



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE AGROBIOLOGÍA “PRESIDENTE JUÁREZ”

DENSIDAD, FERTILIZACIÓN Y FECHAS DE SIEMBRA
EN REPOLLO (*Brassica oleracea* VAR. CAPITATA) EN
SANTA ROSA, URUAPAN, MICHUACÁN.

T E S I S

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

EN LA ESPECIALIDAD DE:

PARASITOLOGÍA

PRESENTAN:

SERGIO MORFÍN CARTAGENA
JUVENAL MÉNDEZ CORREA



URUAPAN, MICHUACAN

SEPTIEMBRE 2006

DENSIDAD, FERTILIZACIÓN Y FECHAS DE SIEMBRA EN REPOLLO (*Brassica oleracea* VAR. CAPITATA) EN SANTA ROSA, URUAPAN, MICHOACÁN.

T E S I S

Que presentan:

JUVENAL MÉNDEZ CORREA
SERGIO MORFÍN CARTAGENA

Y someten a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en la especialidad de Parasitología

A P R O B A D A :

PRESIDENTE DEL H. JURADO

Ing. Heliodoro Cuiris Pérez
(Asesor y coordinador)

SINODALES

Ing. Salvador Aguirre Paleo
Sinodal

Ing. Carlos Hernández Chichitz
Sinodal

Ing. Ernesto Serna Mata
Sinodal

Ing. José Luís Gómez Chávez
Sinodal

M. C. Roberto Rivas Valencia
Sinodal (Suplente)

DEDICATORIAS

A mis padres: Crisanta Correa García y Francisco Méndez González, en primer lugar por haberme dado la vida y por el gran esfuerzo que han hecho a lo largo sus vidas, les doy gracias por su apoyo incondicional y por toda la confianza que han depositado en mi, por alentarme en los tiempos mas difíciles y por enseñarme que solo con trabajo y honradez es la forma de salir adelante.

A mis hermanos Brígido, Mónica y Luis Miguel por el gran apoyo y comprensión para que pudiera terminar mis estudios.

Con cariño y admiración a Marily ya que gracias a ella mantuve la ilusión de terminar mis estudios y de alguna manera contribuyó en mi vida y en mi carrera profesional.

A todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo

A la vida por permitirme llegar a este momento tan especial.

Juvenal Méndez Correa

DEDICATORIAS

A la vida

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi madre

Por haberme dado la vida y soportar mis errores, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero sobre todo, por su amor.

A mi padre

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaron y que me infundió siempre para salir adelante.

A mis hermanos

Por que siempre he contado con ellos para todo.

A mis familiares

Por su gran apoyo y motivación que siempre he recibido de su parte.

A mis maestros

Gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por los conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A mis amigos

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora seguimos conservando esa amistad, por todas las penas y alegrías vividas juntos.

A todas las personas que han creído en mí...

Sergio Morfín Cartagena

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo que a través de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", nos dió la oportunidad de formarnos académicamente y llegar a ser profesionistas.

A la Casa del Estudiante Universitario "Madre Latina" por el gran apoyo que nos brindó durante nuestra estancia en ella, siendo nuestro segundo hogar.

A todos nuestros maestros por intervenir en gran parte de nuestra formación académica y compartirnos sus conocimientos.

Al Ing. Heliodoro Cuiris Pérez por su gran apoyo incondicional para el establecimiento del experimento, aportaciones y sugerencias para el desarrollo de este trabajo, por brindarnos su tiempo y amistad.

Al grupo de sinodales por sus sugerencias y aportaciones en la revisión de este trabajo.

A todos nuestros compañeros por su gran amistad y apoyo en las buenas y en las malas y por todos los gratos momentos que pasamos juntos tanto en el aula de clases como en el exterior.

CONTENIDO

	PÁGINA
DEDICATORIAS	
AGRADECIMIENTOS	
CONTENIDO	i
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APÉNDICE	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Centro de origen y difusión	4
2.2 Descripción botánica	4
2.3 Clasificación taxonómica	5
2.4 Composición y usos	5
2.5 Requerimientos climáticos	7
2.5.1 Fotoperiodo	7
2.5.2 Altitud	7
2.5.3 Precipitación	8
2.5.4 Humedad	8
2.5.5 Temperatura	8
2.6 Requerimientos del suelo	9
2.7 Variedades	9
2.8 Propagación	10
2.9 Manejo del cultivo	11
2.10 Principales plagas	15
2.11 Principales enfermedades	18
2.12 Cosecha	22

III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Descripción del área de estudio	23
3.1.1 Localización geográfica	23
3.1.2. Edafología	24
3.1.3 Climatología	25
3.1.4 Hidrología	26
3.2 Localización del lote experimental	26
3.3 Desarrollo del experimento	26
3.3.1 Material biológico	26
3.3.2 Fertilización	27
3.3.3. Escarda	28
3.4 Control de plagas	28
3.5 Prevención de enfermedades	28
3.6 Cosecha	29
3.7 Diseño experimental	29
3.8 Toma y registro de datos	30
3.9 Metodología del análisis	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
V. CONCLUSIONES	38
VI. BIBLIOGRAFÍA	40
VII. APÉNDICE	45

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS	PÁGINA
1. Composición del repollo (por 100 g comestibles), comparado con otras crucíferas	5
2. Épocas de siembra y cosecha de repollo	11
3. Extracciones de nutrientes en 1 ha de coles-repollo	13
4. Análisis de fertilidad del sitio el establo	25
5. Concentrado de la producción media del lote experimental en kg	32
6. Análisis de varianza de las fechas de siembra, dosis de fertilización y densidad de plantación	33
7. Comparación de medias para el factor B, dosis de fertilización	35
8. Comparación de medias para el factor C, densidades de plantación	35
9. Costos de producción por hectárea cultivada de repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i>) mediante sistema tradicional	36

FIGURA	PAGINA
1. Localización geográfica	23
2. Diseño del experimento	29
3. Producción promedio en kg para las dos fechas de siembra	34

ÍNDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE

FIGURA	PAGINA
1. Altura promedio de plantas por tratamiento combinado	46
2. Promedio de hojas por tratamiento combinado	46
3. Altura promedio de plantas por densidad de siembra	47
4. Promedio de hojas por densidad de siembra	47
5. Altura promedio de plantas por dosis de fertilización	48
6. Promedio de hojas por dosis de fertilización	48
7. Altura promedio de plantas por fecha	49
8. Promedio de hojas por fecha	49

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en terrenos del campo experimental de la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” dependiente de la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, en la localidad de Santa Rosa, Municipio de Uruapan Michoacán y consistió en probar cuatro dosis de fertilización, tres densidades de plantación y dos fechas de siembra en repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) con el fin de evaluar los rendimientos de estos tratamientos bajo las condiciones climáticas y topográficas que se tienen en esta región.

Se utilizó el diseño experimental bloques al azar y parcelas subdivididas, con tres repeticiones, utilizando cinco plantas por cada tratamiento para la toma de datos y su posterior evaluación, realizando con estos el análisis estadístico, así como graficas de altura y número de hojas.

Durante el ciclo vegetativo no se tuvo presencia de plagas ni enfermedades, solo se detectaron en los primeros días del transplante algunos gusanos trozadores (*Agrotis spp.*), que fueron controlados con Ambush (Permetrina) en dosis de 1 ml/litro de agua.

En cuanto al resultado se obtuvo una producción de 29.3 ton/ha en la fecha I que fue mayor que la fecha II donde se obtuvieron 25.4 ton/ha, respecto a dosis de fertilización en ambas fechas el mejor tratamiento fue el cuatro (350-200-00) y como

mejor densidad de siembra fue la de 40 cm de distancia entre planta y planta. Además se realizó un análisis económico para determinar la rentabilidad de este cultivo, observando que es factible su producción en esta región.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del sector agropecuario en México, la horticultura es uno de los subsectores más dinámicos. El cultivo de las hortalizas se realiza en apenas el 3 % de la superficie nacional y su importancia, radica en que aporta entre el 15 y 20 % del valor de toda la producción agrícola del país. (Ayala, 2003).

En México se siembran alrededor de 50,000 hectáreas de crucíferas, principalmente brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* Plenck), coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) y repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.). Entre los estados productores destaca Guanajuato, cuya superficie sembrada anualmente es de 30,000 hectáreas aproximadamente, representa el 75 % del área de estos cultivos en el país, otros estados productores importantes son Querétaro, Puebla, Aguascalientes, Zacatecas, Michoacán, Jalisco y Sonora. (ASERCA, 2001).

La producción de repollos está altamente concentrada en regiones que se han especializado en el cultivo de hortalizas, según el mercado de destino. De este modo, aunque la producción de repollo tradicional se realiza en 24 entidades de la república, sólo cinco -Puebla, Michoacán, Zacatecas, Chiapas y Nuevo León- han concentrado durante la década de los noventa el 60 % de la superficie sembrada y cosechada, así como el 66 % de la producción. Es importante señalar que dichas entidades no se han distinguido por su vocación exportadora, ya que tradicionalmente destinan su producción al mercado nacional. (ASERCA, 2001).

Puebla se distingue como el principal productor de repollo en el país, ya que representa el 7 % del total de la superficie sembrada del país, así como el 42 % de la producción total se registra en esta entidad.

Le sigue en importancia, Michoacán, la que ha participado con el 9 % de la superficie sembrada y cosechada, así como el 10 % de la producción. La región productora de repollo en la entidad se ubica en la región del Valle de Apatzingán, zona que se ha distinguido en los últimos años por la generación de hortalizas para el mercado nacional e incluso internacional. En menor volumen pero igual calidad le sigue en importancia la región de Zamora.

En el año agrícola 2002 se distinguieron tres estados por su volumen de producción, Puebla, con 88,520 ton; Michoacán, con 30,423 ton y Sonora con 8,274 ton teniendo un precio medio rural de \$ 846.00. (ASERCA, 2001).

Por lo anterior y porque representa una alternativa de cultivo en la zona, se decidió realizar un ensayo de tres dosis de fertilización, tres densidades de siembra y dos fechas de siembra en el campo experimental de la Facultad de Agrobiología Presidente Juárez de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicado en la localidad de Santa Rosa, municipio de Uruapan, Michoacán; teniendo los siguientes objetivos.

Objetivo general

- Determinar la factibilidad como opción productiva del cultivo de repollo, en la zona de estudio.

Objetivos específicos

- Determinar la densidad de siembra óptima en la región de Santa Rosa.
- Determinar la mejor dosis de fertilización en repollo, para las condiciones de la región.
- Obtener la fecha de siembra mas propicia para el repollo en la región de Santa Rosa, Municipio de Uruapan, Michoacán.
- Estimar la rentabilidad del cultivo del repollo en la región.

Hipótesis

- El cultivo de repollo *Brassica oleracea* var. Capitata puede constituir una alternativa productiva en la zona de estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Centro de origen y difusión.

La mayoría de los miembros de la familia del repollo, tienen su origen en la zona del Mediterráneo, Asia menor, Inglaterra y Dinamarca. Esta familia hortícola es de las más numerosas, ya que aporta alrededor de catorce hortalizas. (MAG, 1991).

Se cree que los egipcios la utilizaban como planta medicinal. En 1536 los europeos empezaron a explotarla y después los colonizadores la llevaron al Continente Americano. (<http://www.faxsa.com.mx/semhort/c60c1001.htm>, 2006).

2.2 Descripción botánica.

La col o repollo es una planta bianual, su sistema de raíces es muy fibroso y abundante, llegan a medir de 1.50 y 1.05 m de crecimiento lateral; la mayor cantidad de raíces se encuentran a 45 cm de profundidad.

