómetro previamente pesado, agregar un tercio de agua destilada, procurando no mojar el picnómetro, agitar ligeramente con el objeto de eliminar el exceso de aire y decantar el sobrenadante. Dejar la muestra reposar después de este tiempo llenar de agua el picnómetro hasta el aforo. Pesar el picnómetro con la mezcla suelo-agua y después sólo el picnómetro con agua.

Calculos:

$$DR = \frac{S}{(S+A) - (s+a)}$$

en donde:

S = Peso del suelo en gramos

A = Peso del agua en gramos

s+a= Peso del suelo + agua en gramos

Determinación de Textura

Se refiere a la distribución del tamaño de las partículas minerales que componen el suelo, es así mismo la distribución o porcentaje en peso de las fracciones minerales.

La textura es una propiedad de los suelos cultivables, permite que exista un intercambio entre minerales, el agua, el aire y la materia orgánica para que los nutrientes del suelo queden facilmente disponibles a los vegetales.

Su determinación se efectua mediante un análisis granulométrico o mecánico en el cual se determina el tamaño de las partículas.

Material

Balanza

Densimetro

Agitador mecánico

Parrilla electrica

Probeta de 1000 ml

Vasos de precipitados de 500 ml

Agitador

Rodillo o mortero para moler

Procedimiento:

Secar al aire 50 g de muestra, enseguida se somete la muestra a un calentamiento con 20 ml de agua oxigenada y se

agita frecuentemente, hasta la disminución de la reacción, esto se repite tres veces, con el fin de eliminar sustancias que permitan la adhesión de las partículas. Continuar el calentamiento hasta sequedad.

Una vez que se han eliminado las sustancias cementantes, la muestra es macerada con rodillos para desintegrar los grumo y se coloca en vasos de un agitador mecánico, al cual se le añaden 5 ml de una solución dispersante y agua en 2/3 del vaso, esta mezcla se agita durante 15 minutos en el agitador mecánico. Finalmente se deja reposar la muestra durante 5 a 10 minutos, enseguida es pasada a una probeta de 1000 ml, tapando y agitando la probeta en giros de 180° hasta que la solución se homogenice, introducir el densímetro en la suspensión cuidadosamente, efectuar la primera lectura a los 45 seg, la segunda lectura se efectúa a los 120 minutos, en ambas lecturas se toman la temperaturas.

Calculos:

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{\delta_2 + (T_2 - T_0) 0.36 \times 100}{g \text{ muestra}} = a$$

$$\% \text{ Limo} + \% \text{ Arcilla} = \frac{\delta_1 + (T_1 - T_0) 0.35 \times 100}{g \text{ muestra}} = x$$

$$\% \text{ Limo} = x - a = b$$

$$\% \text{ Arena} = 100\% - x = c$$

Una vez que se han obtenido los porcentajes de las partículas presentes en el suelo se grafican en el triangulo de textura y se obtiene el tipo de suelo.

Determinación de Materia orgánica:

Muchas propiedades importantes en el suelo como la agregación, capacidad de retención de agua, capacidad de infiltración, capilaridad, estabilidad de la estructura y adecuada aereación, etc. dependen de la cantidad de materia orgánica presente.

La materia orgánica también es muy importante desde el

punto de vista químico de los suelos y está estrechamente relacionada a su fertilidad. La fracción orgánica del suelo contribuye considerablemente a la capacidad de intercambio catiónico del mismo. Varios elementos nutritivos son una parte de la materia orgánica tales como el nitrógeno, azufre, carbono, etc..A causa de la importancia que tiene la materia orgánica en la fertilidad del suelo es utilizada como un índice de la fertilidad de éste.

La determinación cuantitativa de la materia orgánica se realiza analizando el carbono orgánico. Los metodos de análisis para el carbono orgánico se basan en la oxidación de éste.

