

24
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores "CUAUTITLAN"

**ESTUDIO DE DIFERENTES VARIEDADES DE
BETABEL (Beta vulgaris L.) PARA
LA OBTENCION DE CONCENTRADOS
DE COLORANTES.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A
VICTOR MANUEL RIVERA RIOS

Director de Tesis: DRA. ELVIRA SANTOS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

C O N T E N I D O

Pág.

I.	INTRODUCCION.	1
II.	OBJETIVOS.	3
III.	REVISION DE LITERATURA.	4
	3.1. Importancia del color en alimentos.	4
	3.2. Historia de los colorantes de alimentos.	5
	3.3. Colorantes naturales.	9
	3.3.1. Carotenoides.	9
	3.3.2. Antocianinas.	10
	3.3.3. Betalaínas.	11
	3.4. Importancia y usos del betabel.	13
	3.5. Aspectos agronómicos del betabel.	15
	3.5.1. Origen y clasificación botánica.	15
	3.5.2. Características morfológicas.	16
	3.5.3. Factores de producción.	17
	3.5.3.1. Temperatura.	17
	3.5.3.2. Suelo.	18
	3.5.3.3. Propagación.	19
	3.5.3.4. Espaciamiento y densidad.	19
	3.5.3.5. Siembra.	21
	3.5.3.6. Fertilización.	27
	3.5.3.7. Aclareos.	29
	3.5.3.8. Deshierbes.	29
	3.5.3.9. Aporque.	31

	Pág.
3.5.3.10. Riegos.	31
3.5.3.11. Daños por exceso de agua.	32
3.5.4. Cosecha y almacenamiento.	33
3.5.5. Mejoramiento.	37
3.5.6. Tipos y variedades.	38
3.5.7. Plagas y enfermedades.	41
IV. MATERIALES Y METODOS.	48
4.1. Descripción de la zona del establecimiento del cultivo.	48
4.1.1. Características geográficas y climáticas.	48
4.1.2. Características químicas y físicas de la parcela de trabajo.	50
4.2. Experimento de campo.	52
4.3. Determinaciones químicas.	55
4.3.1. Betabel fresco.	55
4.3.2. Extracto acuoso de betabel.	56
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	60
VI. RESUMEN Y CONCLUSIONES.	99
VII. BIBLIOGRAFIA.	101

I. INTRODUCCION.

Actualmente existe un gran interés en limitar el uso de colorantes artificiales reemplazandolos por colorantes naturales, ya que desde 1976 la Food & Drug Administration⁺ de los Estados Unidos de Norteamérica, certificó y prohibió el uso del F D & C rojo 1,⁴⁵ F D & C rojo 2,²⁵ F D & C rojo 4,⁴⁵ F D & C rojo 40,²² en alimentos, por tener efectos fisiológicos secundarios en el organismo y por cuestiones de índice cancerígeno y teratológico o patológico diverso. La situación actual es crítica debido a que existe en el mundo gran desconfianza en cuanto a la completa inocuidad de los colorantes artificiales, por lo que la Food & Drug Administration basándose en numerosos estudios, constantemente disminuye la lista de colorantes sintéticos que pueden aplicarse en bebidas y alimentos que sean completamente inocuos.³⁰

Debido a ésto, se han intensificado los estudios orientados a producir colorantes naturales estabilizados, como posibles colorantes alimenticios que, como el jugo de betabel concentrado o el polvo obtenido por la deshidratación del mismo, son usados ampliamente en la actualidad como colorantes para productos ampliadores en tomate, rellenos para productos coloreados y en bebidas en polvo, gelatinas, etc.²²

En México se han realizado diversos trabajos relacionados con la obtención de concentrados de colorantes naturales en diversos cultivos y con la recolección de muestras comerciales + Administración de Alimentos y Drogas. U.S.A.

para analizar el contenido de cada una mediante la utilización de diferentes extractos.

Se estima que no habría inconvenientes para la utilización del betabel como fuente de colorante natural para uso en alimentos, ya que en la República Mexicana, la superficie cosechada de betabel en promedio desde 1978 a 1982 es de 83.8 Has. por año.²

II. OBJETIVOS.

Los objetivos planteados en el presente trabajo son:

- 1.- Desarrollar diferentes variedades de betabel (Beta vulgaris L.) con el fin de establecer en cual de ellas se presenta una mayor concentración de pigmento.
- 2.- Determinar en que etapa fenológica del cultivo se obtiene la mayor proporción del pigmento.
- 3.- Que el pigmento obtenido tenga una calidad mayor o semejante a la de los colorantes sintéticos comerciales que son producidos en la actualidad por Holanda, Suiza, Suecia, Polonia y la Unión Americana.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Importancia del color en alimentos.

El color es uno de los factores más importantes en la aceptación del consumidor de un producto alimenticio y además es un excelente indicador de madurez y calidad, por lo que juega un papel primordial en la selección de materiales crudos para procesado de alimentos.⁴⁶

Varios estudios han demostrado que los alimentos no tienen el sabor correcto si no presentan la coloración adecuada; esto se debe a que el color es generalmente la primera impresión sensorial que tenemos de los alimentos, e influye en nuestra aceptación de su olor, sabor, temperatura y textura.³⁵

Hall en 1958¹⁸ trabajó con nieves de diversos sabores (limón, lima, naranja, uva, piña y nuez); cuando las muestras fueron presentadas a un grupo de jueces con un color blanco, éstos no lograron determinar el sabor en la forma correcta; por otra parte, cuando las nieves presentaron un color diferente al que les correspondía de acuerdo a su sabor, los jueces emitieron opiniones incorrectas, por ejemplo, cuando la nieve sabor lima presentó color verde, 75% de los jueces dijeron que era lima, pero cuando tuvo el color púrpura (como la uva), solo 47% identificaron el sabor en forma correcta. De estos estudios, los investigadores concluyeron que el color;

al menos en este caso, influye más que el sabor en la impresión global que produce un alimento en los consumidores, aún cuando el sabor sea agradable, y el alimento conocido y popular.

Otra importancia de su uso es la de mantener un control de calidad, debido a que el público espera que los alimentos que compra siempre tengan un color uniforme, ya que su aspecto influye profundamente estimulando el gusto.^{27,44,45}

3.2. Historia de los colorantes de alimentos.

El agregar colorantes a los alimentos para hacerlos atractivos no es una invención de la sociedad contemporánea ya que especias y condimentos fueron probablemente usadas como colorantes hace 3.000 años.⁴⁴

El uso de betalafnas como colorante de alimentos no es nuevo, se ha reportado que hace 19 centenares de años el jugo de la hierba del Carmín fué usado como un colorante en vino - impartándole un color rojo más deseable. Esta práctica de cualquier modo estuvo fuera de ley y considerada como adulteración.

Sin embargo, en los siglos XVIII y XIX algunos fabricantes de alimentos inescrupulosos comenzaron a explotar el valor que presentan los colorantes para vender alimentos que eran de mala calidad, o aún descompuestos. Por ejemplo, en --

1820 Frederick Accum, en su libro "A Treatise on Adulterations of Food and Culinary Poisons", señaló las siguientes prácticas en Londres.

- Encurtidos frecuentemente deben su agradable color verde al Sulfato de Cobre.
- El apetecible color de algunos dulces se debe a Sales de Plomo y Cobre altamente tóxicas.
- Espinas y hojas secas, después de colorearse con Oxido de Cobre se venden como Té de China.

La mayoría de los colorantes que se utilizan en la actualidad son derivados del alquitrán de la hulla, siendo el primer colorante de este tipo el "Mauve" (color de malva), elaborado en 1856 por Sir William Henry Perkins, en Inglaterra. Su descubrimiento estimuló la investigación para encontrar otros colorantes del mismo tipo, los cuales comenzaron a usarse -- principalmente en fábricas textiles, pero cuando alguno de -- ellos no funcionaba bien en esta actividad, los productores -- lo vendían a los comerciantes de alimentos como un mercado secundario.^{35,49}

En 1900, la Oficina de Química del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América contrató al Dr. Bernhard C. Hesse, experto alemán en colorantes, para que estudiara el efecto que ejercía en la salud de los consumidores -- la ingestión de los pigmentos y conservadores empleados en -- los alimentos.

Su opinión fue que cualquier colorante sintético podía ser utilizado en alimentos siempre que fuera fisiológicamente inofensivo y tecnológicamente necesario.¹⁹

Después de estudiar la información disponible sobre 284 colorantes empleados en alimentos, solo aprobó la utilización de 7 de ellos. Esta lista fue publicada en 1907 en el Acta de Alimentos y Medicamentos Puros, y contenía los siguientes:

COLORANTES NOMBRE COMUN	NOMBRE POSTERIOR UTILIZADO POR F.D.A. (FOOD & DRUG ADMINISTRATION) ³⁵
Ponceau 3R	F D & C Rojo No 1
Amaranto	F D & C Rojo No 2
Eritrosina	F D & C Rojo No 3
Naranja 1	F D & C Naranja No 1
Amarillo Naftol S	F D & C Amarillo No 1
Verde Claro Amarillento SF	F D & C Verde No 2
Indigotina	F D & C Azul No 2

A través de los años la industria de alimentos necesitó más pigmentos, de tal manera que en 1938, ocho nuevos colorantes se añadieron a la lista original de siete, y el proceso de certificación se hizo obligatorio, es decir, para permitir el uso en alimentos de un nuevo colorante se requería la presentación de un certificado que indicara que el pigmento en cuestión había sido estudiado por expertos competentes y que

después de realizarle análisis químicos, bioquímicos, toxicológicos y médicos, se había comprobado que estaba libre de componentes nocivos a la salud.

Antes de 1938 los colorantes de alimentos eran conocidos por sus nombres comunes, pero para asegurar que no se confundieron con pigmentos elaborados para otros usos se les designó con una nueva nomenclatura; así Ponceau 3R se convirtió en F D & C Rojo No 1; Tartrazina en F D & C Amarillo No 5, etc. Los colorantes F D & C son más puros que los utilizados con fines industriales, a los cuales se les conoce con sus nombres comunes.^{35,49}

En México, la legislación de alimentos se encuentra a cargo de la sección de Asesoría de Alimentos y Bebidas, perteneciente a la Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Las regulaciones para los aditivos alimentarios permitidos en México se encuentran en el reglamento de aditivos para alimentos, emitido por el Sector Salud del Gobierno Federal.³⁶

Algunos colorantes F.D.& C. permitidos en el País son los siguientes:

AMARILLOS:

Amarillo No 5 (Tartrazina)

Amarillo No 6 (Sunset F C F)

AZULES:

Azul No 1 (Azul brillante F.C.F.)

Azul No 2 (Indigotina)

ROJOS:

Rojo No 3 (Eritrosina)

Rojo No 5 (Carmoisina)

Rojo No 40 (Rojo Allura A.C.)

Otros dos colorantes son permitidos para usos específicos.

Anaranjado Orange B. Se permite únicamente en cubiertas de salchichas y embutidos en una cantidad máxima de 150 ppm.

Citrus Red No 2. Se permite en una cantidad que no exceda de 2 ppm y únicamente para cubierta de cítricos.

El resto de los colorantes permitidos en alimentos son extractos naturales.⁴²

3.3. Colorantes naturales

Son los extractos coloridos de origen vegetal o animal, también llamados pigmentos; aquellos que poseen tonalidades rojas son los carotenoides, antocianinas y betalaínas.^{23,38}

3.3.1. Carotenoides

Los carotenoides representan el grupo más extenso de colorantes naturales encontrados en los reinos vegetal y animal. Son los responsables de la coloración en tomates, jugo de naranja, zanahoria, langostas de mar, etc.

Se conocen cerca de 100 ó más carotenoides, de los cuáles, sólo unos pocos han sido aislados o sintetizados con el objeto de usarlos para aditivos, tales como B-caroteno, B-apo-8-carotenal, bixina, cantaxantina y xantofila.²²

Las propiedades y métodos de aplicación de B-caroteno, B-apo-8'carotenal y cantaxantina, son similares, excepto que B-caroteno y B-apo-8'carotenal, manifiestan actividad de vitamina "A".⁴

Desde un punto de vista de su aplicación; los carotenoides presentan un problema por su falta de estabilidad y su baja solubilidad en el agua.²²

3.3.2. Antocianinas

Son pigmentos hidrosolubles responsables de los vistosos colores de muchas flores, frutos y verduras y químicamente -- pertenecen al grupo de los compuestos fenólicos. Se conocen -- actualmente más de 100, siendo los más importantes la cianidina, pelargonidina, peonidina, delfinina y la malvidina. La mayor importancia de estos pigmentos se refleja en los vinos -- tintos.⁴

3.3.3. Betalaínas

La raíz de betabel rojo (Beta vulgaris L.) es una fuente rica de pigmentos conocida como "Betalaínas" (Mabry and Dreiding 1968).⁴⁷

Las betalaínas contienen dos grupos de pigmentos: los de color rojo-violeta llamados betacianinas y los de color amarillo llamados betaxantinas.⁴⁷

Las betalaínas sólo se han encontrado en 10 familias del reino vegetal agrupadas en el orden Centrospermae, las cuales son: Chenopodiaceae, Didieraceae, Amaranthaceae, Nyctaginaceae, Stegnospermaceae, Phytolaccaceae, Ficoidaceae, Portulacaceae, Basellaceae y Cactaceae.³⁵

Las betalaínas son glucósidos de betacianidinas y la betacianina encontrada en mayor cantidad en el betabel rojo es el pigmento betanina III,⁴⁶ el cuál representa de un 75 a -- 95% del total de betacianinas.³⁰ La betanina se aisló por -- primera vez en 1918 por Schudel y ha sido recientemente estudiada por Ainley y Robinson.³⁴

Dentro de las betacianinas se encuentran también la isobetanina (IV), Prebetanina, Isoprebetanina,⁴⁷ Betanidina, Isobetamidina, Isoamarantina, Phylocactina, Iresina I, etc.³¹ El otro grupo de pigmentos encontrado en las betalaínas es el de las Betaxantinas, donde se agrupan a la vulgaxantina I (V) y vulgaxantina II (VI) (Nilsson 1970).^{32,47}

La primera betaxantina obtenida en forma cristalina fue la Indicaxantina, aislada en 1963 por Piatelli y Minale de los frutos de los cactus Opuntia ficus Indica.³⁵ Posteriormente Piatelli et al, en 1964, lograron aislar del betabel rojo Beta vulgaris otras dos betaxantinas, llamadas vulgaxantina I y vulgaxantina II.³² La química de estos pigmentos estuvo recientemente revisada por Mabry (1970).⁴⁶

Estos pigmentos son estables en un rango pH de 3 a 7 y se ven afectados por los metales, la temperatura, la presencia de aire y las radiaciones ultravioleta.⁴¹ La estabilidad del color de betanina es óptima a un rango de pH 4.0 - 5.0 y es sustancialmente incrementada en alimentos de baja actividad del agua,²⁶ debido a que las betalaínas son pigmentos nitrogenados hidrosolubles.

Desde entonces el polvo de betabel se permitió como un aditivo de color bajo la Reforma de Colores Aditivos de 1960⁴⁷ y actualmente tanto extractos de betabel y el polvo son permitidos como aditivos de color y no requieren certificación por la F.D.A. (Food and Drug Administration).³⁰

Los estudios realizados sobre las betalaínas permitieron sugerir que estos pigmentos pueden aplicarse como colorantes en la fabricación de helados de crema, yogurt, gelatinas, productos cárnicos en general, postres, etc.^{22,46}

3.4. Importancia y usos del betabel

El betabel para mesa o de hortaliza se cultiva en una amplia variedad de suelos y climas, siendo popular a causa de su atractivo como alimento y porque su cultivo es relativamente fácil. La República Mexicana cuenta con los suelos, altura y condiciones climatológicas adecuadas para el cultivo del betabel, por lo que la disponibilidad del recurso es idónea, -- siendo factible la posibilidad de exportación e industrialización del betabel.³

El betabel es cultivado en los siguientes estados:

Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Guanajuato, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Hidalgo, Jalisco, Puebla, Baja California Norte y Durango.⁷

El betabel puede ser consumido en fresco, constituyendo un alimento muy saludable, ya sea en ensalada o bien cocido debajo de la ceniza o en el horno. Así mismo, puede ser conservado en vinagre ensilado, refrigerado o bien industrializado para su posterior consumo.

Actualmente los pigmentos derivados de betabel, las betalafinas se emplean como colorantes naturales, inocuos para la salud humana, en alimentos, medicamentos y cosméticos. A continuación se muestran las aplicaciones de las betalafinas, sustituyendo a los colorantes rojo 1, 2 y 4, en productos alimentarios:

Alimentos Secos

Sopas secas (especialmente sopa de tomate), mezclas de especias, aderezos para ensaladas y proteínas de soya.

Alimentos Enlatados

Productos de tomate enlatados como salsa catsup de tomate, salsa para pizzas, frutas vegetales enlatadas, tales como cerezas y fresas.

Alimentos en Escabeche

Algunos de ellos son: rábanos picantes y otras especies en escabeche.

Productos Cárnicos

Salchichas, hamburguesas, bologna, etc.

Productos Lácteos

Helados, yogurt, cremas para sandwich, chocolates con crema y relleno de frutas.

Postres y Dulces

Jaleas y mermeladas de frutas, pasteles, etc. de sabor a cerezas en almibar.

Gelatinas y Polvos

Para hacer refrescos instantáneos, etc.

Además de los aspectos químicos se ha analizado el factor económico, el cual es satisfactorio gracias a las pequeñas --

cantidades de colorante que se utilizan (0.1 a 2 %) en los alimentos, aunado a la seguridad en relación a la salud de los consumidores.⁴⁰

3.5 Aspectos agronómicos del betabel (*Beta vulgaris* L.).

3.5.1. Origen y clasificación botánica.

Remolacha.- (Cor: De origen incierto, probablemente del italiano, remolaccio, rabaniza, y éste del latín armoracium).⁹

Planta de la familia de las Chenopodiaceae (Quenopodiaceae) anual en cultivo, o bianual por la invernada de las raíces; sus raíces se dividen en 4 clases; achatadas, ovaladas, semilargas y larga cónica y de acuerdo con su color las raíces se dividen en rojas y amarillas.²⁹

Según Landaw²¹ la clasificación botánica de la remolacha es la siguiente:

Reino.	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión.	Pteropsida
Clase.	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Grupo.	Archyclamydeae
Orden.	Chenopodiales

Familia.	Chenopodiaceae
Género	Beta
Especie.	Vulgaris

3.5.2. Características morfológicas.

El sistema de raíces es relativamente bien desarrollado e intensamente ramificado, de raíz globosa, algo aplastada y de forma variable, según las variedades. En el primer año se desarrollan solo las raíces y una corona de hojas radicales y durante el segundo emite tallo, flores y frutos.

La raíz primaria crece hasta la profundidad de 1.5 - 2 m. Las raíces secundarias se extienden hasta 60 cm. de ancho (radialmente). Están bien ramificadas; con ésto se explica su relativa resistencia a la sequía y la facilidad de sembrarse en condiciones de riego.

Las hojas, durante el primer año están agrupadas en rosetas. Son de forma oval ligeramente onduladas.