El tallo al principio del desarrollo es pequeño, grueso y no se ramifica.

Las hojas pueden ser sésiles (sin tallo) o con pecíolo (con tallo) y son más anchas (60 cm de diámetro) que largas (35 cm longitud). La forma de las hojas es casi redonda, y tienen un color verde claro con nervaduras muy pronunciadas.

Las flores son de color amarillo, con cuatro pétalos, el fruto es café o gris y tiene un diámetro de 2 a 3 mm (<http://www.faxsa.com.mx/semhort/c60c1001.htm>, 2006).

2.3 Clasificación taxonómica (López, 1994).

Reino: Vegetal

División: Embriophyta

Sub-división: Angiospermae

Orden: Capparales

Clase: Dicotyledoneae

Familia: Cruciferae

Genero: *Brassica*

Especie: *Brassica oleracea*

Variedad: Capitata L.

Nombre común: Col, Repollo

Var. Comercial: Copenhagen

2.4 Composición y usos.

Cuadro 1. Composición del repollo (por 100 g comestibles), y otras crucíferas.

NUTRIENTE	Repollito de Bruselas cocido y escurrido	Brócoli hervido y escurrido	Coliflor hervida y escurrida	Repollo crudo
Proteínas (g)	2.55	2.98	1.84	1.44
Lípidos (g)	0.51	0.35	0.45	0.27
Carbohidratos (g)	8.67	5.06	4.11	5.43
Genizas	0.95	0.92	0.6	0.71
Energía (Kcal)	39	28	23	25
Agua (g)	87.32	90.69	93	92.15
Fibra total (g)	2.6	2.9	2.7	23
Calcio, Ca (mg)	36	46	16	47
Hierro, Fe (mg)	1.2	0.84	0.33	0.59
Magnesio, Mg (mg)	20	24	9	15
Fósforo, P (mg)	56	59	32	23
Potasio, K (mg)	317	292	142	246
Sodio, Na (mg)	21	26	15	18
Zinc, Zn (mg)	0.33	0.38	0.18	0.18
Cobre, Cu (mg)	0.083	0.043	0.027	0.023
Manganeso, Mn (mg)	0.227	0.218	0.138	0.159
Vitamina A, IU	719	1388	17	133
Vitamina A, RE	72	139	2	13
Vitamina E (mg)	0.85	1.69	0.04	0.105
Vitamina C (mg)	62	74.6	44.3	32.2
Tiamina (mg)	0.107	0.055	0.042	0.05
Riboflavina (mg)	0.08	0.113	0.052	0.04
Niacina (mg)	0.607	0.574	0.41	0.3
Ácido Pantoténico (mg)	0.252	0.508	0.508	0.14
Vitamina B-6 (mg)	0.178	0.143	0.173	0.096
Folato (mcg)	60	50	44	43
Vitamina B-12 (mcg)	0	0	0	0
Colesterol (mg)	0	0	0	0

Fuente: Handbook n° 8 – USDA. Citado por <http://www.buenasalud.com/lib/emailorprint.cfm?id=3428&type=lib#re>, 2006.

Propiedades medicinales:

Uso interno.

- Diurético: Ayuda a eliminar los líquidos acumulados en el cuerpo, por lo que resulta eficaz en el tratamiento de la diabetes, obesidad, ácido úrico y enfermedades del corazón asociadas a la retención de líquidos. También en enfermedades de tipo reumático, como artritis, reuma, entre otras.
- Antidiarreico: En casos de diarrea es conveniente tomar algunas tazas de infusión.
- Úlceras: Por su contenido en glutamina constituye uno de los mejores antiácidos naturales, ideal para el tratamiento de las úlceras de estómago o de duodeno, así como la colitis ulcerosa.
- Anti-bronquial: Para aliviar las afecciones de los bronquios. La misma decocción resulta útil en los resfriados, gripe, entre otras.
- Voz ronca: El jugo del repollo tierno se puede utilizar para combatir la ronquera, haciendo que la voz sea más clara y agradable.

Uso externo.

- Emoliente: Para las afecciones de la piel; granos, pústulas, ampollas, y quemaduras, ejerce un valor reconstituyente de la piel, especialmente cuando se mezcla con un poquito de aceite de oliva. También para eliminar las verrugas.

- Ciática: Para calmar el profundo dolor de la ciática y desinflamar el nervio ciático, puede resultar efectivo aplicar un par de hojas de repollo calientes sobre la zona afectada. (<http://www.botanicalonline.com/medicinalscolcastella.htm>, 2006).

El consumo del repollo es en caldo, como verdura y cocido. (López, 1994).

Se consume en fresco, en ensaladas y en varios tipos de guisados, en los cuales este cultivar es de gran importancia para la preparación de ellos, es uno de los productos mas utilizados en la comida mexicana. Otro de los usos del repollo es que sus residuos de poscosecha se utilizan para la engorda de ganado, vacuno, porcino y otros. Estos mismos residuos se pueden compostear para enriquecer el suelo. (Bravo, *et al*, 2004).

2.5 Requerimientos climáticos.

2.5.1 Fotoperiodo.

En cuanto a luz el repollo exige mucha iluminación, pues en caso contrario las plántulas tienden a ahilarse fácilmente sobre todo en la etapa de almacigo. Después de formado el sistema foliar, durante el periodo de formación de cabezas, su exigencia en cuanto a la iluminación se reduce.

2.5.2 Altitud.

El repollo como todas las crucíferas se desarrollan desde el nivel del mar en zonas templadas y a partir de los 900 msnm en zonas tropicales. (Odgen, 1997).

2.5.3 Precipitación.

Generalmente este cultivo se desarrolla bajo riego pero si se carece de este se recomienda cultivar en temporada de aguas ya que este cultivo requiere de bastante humedad durante el ciclo de producción. (Odgen, 1997).

2.5.4 Humedad.

Aunque el sistema radicular es ramificado esta planta es muy exigente a la humedad debido al gran numero de hojas que son de gran desarrollo y evaporan grandes cantidades de agua, hasta 500 mm³, es decir hasta 125 veces mas cantidades de agua que la que presenta en la producción, durante el transplante debe haber suficiente humedad para una pronta recuperación y continuación del crecimiento, en general deben de mantener una humedad del suelo entre 80 y 90 % de la capacidad del suelo. (Bravo *et al*, 2004).

2.5.5 Temperatura.

El repollo se desarrolla y produce en climas templados y frescos, esta hortaliza es la que muestra mayor tolerancia a bajas temperaturas (hasta de 9 °C).

La temperatura mínima para su germinación es de 4.4 °C y la máxima es de 35 °C, siendo la óptima de 29.4 °C emergiendo así del suelo a los 3 o 4 días, las temperaturas ambientales para su crecimiento y desarrollo es de 15 a 20 °C. (Bravo *et al*, 2004).

El repollo tiene más resistencia al frío que al calor, y tiene mejores producciones en los climas templado-húmedos. El suministro de agua debe distribuirse durante todo el ciclo de cultivo. (DVE, 1995).

2.6 Requerimientos del suelo.

El repollo se puede cultivar en gran variedad de suelos, desde arenosos y limo arenosos hasta franco arenosos. En los suelos arcillosos el ciclo del cultivo es más largo.

El repollo crece bien en suelos mediana a moderadamente pesados y no es sensible a un drenaje pobre.

Los suelos arcillo limosos que son inapropiados para el cultivo de la lechuga, zanahoria y cebolla, producirán un excelente cultivo de repollo. El pH adecuado oscila entre 5.5 y 6.5; si es inferior a 5.5 se deben aplicar compuestos a base de calcio. (Mayberry, *et al*, 2004).

2.7 Variedades.

Existen varias maneras de clasificación de los repollos, que son por su color, por su forma, por su tipo de hoja, por mencionar algunas; entre las más importantes se encuentran los siguientes:

Repollo (verde).

Variedades de temporada precoz maduran aproximadamente 50 a 60 días después de trasplantarse. Variedades de temporada tardía pueden requerir 100 días o más para madurarse.

- Blue Pak - temporada media, cabezas de color azul oscuro de tamaño mediano a grande.
- Bravo - temporada media, cabezas redondas de forma uniforme y de color azul verde.

- Dynamo - precoz, cabezas pequeñas, difíciles de separar.
- Gourmet - temporada media, cabezas de tamaño mediano a grande.
- Heads Up - precoz, resistente al amarillamiento por fusarium.
- Río Verde - tardía, cabezas grandes de color azul verde.
- Savoy King - (tipo savoy), temporada media a tardía, híbrido F1, de alto rendimiento.
- Stone Head - muy precoz, cabezas pequeñas.

Repollo (rojo).

- Red Acre - temporada media, cabezas redondas y pequeñas.
- Regal Red - precoz, cabezas de tamaño mediano.
- Ruby Perfection - tardía, cabezas de color rojo oscuro de tamaño pequeño a mediano. (Haynes, *et al*, 2003).

En la actualidad el tipo de repollo más cultivado es el blanco y en menor medida los tipos savoy y morado, los que se cultivan principalmente en Europa. (ASERCA, 2001).

2.8 Propagación.

Puesto que el repollo puede ser cultivado en todas las estaciones, conviene sembrarla en semillero para no tener ocupadas las parcelas, transplantarla cuando las plantitas tienen 3-4 hojas. Tras el transplante al terreno de asiento, se desarrolla un

sistema radicular de carácter pivotante con abundancia de raíces secundarias superficiales. (DVE, 1995).

2.9 Manejo del cultivo.

Fechas de siembra.

En el valle de Zamora, que es el principal productor de repollo en el estado de Michoacán, se siembra de octubre a noviembre y de marzo a mayo, evitando la época de frío y de lluvias. (Del Río, 2005).

En el siguiente cuadro se tienen las épocas de siembra y de cosecha del repollo, en algunos Estados.

Cuadro 2. Épocas de siembra y cosecha del repollo.

REGIONES PRODUCTORAS Y ÉPOCAS DE COSECHA DE COL				
Estado	Región	Época de siembra	Época de cosecha	Participación en la producción nacional
Puebla	Tecamachalco	Marzo - Julio	Junio - Octubre	42 %
Michoacán	Valle de Apatzingán	Sept. - Febrero	Dic 20 a May 30	10 %
Zacatecas	Loreto	Abril - Mayo	Julio - Agosto	10 %

Fuente: ASERCA, 2001

Densidad de siembra.

La población de plantas ha sido considerada, desde hace mucho tiempo, como uno de los factores más importantes en la determinación de los rendimientos y en la proporción de los ingresos. Los factores climáticos hacen que la densidad óptima varíe, ya que, al aumentar la densidad de plantas, la humedad relativa y la luz que llega al suelo se reduce. (Díaz, 1981).

Se transplanta en hileras con separación de 90 cm y un espaciamiento entre plantas de 30 cm; con un espaciamiento mayor se pueden obtener cabezas mas grandes, aunque se tienen perdidas en los rendimientos por ha y probabilidad de que las hojas se separen. Uno de los factores que determinan la distancia de siembra es la variedad a cultivar, el destino de la producción y el tercer factor que influye, y posiblemente el más importante, es el método de cultivo. En la elección del espaciamiento, se debe tomar en cuenta que a menores distancias, cada cabeza tendrá menor peso pero obtendrá mayor rendimiento por hectárea. Se pueden obtener cabezas más grandes utilizando espaciamientos mayores, pero eso resulta en una disminución del rendimiento por hectárea y en un aumento del número de cabezas que se abren. (Gómez, 1982).