Material:

- Balanza
- Bureta
- Matraces erlenmeyer de 125 ml y 250 ml
- Pipetas de 5 ml y 10 ml
- Probeta
- Vasos de precipitados
- Pizeta
- Agitadores
- Dicromato de potasio 1 N
- Ac. sulfurico concentrado
- Ac ortofosfórico
- Bario sulfanato de difenilamina
- Sulfato ferroso

Procedimiento:

Se introduce en el matraz erlenmeyer de 250 ml 0.5 g (si el suelo es muy obscuro) ó 2 g de suelo (suelos pobres en materia orgánica), a continuación se añaden 5 ml de K_2CrO_7 de concentración exactamente 1 N, mezclando ambos mediante un movimiento de giro imprimido al matraz. Se añaden seguidamente, 20 ml de H_2SO_4 concentrado y se sigue mezclando mediante giros suaves durante 1 minuto, para asegurar el contacto íntimo del reactivo con el suelo. Se deja la mezcla

en reposo durante 20 a 30 minutos. Se diluye la mezcla con 100 ml de agua destilada y se añaden 10 ml de H_3PO_4 al 85%, 0.2 g de NaF y 30 gotas del indicador de difenilamina. La disolución se valora por retroceso con la solución de sulfato ferroso amónico procedente de una bureta. El color es verde oscuro y se desplaza hacia un azul turbio a medida que avanza la valoración, en el punto final este color cambia bruscamente a verde brillante.

Calculos:

$$\% \text{ M. O.} = \frac{5 \text{ ml} - (\text{FeSO}_4 \times N \times \text{F.C.}) \times 0.69}{\text{g muestra}}$$

$$N = \frac{\text{meq } K_2 \text{ Cr}_2\text{O}_7}{\text{ml FeSO}_4 \cdot 7H_2O}$$

F.C. = Factor de corrección.

Determinación de C.I.C.T.

Esta propiedad se refiere a la fracción coloidal del mismo, (tamaño de partícula) de retener cationes en forma intercambiable; por lo que se refiere a la suma de todos los cationes intercambiables del suelo. Los suelos tienen una capacidad de intercambio que varía dependiendo del suelo. Los coloides orgánicos son los más activos y complejos, de manera que son los que dan la fertilidad al suelo. Existen diferentes métodos para el estudio de esta propiedad, una de ellas es mediante la técnica de lavado.

Material:

- Balanza
- Embudo
- Pipeta
- Matraz erlenmeyer
- Papel filtro
- Bureta
- Sol. Buffer
- Sol. de EDTA
- Sol. de Cianuro KCN

Clorhidrato de hidroxilamina
Negro de Eriocromo T
Alcohol etílico 96%
Cloruro de sodio
Cloruro de calcio

Pesar 5 g de suelo y colocarlo en un embudo que tenga papel filtro, se le añade 10 ml de cloruro de calcio 1N , 5 veces, el filtrado obtenido se desecha, agregar 10 ml de alcohol etílico al 96 % cinco veces, se desecha nuevamente. Se le agregan cinco veces 10 ml de cloruro de sodio 1N a pH 7 recoger el filtrado y agregarle 10 ml de sol. buffer pH 10, a esta misma solución se le añaden 5 gotas de KCN al 2%, adicionar cinco gotas de clorhidroxido de hidroxilamina y cinco gotas de negro de eriocromo T, finalmente se titula la solución con EDTA 0.02 N.

Calculos:

$$\text{meq/100g C.I.C.T.} = \frac{\text{ml de EDTA} \times \text{N} \times \text{F.C.} \times 100}{\text{g de suelo}}$$

N = Normalidad

F.C.= Factor de corrección.

A N E X O II

ANALISIS PROXIMAL

El análisis proximal o sistema analítico Weende, se desarrolló en Alemania hace más de 125 años. Este sistema se ha cuestionado mucho. pero hasta la fecha nadie ha propuesto otro mejor, que sea tan práctico y aceptable.

Un análisis proximal comprende las siguientes determinaciones: Humedad, Cenizas, Proteína, Fibra cruda, Grasa cruda.