El tallo es acanalado y durante el primer año crece muy lentamente. El tallo floral crece de la yema terminal durante el segundo año después de la vernalización de las raíces carnosas y sobre él se desarrollan las flores. Estas son hermafroditas, tienen 5 sépalos y 5 pétalos de color verde-amarillento. La antera madura antes que el estigma. La poliniza-

ción es cruzada y se logra principalmente por la intervención del aire. El ovario es súpero; las flores se encuentran agrupadas en inflorescencias llamadas racimos.^{14,17,39}

Las semillas son redondas, de color negro-pardusco, con superficie lisa. Están cubiertas por una formación leñosa, -- formada por el pericarpio.

Lo que se dice regularmente semilla, es un agregado de -- semillas reunidas dentro del cáliz suberoso. De una flor se forma una semilla, pero en realidad, entre sí, se soldan algunas flores vecinas y se forman glomérulos, en los cuales hay de 2 - 4 semillas como máximo, por lo general. El peso absoluto de los glomérulos (en la práctica denominados semillas) -- es de alrededor de 13 - 22 g. (45,000 - 77,000 glomérulos en un Kg.). De estos agregados o glomérulos un gramo tiene 50; -- 1 litro de semillas pesa 250 gramos; el poder germinativo de las semillas se conserva durante 3 - 4 años.^{17,16,43}

3.5.3. Factores de producción.

3.5.3.1. Temperatura.

La mayoría de las variedades de betabel se desarrollan -- bien en los trópicos, aunque las altas temperaturas evitan el desarrollo de raíces de buena calidad, de aquí que es esencial obtener cosecha en un lugar fresco con temperaturas medias de 15 a 18°C, similares a las que se requieren para la --

zanahoria y las Brassicas.

El betabel es un poco más tolerante a temperaturas extremas, siendo éstas de 4°C y 24°C. Crece en forma satisfactoria a altitudes medias y grandes. El clima más conveniente es el templado y húmedo, debiéndose evitar los extremos en humedad y temperatura.^{1,16}

3.5.3.2. Suelo.

El betabel es muy sensible a la acidez del suelo, pero relativamente tolerante al salitre. En la mayoría de los suelos en los cuales se siembra betabel, éste se desarrolla mejor en uno cuya acidez fluctúa entre pH 6.0 y 7.0.

El betabel para mesa, se cultiva en muy diferentes clases de suelos, variando desde terrenos turbosos, arenosos y migajón arenoso, hasta en suelos más pesados como de migajón arcilloso. Sin embargo, como regla general, es difícil obtener buena nacencia en suelos muy pesados, o en aquellos que se apelmazan o se les forma costra después de un riego por aspersión o una lluvia. El desarrollo posterior también frecuentemente es pobre en muchos suelos pesados que producen rendimientos muy satisfactorios de algunos otros cultivos agrícolas u hortícolas.^{3,20}

Un suelo profundo, desmenuzable, es aún más conveniente para el betabel que para otras muchas hortalizas. Para culti-

vos tempranos, es necesario un suelo ligero, bien drenado, -- que se calienta temprano en la primavera. El terreno será -- fresco y profundo sobre todo en los climas secos. Para los -- cultivos tardíos son también buenos los suelos más pesados.¹

3.5.3.3. Propagación.

Las semillas se obtienen de las raíces cosechadas en octubre, eligiendo las de mediano tamaño, mejor formadas y cortando las hojas con cuidado para no dañar los brotes del cuello. Esas raíces se conservan hasta marzo, época en que se -- plantan a 60 cm. una de otra, dotando de un tutor al tallo -- así que empiece a crecer y suprimiendo los brotes tardíos y -- las flores terminales; ya maduras las semillas o glomérulos -- de semillas (agosto), se cortan los pedúnculos y se ponen estos a secar al sol.²⁸

3.5.3.4. Espacliamiento y densidad.

En la determinación de la forma del área alimenticia debe tenerse en consideración que para una planta son necesarios 400 cm² aproximadamente.¹⁷

Durante varios años, el estudio de la distancia de plantación en el cultivo del betabel con relación al peso de la raíz con el resto de la planta es un tema muy discutido. En varios experimentos aparece que mientras exista una ausencia de abono en cultivos que se siembran a densidades altas hay --

una marcada competencia por nitrógeno y por la luz.

Un cultivo de betabel probablemente esté sembrado con un exceso de población cuando existe un gran número de raíces -- que pesan menos de 56.7 gramos para el betabel de tipo global ó 198.45 gramos para el betabel largo. Hay que aclarar que la presencia de una proporción de raíces pequeñas no es necesariamente producto de sobre-población, porque cuando la población es óptima para dar un máximo de rendimiento, cerca del 10% de peso de la producción corresponde a la raíz pequeña.

No hay que tomar únicamente en cuenta el espacio de plantación, sino que hay que considerar el tipo de betabel ya que hay variedades que difieren en su capacidad de rendimiento y su respuesta a cambios en el espacio disponible para su crecimiento. También en otros trabajos, se concluye que no puede ser explicado únicamente el efecto del espaciado entre plantas por concepto de agua, luz y elementos nutrientes, sino además por su hábito de crecimiento.

Para obtener los mayores rendimientos por hectárea los espacios deben ser menores en suelos ricos que en suelos pobres.¹⁵ Un desarrollo abundante inicial del follaje es simultáneo a un rápido engrosamiento de la raíz; por otra parte, en suelos pobres se detiene el incremento en el peso del follaje y de las raíces.³

En experimentos efectuados comparando diferentes sistemas

de plantación, se encontró que cuando se sembró el betabel a 0.45 m. en cuadro, se obtuvieron mayores rendimientos a más bajo costo de producción que cuando se sembró en bandas de dos hileras separadas a 0.20 m. con 0.70 m. entre surcos.¹⁵

Los surcos para remolacha se trazan con un espaciamiento de 0.45 m. a 0.90 m. entre sí. Las plantas se entresacan de manera que queden de 0.05 a 0.10 m. aparte, según la variedad y el tamaño a que se han de cosechar.⁵

El número aproximado de semillas por 100 gramos es de 5,790 y la cantidad necesaria de semilla para sembrar 30 metros de surco es de 29 gramos, de modo que para sembrar una hectárea se requieren de 11.2 a 17.9 Kg. de semilla, sembrándose a una profundidad de 3 cm.¹⁵

3.5.3.5. Siembra.

Puesto que las plántulas de betabel son pequeñas y débiles, frecuentemente no es tan fácil obtener un buen sembradío de betabel como de muchos otros cultivos. Para favorecer estas plántulas débiles, el suelo, antes de la siembra deberá trabajarse hasta que esté bien desmenuzado, libre de rastrojo, terrones y perfectamente bien nivelado. La remolacha es de siembra directa al campo, pero se puede trasplantar teniendo mucho cuidado de usar plántulas muy pequeñas, con no más de tres o cuatro hojas y colocando la raíz fusiforme derecha y hacia abajo. El trasplante de remolacha generalmente no deja-

las ganancias esperadas y se hace más en huertos pequeños que en siembras comerciales grandes. La semilla se siembra a una profundidad de 2.5 cm. en los suelos arenosos, casi 2 cm. en los de migajón arenoso y a una profundidad no mayor de 1.5 cm. en suelos más pesados. Es esencialmente importante una profundidad de siembra uniforme y correcta.^{3,5}

Dos sistemas se siguen en la siembra de esta planta y son: al voleo o en línea, tanto para el cultivo en pequeña escala, como para grande, y aún para almácigos.¹²

Los glomérulos de remolacha se siembran frecuentemente a chorrillo, en líneas distantes unas de otras de 35 a 40 cm., debiendo quedar enterradas 2 a 3 cm. Se emplean unos 60 gramos de semilla por área de terreno cuando se siembra de asiento y unos 250 gramos por área de semillero cuando se efectúa así esta práctica. La imbibición de los glomérulos en agua tibia durante varias horas facilita y anticipa la germinación.¹⁴

La distancia entre los surcos depende en gran manera de las condiciones locales y del equipo disponible para la siembra y cultivo. Para pequeños lotes, trabajados a mano, los surcos deberán quedar a una distancia como de 30 cm. Para cultivos con tractor la distancia común es de 45 a 50 cm. entre surco y surco, o si son surcos gemelos, sobre bancos para drenaje o irrigación, la distancia es de 1 m. entre centros. Las semillas deberán sembrarse a razón de 5 ó 6 por cada 30 -

cm. de surco, de 11 a 14 Kg/Ha, 30 gramos por surco de 30 metros.³

Si la siembra se hace al voleo, también es necesario hacer un aclare para que queden a la misma distancia de 30 cm., entre cada planta, con el fin de que adquieran el mayor desarrollo posible.¹²

La siembra de betabel puede iniciarse en un semillero, sembrando 4 ó 5 semillas por cada 3 cm. en surcos separados 8 cm., trasplantando luego las plántulas al terreno definitivo con una separación en el surco de 8 cm., cuando tengan de 5 a 8 cm. de altura y presenten de tres a cuatro hojas.¹⁴

El trasplante se hace cuando la raíz tiene el grosor aproximado de un lápiz, poniendo mucho cuidado en no deteriorar las aún débiles raíces al llevar a cabo dicha operación. Es preferible efectuar el trasplante cuando el tiempo está nublado y húmedo, debiendo regarse a continuación, de no esperar lluvias en plazo muy próximo, para asegurar el buen arraigamiento.¹⁴

La época de siembra es de mayor a abril, aunque en la mayor parte de las regiones, la temporada segura para plantar betabel es de 3 ó 4 semanas antes de la fecha ordinaria de la última helada peligrosa de la primavera. A menos que el cultivo sufra temperaturas muy calientes, la siembra puede hacerse en cualquier tiempo desde entonces, en adelante, hasta casi -

seis semanas de la fecha ordinaria de la primera helada del otoño. 1,3,14

El betabel es un cultivo de invierno, pero son diferentes las fechas en las cuales se siembra, tomando en cuenta el lugar y la variedad. En la Tabla No. 1 se muestra, la variedad y fecha de siembra del betabel en diferentes partes de la República Mexicana. 16

TABLA 1. Lugares, Variedades y Fechas de Siembra del betabel en diferentes partes de la República Mexicana.⁷

LUGARES	VARIETADES	FECHAS DE SIEMBRA
Aguascalientes	Crosby's Egyptian Perfect Detroit	1° de Junio al 31 de Diciembre
Baja California Sur	Crosby's Egyptian	1° de Septiembre al 15 de Octubre
Coahuila	Asgrow Wonder Detroit Park Red Crosby's Egyptian	15 de Agosto al 30 de Octubre
Guanajuato	Perfect Detroit Crosby's Egyptian King Red Royal Red	1° de Octubre al 31 de Diciembre
Jalisco ¹⁶	Perfect Detroit Crosby's Egyptian	Junio a Diciembre
Michoacán	Crosby's Egyptian	1° de Septiembre al 28 de Febrero
Querétaro ¹⁶	Perfect Detroit Crosby's Egyptian	Junio a Diciembre
Sinaloa	Crosby's Egyptian Asgrow Wonder	1° de Octubre al 31 de Enero
Sonora	Asgrow Wonder Crosby's Egyptian Red Pack	18 de Enero al 17 de Marzo

LUGARES	VARIETADES	FECHAS DE SIEMBRA
Tamaulipas	Detroit Dark Red Crosby's Egyptian	1° de Septiembre al 31 de Diciembre
Veracruz	Detroit Short Top Special Crosby's Red Pack	1° de Octubre al 31 de Enero
Yucatán	Crosby's Egyptian	1° de Octubre al 28 de Febrero.

3.5.3.6. Fertilización.

La magnitud del rendimiento de las plantas depende en gran proporción de la constancia en el suministro de sustancias nutritivas durante el período en que se forman los sistemas de hojas y de raíces y del grado en que se establezcan condiciones para que estos órganos absorban y elaboren las sustancias nutritivas durante el período en que crecen con más intensidad las raíces carnosas. Durante todo el ciclo vegetativo de las plantas, el suelo debe contener, en suficiente cantidad, las sustancias nutritivas fundamentales.

Si se aplican mayores cantidades de fertilizantes nitrogenados, las raíces no son lo bastante dulces y, por consiguiente, no son muy aptas para el almacenamiento. Grudman exponía que con cantidades excesivas de nitrógeno se acelera la tendencia de las raíces carnosas a agrietarse.

La remolacha no admite un abonado con estiércol no descompuesto. Con semejante abonado, las raíces carnosas se ramifican y se agrietan más. Se considera que la causa principal de esto es el amoníaco. Si ha de emplearse, se entierra en otoño, lo menos 3 - 4 meses antes de la siembra.^{17,43}

La buena calidad de la remolacha depende de un crecimiento rápido y continuo, por lo que el suelo debe ser naturalmente fértil o recibir aplicaciones de los elementos deficientes. Shoemaker indica que una tonelada de remolacha toma del suelo

las siguientes cantidades aproximadas de elementos mayores:

2.5 Kg. de Nitrógeno

1.0 Kg. de Fósforo

5.0 Kg. de Potasio.

Por lo tanto, estas cantidades, más lo que se lleva el follaje, deben devolverse al suelo.⁵

Alsina Indica que con 50,000 Kg. de buen estiércol por hectárea, quedan satisfechas las exigencias de una abundante recolección. Recomendando la siguiente fórmula media:

Estiércol. 30,000 Kg/Ha.

Nitrato sódico 300 Kg/Ha.

Superfosfato de cal. 500 Kg/Ha.

Sulfato potásico. 200 Kg/Ha.

En cultivos intensivos, como en los huertos comerciales o familiares, generalmente se recomiendan de 1125 a 2250 Kg/Ha (12 a 22 Kg/100 m²) de fertilizante que contenga de 5 a 7 % de nitrógeno, 10 a 12 % de ácido fosfórico y 5 a 6 % de potasio. Cuando el cultivo está casi a medio desarrollo, muchos agricultores y hortelanos aplican a voleo de 170 a 225 Kg/Ha de nitrato de sodio, o su equivalente en otro abono soluble, con el fin de acelerar su crecimiento.³

En el Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste -- (CIASE) se recomienda la aplicación de 60 Kg. de nitrógeno y 40 Kg. de fósforo para fertilizar una hectárea de betabel.

3.5.3.7. Aclareos.

Las "semillas" de betabel, como comunmente se siembran, no son semillas aisladas sino frutos que contienen varias semillas, por lo tanto es necesario arrancar las plantas en exceso para evitar su amontonamiento en el surco. El aclareo deberá hacerse tan pronto como las plántulas ya tengan la cuarta hoja y el suficiente tamaño para agarrarse fácilmente y antes de que estas tengan una altura mayor de 5 cm., dejando una sola planta por cada lugar, para evitar tener raíces suaves, deformadas y sarmentosas y que se envuelvan unas sobre otras. A las plantas eliminadas se les podrá utilizar para cubrir algunas fallas en la nacencia. Será mejor si los aclareos se hacen en dos tiempos, dejando primero dos plantas por lugar, eliminando la segunda cuando ya tenga ocho hojas.

Deberán dejarse 3 ó 4 plantas por cada 30 cm. de surco, después del aclareo final.^{3,10}

3.5.3.8. Deshierbes

Los deshierbes deben hacerse cuantas veces sean necesarios con el fin de que el terreno no alimente más plantas que las que deseamos explotar, evitándose así, en primer lugar, el desgaste de la fertilidad al alimentar plantas inútiles y en segundo, que estas hierbas disminuyan la humedad del suelo; contribuyendo con ello a que las plantas se desarrollen mejor y produzcan más.¹²

El cultivo superficial (con azadón) para controlar las malezas y conservar la superficie del suelo suelta, es el único cultivo que se requiere. La necesidad de escardas y deshierbes a mano, puede reducirse asperjando las malezas entre los surcos y el betabel, cuando se hayan formado las primeras 4 ó 5 hojas verdaderas. Use 900 g. de sal común por cada 4 L. de agua, de 660 a 950 litros/Ha. (1 litro por cada 30 m. de surco, si éstos están a una distancia de 30 cm.).³

Algunos de los principales herbicidas útiles en el control de malas hierbas del betabel son: para controlar gramíneas en post-emergencia aplique 1.5 - 2 litros de Fluzifop-butil en 400 litros de agua antes de regar o inmediatamente después; Dalapón aplicado a razón de 7.4 Kg/Ha, controla zacates en general e incluso plantas de rizoma, se deberá aplicar 5 ó 6 semanas antes de sembrar; IPC a razón de 3 Kg/Ha, actúa como preemergente, y en dosis de 4.2 Kg/Ha, trabaja mejor como postemergente a betabel bien enraizado, controla zacates anuales en general; Endotal a razón de 8 Kg/Ha actúa como preemergente incorporándose al voltear el suelo, controla malezas anuales en general; EPTC a razón de 2 Kg/Ha incorporado al voltearse el suelo preplantación contra zacates anuales, avena, cebolleta y ciperáceas; TCA a razón de 9 Kg/Ha se emplea como preemergente para el combate de zacates en general y plantas de rizoma, teniendo un pobre control de avena silvestre.¹⁵

3.5.3.9. Aporque.

Los principales beneficios que se obtiene con la labranza secundaria son: control de las malezas, lo cual ayuda a -- conservar la humedad y los nutrientes; retención de la hume-- dad por medio de la formación y mantenimiento de la cobertura o mantillo, y mayor aereación del suelo, lo cual favorece la nitrificación y otros cambios químicos en él.¹⁵

3.5.3.10. Riegos.

Si la plantación se hace en terrenos resecos, es indis-- pensable regarla con frecuencia para que se obtenga un desa-- rrollo normal, y en caso de que las lluvias no sean de la -- abundancia que necesitan, será necesario regar cuando menos -- cada ocho días. Cuando se plantan en lugares donde son fre-- cuentes las lluvias, o donde el terreno es por naturaleza hú-- medo, no será necesario el riego solamente se procederá a ha-- cer deshierbes y se darán labores superficiales, tanto para -- mantener el terreno limpio como para tener la tierra mullida, con el fin de que las raicillas tengan suficiente aire para -- sus necesidades.¹²

La remolacha es algo exigente en relación con la humedad del suelo. Tiene mayor exigencia durante la germinación de -- las semillas y durante las fases tempranas. Tan pronto se for-- ma su sistema de raíces, sus exigencias con respecto a la hu-- medad disminuyen. Con esto puede explicarse la posibilidad de

que la siembra temprana se realice sin riego.¹⁷

Sin embargo, la mejor calidad de las raíces carnosas se obtiene mediante el crecimiento continuo, es decir, con una humedad normal y constante del suelo.

3.5.3.11. Daños por exceso de agua.

La remolacha no admite exceso de humedad ni un alto nivel de aguas subterráneas.

Bajo ciertas condiciones y en ciertas plantas, cantidades excesivas de agua dentro de la planta producen efectos desfavorables. En general, estos efectos incluyen el desarrollo de plántulas alargadas y la presencia de agrietamientos.

Un suelo caliente y húmedo y un sistema radicular bien desarrollado aseguran una absorción abundante; pero una siembra densa, temperatura favorable y una velocidad del viento e intensidad luminosa reducidas, se combinan para dar lugar a intensidades de transpiración relativamente bajas, así pues, con una absorción elevada por una parte y una transpiración relativamente baja por otra, la presión de turgencia en la región de elongación celular es alta y las células irregularmente alargadas. Esto sucede con frecuencia en invernaderos y camas calientes a principios de primavera.