Cada región agrícola, de acuerdo a las condiciones ecológicas y geográficas y según la variedad que se siembra, requerirá de una población óptima en su número de plantas, por unidad de superficie, que produzca el máximo rendimiento de grano o de follaje y la mayor calidad bromatológica. (Alanis, 1978).

La mejor densidad de siembra es la de 56,120 plantas por hectárea. Las densidades de 70 y 85 mil plantas por hectárea presentan competencia por luminosidad. (Mendoza, 1981).

Fertilización.

La fertilización es una actividad agrícola que la humanidad ha tenido como una acción de gran importancia en la producción de los cultivos. Los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las

plantas, causado por deficiencia o exceso, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de frutos. (Morales, 2002).

El fertilizante debería definirse como la sustancia que contiene, uno o más, elementos químicos alimenticios para los vegetales, en forma tal que, puedan ser absorbidos por las plantas y que favorezcan el desarrollo de las mismas. El uso de los fertilizantes está íntimamente relacionado con la productividad y sirve, como índice, para indicar el grado hasta el cual una nación está haciendo uso de las prácticas modernas. (Mortensen y Bullard, 1986).

Las extracciones de las coles son variables según las variedades y los rendimientos obtenidos, (ver cuadro 3) en el que se desprende que las coles o repollos poseen grandes necesidades en nitrógeno, potasio y calcio. La col-repollo es una hortaliza con altos requerimientos en boro, que no tolera la carencia de manganeso en el suelo. (Maroto, 1982).

Cuadro 3. Extracciones de nutrientes en 1 ha de coles-repollo. (Maroto, 1982).

Rendimiento (ton/ha)	K G / H A					Variedad	Fuente
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
70	250	90	300			Repollo blanco	Jacob y Von Uesküll (1973)
50	300	85	350			Repollo rojo	
50	250	85	250			Repollo verde	
35	250	85	250			Repollo de Milán	
71.3 (*)	188	71	305	277	29	Precoz de Louviers	Prats (1970)
105.4 (*)	313	117	562	323	58	Pontoise de invierno	
156.6 (*)	390	166	664	388	80	Roja tardía de Laguen	
						Dijk	Knott (1962)
22.4	67.2	22.5	89.6	17	4.5	--	
33.6	112	28	112	--	--	--	

(*) Se incluyen en estas cifras hojas y tallo además de cogollos.

El análisis del suelo es un buen indicativo de la cantidad de fertilizante que se debe aplicar.

El repollo es un cultivo muy exigente a la fertilización. Se recomienda la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en dos aplicaciones, la mitad en el trasplante y el resto treinta días después. El fósforo se aplica a razón de 150 a 200 kg/ha, todo en la siembra. Para suplir esta cantidad, se aplican 630 kg/ha de fórmula fertilizante 10-30-10 en el trasplante y 100 Kg de nitrato de amonio, treinta días después del trasplante.

En suelos con altos contenidos de materia orgánica (igual o superior a 12 %), se debe aplicar la mitad del nitrógeno, pues un exceso produce repollos muy tiernos y poco compactos.

Si el suelo contiene más de 60 ppm de fósforo, no es recomendable aplicar este elemento o bien usar fórmulas completas bajas en fósforo.

Es conveniente aplicar vía foliar sulfato de magnesio, ($\text{SO}_4 \text{Mg}$), y poliboro cada quince días, durante los dos primeros meses después del trasplante. (Maroto, 1982).

En el estado de California EUA las aplicaciones de Nitrógeno en cobertura (N) 67-90 kg/ha son comunes. En lugar de fertilizantes secos de N pueden utilizarse soluciones de $\text{NO}_3 \text{NH}_4$ (nitrato de amonio, 20-0-0) o $\text{NO}_3 \text{NH}_4$, nitrato de amonio-urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 32-0-0.

En las regiones costeras de producción, los agricultores aplican antes de la siembra 560 kg/ha de un fertilizante completo (15-15-15). Cuando las plantas tienen de cinco a seis hojas verdaderas se hace una aspersion directa de N a 145 kg/ha como solución de nitrato de amonio (20-0-0) para fertilizar el cultivo y quemar las malezas. En

la mitad de la temporada se aplican 67 kg/ha de N como solución de nitrato de amonio o nitrato de Calcio (17-0-0) para llevar el cultivo a la madurez. (Mayberry, 2004).

La planta de repollo extrae mucho N y K menos cantidad de Ca, P y en menor grado Mg. La máxima asimilación de nutrientes tiene lugar durante la formación de la cabeza. (Gómez, 1982).

En la universidad Autónoma de Chapingo se realizó un experimento de tesis utilizando la fórmula 80 - 60 - 00 recomendada por el CIAN para una densidad de población de 43,200 plantas por hectárea, obteniendo buenos resultados. (Mendoza, 1981).

Combate de malezas.

Para el combate de malezas en el campo de cultivo, se pueden aplicar los herbicidas oxifluorfen en dosis de 0.5 Kg ia/ha o el clorobromurón, así como la mezcla de oxifluorfen y pendimetalina, a razón de 0.5 y 1 Kg ia/ha antes del trasplante, para eliminar malezas de hoja ancha y gramíneas. (MAG, 1991).

2.10 Principales plagas.

Gusanos cortadores.

Agrotis spp. (Lepidoptera: Noctuidae)

Spodoptera spp. (Lepidoptera: Noctuidae)

Para prevenir el ataque de estos cortadores, es recomendable una preparación oportuna del terreno y la eliminación de las malezas varias semanas antes de sembrar

o trasplantar, para destruir los sitios de ovoposición y las plántulas que sirven de alimento a algunas larvas pequeñas. Como medida de precaución es recomendable aumentar la densidad de siembra para compensar las posibles pérdidas así como la aplicación de insecticidas granulados en el suelo, antes de sembrar, si el terreno ha presentado el problema o si se encuentra más de una larva por metro cuadrado.

Cuando se presenta el ataque, se pueden utilizar cebos envenenados o hacer aplicaciones de insecticidas como triclorfon, carbaril, metomil o clorpirifos. (MAG, 1991).

Gallina ciega.

Phyllophaga spp. (Coleoptera: Scarabaeidae)

Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas, las cuales generalmente mueren. La prevención y combate es igual que la de los cortadores. (MAG, 1991).

Palomilla dorso de diamante

Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae)

Este es, quizá el insecto de mayor importancia en el cultivo de las coles. Las larvas son pequeñas, verdes azuladas y alcanzan hasta 12 mm de longitud; en los primeros estadios se alimenta en el envés de las hojas y producen pequeñas raspaduras aunque la epidermis superior queda intacta. Las larvas mayores perforan las hojas, el corazón y otras partes comerciales que quedan llenas de galerías, excremento y telarañas, por lo que el repollo pierde el valor comercial.

El combate de esta plaga es un tanto difícil, ya que la larva busca los sitios poco expuestos, lo que dificulta la acción de los insecticidas y la de sus enemigos naturales; además, las poblaciones de los insectos parásitos de la *Plutella*, han sido diezgadas

por la aplicación indiscriminada y casi constante de insecticidas. Esto ha repercutido en la generación de resistencia de la plaga a ciertos insecticidas.

Para disminuir la incidencia de *Plutella*, en el terreno y alrededores, se debe eliminar cualquier planta de la familia *Brassicaceae*, tales como el mastuerzo *Lepidium virginicum* y el navillo *Brassica campestris*, los cuales son hospederos de la plaga. Además, después de que se ha cosechado una plantación de repollo, coliflor, brócoli o cualquier otra crucífera, se debe destruir cualquier planta que quedo en el campo, así como los tallos para evitar el rebrote.

En la época de verano, el riego por aspersión reduce notoriamente la población de la plaga.

Aunque existen algunos insectos parásitos de *Plutella*, que han mostrado un efecto notable en el combate de esta plaga, como avispas de las especies *Diadegma insularis* (Cross), *Apanteles ruficornis* (Nees), *Horogenes sp.* *Spilochalcis sp.*, y *Trichogramma sp.*, es difícil establecer un programa de combate biológico, debido a las frecuentes aplicaciones de insecticidas químicos.

Es necesario proteger el cultivo de esta plaga desde el semillero. Los siguientes productos han mostrado un buen combate: las permetrinas, cipermetrinas y decametrinas (Ambush 50 E, Politrín 25 E, Cymbush 20 E, Decis 2.5 E), el *Bacillus thurigiensis* (Bactospeine 8.500 ui PM, Bactospeine 16.000 ui PH; Dipel 1.600 ui PH; Thuricide 16.000 ui PH), principalmente para usarse en las últimas semanas del cultivo, y otras como clorpirifos y acefato.

En el mercado internacional existen preparados de feromonas, que son sustancias que atraen a los adultos, las cuales se utilizan en trampas para estudiar los cambios en la población y que permiten definir el momento más oportuno para aplicar

los insecticidas. En otros países, las feromonas se utilizan como métodos complementarios para el combate de la plaga, práctica que ha dado buenos resultados. (MAG, 1991).

Gusano del repollo.

Pieris rapae (Linn) = Mariposita blanca de la col

Leptophabia aripa (Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae)= Gusano rayado de la col

Trichoplusia nii (Hubn) (Lepidoptera: Noctuidae)= Gusano falso medidor

Son larvas verdosas, aterciopeladas, con rayitas claras muy destructivas que atacan todo el follaje del repollo. Se combaten con los mismos productos utilizados contra *Plutella*. (MAG, 1991).

Áfidos.

Brevicoryne brassicae L. (Homoptera: Aphididae)

Hyadaphis crysimi (Homoptera: Aphididae)

Una alta infestación de áfidos ocasiona la distorsión de los brotes y de las hojas y amarillamiento; puede causar hasta la muerte de las plantas. Para su combate se recomienda el uso de insecticidas como metamidofos o metomil. (MAG, 1991).

2.11 Principales enfermedades.

Mancha foliar.

Mycosphaerella brassisicola (Fr. Ex Duby) Lindau

El hongo ocasiona manchas circulares con anillos concéntricos que aparecen primero en el haz y luego en el envés de las hojas. Pueden atacar cualquier zona de la

parte aérea. En las lesiones se ven las fructificaciones del hongo. El hongo puede sobrevivir en el suelo de una estación a otra en residuos de cosecha y también en el suelo.

Por esta razón, se deben eliminar los residuos de cosecha, hacer rotaciones con cultivos de otras familias por dos o tres años y usar sólo semilla certificada.

Los fungicidas clorotalonil (Daconil, 2.5 g/l de agua) y el mancozeb (Dithane M 45 2.5 g/l de agua) son efectivos contra el hongo. (MAG, 1991).

Manchas negras.

Alternaria spp.

Produce manchas en las hojas y los tallos, el borde es irregular y contienen anillos concéntricos.

Este hongo puede subsistir en la semilla, por lo que se recomienda usar sólo semilla certificada para disminuir la incidencia. El combate químico puede ser efectuado con los mismos productos mencionados en el caso anterior. (MAG, 1991).

Pierna negra.

Phoma lingam (Tod. Ex fr.)

Ataca las plantas en cualquier estado de desarrollo, tanto en el follaje como en los tallos y las flores.

En la base del tallo produce lesiones hundidas de forma ovalada y color castaño. En estados avanzados también ataca el follaje, donde produce lesiones circulares de tamaño y color variable; lo más común es que sean circulares, color entre pardo grisáceo y pardo oscuro.

Para prevenir el ataque, se recomienda usar únicamente semilla cuya casa productora asegure que está libre de esta enfermedad, ya que el hongo se trasmite por semilla.

Cuando la enfermedad ha atacado un repollal, no debe sembrarse este cultivo u otra brasicacea por tres años, sino otros que no sean de esta familia. (MAG, 1991).