Se expresan en porcentaje y por diferencia se obtienen carbohidratos digeribles.

Determinación de Humedad

El agua es uno de los compuestos más abundantes y casi siempre está presente en los alimentos. Hay diversos métodos para determinarla, el más simple consiste en la pérdida de peso (agua) por calor.

Material y reactivos:

- Estufa de vacío
- Dsecador
- Pesafiltros
- Pinzas para crisol

Procedimiento:

Se pone a peso constante el recipiente en donde se va a efectuar la determinación. Para el caso de charolas de aluminio colocándolas de 2 a 4 horas en la estufa es suficiente. A continuación se adiciona la muestra 2 a 5 g, tratando de que presente la mayor superficie de evaporación, se introduce en la estufa la cual debe encontrarse entre 100 y 110 °C. El tiempo de permanencia dentro de la estufa depende del material de que se trate. Para el caso de harinas y productos de baja humedad basta con 4 a 6 horas; sin

embargo para productos de alto contenido de agua, como los tejidos vegetales, se requiere de 24 a 48 horas y que cuente con una buena corriente de aereación.

Cuando se tienen muestras que a la temperatura de 100 a 110°C se dañan o descomponen, es conveniente realizar esta determinación en una estufa de presión reducida con el fin de abatir la temperatura de ebullición del agua; en este caso hay que hacer notar que no es conveniente colocar demasiadas muestras que tengan un alto contenido de humedad (50%).

Todas las pesadas que se efectuen deben hacerse inmediatamente después de que son sacadas del desecador. Se considera a peso constante una muestra cuando al pesarla solo se presente variación en la cuarta cifra decimal.

Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{M} \times 100$$

Donde: P_i = Peso de la charola con muestra antes del secado, en gramos.

P_f = Peso de la charola con muestra después del secado, en gramos.

M = Peso de la muestra en gramos.

Determinación de Cenizas:

Las cenizas forman la parte mineral de un alimento. La muestra es incinerada para destruir la materia orgánica, obteniéndose así las cenizas que puedan cuantificarse.

Material:

- Mufla
- Balanza analítica
- Mechero de Bunsen
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Triángulo de porcelana

Tripie

Procedimiento:

Previamente se deben poner a peso contante los crisoles los cuales se deben de colocar en la mufla a una temperatura de 900°C, marcándolos previamente, se colocan de dos a tres gramos de muestra se carbonizan a la flama de un mechero y bajo una campana. Cuando ya no se desprenda humo, se introduce el crisol a la mufla, la cual debe encontrarse entre 500 a 550°C. El tiempo de permanencia es muy variado, ya que depende del material que se este trabajando.

Cuando se va ha determinar cenizas en muestras líquidas o semi-sólidas, es conveniente primeramente eliminar el agua o solvente en baño María o estufa de vacío. Si después de la incineración se obtienen cenizas con manchas negras, es conveniente adicionarles unas gotas de agua destilada una vez que esten frías, con el fin de obtener cenizas grisáceas o blancas homogéneas; que indican el punto final de esta determinación. Es conveniente dejar enfriar un poco el crisol antes de meterlo al desecador para su posterior pesada.

Cálculos:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{P_f - P_c}{M} \times 100$$

Donde: P_f = Peso del crisol con la muestra después de incinerada, en gramos.

P_c = Peso del crisol a peso constante en gramos

M = Peso de muestra en gramos

Determinación de grasa cruda.

La determinación del extracto etéreo, incluye una gran variedad de compuestos orgánicos como: Acilglicéridos, vitaminas liposolubles, ácidos grasos, β carotenos y se obtienen por extracción con solventes.

Al escoger el solvente de extracción (éter etílico, éter

de petróleo ó hexano) se deben tomar sus ventajas y desventajas para una buena elección, el éter etílico es el solvente más eficaz. La desventaja es que el solvente debe estar libre de alcohol, ya que el éter húmedo disuelve al azúcar y algunos otros carbohidratos, por lo que es indispensable que la muestra se encuentre seca.