Los agrietamientos se presentan bajo condiciones similares de absorción y transpiración de agua, por ejemplo al rom-

pimiento de las cabezas de repollo y el agrietamiento de los frutos de tomate y de las raíces de zanahoria y camote. El tiempo húmedo proporciona cantidades abundantes de agua aprovechable, lo cual en las plantas con un sistema radicular extenso, favorece una absorción elevada. También el tiempo húmedo, con sus temperaturas comparativamente bajas, escasa intensidad luminosa y alta humedad relativa, ocasiona una baja intensidad de transpiración. Así pues, la elevada absorción de agua por una parte y la baja transpiración por otra se encuentran asociados con el desarrollo de agrietamientos.^{17,8}

3.5.4. Cosecha y almacenamiento.

Si el betabel es cultivado para venderlo fresco en el mercado, usualmente se cosecha cuando tiene de 4 a 5 cm. de diámetro, aunque raíces más pequeñas y más grandes que los tamaños mencionados también se encuentran en el mercado.

Inmediatamente después de que el betabel se arranca, deberá clasificarse y amarrarse en manojos, poniendo sólo betabeles de tamaño y apariencia similares en cada manajo. Cuando se hacen los manojos deberán quitarse las hojas muertas y dañadas; es bueno colocar los manojos dentro de cajas de campo trasladándolas prontamente a la empacadora o al punto de embarque.

De acuerdo con la zona donde se haya sembrado la recolección suele comenzar, si el cultivo se hace al aire libre, en

el mes de agosto. Para atender al consumo de los meses de invierno las raíces que se arrancan de octubre en adelante pueden guardarse, previamente descabezadas, en sótanos o graneros, colocándolas entre arena, aserrín, etc., de este modo resisten sin alteración hasta la primavera.

Para asegurar la existencia de remolacha durante casi todo el año se empieza por sembrar en marzo en cama caliente, para recolectar a los 75 - 85 días aproximadamente. Otras siembras efectuadas sobre costaneras a mediados de abril permitirán nuevos productos aproximadamente a los 90 y 120 días. Las remolachas sembradas al aire libre durante el mes de marzo pueden recogerse a finales de verano y principios de otoño. Estas últimas raíces pueden conservarse luego de recogidas y, según hemos dicho, para utilizarlas durante el invierno.

Puede considerarse producción media de esta hortaliza la de 250 a 300 Kg/a.^{3,14}

Una temperatura de 0°C y una humedad relativa de 90 % son las condiciones indicadas para el almacenamiento de remolacha. Si están atadas en manojos se pueden conservar de 10 a 15 días bajo las condiciones anteriores, si el follaje está libre de humedad y si hay ventilación o aire circundando el follaje. El encerado de las raíces reduce la deshidratación pero no es una práctica muy corriente.

El betabel para industrialización se cosecha mayormente-

por medio de máquinas, que sacan las raíces del suelo, le cortan las hojas y las entrega a granel a los camiones que las transportan a la fábrica.

El betabel que madura a fines del otoño, después de que ha refrescado el tiempo, puede almacenarse satisfactoriamente en bodegas frescas y húmedas hasta por 3 a 4 meses. Las plantas aguantarán las escarchas y una helada ligera, pero deben sacarse del campo antes de que ocurran heladas más intensas. Para un almacenamiento luego se les deberán cortar las hojas cerca de las raíces y desechar toda la materia enferma o podrida. Los huacales de tablillas o las canastas son buenos en vases, no así los cajones grandes. La humedad relativa del aire del almacén deberá ser de 95 a 98 % para evitar un encogimiento excesivo. La temperatura deberá mantenerse tan cerca como sea posible a los 32°F (0°C), teniendo cuidado que no se hielan las raíces. Si la temperatura alcanza los 45°F (7°C), la vida del betabel almacenado será bastante reducida. Es satisfactoria una temperatura para almacenamiento comercial de 32°F (0°C) y de 95 a 98 % de humedad relativa.

Los manojos de betabel con sus hojas pueden almacenarse durante 10 a 15 días con la temperatura y humedad relativa antes señalada. ^{15,3}

Ensilado: En caso de superabundancia pueden ensilarse, siendo fácil llevar a cabo esta operación. Se arrancan las plantas y se descoronan las raíces, es decir, se cortan las -

hojas al ras del nudo vital y una vez hecho ésto, quedan en condiciones para almacenarse al día siguiente en zanjas abiertas previamente, en un terreno lo más seco posible; las que son generalmente de un metro de ancho por otro tanto de profundidad, y el largo debe estar proporcionado a la cantidad de raíces que deban almacenarse. La tierra que se saque de estas zanjas se retira de las mismas; después se coloca en el fondo un lecho de paja larga y seca, y sobre él se van colocando los betabeles hasta el ras del suelo, procurando ponerlos lo más junto posible para evitar huecos que al quedar llenos de aire y taparse la zanja, originan la descomposición de las raíces. Sobre este lecho, los betabeles van colocándose en capas superpuestas hasta que la parte superior alcance un metro de altura.

Tanto el copete como las paredes de este sencillo silo, se cubren de paja y sobre ésta se coloca la tierra extraída antes, procurando que éste terraplén forme un ángulo de 45 a 50 grados, a fin de evitar que la tierra escurra y deje después al descubierto los betabeles. Con una regadera que tenga manzana de perforaciones chicas, se da un ligero riego a la tierra, y si ésta es arcillosa, se forma una capa casi impermeable; en caso contrario, se procederá a cubrirla con una capa de yeso, de 3 a 4 cm. de espesor, regandola también para que forme una capa impermeable.

Cuando sea necesario sacar raíces, debido a escasez o a

mayor demanda en los mercados, se procurará extraerlas por uno de los extremos del silo, tapando cada vez que se haga esa operación; en esa forma pueden conservarse durante tres o cuatro meses en tan buenas condiciones como si estuvieran recién arrancados, teniendo la seguridad de que, de esta manera, mejoran los betabeles y se vuelven más tiernos y delicados.¹²

3.5.5. Mejoramiento.

La remolacha de huerta pertenece a la especie Beta vulgaris, la cual es un miembro de la familia Chenopodiaceae. Además de la remolacha de huerta, pertenecen a la especie B. vulgaris la remolacha azucarera, la remolacha forrajera y las remolachas que se aprovechan por sus hojas, como la acelga. Todas se cruzan libremente entre sí. La Beta vulgaris tiene un número cromosómico haploide de 9.³³

La polinización en la remolacha es cruzada y ocurre por medio del viento. Muchas líneas o tipos de remolacha son autoincompatibles, por lo que es necesario encontrar la combinación adecuada de líneas. Por ser bianual y por existir variaciones que sólo los especialistas saben controlar, la producción de semillas la llevan a cabo entidades especializadas dedicadas a esta actividad. La pureza y uniformidad de ciertos lotes de semilla se mantiene dividiendo la raíz seleccionada en partes y sembrándolas por separado para formar varias plantas idénticas.⁵

Los principales objetivos en el mejoramiento de la remolacha son: resistencia a enfermedades, eliminación de la brotación anticipada, la obtención de semilla de un solo germen, características favorables para el almacenamiento de las raíces, y hacia el mejoramiento de diversas características agrónomas como lo son la conformación de la raíz, resistencia al frío, etc.³³

En la actualidad se incluye el mejoramiento de las variedades que han presentado características favorables para la obtención de colorantes naturales, con el fin de obtener su nivel óptimo en concentración de colorante.

3.5.6. Tipos y variedades.

Los tipos de remolacha, al igual que los de zanahoria, se distinguen por la forma de las raíces, que varía de globular a achatada y de globular a alargada. La preferencia moderna es por el tipo globular.

El betabel en forma de globo o ligeramente aplastado, es el más popular en los Estados Unidos. El antiguo betabel "Egyptian Flat" anteriormente muy favorecido como betabel temprano, se cultiva poco ahora, porque no es sensiblemente más temprano, que las buenas líneas que tienen raíces ligeramente aplastadas o casi globulares.

Generalmente se recomiendan las variedades Crosby Egypt--

tian" y "Early Wonder", cuando es importante obtener rápidamente un producto de tamaño comercial. Las dos son ligeramente aplastadas, y su carne presenta zonas alternadas de pulpa rojo púrpura y rosa púrpura, en climas cálidos. Los plantíos que alcanzan el período de cosecha en clima fresco, tienen el color de la pulpa más oscuro, con diferencias menos marcadas en el color entre las zonas.

Limitándonos exclusivamente al cultivo hortícola, y prescindiendo por tanto de las numerosas variedades azucareras y forrajeras, que se utilizan para la obtención de azúcar y alcohol, se clasifican por lo tanto estas remolachas hortícolas o de mesa, atendiendo al color de la raíz, en rojas y amarillas. Entre las primeras, que son las más numerosas y estimadas, se encuentran las siguientes:

Remolacha de Egipto, Crosby.- Muy apreciada en todo el mundo. Es variedad temprana: con la raíz de forma cónica, algo aplastada en su parte superior, adquiere pronto su tamaño normal.

Remolacha roja, larga.- Variedad también estimada y de cultivo extendido. Su raíz adquiere gran desarrollo, pudiendo llegar hasta los 25 y 30 cm; sobresale fuera de la tierra en una tercera parte de su tamaño. Tiene la piel y la carne de color rojo oscuro, presentándose también en las hojas manchas de este color.

Remolacha eclipse.- Variedad precoz, de gran producción. La raíz es de forma redonda y de corteza o piel color rojo oscuro.

Roja gruesa.- Rústica productiva y de buena calidad; de 0.30- a 0.35 m. de larga, sobresaliendo 0.08 ó 0.10 m. de la superficie del suelo.

Roja Crapándina o de corteza.- Es una de las más corrientes y conocidas. La piel es oscura con el aspecto de la corteza de un árbol; carne roja, consistente y dulce.

Roja de Castelnaudary.- Poco productiva pero de calidad excelente.

Roja de Covent Garden.- Forma muy regular y limpia; carne de color rojo sangre vivo.

Detroit Dark Red.- Es precoz, está en condiciones de consumirse a los 65 días. Las raíces son lisas, de forma casi esférica, de tamaño mediano. La variedad es muy buena para enlatar, para el mercado y consumo directo.

Early Wonder.- Es una subvariedad de la Egipcia de Crosby. -- Las raíces son de tamaño muy uniforme, de forma arredondada.- Se siembra en la horticultura comercial y en los huertos domésticos.

Bordo.- Lo más característico es su raíz carnosa que es casi perfectamente redonda. Aproximadamente la mitad de ella crece en la tierra. Su ciclo vegetativo es aproximadamente de 80 -- días; las raíces carnosas se conservan bien.

Otras variedades de este color y de merecida fama en el extranjero son: La Aplastada de Barsano, Roja de Dell, Redonda Temprana de Nápoles, Roja de White, Roja de Tréviso, Roja-

de Dewing, Roja Renegrada, etc.

En cuanto a las variedades de color amarillo, se halla mucho menos extendido su cultivo, ya que no son tan apreciadas para el consumo como las anteriores. Entre ellas figuran la Amarilla gruesa y la Amarilla negra.^{1,3,5,12,14,15,17}

3.5.7. Plagas y enfermedades.

Las remolachas son atacadas por la larva del insecto - Silphe opaca, que devora en primavera las hojas de la planta, pudiendo llegar a la defoliación total. La larva, al aparecer, es de color blanco y, más tarde, va oscureciéndose. El insecto perfecto, que pasa el invierno sobre el terreno, es de color negro, con vellocidad grisácea, y de un centímetro, de longitud aproximadamente. Su forma es plana y las antenas ofrecen el aspecto de maza alargada. El medio más eficaz para combatir esta plaga -aparte la siembra temprana para que cuando aparezca la larva las hojas tengan ya buen desarrollo- es el tratamiento con arseniato de plomo al 0.5 %.

El aspecto de marchitez que a veces presentan las remolachas, puede ser debido al ataque de la larva de la mariposa - Agrotis segetum ---también plaga de la patata---, que daña la parte baja de la planta, principalmente la porción inferior del tallo. Las larvas realizan el daño por la noche, permaneciendo ocultas durante el día. La mariposa se conoce con el nombre de "rosquilla del campo" y tiene una longitud de 2 cm.

y alrededor de 4 de envergadura. Las alas anteriores son de color gris oscuro, con manchas y las posteriores más claras, de color crema. Como medios de lucha se recomiendan cebos envenenados, empleando verde de París o arseniato sódico.

Otros insectos que también causan daño a la remolacha -- son la Tipula de las huertas; la "mosca" de la remolacha y la larva de la mariposa Laphigina exigua.

A continuación se dan algunas de las plagas que se pueden presentar en el cultivo de betabel y su posible combate con productos químicos.^{14,16}

Afidos-----	Diazinón, Malatión, Mevinfos, - Paratión.
Botijones (<u>Epicauta spp.</u>)----	Carbaryl, Toxafeno, Metoxicloro, Paratión.
Gusano de alambre (varias especies del orden Coleóptera, familia Elateride)-----	Aldrín, Dieldrín, Clordano.
Gusano cortados (Agrotis spp.) -----	D.D.T.
Gusano telarañero (<u>Loxteges ticticalis L.</u>) -----	Piretrinas
Larvas del picudo truncado (<u>Listroderes costirostris obliquus Klug</u>) -----	Paratión, Rotenona, Aldrín, Clordano, Dieldrín.

Pulga saltona (Espitrix cucumeris Harris) ----- Metoxicloro.

A continuación se presenta la lista de los principales insecticidas y sus dosis recomendadas en Kg. de material técnico por Ha. y las indicaciones de cuándo suspender las aplicaciones a fin de reducir el peligro de intoxicación en el cultivo del betabel:

Insecticidas	Kg/Ha de Mat. Téc.	Días a la cosecha.
Carbaryl	1 - 2	14
Clordano	6 - 8	Aplicuese al suelo al momento de la siembra ó 50 días antes de la cosecha.
D.D.T.	1.5	10
Diazinón	0.3-0.5	14
Malatión	1 - 2	7
Metoxicloro	1 - 2	7
Mevinfos	0.3-0.5	3
Paratión	0.3-0.5	21
Paratión Met.	0.3-0.5	21

Las enfermedades de las plantas generalmente son diseminadas por el viento, la lluvia, los insectos, las prácticas -

culturales o están presentes en el suelo o la semilla.¹⁶

Se dice que la enfermedad es una alteración de una o varias series ordenadas de procesos fisiológicos de utilización de energía que da por resultado la pérdida de la coordinación de esta utilización dentro del huésped. El concepto incluye la alteración progresiva de la actividad celular, que finalmente se manifiesta en forma de cambios morfológicos llamados síntomas.²⁴

Las enfermedades de las plantas, generalmente son causadas por hongos, bacterias, virus o factores fisiológicos.¹⁶

Entre las enfermedades que se presentan en esta planta está el "mildió" de la remolacha, producido por el hongo (*Pezizomyces setosus*), que se nota porque las hojas centrales de la planta aparecen descoloridas, deformadas y con la superficie ondulada. En el envés y correspondiendo con dichas manchas se observa un moho blancogrisáceo o violáceo, las hojas atacadas se secan y la planta puede llegar a perecer.

Como tratamiento aconsejable, aparte de la destrucción de las plantas invadidas, está la aplicación de Maneb o Difenilatan a razón de 1 a 1.5 Kg/Ha., o la pulverización con sulfato de cobre y cal, en la proporción de 1 a 3 Kg/100 de agua respectivamente.

Mal del Corazón de la remolacha. Las plantas de remolacha pueden tener el aspecto de marchitas, tomando las hojas -

un tinte amarillento y secándose a continuación. En los pecíolos de estas hojas se observan entonces unas manchas blancuzcas bordeadas de una aureola blanca.

Dichos síntomas se deben al hongo (Sphaerella tabifica), la alteración originada por esta criptógama se trasmite a lo largo de los haces fibrovasculares de la raíz, llegando hasta el "corazón" de la remolacha. Las plantas atacadas deben destruirse, son eficaces como remedio preventivo las pulverizaciones con "caldo bordelés" y la desinfección de los glomérulos con sulfato de cobre al 2% ó con sublimado al 1%.¹⁴

Rizadura Apical de la Remolacha: Si la infección tiene lugar sobre plantas muy jóvenes, estas mueren rápidamente. -- Las hojas que han alcanzado su pleno desarrollo al infectarse la planta no muestra más síntomas patológicos que los de adquirir tonalidades amarillas y morir eventualmente. Las hojas más jóvenes tienden a enrollarse hacia arriba, mientras que el resto de la lámina foliar se repliega, dando lugar a la aparición de protuberancias vesiculosas. En el floema de hoja, pecíolo y raíz aparecen necrosis y en las fases avanzadas de la enfermedad se observan anillos concéntricos de color negro en las secciones transversales de la raíz de la remolacha. -- Cuando la infección ataca a plantas más viejas, se presenta un enrollado marginal hacia abajo de las hojas, seguido de fragilidad, enanismo y arrugado del haz. La totalidad de la planta presenta síntomas de enanismo y su producción es nula.⁴⁸

A esta enfermedad se le llama también Enchinamiento o -- Arrugamiento de la Hoja de la Remolacha, dicha enfermedad es producida por el virus (Ruga verrucosans) y transmitida por insectos, especialmente por chicharritas (Circulifer spp.). Las principales prácticas de control son las siguientes:

- 1.- Combate de insectos vectores.
- 2.- Uso de semilla certificada.
- 3.- Lavar las herramientas cada vez que se hayan hecho labores de cultivo.
- 4.- La rotación de cultivos.¹³

Mancha de la Hoja: Es producida por el hongo (Cercospora beticola), se caracteriza por pequeñas manchas circulares en las hojas y en los pecíolos, que a medida que el ataque va -- siendo más fuerte hacen que las hojas dañadas se sequen y adquieran un color café, de tal manera que todo el campo tiene un aspecto chamuscado.

Las hojas afectadas son sustituidas por nuevas hojas interiores, que a su vez pueden ser infectadas. Este nuevo crecimiento se produce a expensas del desarrollo de las raíces y del almacenamiento de azúcar.³²

Para el control de esta enfermedad se recomiendan aspersiones con Zineb o Ziram y la rotación de cultivos.¹⁵

Roya de la Remolacha: Es producida por el hongo (Uromyces

betae) Se percibe por presentar sobre las caras de las hojas manchas redondeadas de color pardo. Para su control debe procederse a la destrucción de las hojas invadidas y puede emplearse, como tratamiento preventivo, el "caldo bordeles".¹⁴

IV. MATERIALES Y METODOS.

El presente estudio fue realizado en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; Instituto de Investigaciones Biomédicas y en la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Química, de la U.N.A.M., efectuándose primero el establecimiento del cultivo de 4 variedades de betabel en una parcela experimental de la F.E.S.- C., para posteriormente analizar muestras de betabel de cada una de las variedades en diferentes etapas fenológicas, en términos de ciertas características físicas y químicas, siendo ello en el Instituto de Investigaciones Biomédicas y en la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Química de la U.N.A.M.

4.1. Descripción de la zona del establecimiento del cultivo.

4.1.1. Características geográficas y climáticas.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicada en la Cuenca del Valle de México, al Oeste de la cabecera de la región de Cuautitlán, México. Dicha región se extiende aproximadamente entre los $19^{\circ}37'$ y los $19^{\circ}45'$ de latitud norte y entre los $99^{\circ}07'$ y los $99^{\circ}14'$ de longitud oeste y limita, al sur, con el municipio de Tultitlán, al sureste, con el de Tultepec, al este con el de Melchor Ocampo, al norte con el de Teoloyucan, al noreste con el de Zumpango y al -

oeste con el de Tepetzotlán. Queda comprendido dentro de la provincia geológica del eje Neovolcánico; las elevaciones que se pueden observar al suroeste y oeste de la región forman parte de las estribaciones de las sierras de Monte Alto y Monte Bajo. Al suroeste, la sierra de Guadalupe separa el valle de Cuautitlán del valle de Tlalnepantla.