Mildiu velloso.

Peronospora parasitica (Pers. y fr.).

Ataca cuando la humedad ambiental es alta y persiste una condición lluviosa.

Causa manchas amarillas en la parte superior de la hoja y en la parte inferior crece un micelio blanco.

Se recomienda aplicar mancozeb y clorotalonil. (MAG, 1991).

Mildiu polvoso.

Erysiphe sp.

Es una enfermedad común en la época de verano. Las hojas presentan manchas necróticas con un micelio blanco en el haz. Se combate con fungicidas con dinocap (Karathane, 0.6 g/l) y benomil (0.5 kg/ha), (MAG, 1991).

Bacteriosis.

Xanthomonas campestris (E. F. Smith)

El síntoma es un amarillamiento de las hojas y el oscurecimiento de las nervaduras. La lesión se inicia en el borde de las hojas y avanza hacia el interior en forma de V.

Para prevenir el ataque de esta bacteria, aplicar fungicidas a base de cobres en forma preventiva en la base de la planta.

Además se recomienda tratar la semilla con agua caliente (50 °C) por cinco minutos, antes de la siembra. (MAG, 1991).

Pudrición suave.

Erwinia carotovora (L. R. Jones).

Por lo general se presenta asociada a la bacteriosis u otro patógeno. Causa la destrucción del tejido el cual adquiere un mal olor típico. (MAG, 1991).

Mal de talluelo.

Rhizoctonia solani y *Pythium* sp.

Estas dos enfermedades son muy comunes en los semilleros de hortalizas. La primera produce una lesión seca hundida y la segunda una lesión húmeda, seca hundida y la segunda una lesión húmeda.

Su incidencia disminuye si se realiza una adecuada desinfección del semillero. (MAG, 1991).

Fusarium.

Fusarium oxysporium (Saccardo, Zinder y Hansen).

Aparece por lo general dos semanas después del trasplante.

El hongo produce amarillamiento del follaje, oscurecimiento de las nervaduras de las hojas y en el tallo, así como la caída de las hojas inferiores.

Para disminuir la incidencia, se recomienda trasplantar sólo plantas completamente sanas. (MAG, 1991).

2.12 Cosecha.

Se empieza a cosechar cuando más del 40 % de la plantación tiene ya formada la cabeza, siendo el único indicador el tiempo, para lo cual resulta necesario revisar las coles cuando se acerque el final del ciclo y evitar que se maduren excesivamente, pues de otra manera estas se reventaran o presentarían rajaduras en la parte superior de la cabeza.

Se recomienda utilizar cuchillos o navajas filosas para facilitar el corte desde la base. (<http://www.faxsa.com.mx/semhort/c60c1001.htm>, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio.

3.1.1 Localización geográfica.

La localidad de Santa Rosa se encuentra localizada al sureste de la Ciudad de Uruapan, que se encuentra localizado entre los paralelos 19° 25' de latitud Norte y 102° 03' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. (Maldonado y Borja, 2003).

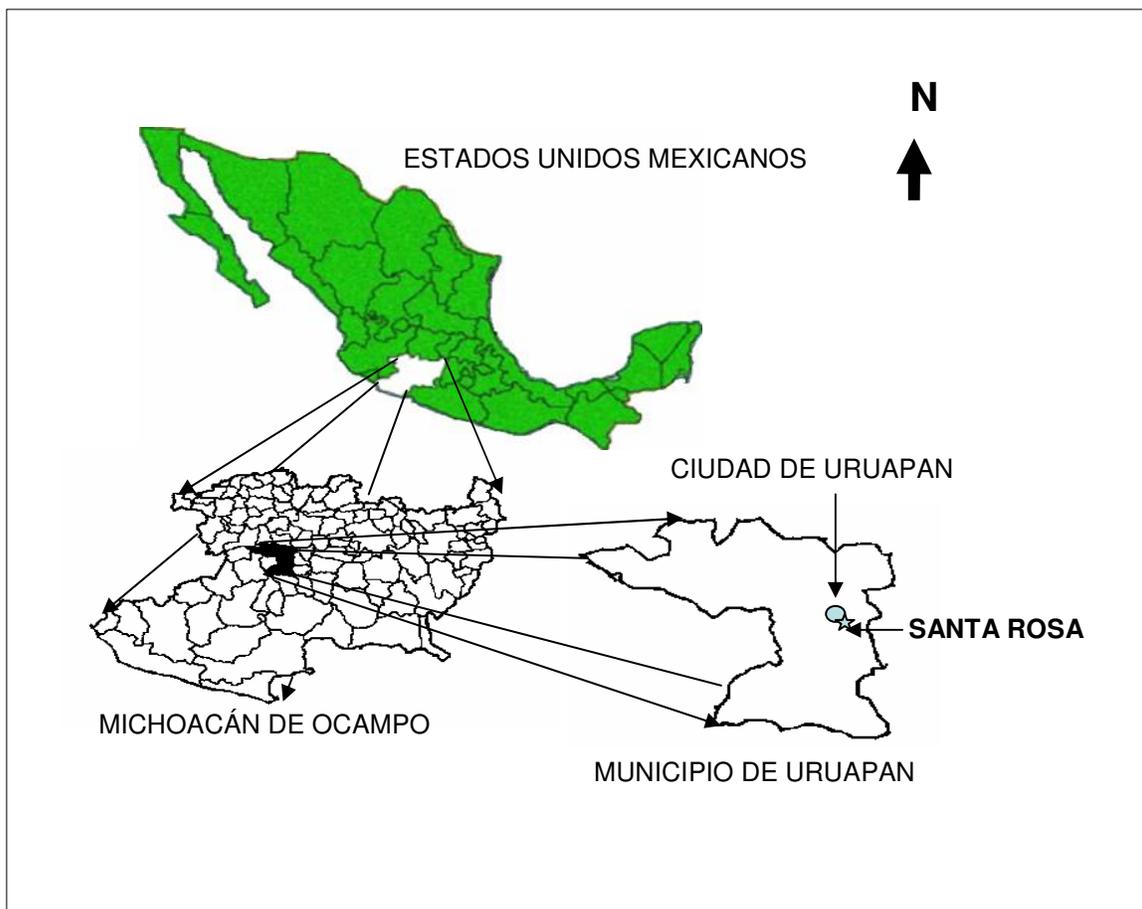


Figura 1. Localización geográfica.

3.1.2 Edafología.

El suelo desde el punto de vista fisiográfico es una es una región formada por laderas, colinas someras, pequeños valles, planos de ceniza consolidada, escoria volcánica. (Morales, 1980).

El suelo donde se llevó a cabo el experimento es de clase II, tiene pocas limitantes y se pueden establecer diversos cultivos como maíz, leguminosas, hortalizas, pastos, frutales, entre otros.

Los suelos predominantes en la región de Uruapan, son de complejo montaña chernozem de color negro, y en más baja escala, los suelos de pradera de color oscuro.

Son suelos de migajón arenoso, ligeramente ácidos. Con un pH de 5.4 a 6.5 en el contenido de materia orgánica es alto en el primer horizonte y bajo en el segundo.

Las concentraciones de N y P son bajas y disminuyen a mayor profundidad, en tanto que las concentraciones de potasio y calcio son altas. (García y Reyes, 1999).

En este sitio se presenta un suelo ligero con una textura migajón - arenoso y pH de 5.82 moderadamente ácido. (Maldonado y Borja, 2003).

Cuadro 4. Análisis de fertilidad del sitio el establo (Maldonado y Borja, 2003).

ANÁLISIS FÍSICO			
Clase textural	Migajón arenoso	Humedad	
% Arena	56.92	% Saturación	31.54
% Limo	28	Capacidad de campo	14.34
% Arcilla	15.08	P. marchites permanente	7.79
Interpretación	Ligero	Humedad aprovechable	6.54
Densidad aparente (g/cc)	0.77		
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH (1:2, suelo agua)		5.82 Moderadamente ácido	
pH (1:2, suelo: CaCl 0.01M)		5.50 Moderadamente ácido	
C. elec. (mmhos/cm)		0.26 No salino	
Materia orgánica (%)	6.78 Alto	Magnesio (ppm)	720.00 Alto
N – Orgánico (kg/ha)	169.50 Alto	Sulfatos (ppm)	230.25 Medio
N – Nitratos (ppm)	6.00 Alto	Hierro (ppm)	5.29 Medio
Fósforo (ppm)	1.70 Bajo	Aluminio (ppm)	98.03 Alto
Potasio (ppm)	225.00 Alto	Carbonatos (ppm)	3.13 Medio
Calcio (ppm)	1000.00 Medio	C.I.C. (me/100g)	16.57 Baja

3.1.3 Climatología.

De acuerdo a la clasificación de Köppen, el clima predominante en región es Cwb templado - húmedo con abundantes lluvias en verano. Las temperaturas medias anuales son: media 18.8 °C, la mínima es 10.1 °C, la máxima es de 30 °C, se presenta una precipitación media anual de 1622.3 mm teniendo una mínima de 8.9 mm en el mes de febrero y una máxima de 352.9 mm en el mes de septiembre. (Maldonado y Borja, 2003).

3.1.4 Hidrología.

Los recursos hidrológicos con que cuenta esta región están constituidos principalmente por las aguas provenientes de la presa Santa Catarina ubicada en la localidad de Calztontzin que se encuentra al Noreste de la ciudad de Uruapan. (Morales, 1980).

3.2 Localización del lote experimental.

Los terrenos del rancho de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se encuentran ubicados en la localidad de Santa Rosa del Municipio de Uruapan Mich.; que se encuentra localizado entre los paralelos 19º 25' de latitud Norte y 102º 03' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. (Contreras y Castañeda, 2004).

Además por iniciativa propia se tomaron datos de coordenadas y altitud del lote experimental con GPS modelo 12XL de la marca Garmin el día 28 de mayo de 2005 con un promedio de error de 3.0 obteniendo las coordenadas N 19º 22' 45.6" y W 102º 01' 41.1" y una altura de 1602 msnm.

3.3 Desarrollo del experimento.

3.3.1 Material biológico.

Para la realización de este experimento se utilizaron la cantidad de 1,031 plantas de repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata cv Copenhagen) obtenidas del almacigo que instalamos en el invernadero de la Facultad de Agrobiología. Para la primera fecha se sembraron en almacigo el 23 de Noviembre de 2004; para la segunda fecha se sembraron el 22 de Diciembre de 2004.

Para el trasplante (fecha I: 23 de Diciembre de 2004 y fecha II: 23 de Enero de 2005) contaban con una edad de treinta días y alcanzaban una altura promedio de cinco centímetros, se utilizaron tres densidades de plantación P = 30 cm Q = 35 cm y R = 40 cm entre planta y planta y 90 cm de ancho entre surco y surco para las tres densidades lo que nos dio (P = 36,963, Q = 31,635 y R = 27,750 plantas por hectárea). Antes del trasplante se llevo a cabo la preparación del suelo partiendo desde la limpia del terreno, barbecho con tractor a una profundidad de 30 cm prosiguiendo con el rastreado a los 3 días para desmenuzar los terrones, posteriormente se hizo el surcado con tractor a una distancia de 90 cm entre surcos, después se trazó el diseño del experimento en tres bloques con parcelas subdivididas, luego se aplico un riego pesado a todo el lote experimental y al otro día se procedió con el trasplante. Una vez terminado el trasplante se aplico otro riego ligero y después se continuó con riegos pesados cada ocho días.