Material y reactivos:

Aparato de extracción de Goldfish LABCONCO ó

Aparato de extracción Soxhlet

Cartuchos de celulosa de 22 x 80mm

Estufa de vacío LAB-LINE, Mod. 3620

Parrilla eléctrica

Vasos de borde esmerilado KIMAX

Balanza analítica

Eter etílico anhidro

Procedimiento:

Para esta determinación se recomienda trabajar con la muestra previamente seca. Dentro de un cartucho de celulosa se introducen de 2 a 5 gramos de muestra (dependiendo de la cantidad de grasa) se tapa con un pedazo del algodón y se coloca en un compartimento de extracción, el matraz receptor debe contener unas perlas de vidrio a peso constante para controlar la ebullición.

La cantidad de solvente depende del tamaño del dispositivo de extracción, se procede a un calentamiento moderado que permita un periodo de extracción aproximadamente de 8 horas. Después de dicho tiempo se recupera el disolvente por destilación. El matraz junto con las perlas de ebullición, se colocan en la estufa de vacío para la completa eliminación de solvente y humedad, con el fin de obtener únicamente el peso de la fracción lipóide.

Referente a la extracción el el aparato de Goldfish, es un dispositivo comercial que consta de seis unidades de extracción, las que se pueden usar todas a la vez. En este caso el cartucho de celulosa se coloca en el porta dedal y

este a su vez es el seguro metálico del aparato. A continuación se coloca aproximadamente 50 ml de solvente sobre el vaso de borde esmerilado, y este con la ayuda del anillo metálico con rosca se asegura el aparato de extracción. Para el calentamiento en el aparato se sube la parrilla hasta que esté en contacto con el vaso, se abre la llave del agua para que circule al refrigerante.

Una vez transcurrido el tiempo de extracción se bajan las parrillas de calentamiento y se colocan los platillos de seguridad, se quita el anillo de rosca y se saca el portadetal con el cartucho, sustituyéndolo por el tubo recuperador. Ya que el vaso se encuentre libre de solvente, se procede a eliminar el agua colocándolo en la estufa hasta peso constante, se pesa el vaso y se realizan los cálculos.

Cálculos:

$$\% \text{Grasa} = \frac{P_r - P_o}{M} \times 100$$

Donde:

P_r = Peso de recipiente después de la extracción, en gramos.

P_o = Peso del recipiente antes de la extracción (peso constante), en gramos

M = Peso de la muestra en gramos

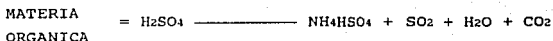
Determinación de Proteínas:

El método empleado usualmente para la determinación de nitrógeno en alimentos, es el método Kjeldahl y varias modificaciones se han desarrollado en la actualidad. El procedimiento consiste en una oxidación de la materia orgánica por acción del ácido sulfurico para formar dióxido de carbono, agua y sulfato ácido de amonio, debido a que siempre existe un exceso de ácido en la mezcla de reacción.

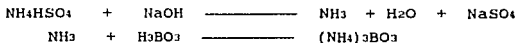
La digestión de la muestra para formar el sulfato de amonio, es la parte más difícil de la operación. Muchos

agentes catalizadores han sido usados para aumentar la velocidad de digestión de la muestra, como el cobre el mercurio y el selenio entre otros. Se han usado con mucha efectividad la combinación de catalizadores como cobre-mercurio, cobre-selenio y mercurio-selenio. El peróxido de hidrógeno es común usarlo al final de la digestión solo que debe ser empleado cuidadosamente.

Las sales como sulfato de potasio o de sodio son comúnmente adicionales para aumentar el punto de ebullición de la mezcla de digestión, sin embargo, la relación sal/ácido no debe ser muy alta, ya que se podrían presentar las pérdidas de amoniaco de la sal de amonio.