El río Cuautitlán, que se origina en la presa de Guadalupe, atraviesa la región en dirección suroeste-noroeste. Las aguas de esta presa, junto con las de las presas La Piedad y El Muerto, son utilizadas para regar los cultivos de la región.

La altitud media que se reporta para la cabecera municipal, Cuautitlán de Romero Rubio y para el área de estudio es de 2,250 m.s.n.m.

De acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García, el clima para la región de Cuautitlán corresponde al C(W₀) (w) b(i') templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, e invierno seco (menos del 5% de la precipitación anual), con respecto a su oscilación. La temperatura media anual es de 15.7°C, presentando una oscilación media mensual de 6.5°C; siendo enero el mes más frío con una temperatura promedio de 11.8°C y junio el mes más caliente con una temperatura promedio de 18.3°C. La temperatura máxima promedio, durante el mes de abril es de 26.5°C; y la mínima promedio es de 2.3°C en el mes de enero y de 2.9°C en el

mes de febrero, pero es común que en ellos, durante la noche o al amanecer se presenten temperaturas bajo 0°C.

El promedio de horas-frío en esta zona oscila entre 800 y 820 al año; su mayor frecuencia se tiene en enero (238) y la menor frecuencia en noviembre (170).

Se presenta un régimen de lluvias de verano, concentrándose básicamente de mayo a octubre, en tanto que en invierno se considera como estación seca.

La precipitación media anual es de 605 mm., siendo julio el mes más lluvioso, con 128.9 mm. y febrero el más seco, con 3.8 mm. Las probabilidades de lluvia en esta zona, varía de 43 a 44%, por lo que es indispensable contar con riego.

El promedio de días con heladas es alto, 64 días. La temporada de heladas empieza en el mes de octubre y termina en el mes de abril (primera quincena), siendo más frecuentes durante los meses de diciembre, enero y febrero.

Pueden presentarse heladas tempranas entre el 8 y 10 de septiembre y heladas tardías hasta el mes de mayo.

La frecuencia de granizadas en la zona de Cuautitlán es muy baja y cuando se presentan ocurren principalmente durante el verano.

4.1.2. Características químicas y físicas de la parcela de --
trabajo.

De manera general se pueden mencionar las siguientes características: Las muestras corresponden a una profundidad de 0-30 cm.

Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación: menos de 1 milimho/cm a 25°C.

Presencia de Carbonatos: Reacción negativa al HCL diluido.

Reacción del suelo o pH: El pH de este suelo varía entre ligeramente ácido a neutro, de 6-7, con agua en relación 1 : 2.5

Porcentaje de Materia Orgánica: Varía de alto a medio, de 2.11 a 4.32%

Capacidad de Intercambio Catiónico Total: Alta, de 30 a 35 meq/100 g.

Nitrógeno Total: Es muy variado debido a las diferentes labores culturales a que se ven sometidos estos suelos.

La parcela No. 11 analizada contenía 14 Kg. de N/Ha.

Fósforo disponible: Es rico en fósforo disponible para las plantas, entre 180 y 250 Kg de P/Ha.

Potasio fácilmente asimilable: Es rico en potasio fácilmente asimilable por las plantas, aproximadamente 2,500 Kg/Ha.

Análisis Físicoquímico de la Parcela de Trabajo

Parcela No.	% arcilla	% limo	% arena	textura	pH H ₂ O 1:2.5	Densidad aparente g/cc	Densidad real g/cc	materia orgánica %
11	40	26	34	Migajón Arcillosa	6.2	1.13	2.15	2.11

4.2. Experimento de campo.

Los materiales que se utilizaron para la parte experimental de campo fueron los siguientes:

Cantidad	Material
1	Tractor con rastra y discos
4	Variedades de betabel
1	Longfmetro de 30 m.
34	Estacas
3	Azadones
3	Rastrillos
3	Guadañas
2	Palas carboneras
1	Manguera de 150m. de 1 pulg. de Ø
100	Bolsas (para los muestreos y el fertilizante).

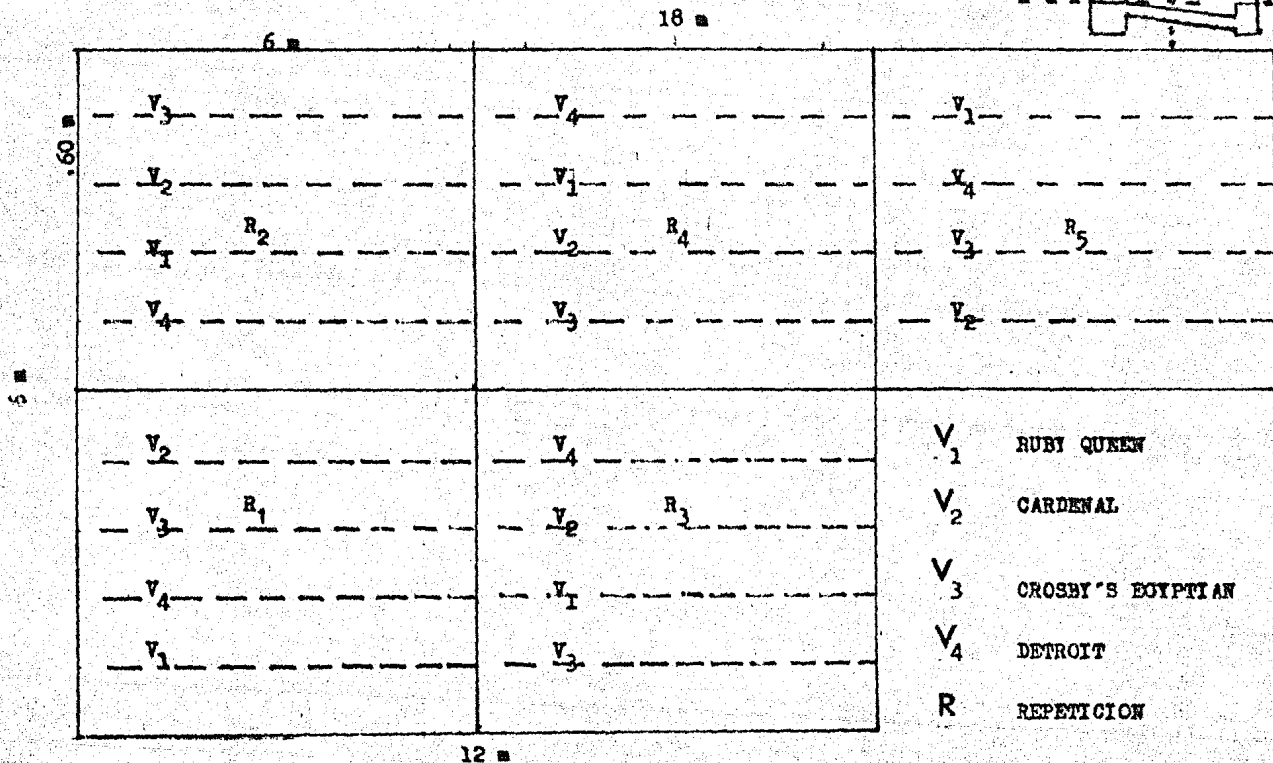
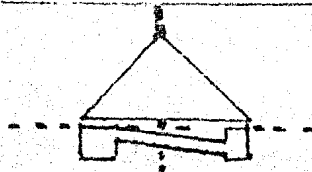
Las cuatro variedades utilizadas fueron:

- V₁ Ruby Queen.
- V₂ Cardenal.
- V₃ Crosby's Egyptian.
- V₄ Detroit.

El diseño experimental fue el de bloques al azar, constituido por 4 tratamientos y 5 repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales, que se muestran en el cuadro No. 1

En el cuadro No. 2 se presenta el calendario de actividades en campo desde la siembra hasta la cosecha.

CUADRO 1



CUADRO 2

MES	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANA																				
BARBECHO				x																
RASTRA				x																
SURCADO				x																
ESTACADO				x																
CAMA DE SIEMBRA					x															
SIEMBRA ⁺					x															
PRECIPITACION P.				x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
DESHIERBE							x	x	x					x	x					
ACIARDO									x		x									
FERTILIZACION ⁺⁺										x										
APORQUE														x	x					
RIEGO									x											
MUESTREO ⁺⁺⁺													x		x		x			x

+ El método de siembra utilizado fue a "chorrillo", por lo cual se requirió de hacer dos aclareos posteriormente y de esta forma la distancia entre plantas a una sola hilera fue de 0.20 m.; mientras que la distancia entre surcos fue de 0.60 m. Para evitar los efectos de orilla se utilizó la variedad Cardenal.

++ La fertilización se realizó al mes después de la siembra, usándose Sulfato de Amonio y Super Fosfato Simple, con fórmula de 80-90-00. No se aplicó potasio debido a que los suelos en México son ricos en potasio, (aunque un análisis fisicoquímico de algunos suelos sugiere que esto no es del todo correcto).

El fertilizante se aplicó a 10 cm. de la hilera por ambos lados y a una profundidad de 8 cm.

+++ En total se efectuaron 4 muestreos, siendo a los 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra del betabel.

Las muestras tomadas a los 60 y 75 días consistieron de dos betabeles por cada unidad experimental, debido al diámetro que presentaban; mientras que a los 90 y 105 días, las muestras seleccionadas consistieron de un betabel por cada unidad experimental.

El método de muestreo fue al azar utilizando la tabla de números aleatorios.

4.3. Determinaciones químicas.*

Las siguientes determinaciones se hicieron por duplicado, a los betabeles, de cada una de las variedades muestreadas en diferente época de cosecha.

Las determinaciones en cada pieza de betabel fresco fueron las siguientes:

- Tamaño (diámetro).
- Peso.
- Humedad.
- Cenizas.

En el extracto acuoso del betabel estabilizado con ácido ascórbico se determinó:

- Sólidos totales.
- Cenizas de sólidos totales.
- Nitrógeno proteico.
- Azúcares (glucosa-sacarosa).
- Colorantes. (rojos y amarillos).

4.3.1. Betabel fresco.

- Tamaño (diámetro).- El tamaño fue determinado midiendo el diámetro de cada uno de los betabeles, utilizando un vernier-

* Las determinaciones en el Laboratorio fueron realizadas por la pasante de la carrera de Química Ma. Guadalupe López B.

y quitándoles la extremidad larga de la raíz y los pecíolos de las hojas, dejando únicamente la porción carnosa de la raíz.

- **Peso.**- Se pesó uno de los betabeles, (en una balanza granitaria Harvard Trip, capacidad 2 - 2.250 Kg.) libre de hojas y de la porción alargada de la raíz.

- **Por ciento de humedad.**- Se tomaron muestras de 5 g. de betabel fresco, cada una se colocó en un crisol de 4.5 cm. de diámetro, previamente puesto a peso constante. Se secaron las muestras en una estufa (Thelco GOA/P.S. a 80°C) hasta que ya no hubo variación en el peso. Para el cálculo del peso constante, se dejó enfriar la muestra en un desecador y posteriormente se le pesó nuevamente y mediante la diferencia de peso se obtuvo el por ciento de humedad.

- **Por ciento de cenizas.**- Una vez determinado el por ciento de humedad a cada una de las muestras, se prosiguió a calcinarlas en una mufla (Sybron-Thermolyne), durante tres horas a 400°C, hasta llevarlas a peso constante; posteriormente se llevaron a enfriar en un desecador, se pesaron nuevamente y se calculó el por ciento de cenizas, por la diferencia de peso.

4.3.2. Extracto acuoso de betabel.

Método general: Se escogieron, al azar betabeles de la misma variedad pero de bloques distintos, ésto se hizo para

cada variedad y para cada época de cosecha. Se cortaron fragmentos de cada uno de ellos hasta tener 150 g. de muestra. -- Los fragmentos se molieron en una licuadora, usando como disolvente agua en una cantidad total de 2.5 - 4 Lt., a la cual se le había adicionado ácido ascórbico antes de la molienda - (100 ppm) de acuerdo a la siguiente metodología: inicialmente se agregó a los 150 g. de betabel la cantidad necesaria de -- agua (500 ml.) para obtener una pasta fluída, licuable, y posteriormente se filtró el sólido, el cual se volvió a licuar en las mismas condiciones, se filtró y así sucesivamente, hasta tener la celulosa prácticamente libre de pigmentos. Se necesitaron aproximadamente de 5 a 7 extracciones, para extraer la totalidad de los colorantes.

Se reunieron todas las extracciones hasta obtener un volumen total de extracto, el cual, se centrifugó durante 20 -- min., a 10,000 rpm. (R-C Superspeed Refrigerated Centrifuge) con el fin de clarificar el jugo, obteniéndose una solución -- transparente que contiene la mezcla de colorantes, los carbohidratos, proteínas, sales, etc.

Al extracto acuoso anterior se le hicieron las siguientes determinaciones químicas:

- Sólidos totales.- Se tomaron alícuotas de 10 ml. de extracto acuoso, se colocaron en crisoles de 3 cm. de diámetro, previamente puestos a peso constante. Se secaron las muestras en

una estufa a 80°C hasta que ya no hubo variación en las pesadas sucesivas, se dejaron enfriar en un desecador y se calcularon los sólidos totales mediante la diferencia de peso.

- Cenizas de sólidos totales.- Una vez determinada la cantidad de sólidos totales en el extracto, se utilizaron los mismos residuos para calcinarlos en una mufla a 400°C durante tres horas hasta la obtención de cenizas blancas con un peso constante; por medio de la diferencia de peso se calculó la cantidad de cenizas.

Nota: Se observó que las cenizas que se obtienen de la variedad Cardinal, eran de color verde-azul, no se determinaron las causas.

- Nitrógeno proteico.- El contenido de nitrógeno en 1 ml. de muestra se determinó por el método de Micro-Kjeldahl A.O.A.C. (1970).

- Azúcares.- La determinación de azúcares fue estimada por el método de Ting, utilizando a la glucosa pura como tipo.

Identificación y análisis cuantitativo de betalaínas por Espectroscopía UV - Visible.

Para la identificación de los colorantes del betabel, así como también para determinar la concentración de betalaínas presentes en las muestras, se tomaron alícuotas de 1 ml.

de extracto acuoso original y se aforaron a 25 ml. en matraces volumétricos. De allí tomaron alícuotas adecuadas para hacer las determinaciones en un Espectrofotómetro Beckman modelo 35; a las siguientes longitudes de onda: 650, 630, 600, 570, 550, 545, 538, 530, 520, 510, 500, 490, 478, 470 nm. Esto con el fin de poder hacer algunas correcciones en caso de existir interferencias por algunas impurezas presentes.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

Diámetro.

Los resultados (Tabla No. 2) que se obtuvieron con respecto al diámetro promedio del betabel, demuestran que las cuatro variedades tienen un comportamiento semejante dado que su menor diámetro lo presentan a los 60 días de cultivado el betabel, para posteriormente irse incrementando conforme aumentaron los días hasta llegar a obtener su diámetro promedio máximo a los 90 días, para descender posteriormente su diámetro a los 105 días (Gráficas No. 1,2,3,4).

La variedad Crosby's Egyptian es la que presentó un diámetro mayor, en comparación con las otras tres variedades en la mayor parte del ciclo del cultivo, teniendo su diámetro máximo 9.33 cm. (Tabla No. 2) a los 90 días; mientras que el diámetro menor fue para la variedad Cardinal, en la mayor parte del ciclo, presentando su diámetro más bajo 4.99 cm. (Tabla No. 2) a los 60 días de cultivado el betabel.

Peso.

El promedio de peso del betabel durante diferentes etapas del cultivo, muestra que las cuatro variedades analizadas presentan un patrón de comportamiento similar (Tabla No. 3), debido a que su menor peso promedio lo presentaron a los 60 -

T A B L A 2

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	MEDIA \bar{X} DIAMETROS	DIAMETRO (cm) MINIMO	DIAMETRO (cm) MAXIMO
RUBY	60	5.82	3.9	7.67
	75	7.64	6.04	9.88
QUEEN	90	8.39	6.49	10.99
	105	5.39	4.15	6.37
CARDENAL	60	4.99	3.56	5.88
	75	7.01	4.69	10.30
	90	8.60	8.15	9.19
	105	6.26	5.15	7.05
CROSBY'S	60	5.52	3.90	6.62
	75	8.28	5.94	10.29
EGYPTIAN	90	9.33	7.37	10.95
	105	7.35	4.65	9.65
DETROIT	60	5.66	4.60	6.72
	75	7.58	6.33	9.39
	90	8.76	7.79	9.75
	105	7.15	5.70	8.50

DIAMETRO
(cm)