3.3.2 Fertilización.

Para la fertilización se utilizaron cuatro tratamientos F1 = 120-80-00; F2 = 200-100-00 F3 = 300-150-00 y F4 = 350-200-00. La primera aplicación se hizo un día antes del trasplante (fecha I: 23 de Diciembre de 2004 y fecha II: 23 de Enero de 2005), la segunda aplicación consistió en el complemento del nitrógeno, llevándose a efecto a los 30 días del trasplante (fecha I 21 de Enero de 2005 y fecha II 22 de Febrero de 2005) y como complemento se hizo una aplicación de Fertigro 8-24-0 a los ocho días después de la segunda fertilización. Este fertilizante esta compuesto en un 8 % nitrógeno amoniacal, un 24 % de fósforo (P_2O_5), el fósforo que contiene esta en forma de ortofosfatos orgánicos de inmediata asimilación, por lo que se considera un arrancador

para plántulas y un 2.4 % de ácidos orgánicos derivados de leonardita (1). El peso específico de Fertigro 8-24-0 es de 1.28 lo que significa que cada litro contiene 102.4 gramos de nitrógeno y 307.2 gramos de fósforo.

3.3.3 Escarda.

Esta labor se efectuó a los 30 días del trasplante, coincidiendo con la segunda fertilización (fecha I: 21 de Enero de 2005 y fecha II: 22 de Febrero de 2005), realizándose con azadón. Adicional a esta actividad se realizó un deshierbe.

3.4 Control de plagas.

La plaga que tuvo una mayor incidencia en el cultivo fue el gusano trozador (*Agrotis spp*), para el control de esta plaga se realizó una aplicación de Ambush (Permetrina) 1 ml por litro de agua a los ocho días del trasplante y una segunda aplicación a los ocho días siguientes. La segunda plaga en incidencia fue el pulgón (*Brevicoryne brassicae* L.) para su combate se aplicó Pirimor 50 PH 1 g por litro de agua. En menor importancia se notó la presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) se aplicó Ambush (Permetrina) 1 ml por litro de agua.

3.5 Prevención de enfermedades.

Para evitar el ataque de enfermedades se realizaron aplicaciones preventivas de fungicida Captan 50 PH a dosis de 800 g por hectárea, aplicando 2 g por litro de agua, dichas aplicaciones se realizaron con aspersora de mochila.

3.6 Cosecha.

Los primeros cortes se realizaron a los 100 días de haber transplantado, con intervalos de 8 días, registrando el peso y número total de cabezas cortadas de cada unidad experimental para evaluar estadísticamente la productividad del cultivo.

3.7 Diseño experimental.

Prueba de tres densidades de plantación, cuatro dosis de fertilización y dos fechas de siembra, con tres repeticiones. Se utilizaron 36 surcos de 10 m por fecha; dando un total de 648 m².

Densidad de plantación	Dosis de fertilización	Fechas de siembra
P = 30 cm	F1 = 120 – 80 – 00	X = 23 / 12 / 04
Q = 35 cm	F2 = 200 – 100 – 00	Y = 23 / 01 / 05
R = 40 cm	F3 = 300 – 150 – 00	
	F4 = 350 – 200 – 00	

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III																								
<table border="1"> <tr><td>XPF1</td><td>YPF1</td></tr> <tr><td>XPF3</td><td>YPF3</td></tr> <tr><td>XPF2</td><td>YPF2</td></tr> <tr><td>XPF4</td><td>YPF4</td></tr> </table>	XPF1	YPF1	XPF3	YPF3	XPF2	YPF2	XPF4	YPF4	<table border="1"> <tr><td>XRF3</td><td>YRF3</td></tr> <tr><td>XRF2</td><td>YRF2</td></tr> <tr><td>XRF1</td><td>YRF1</td></tr> <tr><td>XRF4</td><td>YRF4</td></tr> </table>	XRF3	YRF3	XRF2	YRF2	XRF1	YRF1	XRF4	YRF4	<table border="1"> <tr><td>XQF1</td><td>YQF1</td></tr> <tr><td>XQF4</td><td>YQF4</td></tr> <tr><td>XQF2</td><td>YQF2</td></tr> <tr><td>XQF3</td><td>YQF3</td></tr> </table>	XQF1	YQF1	XQF4	YQF4	XQF2	YQF2	XQF3	YQF3
XPF1	YPF1																									
XPF3	YPF3																									
XPF2	YPF2																									
XPF4	YPF4																									
XRF3	YRF3																									
XRF2	YRF2																									
XRF1	YRF1																									
XRF4	YRF4																									
XQF1	YQF1																									
XQF4	YQF4																									
XQF2	YQF2																									
XQF3	YQF3																									
<table border="1"> <tr><td>XRF3</td><td>YRF3</td></tr> <tr><td>XRF4</td><td>YRF4</td></tr> <tr><td>XRF1</td><td>YRF1</td></tr> <tr><td>XRF2</td><td>YRF2</td></tr> </table>	XRF3	YRF3	XRF4	YRF4	XRF1	YRF1	XRF2	YRF2	<table border="1"> <tr><td>XQF4</td><td>YQF4</td></tr> <tr><td>XQF2</td><td>YQF2</td></tr> <tr><td>XQF1</td><td>YQF1</td></tr> <tr><td>XQF3</td><td>YQF3</td></tr> </table>	XQF4	YQF4	XQF2	YQF2	XQF1	YQF1	XQF3	YQF3	<table border="1"> <tr><td>XPF4</td><td>YPF4</td></tr> <tr><td>XPF2</td><td>YPF2</td></tr> <tr><td>XPF3</td><td>YPF3</td></tr> <tr><td>XPF1</td><td>YPF1</td></tr> </table>	XPF4	YPF4	XPF2	YPF2	XPF3	YPF3	XPF1	YPF1
XRF3	YRF3																									
XRF4	YRF4																									
XRF1	YRF1																									
XRF2	YRF2																									
XQF4	YQF4																									
XQF2	YQF2																									
XQF1	YQF1																									
XQF3	YQF3																									
XPF4	YPF4																									
XPF2	YPF2																									
XPF3	YPF3																									
XPF1	YPF1																									
<table border="1"> <tr><td>XQF2</td><td>YQF2</td></tr> <tr><td>XQF4</td><td>YQF4</td></tr> <tr><td>XQF1</td><td>YQF1</td></tr> <tr><td>XQF3</td><td>YQF3</td></tr> </table>	XQF2	YQF2	XQF4	YQF4	XQF1	YQF1	XQF3	YQF3	<table border="1"> <tr><td>XPF3</td><td>YPF3</td></tr> <tr><td>XPF4</td><td>YPF4</td></tr> <tr><td>XPF2</td><td>YPF2</td></tr> <tr><td>XPF1</td><td>YPF1</td></tr> </table>	XPF3	YPF3	XPF4	YPF4	XPF2	YPF2	XPF1	YPF1	<table border="1"> <tr><td>XRF2</td><td>YRF2</td></tr> <tr><td>XRF1</td><td>YRF1</td></tr> <tr><td>XRF3</td><td>YRF3</td></tr> <tr><td>XRF4</td><td>YRF4</td></tr> </table>	XRF2	YRF2	XRF1	YRF1	XRF3	YRF3	XRF4	YRF4
XQF2	YQF2																									
XQF4	YQF4																									
XQF1	YQF1																									
XQF3	YQF3																									
XPF3	YPF3																									
XPF4	YPF4																									
XPF2	YPF2																									
XPF1	YPF1																									
XRF2	YRF2																									
XRF1	YRF1																									
XRF3	YRF3																									
XRF4	YRF4																									

Figura 2. Diseño del experimento: bloques al azar en parcelas divididas en arreglo combinatorio (fecha de siembra, dosis de fertilización y densidades de plantación).

3.8 Toma y registro de datos.

Para la etapa fonológica de la planta se hicieron 9 tomas de datos después de 24 días del transplante con intervalos de 8 días, tomando los siguientes datos:

- Altura de la planta (AP)
- Número de hojas (NH)
- Peso de cabezas cortadas (PCC)

La metodología empleada para la realización de esta actividad fue la siguiente:

Para la altura de plantas y número de hojas se tomaron 5 plantas al azar en cada unidad experimental.

La altura de las plantas se midió a partir de la superficie del suelo hasta la punta de la hoja más alta, obteniendo un promedio general de la misma. Esta actividad se realizó con regla graduada de 30 cm.

El número de hojas se contó para tener un promedio de hojas por planta.

El peso de campo se tomó al pesar el número total de cabezas cortadas en cada unidad experimental en la báscula y se anotó por separado para cada unidad experimental.

3.9 Metodología del análisis.

Para el Análisis Estadístico se utilizó el programa de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. (Olivares, 1990).

Los datos obtenidos de campo, en cuanto a rendimiento en kilogramos por unidad experimental para dosis de fertilización, densidades y fechas de siembra hecho en este experimento, se registraron y concentraron para realizar la evaluación de la

variación por el método de análisis de varianza estadístico, realizando las pruebas de comparación de medias de Tukey.

En los resultados de producción, para la conversión de medias en kg a ton/ha se utilizó el factor de conversión $(10,000 \text{ m}^2/324 \text{ m}^2)/1,000 \text{ kg}$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados arrojados de la producción y del análisis de varianza para las fechas de siembra, dosis de fertilización y densidad de plantación.

Cuadro 5. Concentrado de la producción media del lote experimental en kg.

X = FECHA 1 Y = FECHA 2	B L O Q U E S																		Σ	
	I						II						III							
	TRATAMIENTOS						TRATAMIENTOS						TRATAMIENTOS							
	(P) 30		(Q) 35		(R) 40		(P) 30		(Q) 35		(R) 40		(P) 30		(Q) 35		(R) 40		SUBTR	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
F1	0.83	0.56	0.89	0.66	0.68	1.16	0.72	0.76	0.67	0.39	0.63	0.45	0.60	0.53	0.52	0.62	0.61	0.59	0.68	0.64
F2	0.67	0.78	0.69	0.18	1.01	0.45	0.98	0.57	0.76	0.51	0.91	0.29	0.72	0.47	0.50	0.44	0.96	0.71	0.80	0.49
F3	1.06	0.91	1.01	0.23	1.02	1.08	0.95	0.57	0.72	0.69	0.78	0.63	0.65	0.47	0.69	0.44	0.83	0.60	0.86	0.62
F4	0.90	1.38	0.88	0.94	1.27	0.75	0.74	0.62	0.92	0.69	0.88	0.72	0.85	0.95	0.87	0.56	0.93	0.56	0.92	0.80
Σ	0.86	0.90	0.36	0.50	0.99	0.86	0.84	0.63	0.76	0.57	0.80	0.52	0.70	0.60	0.64	0.51	0.83	0.61	0.81	0.63

Como se observa en el cuadro anterior, de acuerdo con el rendimiento promedio, la mejor producción se obtuvo de la fecha de siembra 1 (X) 23 de Diciembre de 2004, a diferencia de la fecha 2 (Y) 23 de Enero de 2005 que produjo un menor rendimiento.

1.- La dosis de fertilización que dio mejores resultados fue el tratamiento 4 (350 - 200 - 00), en la fecha I (23 de Diciembre de 2004) se obtuvo rendimiento promedio de 0.92 kg, lo que representa 29.3 ton/ha. La fórmula es similar en promedio a las que reporta Maroto en 1982, expuestas en el cuadro 3; a diferencia de la reportada por Mendoza en 1981, que es mucho más baja. En contraparte, el resultado mas bajo

se obtuvo del tratamiento 2 (200 - 100 - 00) en la fecha II (23 de Enero de 2005) que produjo una media de 0.49 kg, representando un rendimiento de 15.60 ton/ha.