Destilación: el amoniaco obtenido después de la digestión en forma de sales de amonio, es liberado por una gran variedad de métodos, siendo más usado por acción de un álcali y atrapando el amoniaco liberado en una cantidad conocida de ácido valorado.



Valoración: el borato de amonio es titulado con una solución de ácido clorhídrico valorado y así encontrar el punto equivalente.

Material y reactivos:

- Digestor Tecator
- Dispositivo de microdestilación
- Tubo de digestión
- Mezcla digestiva
- Peróxido de hidrógeno al 30%
- Sulfato de potasio (R.A.)

Solución de NaOH al 60%

Solución de ác. bórico con indicadores

Solución de HCl 0.01 N.

Pesar de 20 a 70 mg de muestra introduciéndola en el tubo de digestión. Se añaden aproximadamente 0.5 g de K_2SO_4 y 3 ml de mezcla digestiva se pone el tubo en el digestor procurando que se enfríe un poco, para poder adicionarle 1.5 ml de H_2O y nuevamente colocarlo en el digestor, el cual debe encontrarse a $370^{\circ}C$. Se considera que la digestión este realizada cuando el tubo no muestre manchas y puntos negros, además la mezcla del tubo debe encontrarse transparente.

Una vez realizada la digestión se deja enfriar y se procede a efectuar la destilación (en el microdestilador, el cual debe estar previamente caliente). La muestra se vacía a la copa de adición del dispositivo y el tubo de digestión se enjuaga dos veces con la mínima cantidad de agua, pasándose este contenido a la unidad de destilación y a continuación se añade a esta unidad con mucha precaución y lentamente 15 ml de NaOH al 60%.

El destilado se recibe en un vaso de precipitados que contenga 50 ml de ácido bórico y la destilación se continúa hasta completar un volumen de 100 a 125 ml. Una vez completada la destilación, se saca el vaso de precipitado para su posterior titulación

Finalmente el amoníaco atrapado en el ácido bórico se titula con HCl 0.01 N, hasta un vire de color verde esmeralda a un rosa claro.

Cálculos:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(P-B) \times N \times \text{meg}}{M} \times 100$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times F$$

Donde:

P = ml de la titulación de la muestra

B = ml de la titulación del blanco

N = Normalidad de la solución de HCl

meg = Miliequivalente de nitrógeno (0.014)

M = Peso de la muestra en gramos

F = Factor de conversión

Con respecto al factor de conversión debe aclararse que este depende al tipo de muestra, el cual esta relacionado al contenido de proteína en estudio.

Determinación de Fibra

La denominación de fibra se refiere a parte de carbohidratos que no son digeridos por el tracto gastrointestinal de los humanos, esta se compone de celulosa, hemicelulosa, pectinas y gomas.

Para la determinación de fibra de una muestra es necesario trabajar con una muestra desengrasada y someterla a una hidrólisis ácida seguida de una hidrólisis alcalina con una posterior incineración del material para que por diferencia sacar el contenido de carbohidratos no degradables.

Material y reactivos:

Vasos de Berzelius de 600 ml

Aparato de digestión LABCONCO

Estufa de vacío

Mufla

Aparato de digestión Fibertec marca Tecator

Crisoles de porcelana

Solución de ácido sulfurico al 1.25% ..

Solución de NaOH al 1.25%

Antiespumante (emulsión SIGMA-B)

Alcohol etílico

Procedimiento.

Se pesa de 3 a 5 g de muestra desengrasada sobre un vaso de Berzelius que contenga 0.5 g de asbesto (limpio y calcinado) y unas perlas de vidrio. A continuación se le adiciona 200 ml de H_2SO_4 al 1.25% que este en ebullición unas gotas de antiespumante e inmediatamente se coloca en el

aparato de digestión. El cual debe estar previamente caliente, se deja digerir por espacio de 30 minutos. Después de dicho periodo se vacía el contenido sobre un embudo buchner que contenga filtro de lino y se realiza la filtración con ayuda de vacío; se lava el residuo con agua destilada caliente hasta eliminar el ácido. Una vez lavado el residuo se transfiere nuevamente al vaso de Berzelius se le adiciona unas gotas de antiespumante, 200 ml de NaOH 1.25% que este hirviendo y se mantiene en el aparato de digestión por 30 minutos. Transcurrido el tiempo se vacía nuevamente el filtro de lino y se filtra el residuo lavando con agua caliente hasta eliminar el álcali, las perlas de vidrio también se lavan para recuperar el material adherido. Por último se le adiciona al residuo 25 ml de alcohol etílico.