GRAFICA 1

DIAMETRO (cm)
VARIEDAD RUBY QUEEN

10

5

0

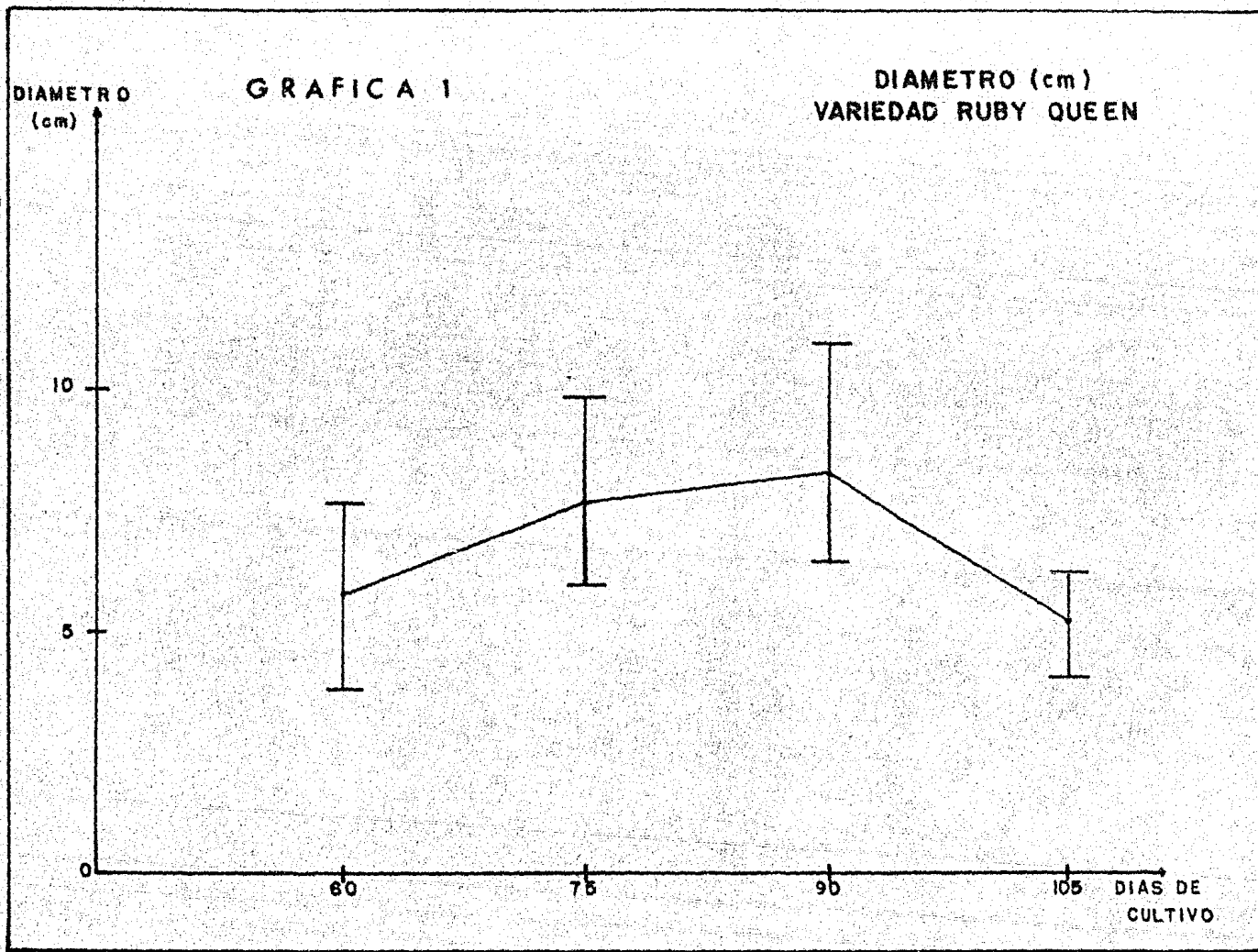
60

75

90

105

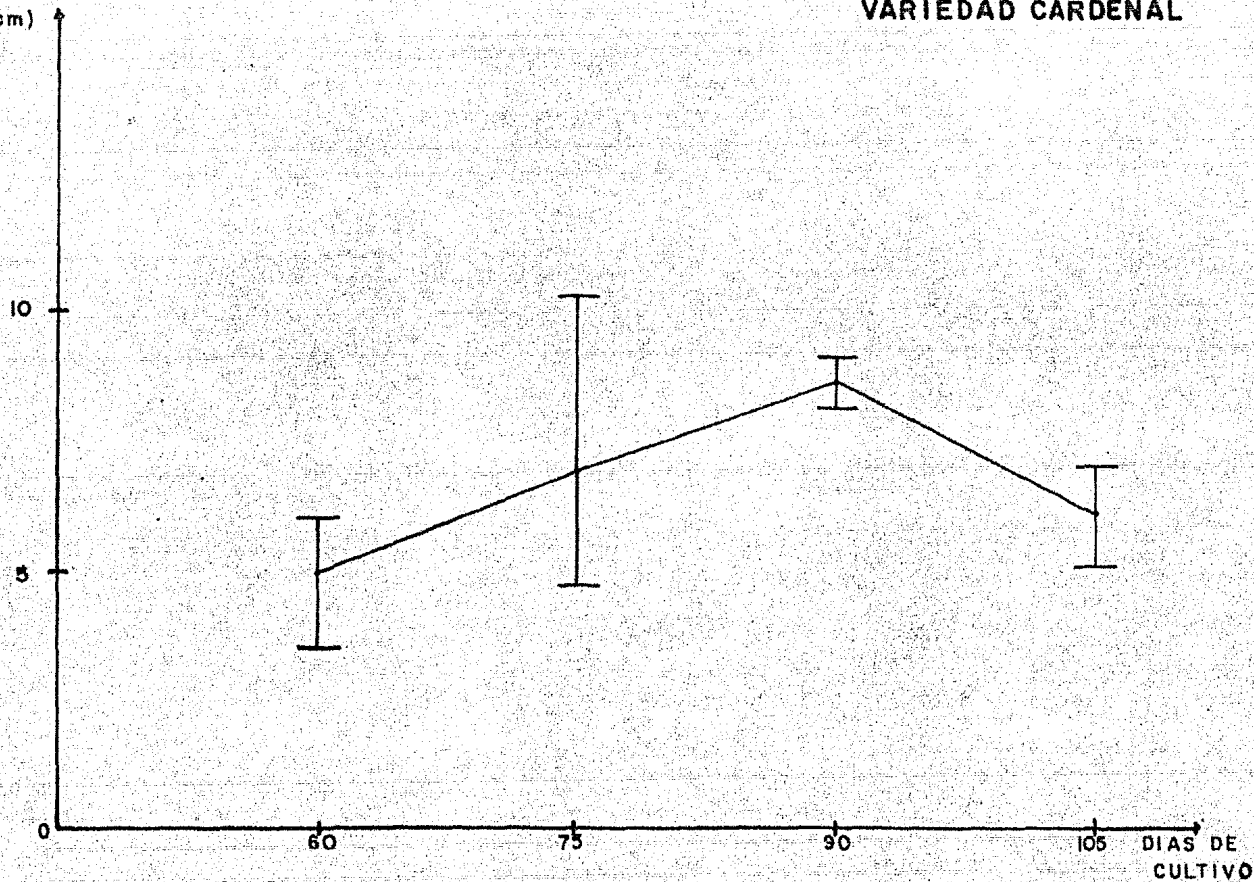
DIAS DE
CULTIVO



GRAFICA 2

DIAMETRO (cm)
VARIEDAD CARDENAL

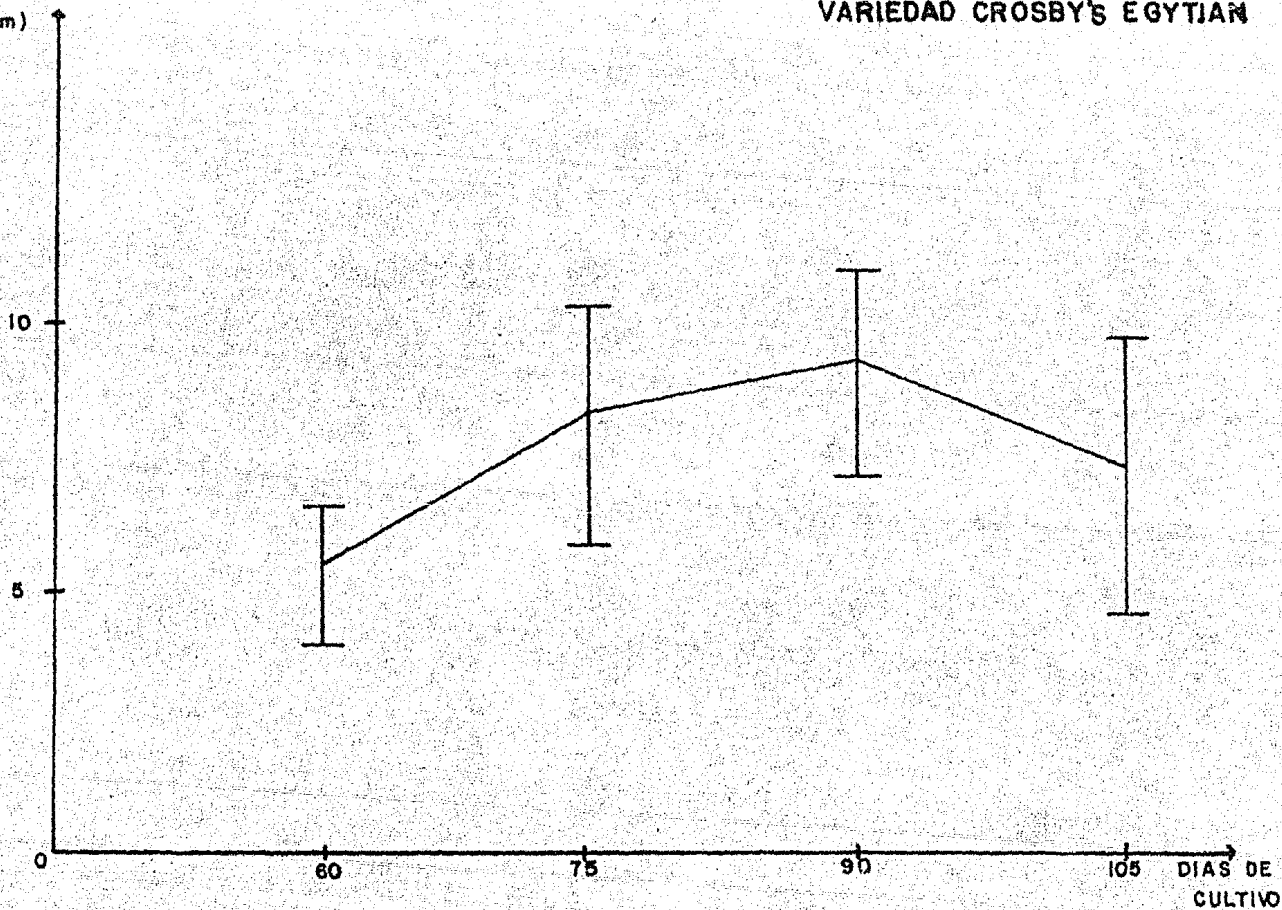
DIAMETRO
(cm)



DIAMETRO
(cm)

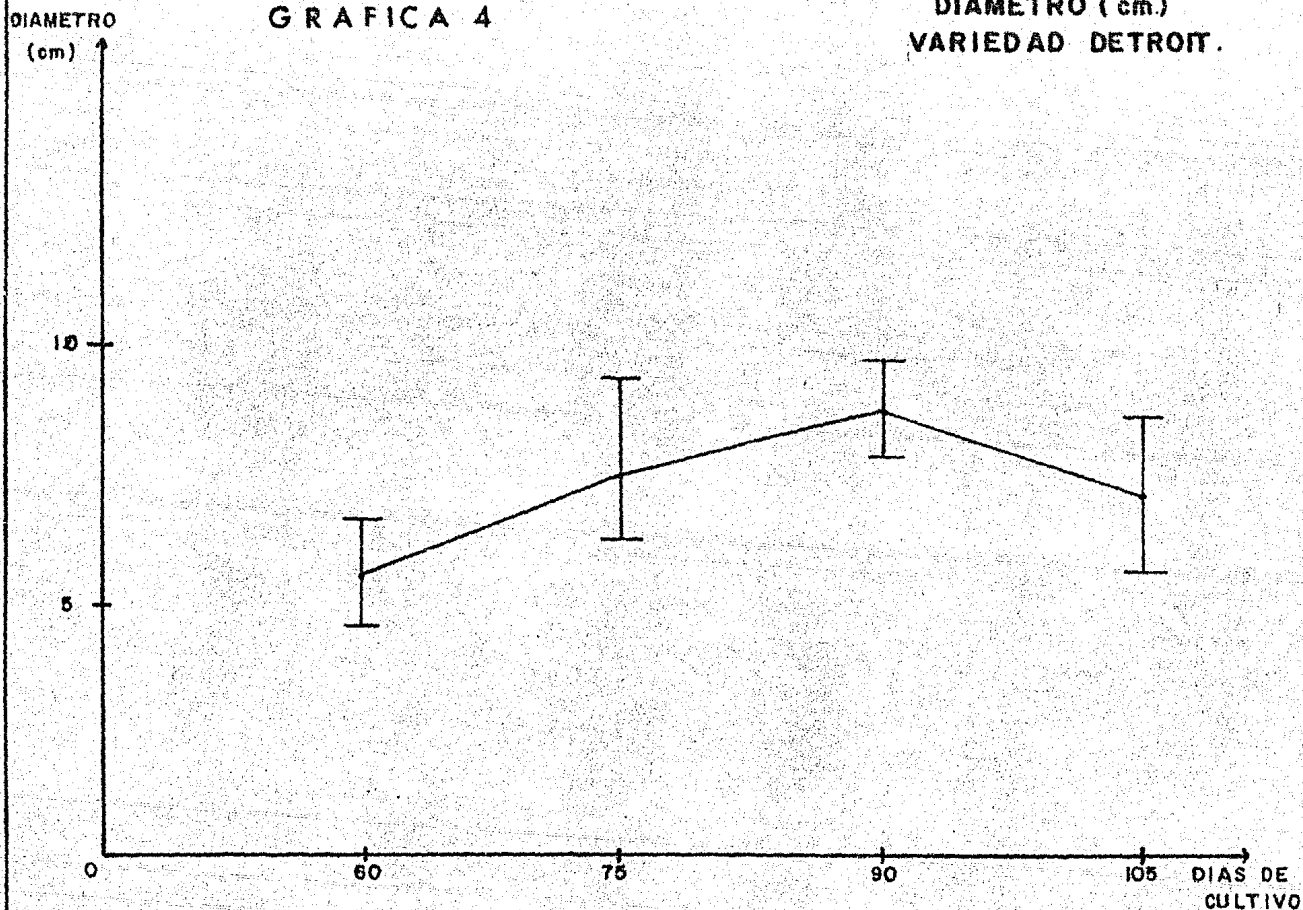
GRAFICA 3

DIAMETRO (cm.)
VARIEDAD CROSBY'S EGYTIAN



GRAFICA 4

DIAMETRO (cm.)
VARIEDAD DETROIT.



días de cultivado el betabel, dándose posteriormente un incremento en el peso al ir aumentando los días de cultivo, hasta llegar a su máximo promedio de peso, el cual se presentó a los 90 días de cultivado el betabel, existiendo posteriormente un leve descenso de peso promedio a los 105 días (Gráficas No. 5,6,7,8).

La variedad Cardenal es la que presentó un peso menor a lo largo de todo el ciclo del cultivo, siendo de 69.33 g. (Tabla No. 3) a los 60 días de cultivado. En contraste, la variedad Detroit, fué la que presentó un peso promedio mayor a lo largo del ciclo de cultivo del betabel, alcanzando su máximo peso promedio (330.62 g.) a los 90 días de cultivada la planta (Tabla No. 3).

Por ciento de humedad.

Los resultados correspondientes al porcentaje de humedad (Tabla No. 4) muestran que las cuatro variedades presentan su mínimo porcentaje de humedad a los 60 días de cultivado el betabel, llevando a cabo un incremento hasta alcanzar su máximo contenido de humedad, unos a los 75 días y otros a los 90 días de cultivado el betabel, presentándose posteriormente un leve descenso en las cuatro variedades a los 105 días (Gráfica No. 9).

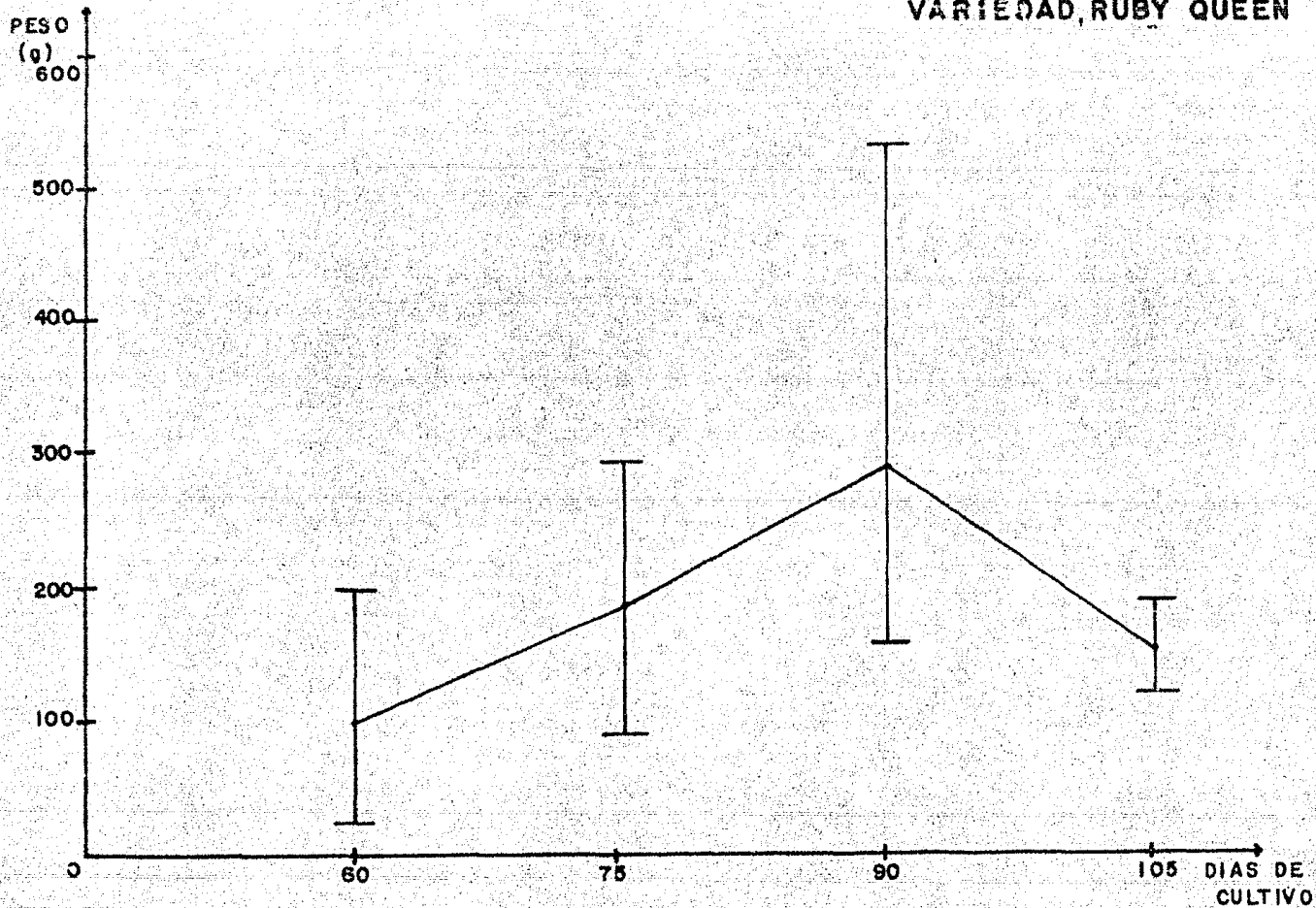
Las variedades Cardenal y Crosby's Egyptian son las que

T A B L A 3

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	MEDIA \bar{x} DE PESOS	PESO (gr) MINIMO	PESO (gr) MAXIMO
	RUBY	60	101.01	24.73
75		184.59	97.31	284.17
QUEEN	90	290.49	159.11	529.07
	105	154.32	119.30	192.40
CARDENAL	60	69.33	20.90	110.51
	75	196.13	49.35	527.77
	90	277.29	240.64	330.49
	105	125.36	69.00	184.10
CROSBY'S	60	78.24	29.80	122.80
	75	244.62	93.44	451.03
EGYPTIAN	90	313.63	187.59	471.57
	105	173.27	60.70	251.50
DETROIT	60	88.80	55.40	147.62
	75	215.37	144.31	312.39
	90	330.62	205.75	491.26
	105	183.74	132.50	317.10