2.- La densidad de siembra de 40 cm entre plantas, en la fecha I (23 de Diciembre de 2004) registró una mejor producción con un promedio de 0.99 Kg, lo que representa 27.5 ton/ha; esto coincide con lo señalado por Gómez en 1982, quien dice que se puede obtener cabezas más grandes utilizando espaciamientos mayores. La menor producción se registró en la densidad de 35 cm de la fecha II (23 de Enero de 2005) con una media de 0.50 kg, representando 15.5 ton/ha.

3.- La mejor fecha de siembra fue la I (23 de Diciembre de 2004), con una media total de 0.81 kg, que representan 25.14 ton/ha, en comparación con la fecha II (23 de Enero de 2005) que resultó con una media de 0.63 kg representando 19.64 ton/ha. El mejor resultado coincide con la fecha de siembra reportada por ASERCA en el Valle de Apatzingán en el estado de Michoacán (ver cuadro 2).

Cuadro 6. Análisis de varianza de las fechas de siembra, dosis de fertilización y densidad de plantación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
BLOQUES	2	0.432159	0.216080	7.3495	0.002
A (FECHAS DE SIEMBRA)	1	0.570667	0.570667	19.4100	0.000
B (DOSIS DE FERTILIZACIÓN)	3	0.505016	0.168339	5.7257	0.002
C (DENSIDADES DE PLANTACIÓN)	2	0.236629	0.118315	4.0242	0.024
A X B	3	0.185040	0.061680	2.0979	0.112
A X C	2	0.067081	0.033541	1.1408	0.329
B X C	6	0.080593	0.013432	0.4569	0.837
A X B X C	6	0.288166	0.048028	1.6336	0.159
ERROR	46	1.352432	0.029401		
TOTAL	71	3.717785			

C. V. = 23.6369%

Como se muestra en el cuadro anterior (Cuadro No.6), se obtuvo significancia estadística para el factor bloques o repeticiones, lo cual indica que se utilizó el diseño experimental apropiado.

Para el caso de Fechas de siembra, también se obtuvo significancia estadística, lo cual indica que la fecha del 23 de Diciembre de 2004 logró un incremento mayor en un 21 % (25.13 ton/ha), con respecto a la fecha del 23 de Enero de 2005 (19.64 ton/ha), como se aprecia en la grafica siguiente.

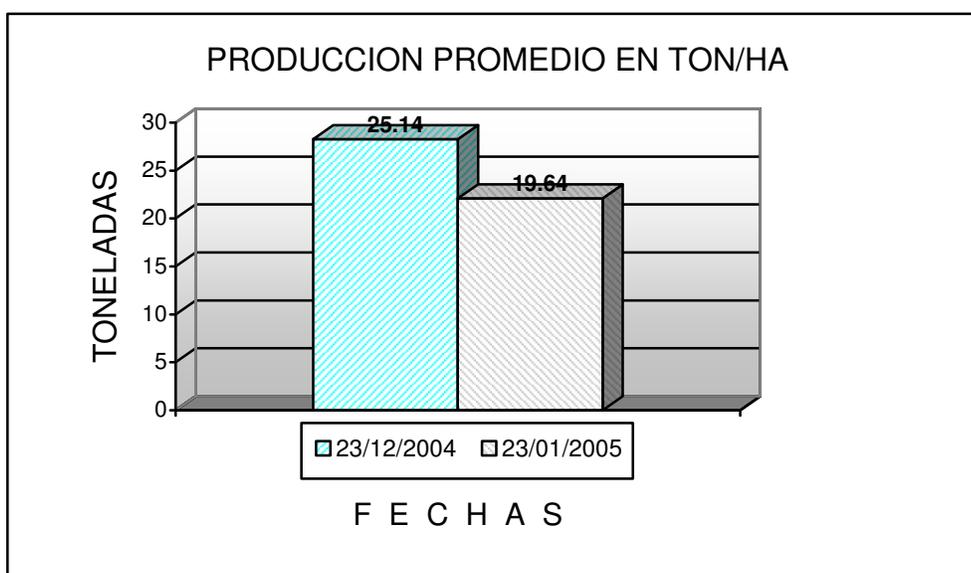


Figura 3. Producción promedio en kg para las dos fechas de siembra

De la misma manera, para las dosis de fertilización, se obtuvo significancia estadística, sin embargo al aplicarle la prueba de Tukey al 5 % nos indica que la diferencia debe ser mínima, sin embargo, sobresale el tratamiento 4 (350 – 200 – 00), como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Comparación de medias para el factor B, dosis de fertilización.

TRATAMIENTO	MEDIA
4 (350 – 200 – 00)	0.8561 A
3 (300 – 150 – 00)	0.7406 A
1 (200 – 100 – 00)	0.6600 A
2 (120 – 80 – 00)	0.6450 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 0.2643

Así mismo, para el factor C, que son las densidades de siembra se obtuvo significancia estadística, pero al realizar la comparación de medias aparecen todos los tratamientos estadísticamente iguales, sin embargo, en cuanto a rendimiento el 3 (40 cm) resulta ser el mejor, como se aprecia en el cuadro siguiente.

Cuadro 8. Comparación de medias para el factor C, densidades de plantación.

TRATAMIENTO	MEDIA
3 (40 cm)	0.7713 A
1 (30 cm)	0.7604 A
2 (35 cm)	0.6446 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
TUKEY = 0.2400

Cuadro 9. Análisis económico (costos de producción) por hectárea cultivada de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) mediante sistema tradicional.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	COSTOS (\$)
Preparación del suelo				
Barbecho	Ha.	500.00	1	500.00
Rastro	Ha.	350.00	1	350.00
Surcado	Ha.	300.00	1	300.00
Semillero				
Semilla	Libra	120.00	1	120.00
Charolas	Charola	5.00	153	765.00
Sustrato	Saco	210.00	3	630.00
Mano de obra	Jornal	130.00	4	520.00
Transplante				
Mano de obra	Jornal	130.00	20	2,600.00
Fertilización				
Urea 46 %	Saco	182.00	5	910.00
Fosfonitrato 31 %	Saco	170.00	3	510.00
Aplicación	Jornal	130.00	2	260.00
Riego				
Riegos aplicados	Riego	600.00	1	600.00
Mano de obra	Jornal	130.00	24	3,120.00
Control de malezas				
Deshierbes	Jornal	130.00	2	260.00
Escardas	Jornal	130.00	20	2,600.00
Control fitosanitario				
Insecticida	Lt.	110.00	1	110.00
Fungicida	Kg	98.00	1	98.00
Mano de obra	Jornal	130.00	3	390.00
Cosecha				
Recolección	Jornal	130.00	15	1,950.00
Costos indirectos				
Asistencia técnica	Visitas	300.00	3	900.00
Total				12,888.00

Relación beneficio costo

Con los resultados obtenidos podemos establecer un indicador económico de rentabilidad.

- Costo por hectárea: \$ **12,888.00**
- Rendimiento por hectárea con el mejor tratamiento: **29.3 ton**
- Precio medio rural por tonelada: \$ **846.00**
- Valor de la producción: \$ **24, 787.00**
- $R B/C = 24,787/12,888.00 = \$ 1.92$

Lo que significa que por cada peso invertido se recupera el peso y se obtiene un beneficio de 92 centavos.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la prueba de tres densidades de plantación, cuatro dosis de fertilización y dos fechas de siembra de repollo *Brassica oleracea* var. Capitata, se concluye lo siguiente:

1. En general, el tratamiento 4 (350 - 200 - 00) fue el mejor, sobresalió con un rendimiento de 29.3 ton / ha.
2. El tratamiento 2 (200 - 100 - 00), fue el que dio un menor resultado con un rendimiento de 15.60 ton/ha.
3. Por densidad, el mejor resultado se obtuvo de la densidad de 40 cm entre planta y planta, dando un rendimiento de 27.50 ton/ha, se producen las cabezas grandes aunque en menor cantidad, a diferencia de la densidad de 30 cm que produjo cabezas mas pequeñas pero en mayor cantidad (31.5 ton/ha).
4. En la densidad de 35 cm entre planta y planta se obtuvo un menor rendimiento dando una producción de 15.5 ton/ha.
5. La fecha de siembra I: 23 de Diciembre 2004 fue mejor en rendimiento (25.14 ton/ha) que la fecha II: 23 de Enero 2005 (19.64 ton/ha). La fecha de siembra es significativa, por las exigencias de clima que el cultivo requiere.

6. Dado el buen resultado del experimento, se concluye que en la localidad de Santa Rosa, Municipio de Uruapan, Mich. es factible el establecimiento del cultivo de repollo.

7. De acuerdo al análisis económico se considera que el cultivo de repollo es rentable.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Alanis, A. J. E. 1978. Efecto de la densidad de siembra en tres variedades de maíz, sobre la producción y calidad de forraje, durante el verano, en Apodaca Nuevo León. Tesis. Monterrey, Nuevo León, México.
2. ASERCA (Apoyos y Servicios para la Comercialización Agropecuaria), 2001. Revista mensual Abriendo Surcos. México, D. F.
3. Ayala, G. A. V.; Schwentesius, R. R. E.; Gómez, C. M. A. 2003 "Impacto del TLCAN en el sector hortícola de México" p. 69. en: Memoria X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de Horticultura Ornamental. Uach. Estado de México.
4. Bravo, P. C. A.; González V. F; Guijosa P. J. C; Guillen, G. M. A.; Huitzacua V. C.; Murillo, O. H.; Ramírez, V. A., 2004 "Prueba de cuatro dosis de fertilización ABCD, tres densidades de siembra XYZ en repollo *Brassica oleracea* var. B. Capitata var. C. Izalco. Parcelas divididas, bloques al azar cuatro repeticiones. En memorias de investigación agrícola 2003-2004, Ziracuaretiro, Mich., México. Editorial U.M.S.N.H.
5. Consulta en Internet.
<http://www.buenasalud.com/lib/emailorprint.cfm?id=3428&type=lib#re>, página consultada el 15 de Enero de 2006.

<http://www.faxsa.com.mx/semhot1/c60cl001.htm>, página consultada el 18 de Enero de 2006.

<http://www.botanical-online.com/medicinalscolcastella.atm>, página consultada el 18 de Enero de 2006.

6. Contreras C. E. y Castañeda B. M. A. 2004. "Evaluación económica y productiva en tres sistemas de siembra de calabacita *Cucúrbita pepo* L. variedad clarita, en Santa Rosa, Municipio de Uruapan, Michoacán". Tesis de licenciatura U.M.S.N.H. Uruapan, Mich.
7. Del Río G. J. 2005. "El Arriero" quincenalmente temas agrícolas y pecuarios. Boletín informativo editado en Zamora, Mich., México.
8. Díaz, N. F. H. 1981. "Dosis optima de fertilización y densidad de la población en maíz enano Lucio Blanco para forraje en Aguascalientes". Tesis Monterrey Nuevo León México.
9. D.V.E. Agrónomos. 1995. El Calendario del Agricultor. Edit. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.
10. García, V. M. A. y Reyes Z. M. 1999. Respuesta de la zarzamora *Rubus fruticosus* L. variedad brazos, o la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en el municipio de Uruapan Michoacán. Tesis profesional. U.M.S.N.H. Uruapan Mich. México.