El residuo se pasa a un crisol de porcelana a peso constante. Se coloca en la estufa de vacío para su secado hasta peso constante; a continuación se carboniza y se introduce a la mufla para su incineración para después de realizada dicha operación volver a pesar el crisol.

Cálculos:

$$\% \text{Fibra} = \frac{P_a - P_c}{M} \times 100$$

Donde:

P_a = Peso crisol con residuo después de secado en gramos

P_c = Peso crisol con residuos después de calcinado en gramos

M = Peso de muestra en gramos.

Ya que se requiere trabajar con muestra desengrasada es recomendable usar la muestra a la que se le determinó humedad y grasa; por lo cual el peso de la muestra será el referido al peso inicial, previo a las determinaciones anteriores.

Determinación de Vitamina C (ácido ascorbico)

La vitamina C tiene la propiedad de decolorar el indofenol (Dicloro fenol indofenol). colorante azul. La cantidad decolorada es proporcional a la cantidad de vitamina C presente.

La vitamina deberá de extraerse del alimento en solución como en un jugo. El alimento se muele en un mortero con un poco de arena limpia o se homogeniza en una licuadora. Para prevenir la oxidación de la vitamina C durante la extracción se añade una solución al 5% de ácido acético o una solución al 3% de ácido metafosfórico recién preparado: éste destruye la enzima ácido ascórbico oxidasa.

Material y reactivos:

- Mortero con pistilo
- Probeta
- Matraz aforado
- Pipeta
- Bureta
- Vaso de precipitados
- Solución estandar de vitamina C
- Indofenol

Procedimiento:

Tomar 5 g del alimento y homogenizar con 50 ml del ácido hasta la desaparición de grupos usando arena lavada para ayudar a moler la muestra. La vitamina C se encuentra ahora en solución; filtrar la mezcla en un matraz aforado de 100 ml, lavando cuantitativamente, agregar agua hasta el aforo y mezclar. Para la determinación, usar 10 ml como alicuota.

Pipetear 10 ml del extracto dentro de un matraz erlenmeyer y añadir el colorante con la bureta. El color azul vira al rosa tan pronto como se pone en contacto con el ácido e inmediatamente se decolora por la vitamina C presente; continuar la adición del indofenol hasta que persista un color rosa por lo menos durante 10 seg; esto significa que la cantidad de colorante agregado ha reaccionado con todo el

ácido ascórbico presente.

Cálculos:

mg de vitamina C en 100 g de alimento.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Arnold Finck, 1985. Fertilizantes y Fertilización. Editorial Reverté, S.A.. Barcelona España.
- 2.- Association of oficial analytical chemists (AOAC), 1980. (13th edn) Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- 3.- Badui Dergal Salvador, 1990. Química de los alimentos. segunda edición; Editorial Alhambra; México D.F.
- 4.- Borow Maxwel, 1976. Respuestas fisiológicas en la salud en la enfermedad; Editorial El manual moderno S.A.; México, D.F.
- 5.- Bourges H., 1982. Nutrición y alimentos, su problemática en México; Editorial Continental; impreso en México.
- 6.- C.A. Price, H.E. Clarck y E.A. Funkheuser, 1983. Funcion de los micronutrientes en las plantas. En Micronutrientes en Agricultura. Capitulo 22. 613-654.
- 7.- Edmon J.B. 1976. Principios de horticultura; editorial C.E.C.S.A.; México, . D.F..
- 8.- E.N.E.P. Zaragoza, 1985. Manual de practicas de Laboratorio de Bromatología septimo semestre; carrera de Q.F.B.; México, . D.F..
- 9.- E.N.E.P. Zaragoza, 1985. Manual de practicas de Laboratorio Integral de Biología IV; septimo semestre, México, . D.F..
- 10.- E. A. Fitz Patrick, 1984. Suelos, su formación, clasificación y distribución. Segunda edición, editorial

C.E.C.S.A., México D.F.