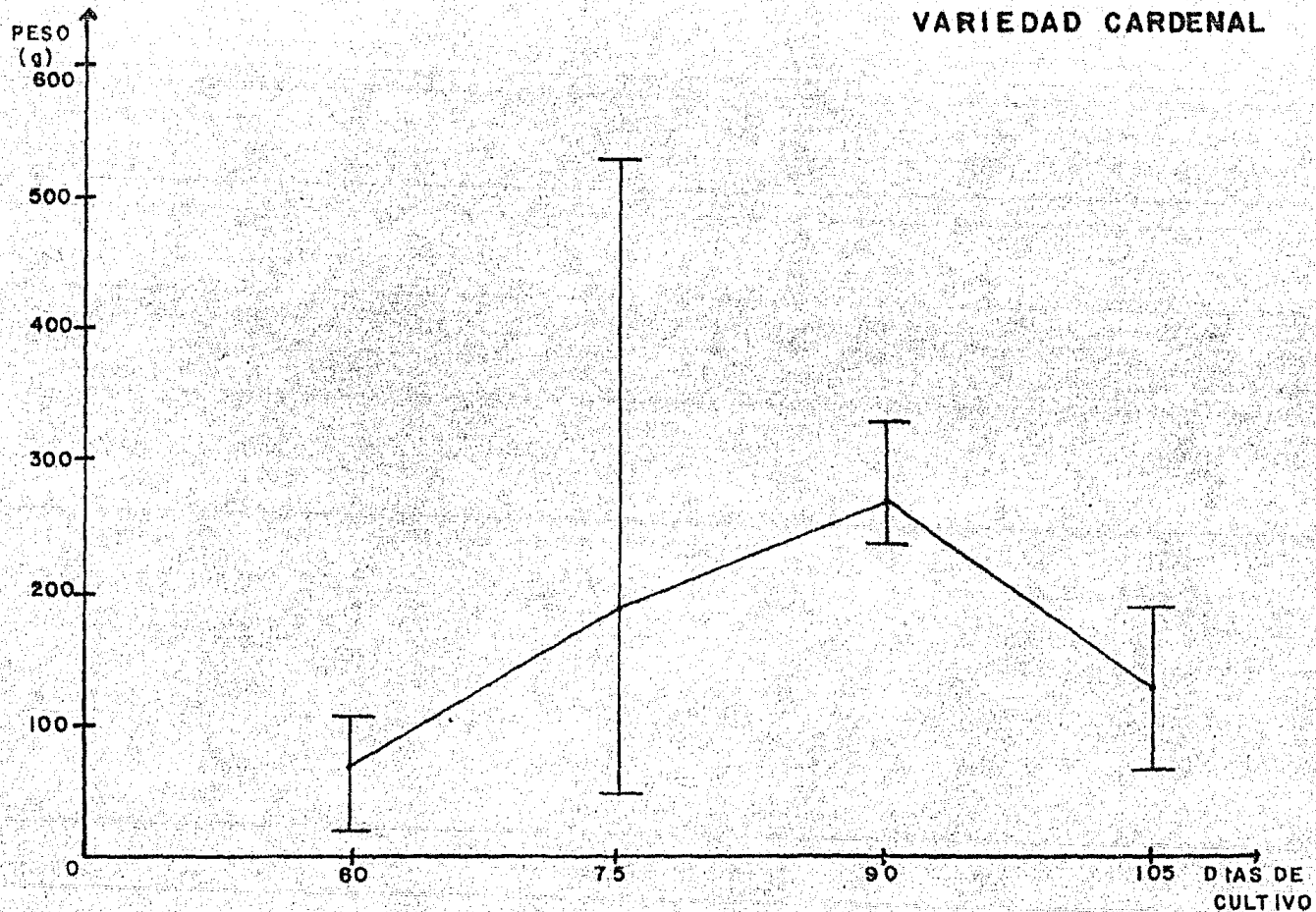
GRAFICA 5

PESO (g)
VARIEDAD, RUBY QUEEN



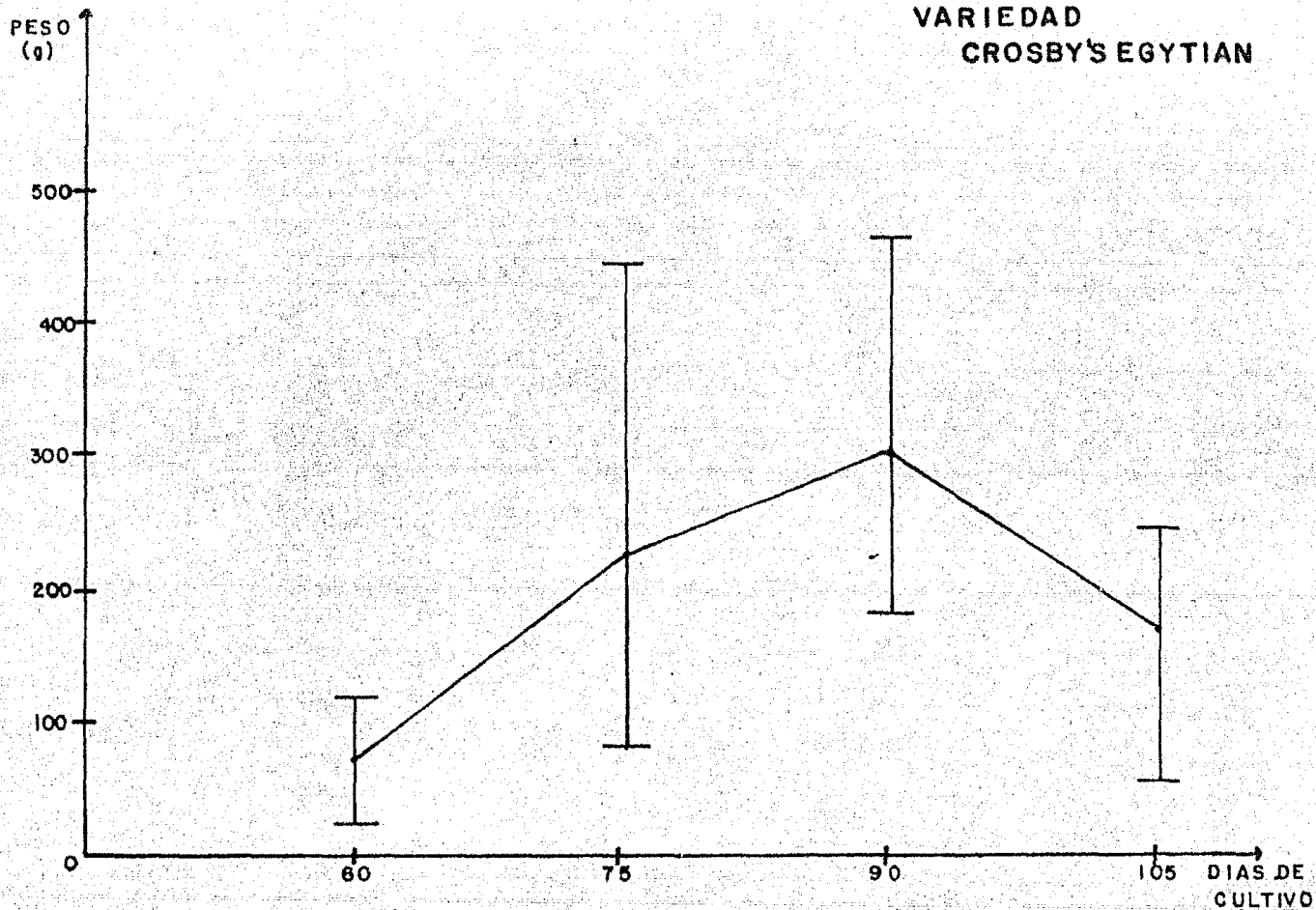
GRAFICA 6

PESO (g)
VARIEDAD CARDENAL



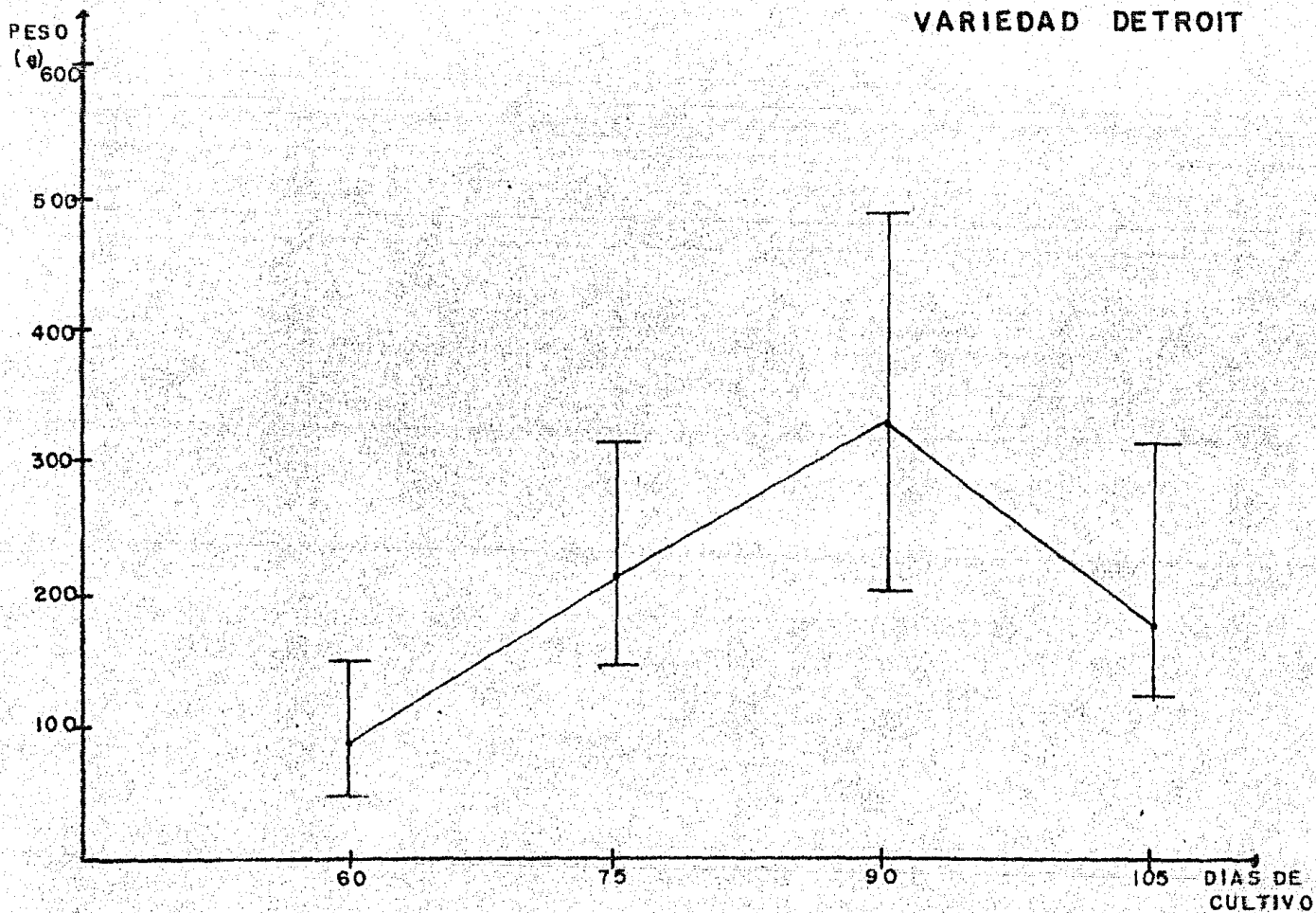
GRAFICA 7

PESO (g.)
VARIEDAD
CROSBY'S EGYTIAN



GRAFICA 8

PESO (g)
VARIEDAD DETROIT



presentan el porcentaje más bajo de humedad (74.83) con respecto a las otras variedades analizadas (Tabla No. 4). Tanto la variedad Cardenal como la Crosby's Egyptian, van teniendo un incremento bastante marcado al ir aumentando los días de cultivado el betabel, llegando a tener los más altos porcentajes de humedad a los 90 días, siendo la variedad Cardenal la de más alto porcentaje con 92.90%, seguida de la variedad Crosby's Egyptian con 90.45% (Tabla No. 4)

La variedad Cardenal sigue con un porcentaje de humedad casi constante hasta los 105 días, mientras que la variedad Crosby's Egyptian desciende su porcentaje levemente a los 105 días (Gráfica No. 9).

La variedad Ruby Queen al igual que la variedad Detroit siguen un patrón de comportamiento semejante en cuanto al porcentaje de humedad, debido a que permanecen en forma casi constante, oscilando sus porcentajes entre 85.22 y 88.49 % (Tabla No. 4), a lo largo de todo el ciclo de cultivo del betabel (Gráfica No. 9).

Por ciento de cenizas.

Los análisis efectuados a las cuatro variedades en estudio con respecto al porcentaje de óxidos en el betabel, dieron como resultado (Tabla No. 5) que las cuatro variedades se comportan en forma semejante debido a que su menor porcentaje lo

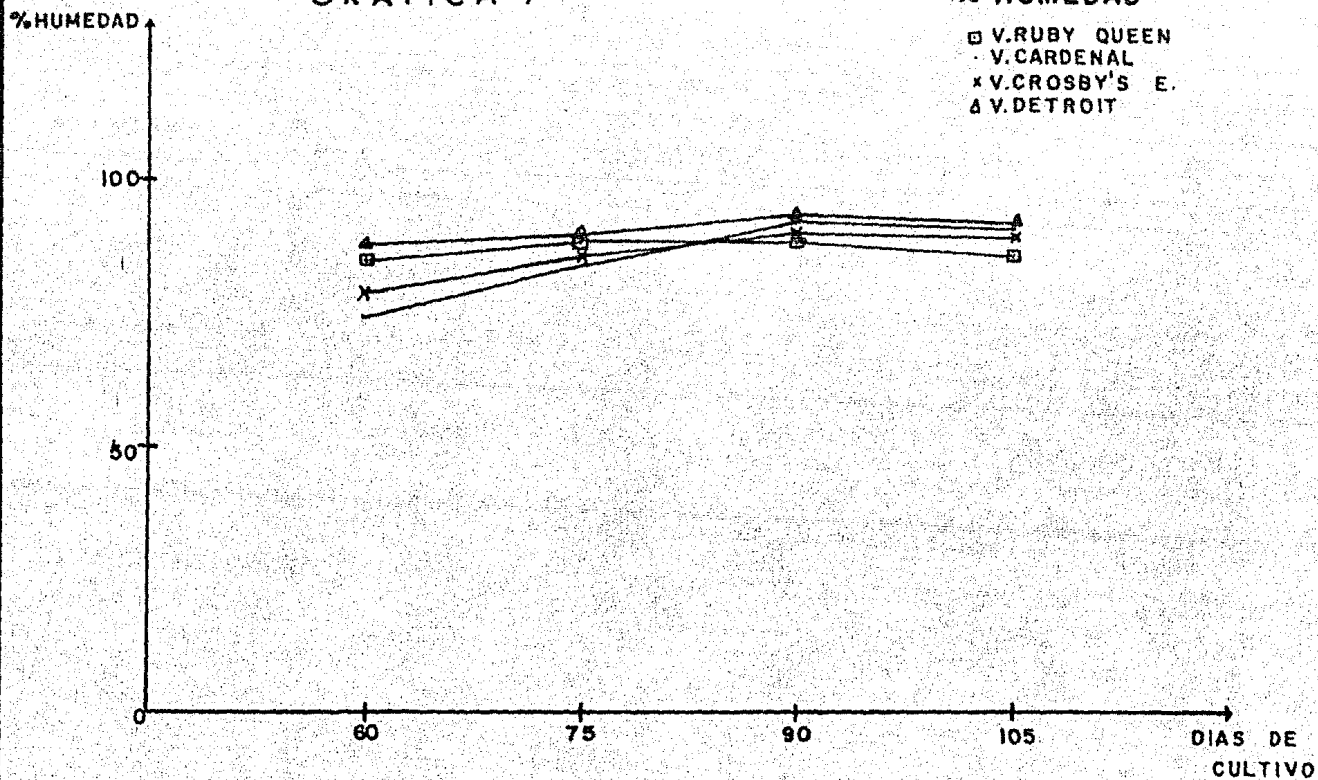
T A B L A 4

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	PORCIENTO DE HUMEDAD
RUBY	60	85.22
	75	88.47
QUEEN	90	88.61
	105	86.86
CARDENAL	60	74.83
	75	83.61
	90	92.90
	105	91.10
CROSBY'S	60	78.11
	75	85.09
EGYPTIAN	90	90.45
	105	87.87
DETROIT	60	87.21
	75	87.83
	90	88.49
	105	88.45

GRAFICA 9

% HUMEDAD

- V.RUBY QUEEN
- V.CARDENAL
- x V.CROSBY'S E.
- Δ V.DETROIT



tienen a los 60 días y el mayor porcentaje se presenta a los 90 días, existiendo un ligero descenso a los 105 días de cultivada la planta de betabel (Gráfica No. 10).

La variedad Ruby Queen es la que se presenta con los menores porcentajes de óxidos durante todo el ciclo del cultivo, teniendo su menor porcentaje de óxidos (0.5296) a los 60 días y su mayor porcentaje (1.1344) a los 90 días de cultivado el betabel (Tabla No. 5).

La variedad Cardinal es la que tuvo un mayor porcentaje de óxidos con respecto a las otras tres variedades analizadas, durante la mayor parte del ciclo de cultivo del betabel; durante el cual tuvo su menor porcentaje de óxidos (0.9093) a los 60 días y alcanzando su máximo porcentaje (1.7133) a los 90 días. (Tabla No. 5).

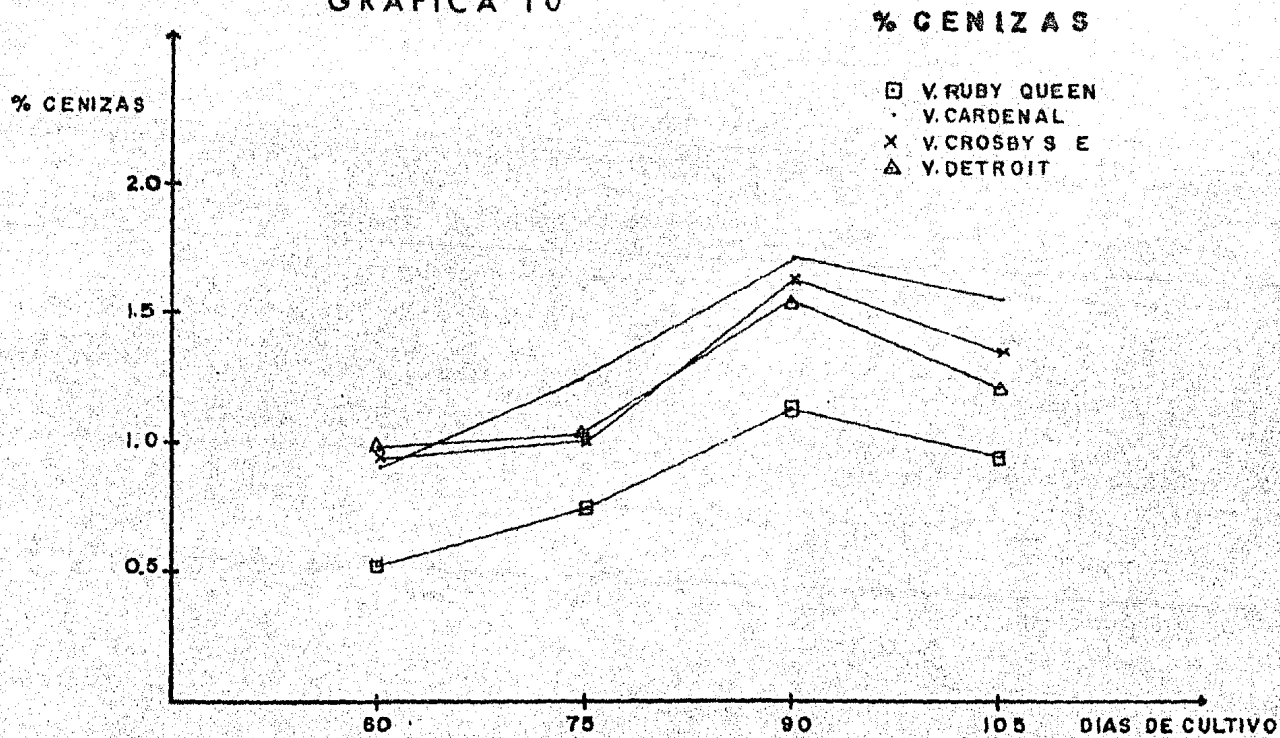
Sólidos totales.