11. Gómez P. R de J. 1982. "Evaluación de dosis óptimas económicas de N, P y densidad de población en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) en el distrito de Chimaltenango, Guatemala. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos, Guatemala.
12. Haynes, C., Everhart y Jauron, R. 2003. "El huerto domestico" Guía de horticultura de la Universidad del Estado de Iowa, E. U. A.
13. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. Anuario estadístico del estado de Michoacán. Editor INEGI.
14. López T. L. 1994. Horticultura. Edit. Trillas, S. A. de C. V., México, D. F.
15. M.A.G. (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991 "Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica". Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, San José, Costa Rica.
16. Maldonado, R. G. y Borja, V. F. 2003. Capacidad de uso y fertilidad del suelo en el rancho de la Facultad de Agrobiología en Santa Rosa, Uruapan, Mich. Tesis de licenciatura. U.M.S.N.H. Uruapan, Mich. México.
17. Maroto B. J. V. 1982. Horticultura Herbácea Especial. Edit. Mundiprensa 2ª Edic. Barcelona, España.

18. Mayberry, S. K.; Laemmlen, F. F. y Rubatzky V., 2004 “Producción de repollo en California” Centro de información e investigación en hortalizas. Universidad de California U.S.A.
19. Mendoza, M. S. F 1981. “Obtención de la función de producción en repollo *Brassica oleracea*; en base a densidades de población y laminas de riego aplicadas por goteo. Tesis de licenciatura U. A. Ch. Texcoco Edo. Méx.
20. Morales B. O. 2002. Fertilización química y orgánica en jitomate para el municipio de Gabriel Zamora. Tesis licenciatura U.M.S.N.H. Uruapan, Mich. México
21. Morales, G. J. L. 1980. Estudio sobre las principales enfermedades radiculares que atacan el aguacatero *Persea americana* Mill, en los municipios de Uruapan y San Juan Nuevo Michoacán. Tesis profesional U.M.S.N.H. Uruapan Mich. México.
22. Mortensen, E. y Bullard, E. 1986. Horticultura tropical y subtropical. Editorial Pax – México. México, D. F.
23. Odgen, S. 1997. Cultivo natural de las hortalizas. 5ª edición. Editorial DIANA S.A. México.
24. Olivares, S. E., 1990. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.0. Facultad de Agronomía UANL. Marín, Nuevo León.

25. Oropeza, V. T. 2002 “Ensayo de tres dosis de fertilización, tres densidades y dos fechas de siembra en brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica Plenck), en el ejido de Caracha, Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán.” Tesis de licenciatura UMSNH., Uruapan, Mich.
27. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) SIAP. 2003. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de Los Estados Unidos mexicanos 2002.

VII. APÉNDICE

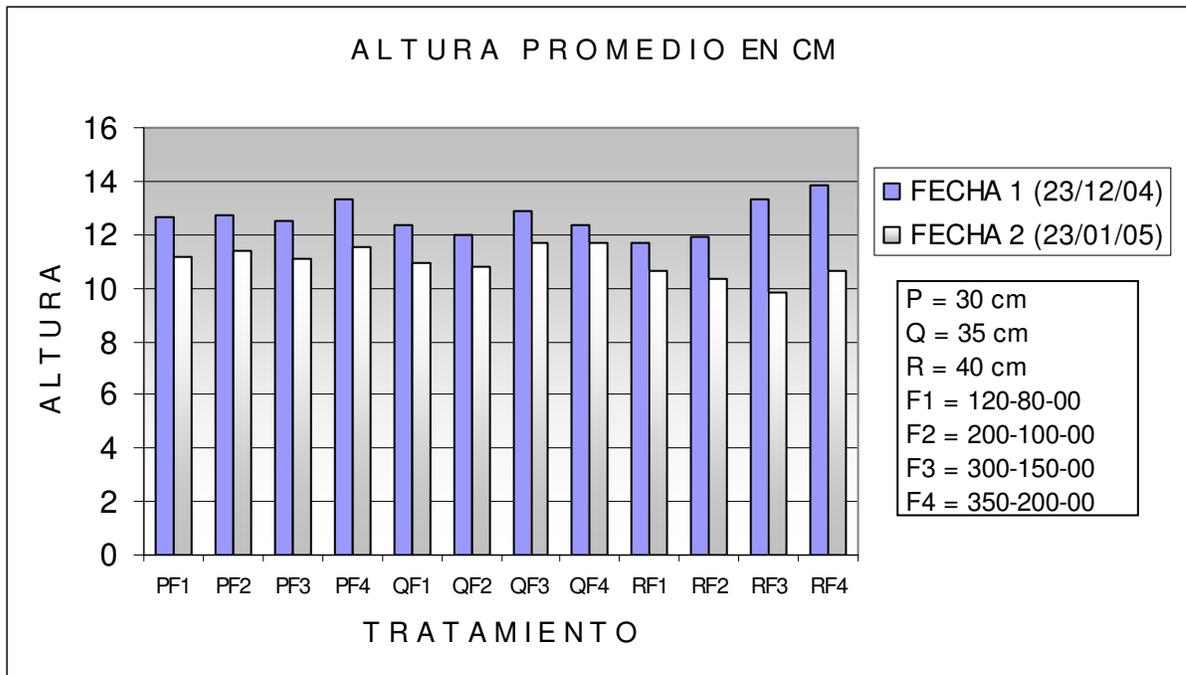


Figura 1. Grafica de la altura promedio de plantas por tratamiento combinado.

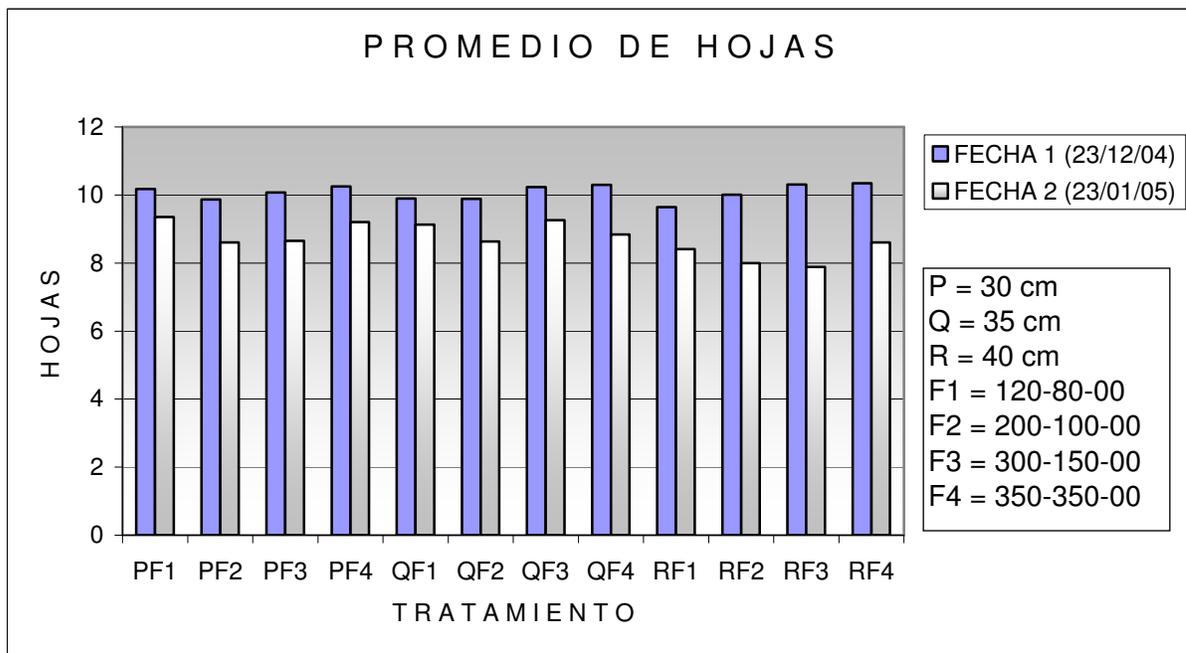


Figura 2. Grafica del promedio de hojas por tratamiento combinado.

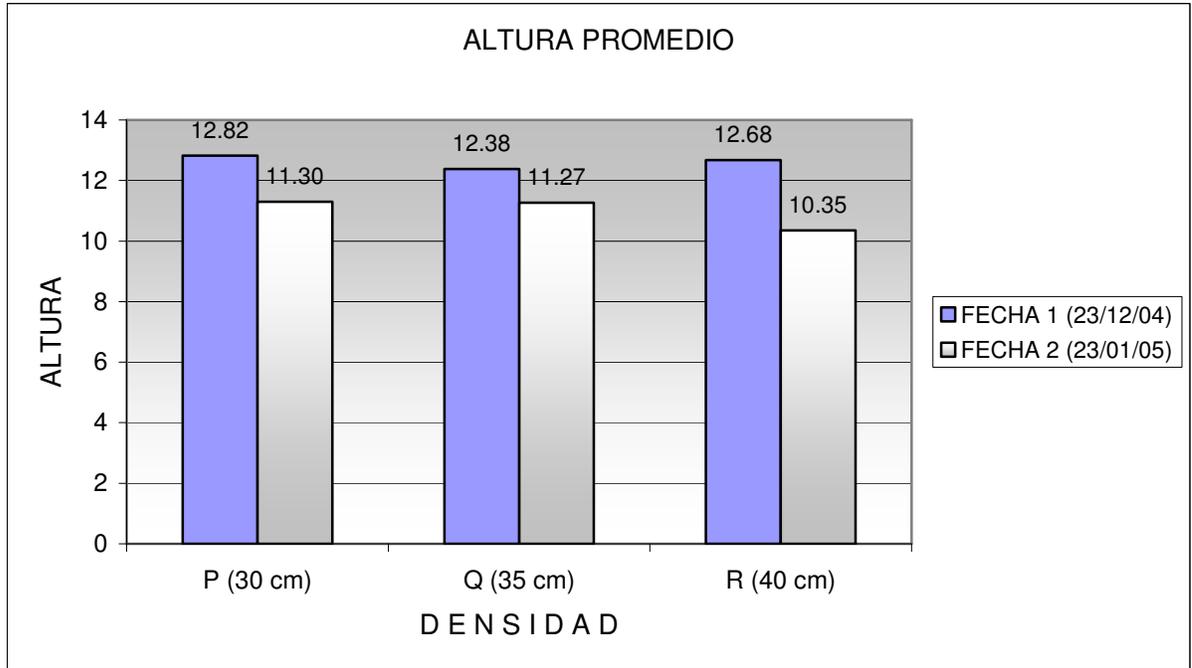


Figura 3. Grafica de la altura de plantas por densidad de siembra.

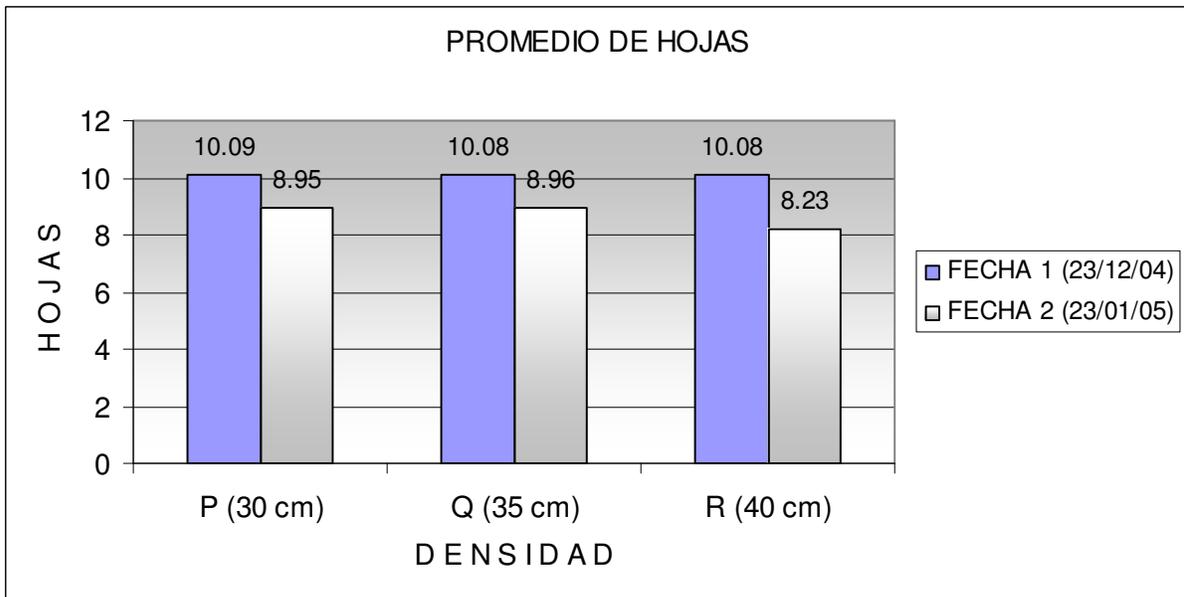


Figura 4. Grafica del promedio de hojas por densidad de siembra.