- 11.- F. L. Hart; H. S. Fisher, 1984. Análisis moderno de los alimentos. Editorial Acribia. México D.F..
- 12.- Flores Isaias, 1982. Cultivos de hortalizas; Secretaría de la Marina; Monterrey N.L..
- 13.- Ganong F., 1971. Manual de fisiología médica; editorial el manual moderno, S.A. impreso en México.
- 14.- Gaucher G., 1971. El suelo y sus características agronómicas, Ediciones omega S.A.; Barcelona España.
- 15.- Guenkov., 1966. Fundamentos de horticultura cubana, Basado en conferencias de horticultura cubana, impartidas en las Universidades de las Villas y de la Habana; La Habana Cuba.
- 16.- G.W. Cooke 1979. Fertilizantes y sus usos. Editorial C.E.C.S.A.. México D.F.
- 17.- Hernández M., Chávez., Boyrges H., 1984. Valores nutritivos de los alimentos mexicanos., L-12. octava Edición I.N.N. México, D.F..
- 18.- Lehninger L. Albert. Bioquímica, 1980. segunda edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona España.
- 19.- M.L. Scott, 1983. Elementos traza en la nutrición animal en Micronutrientes en Agricultura. Capítulo 22, 613-654.
- 20.- María José Marqués de Cantú, 1988. Probabilidad y Estadística. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Unversitaria. México D.F..
- 21.- Maroto J.V., 1983. Floricultura herbacea especial. Ediciones Mundiprensa, Madrid España.
- 22.- Martínez Maximino, 1979. Catálogo de nombres vulgares y

- científicos de plantas mexicanas; Fondo de cultura económica, México, D.F..
- 23.- Ortiz Villanueva., Ortiz Solorio 1980. Edafología, tercera Edición U.A.CH., Chapingo México.
 - 24.- P. Duchaufour, 1978. Manual de Edafología. editorial Toray-Masson, Barcelona España.
 - 25.- R.G.S. Bidwell, 1979. Fisiología Vegetal. AGT. editor México D.F.
 - 26.- Reyes Castañeda P., 1981. Diseño de experimentos aplicados segunda edición, Editorial Trillas; México, D.F..
 - 27.- Robert M. Devlin, 1980. Fisiología Vegetal. 3ª edición. Editorial Omega. Barcelona España.
 - 28.- Russell Caterine, Silver Anne, 1976. Recetario de alimentos naturales; primera edición; editorial Posada S.A.; México, D.F..
 - 29.- Samuel L. Tildale y Wernerl Nelson, 1987. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editorial Uteha. México D.F.
 - 30.- Sánchez S. O., 1980. La flora del valle de México; sexta edición; editorial Herrero S.A.; México., D.F..
 - 31.- Senn T. L., 1977. Principios de horticultura; Compañía editorial continental; México, España.
 - 32.- Souza Novelo N., 1950. Plantas alimenticias que viven en Yucatan; Instituto técnico agrícola henequenero; México.
 - 33.- Sundera U. Ramana and Andrew J. Taylor, 1992. Dynamic Measurement of tissue rigity during freezing and cooking of vegetables. Journal Sci. Food and Agriculture. Vol 58 261-266.

- 34.- Werner Schupman, 1968. Calidad y valor nutritivo de los alimentos vegetales. editorial Acribia. Zaragoza España.
- 35.- Woot-Tsuen Wu Leung, 1964. Composición de alimentos comunmente usados en America Latina. 2^a edición. INCAP, ICNNA AID.