En la Tabla No. 6 se muestra que existe un leve incremento en forma proporcional al aumento en los días de cultivado el betabel (Gráfica No. 11). La mayor concentración de sólidos totales se obtuvo a los 105 días de cultivado el betabel, esto debido probablemente al incremento que se presentó en las concentraciones de sacarosa y proteína en las cuatro variedades (Gráfica No. 11) analizadas, en las cuales se observa un incremento similar al de los sólidos totales.

T A B L A 5

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	PORCIENTO DE CENIZAS
RUBY	60	0.52
	75	0.74
QUEEN	90	1.13
	105	0.94
CARDENAL	60	0.90
	75	1.24
	90	1.71
	105	1.58
CROSBY'S	60	0.92
	75	1.08
	90	1.66
EGYPTIAN	105	1.38
DETROIT	60	0.99
	75	1.06
	90	1.57
	105	1.21

GRAFICA 10



La variedad que presentó la mayor concentración de sólidos totales fue la Cardinal, obteniendo su máxima concentración (195.54) a los 105 días de cultivado el betabel, que corresponde al cuarto muestreo realizado (Tabla No. 6).

Cenizas de sólidos totales.

En el análisis gráfico (gráfica No. 12) correspondiente a las cenizas de sólidos totales, se refleja el comportamiento que tienen los iones metálicos; se deduce que existe un equilibrio entre los metales que se encuentran presentes en el betabel durante todo su ciclo, no se sabe si los óxidos metálicos existentes a los 60 días de cultivado el betabel son los mismos que se detectan a los 105 días o si existe algún intercambio a nivel fisiológico de óxidos metálicos a lo largo del ciclo del betabel, debido a que no se efectuaron los análisis correspondientes.

La variedad Crosby's Egyptian es la que presentó una concentración un poco mayor de 8,10 g/Kg (Tabla No. 7) a los 90 días de cultivado el betabel con respecto a las otras tres variedades analizadas y la variedad que presentó una concentración menor (3.38 g/kg) de óxidos metálicos durante la mayor parte del ciclo fue la Ruby Queen (Tabla No. 7).

En forma general, las cuatro variedades presentaron un patrón de comportamiento similar con respecto a la cantidad de óxidos metálicos durante el ciclo de cultivo del betabel.

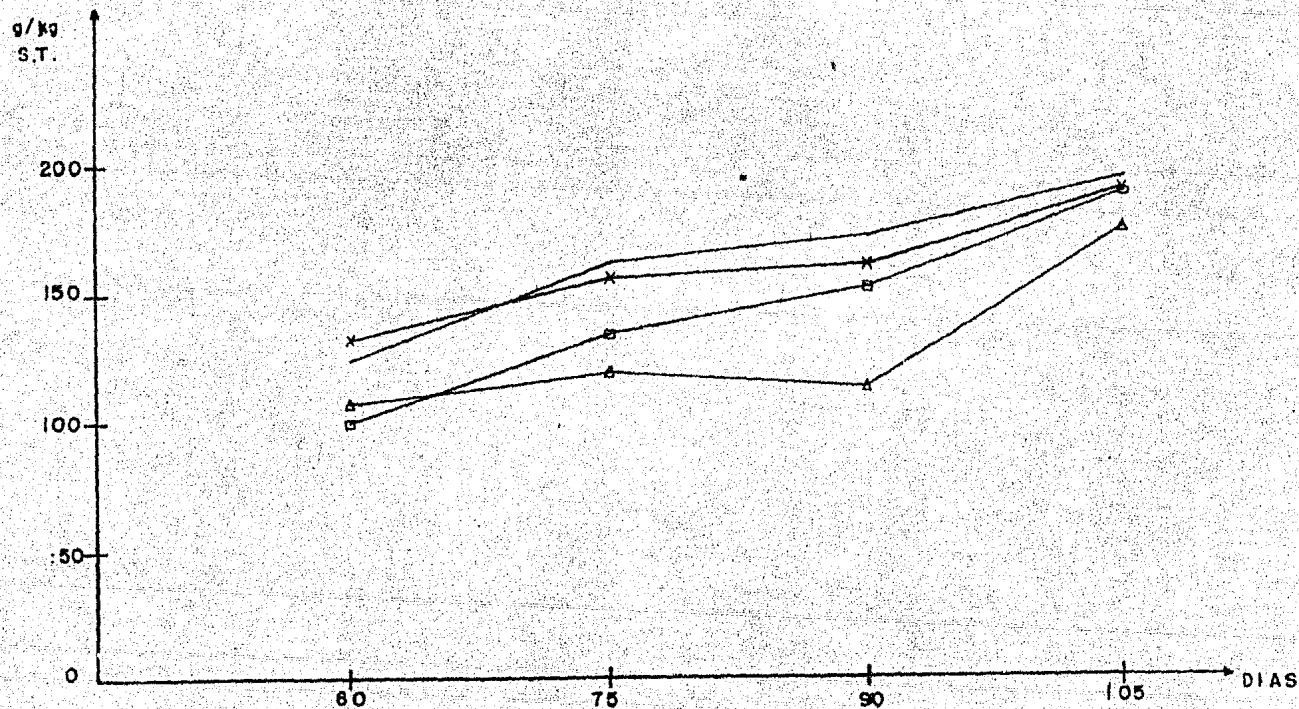
T A B L A 6

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	SOLIDOS TOTALES
RUBY	60	100.40
	75	135.85
QUEEN	90	153.11
	105	189.47
CARDENAL	60	125.85
	75	163.44
	90	173.42
	105	195.54
CROSBY'S	60	133.88
	75	157.63
EGYPTIAN	90	162.41
	105	190.63
DETROIT	60	108.47
	75	120.85
	90	135.95
	105	175.00

GRAFICA 11

SOLIDOS TOTALES

- RUBY QUEEN
- CARDENAL
- X CROSBY'S E
- △ DETROIT



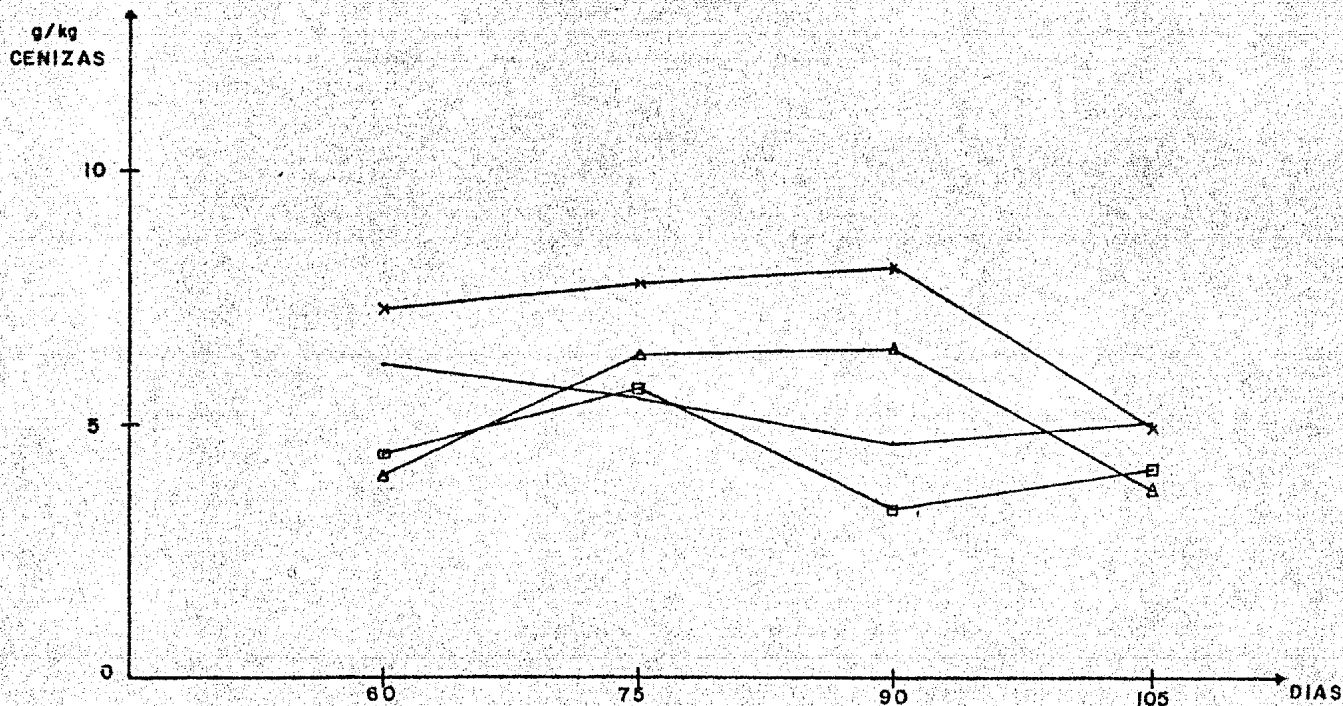
T A B L A 7

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	CENIZAS DE SOLIDOS TOTALES (g/KG)	% EN SOLIDOS TOTAL
RUBY	60	4.47	4.45
	75	5.76	4.25
QUEEN	90	3.38	2.21
	105	4.10	2.16
CARDENAL	60	6.23	4.95
	75	5.52	3.38
	90	4.66	2.69
	105	5.09	2.61
CROSBY'S	60	7.30	5.46
	75	7.82	4.97
EGYPTIAN	90	8.10	4.99
	105	4.92	2.58
DETROIT	60	4.08	3.77
	75	6.46	5.35
	90	6.52	4.80
	105	3.77	2.16

GRAFICA 12

CENIZAS DE SOL. TOT.

- RUBY QUEEN
- CARDENAL
- X CROSBY'S E
- △ DETROIT



Proteína.

Los resultados obtenidos con respecto a la concentración de proteína en betabel a diferentes fechas de cultivo (Tabla No. 8), muestran que las cuatro variedades analizadas tienen un comportamiento similar, debido a que todas presentan un incremento en la concentración de proteína, siendo la mayor cantidad a los 105 días de cultivada la planta de betabel (Gráfica No. 13).

La menor concentración se tiene a los 60 días de cultivada la planta, posteriormente se presenta un incremento paulatino en la concentración de proteína conforme transcurren los días de cultivada la planta.

Glucosa.

En la gráfica No. 14 y Tabla No. 9, correspondientes a la concentración de glucosa, se observa que las cuatro variedades analizadas, presentan una concentración de glucosa que permanece en forma casi constante durante todo el ciclo del cultivo del betabel. Entre 14.06 y 18.63 g/Kg de betabel.

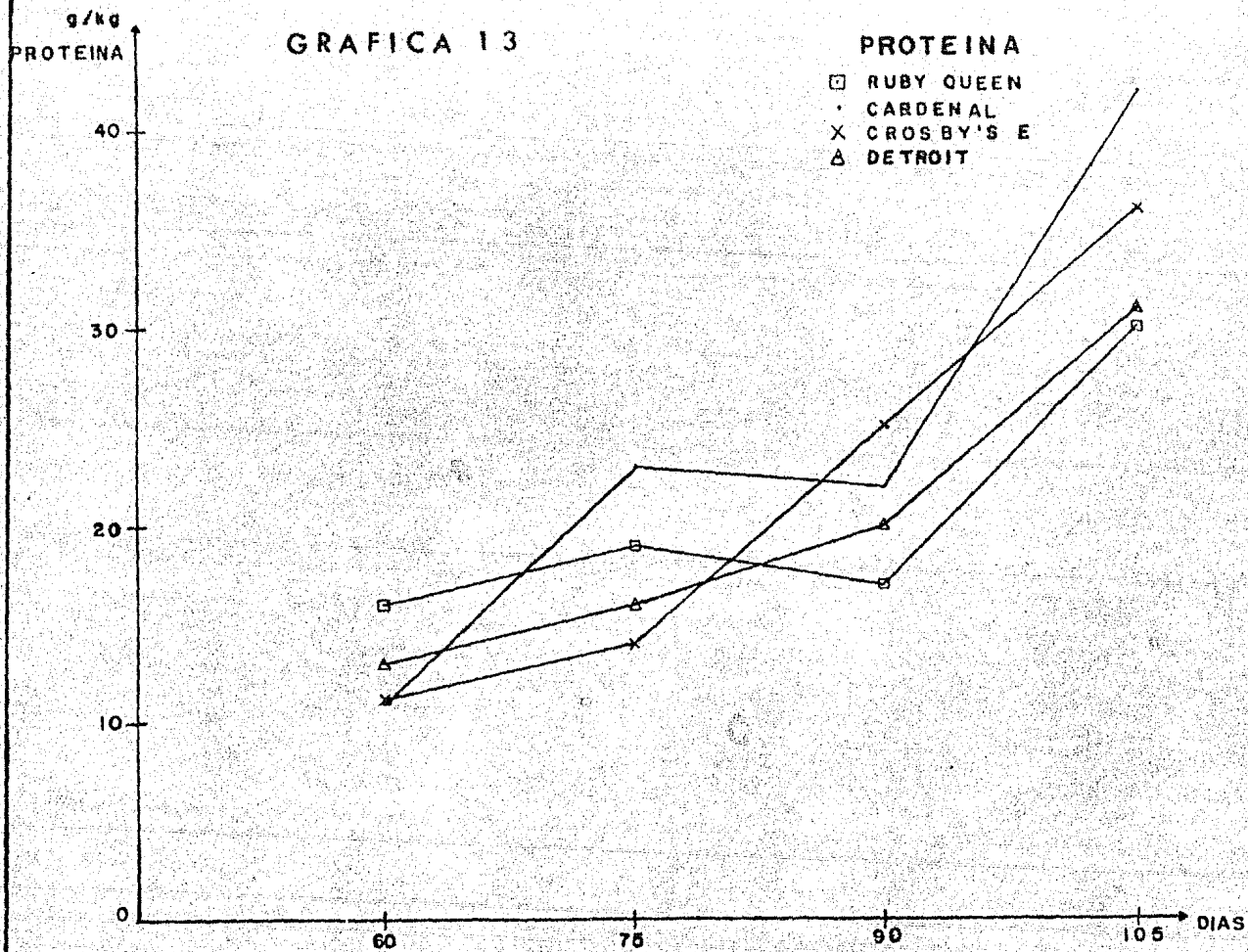
Sacarosa.

En relación a la sacarosa, en la Gráfica No. 15 se pone de manifiesto que a mayor tiempo de cultivo es mayor la concentración de sacarosa en el betabel.

T A B L A 8

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	PROTEINA (g/Kg)	% EN SOLIDOS TOTAL
RUBY	60	16.19	16.13
	75	19.17	14.12
QUEEN	90	17.69	11.56
	105	30.16	15.92
CARDENAL	60	11.29	8.98
	75	23.60	14.44
	90	22.33	12.88
	105	42.30	21.64
CROSBY'S	60	11.82	8.84
	75	14.02	8.90
EGYPTIAN	90	25.10	15.46
	105	36.69	19.25
DETROIT	60	13.05	12.04
	75	16.50	13.66
	90	20.67	15.21
	105	31.61	18.07

GRAFICA 13

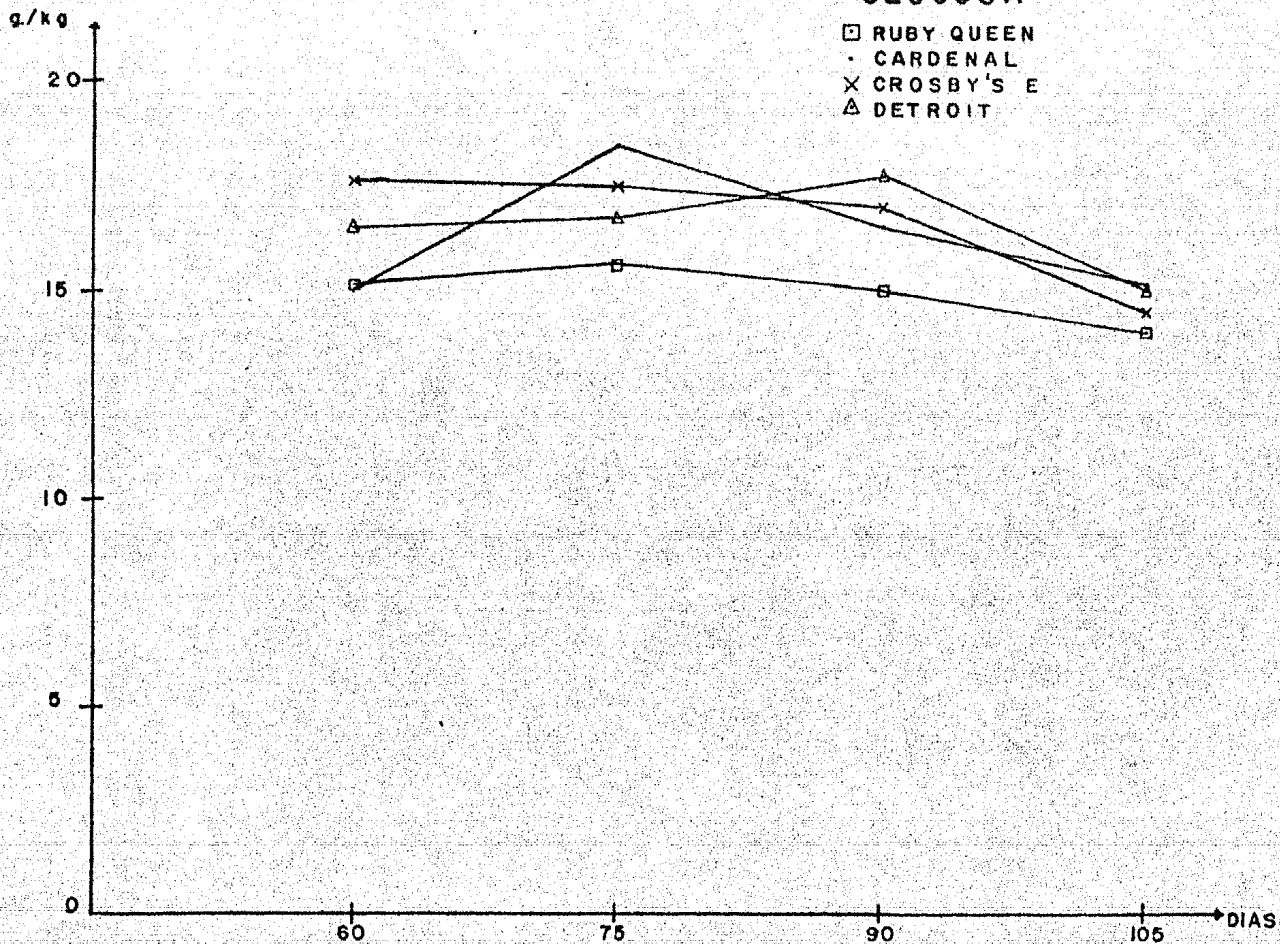


T A B L A 9

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	GLUCOSA (g/Kg)	% EN SOLIDOS TOTAL.
RUBY	60	15.35	15.29
	75	15.75	11.60
QUEEN	90	15.27	9.98
	105	14.06	7.43
CARDENAL	60	15.23	12.11
	75	18.63	11.40
	90	16.66	9.61
	105	15.11	7.73
CROSBY'S	60	17.72	13.25
	75	17.50	11.11
EGYPTIAN	90	17.28	10.64
	105	14.64	7.68
DETROIT	60	16.52	15.24
	75	16.81	13.92
	90	17.87	13.14
	105	15.05	8.60

GRAFICA 14

GLUCOSA



Las cuatro variedades analizadas siguen un patrón de comportamiento similar durante el ciclo del cultivo. Durante la mayor parte del ciclo del cultivo, la variedad Cardenal permaneció con una concentración mayor de sacarosa con respecto a las otras variedades analizadas; quedando sin embargo al final del cultivo (105 días) un poco abajo de las variedades Ruby Queen y Crosby's Egyptian.