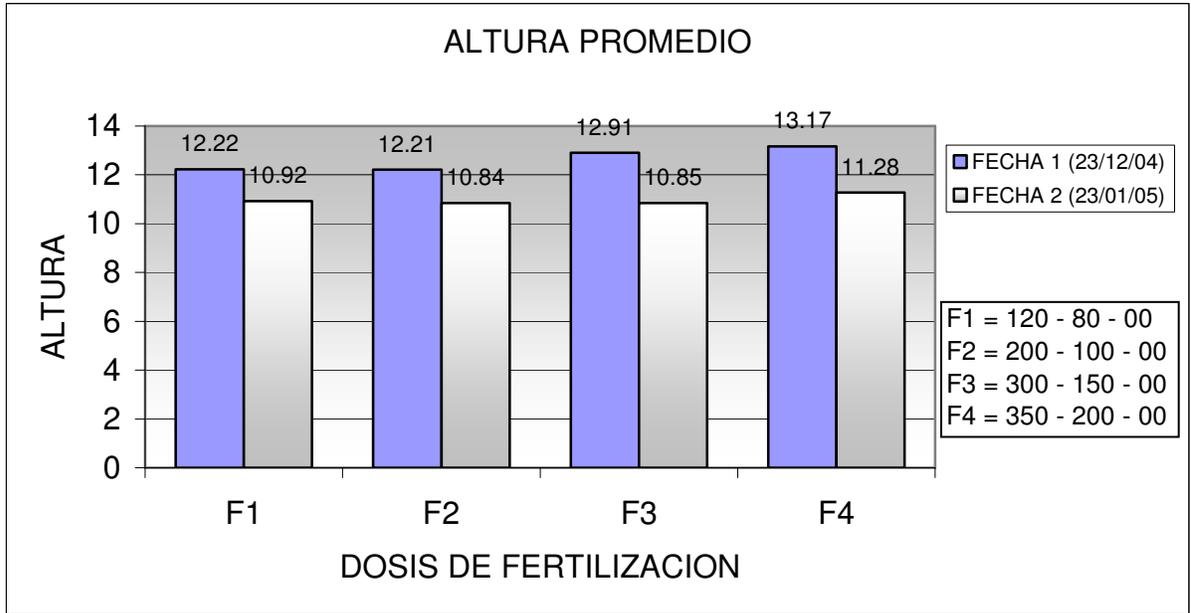


Figura 5. Grafica de la altura de plantas por dosis de fertilización.

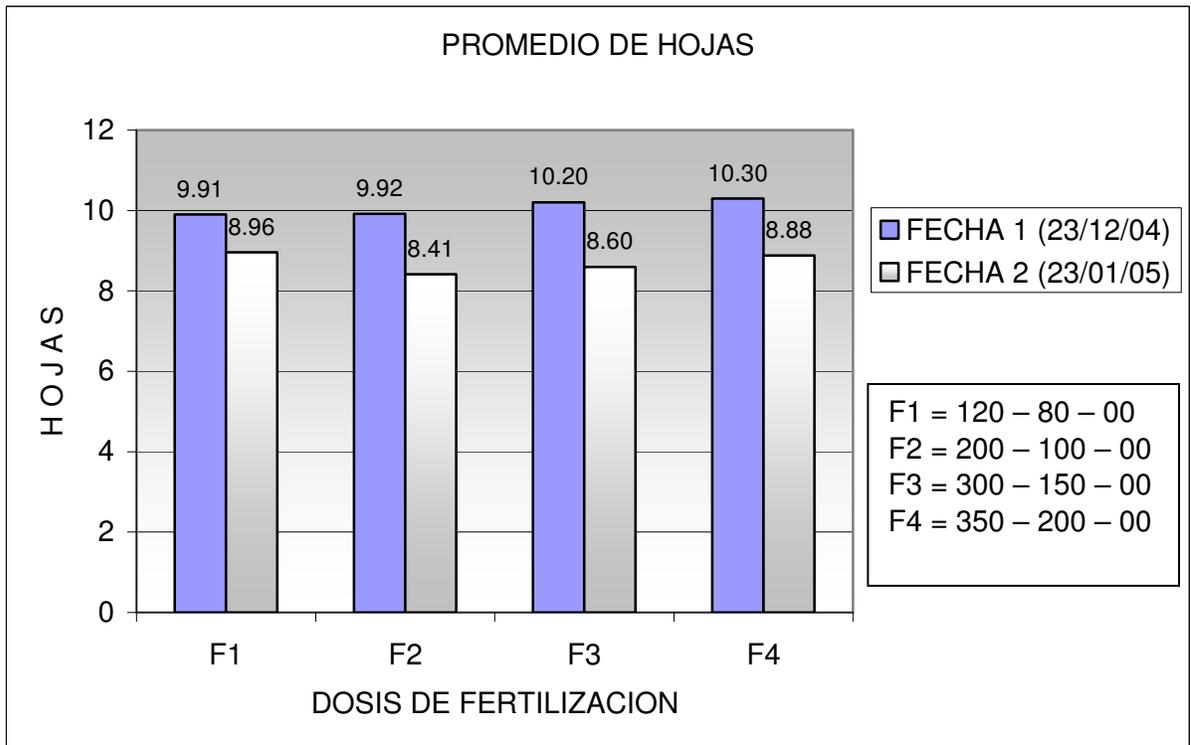


Figura 6. Grafica del promedio de hojas por dosis de fertilización.

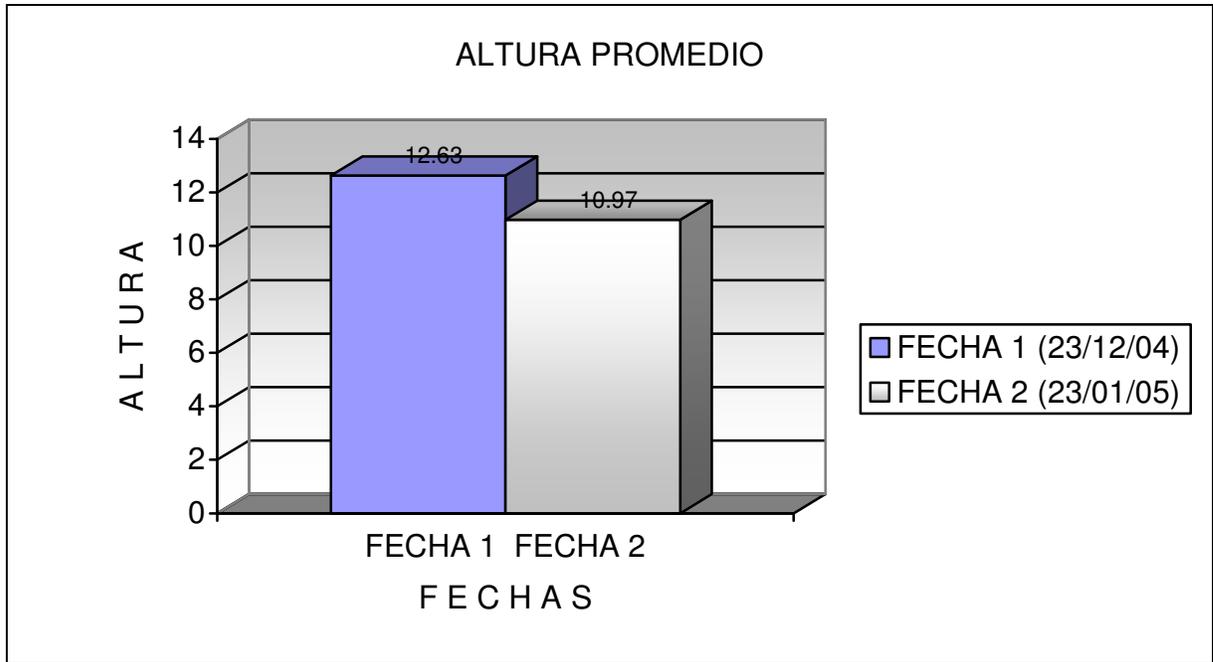


Figura 7. Grafica de la altura de plantas por fecha.

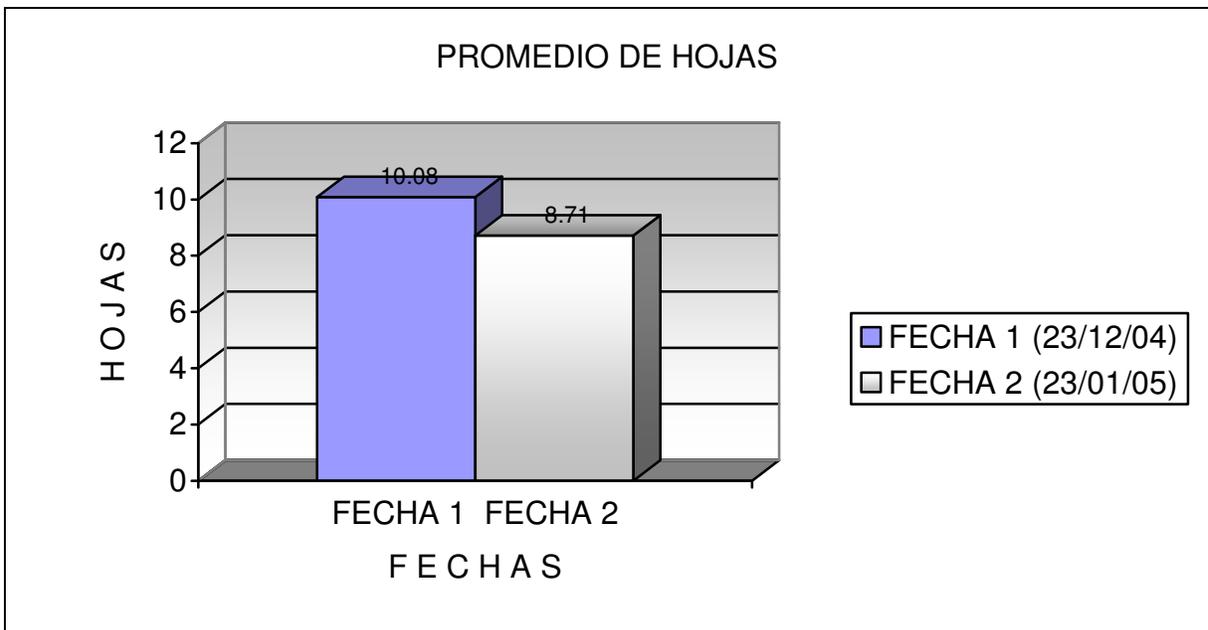


Figura 8. Grafica del promedio de hojas por fecha.