La variedad Detroit permanece con la menor concentración de sacarosa, a lo largo de todo el ciclo de cultivo del betabel (Tabla No. 10), con respecto a las otras tres variedades analizadas; aunque la concentración de sacarosa se fue incrementando en relación a los días de cultivo (Gráfica No. 15).

Colorante.

El contenido de colorante en el betabel (Tabla No. 11), muestra que a los 60 días de cultivada la planta, es cuando se obtiene la mayor concentración de colorante por Kg. de betabel (Gráfica No. 16).

Las cuatro variedades analizadas presentan un patrón de comportamiento similar a lo largo del ciclo del cultivo, existiendo un leve descenso de la concentración del colorante a los 75 días de cultivado el betabel.

La variedad Cardenal es la que presenta las mayores con-

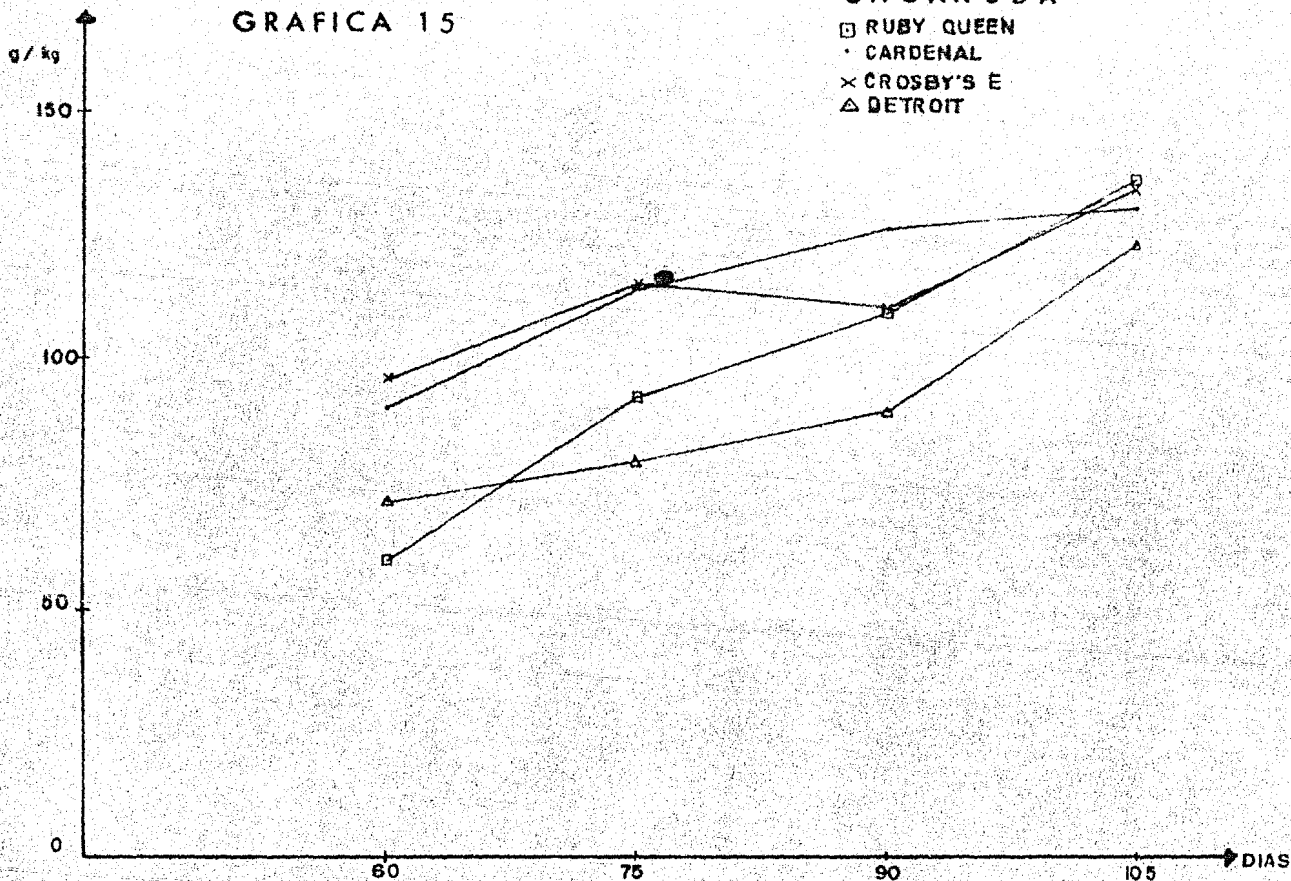
T A B L A 10

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	SACAROSA (g/Kg)	% EN SOLIDOS TOTAL.
RUBY	60	60.78	60.54
	75	92.16	67.87
QUEEN	90	109.32	71.40
	105	136.13	71.87
	60	90.68	72.09
CARDENAL	75	114.40	70.01
	90	126.76	73.10
	105	130.85	66.93
	60	96.27	71.96
CROSBY'S	75	115.67	73.39
	90	110.00	67.73
EGYPTIAN	105	134.72	70.69
	60	72.81	67.17
DETROIT	75	79.51	65.82
	90	89.75	66.04
	105	123.74	70.71

GRAFICA 15

SACAROSA

- RUBY QUEEN
- CARDENAL
- × CROSBY'S E
- △ DETROIT



centraciones de colorante durante el ciclo del cultivo del betabel (Tabla No. 11); obteniéndose su máxima concentración de colorante (1.41 g/Kg de betabel) a los 60 días, que corresponde al primer muestreo de los cuatro realizados.

Vulgaxantina.

Con respecto a la concentración de vulgaxantina en el betabel, se muestra en la Tabla No. 12 que existe un comportamiento similar entre las cuatro variedades de betabel analizadas.

Las mayores concentraciones de vulgaxantina, se presentan a los 60 días de cultivado el betabel (Gráfica No. 17), excepto para la variedad Crosby's Egyptian la cual presentó su menor concentración (0.31 g/Kg de betabel) a los 75 días, presentando posteriormente un incremento en su concentración de vulgaxantina, al ir en aumento los días de cultivo del betabel alcanzando su máxima concentración (0.63 g/Kg de betabel) a los 105 días (Tabla No. 12). La variedad Detroit es la que presentó la más baja concentración de vulgaxantina (0.22 g/Kg) con respecto a las otras tres, a los 75 días de cultivado el betabel.

La variedad que presentó un mejor comportamiento en la mayor parte del ciclo del cultivo al dar una más alta concentración de vulgaxantina, fue la variedad Cardinal (Gráfica No. 17); de la cual se obtuvo su máxima concentración (0.71 -

g/Kg) a los 60 días y su mínima concentración (0.47 g/Kg) a los 90 días de cultivada la planta de betabel (Tabla No. 12), que corresponden al primer y tercer muestreo de los cuatro que se llevaron a cabo.

Se podría concluir que la mejor época de corte sería a los 60 días y la mejor variedad la Cardenal, sin embargo, al tomar en consideración el volumen (Toneladas) de betabel cosechado por hectárea, en un ciclo, la decisión final se puede modificar como se muestra a continuación.

La Tabla No. 13 recopila las toneladas que se obtendrían por hectárea de betabel sembrado, en diferentes tiempos de cosecha y para las diferentes variedades, tomando en cuenta el contenido de colorante por Kilogramo de betabel para calcular la cantidad total de colorante (en Kg.) que se obtendría si se pudiera extraer en forma cuantitativa.

De los datos mostrados se observa que la variedad Ruby Queen es la más adecuada para cultivarse como materia prima para la obtención de colorantes naturales (rojos y amarillos), dado que a los 90 días de cultivado el betabel, esta variedad presenta la máxima cantidad de colorante tanto rojo (24.45) como amarillo (12.72) en valor absoluto obtenido por hectárea. Con respecto a las otras tres variedades analizadas, se observa que se obtiene un 7% más de colorante procesando un 5% más de betabel, con la variedad más cercana (Cardenal: 22.88 Kg.-

de colorante rojo y 10.87 Kg. de colorante amarillo); seguidas posteriormente por las variedades Crosby's Egyptian y por último la variedad Detroit.

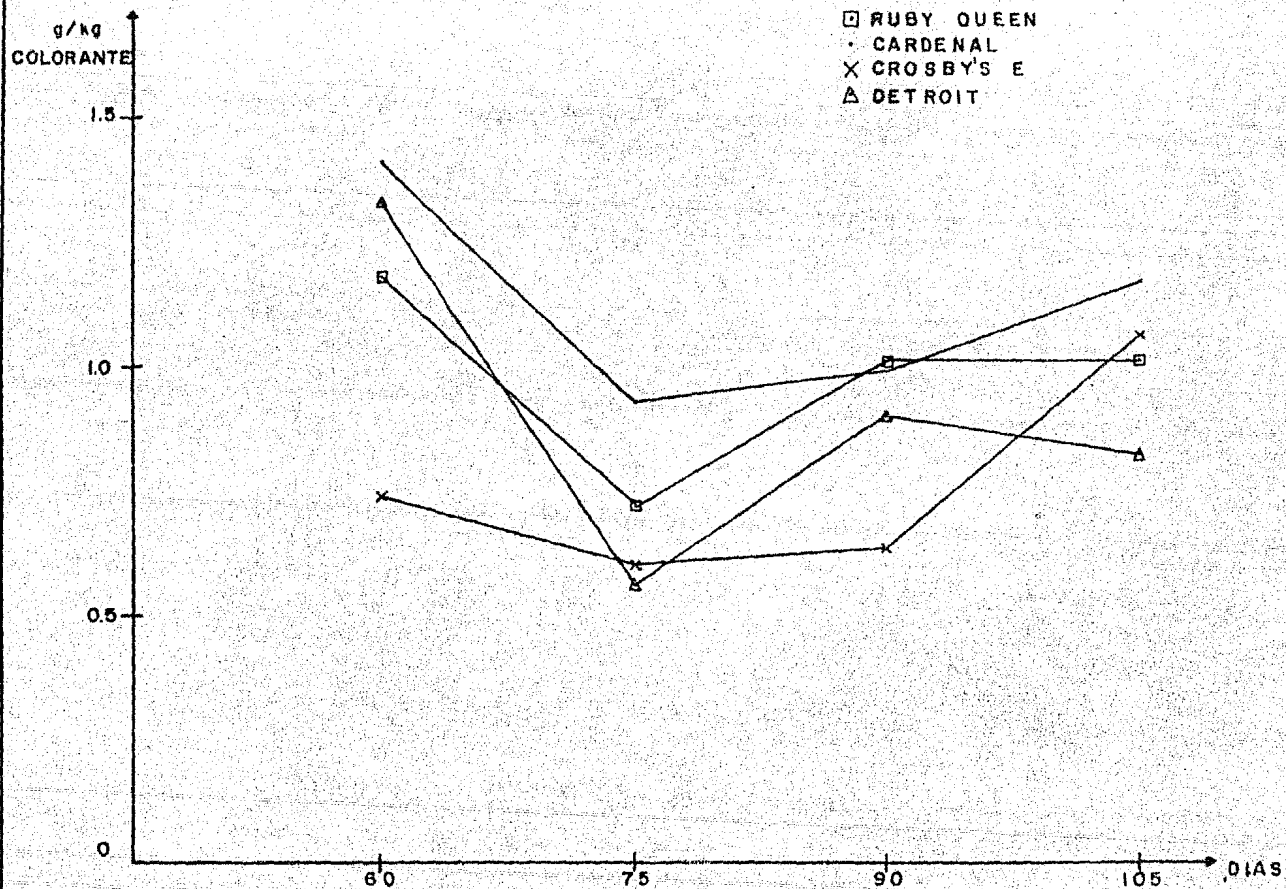
T A B L A 11

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	COLORANTE (g/Kg)	% EN SOLIDOS TOTAL.	
RUBY	60	1.18	1.17	
	QUEEN	75	0.72	0.53
		90	1.01	0.66
		105	1.01	0.53
CARDENAL	60	1.41	1.12	
	75	0.93	0.57	
	90	0.99	0.61	
	105	1.17	0.60	
CROSBY'S	60	0.74	0.56	
	75	0.60	0.39	
EGYPTIAN	90	0.63	0.39	
	105	1.06	0.57	
	DETROIT	60	1.33	1.23
75		0.56	0.47	
90		0.90	0.67	
105		0.82	0.48	

GRAFICA 16

COLORANTES (g/kg)

- RUBY QUEEN
- CARDENAL
- X CROSBY'S E
- △ DETROIT



T A B L A 12

VARIEDAD	DIAS DE CULTIVO	VULGAXANTINA (g/Kg)	% EN SOLIDOS TOTAL.
RUBY	60	0.60	0.60
	75	0.34	0.25
QUEEN	90	0.52	0.34
	105	0.53	0.28
	60	0.71	0.56
CARDENAL	75	0.64	0.39
	90	0.47	0.27
	105	0.60	0.31
	60	0.34	0.25
CROSBY'S	75	0.31	0.20
	90	0.38	0.23
EGYPTIAN	105	0.63	0.33
	60	0.66	0.61
	75	0.22	0.18
DETROIT	90	0.41	0.30
	105	0.45	0.26

GRAFICA 17

VULGAXANTINAS (g/kg)
(Amarillos)

- RUBY QUEEN
- CARDENAL
- X CROSBY'S E
- △ DETROIT

VULGAXANTINA
(g/kg)

1.0

0.5

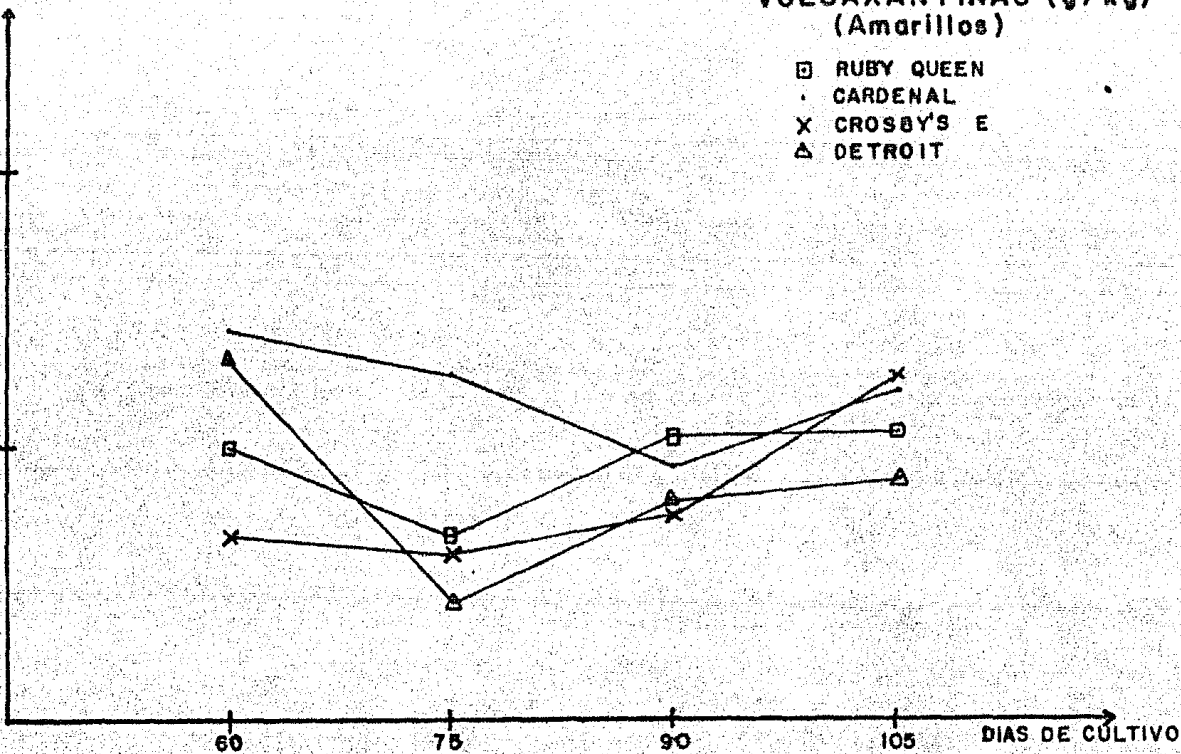
60

75

90

105

DIAS DE CULTIVO



T A B L A 13

DIAS DE CULTIVO	RUBY QUEEN				CARDEHAL				CROSBY'S EGYPTIAN				DETROIT			
	Beta- bel Ton/Ha	COLORANTE		Rela- ción A-B	Beta- bel Ton/Ha	COLORANTE		Rela- ción A-B	Beta- bel Ton/Ha	COLORANTE		Rela- ción A-B	Beta- bel Ton/Ha	COLORANTE		Rela- ción A-B
		B Rojo Kg/Ha	A Amaril- lo Kg/Ha			B Rojo Kg/Ha	A Amaril- lo Kg/Ha			B Rojo Kg/Ha	A Amaril- lo Kg/Ha			B Rojo Kg/Ha	A Amaril- lo Kg/Ha	
60	8.41	9.93	5.08	0.51	5.77	8.14	4.12	0.50	6.52	4.82	2.24	0.46	7.40	9.84	4.93	0.50
75	15.38	11.07	5.23	0.47	16.34	15.20	10.47	0.68	20.38	12.23	6.35	0.51	17.95	10.05	4.01	0.39
90	24.21	24.45	12.72	0.52	23.11	22.88	10.87	0.47	26.14	16.46	9.94	0.60	27.55	24.80	11.31	0.45
105	12.86	12.99	6.88	0.53	10.44	12.22	6.32	0.52	14.44	15.30	9.10	0.59	15.31	12.55	6.91	0.55

VI. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Las cuatro variedades que se estudiaron fueron: Ruby - - Queen, Cardenal, Crosby's Egyptian y Detroit, a estas variedades se les hicieron los siguientes estudios, para cuatro fechas distintas de cosecha (60,75,90,105 días).

En el campo se sembraron las cuatro variedades de betabel bajo las mismas condiciones de: método de siembra, densidad de siembra, dosis de fertilización y épocas de cosecha. - En el laboratorio se le determinó a cada pieza de betabel - - fresco, diámetro, peso, humedad y cenizas.

Posteriormente en el extracto acuoso del betabel estabilizado con ácido ascórbico se le determinó: sólidos totales, cenizas de sólidos totales, nitrógeno protéico, azúcares (glucosa-sacarosa) y colorantes.

1.- La variedad Ruby Queen es la más adecuada para cultivarse como materia prima para la obtención de colorantes naturales (rojos y amarillos), debido a que a los 90 días de cultivado el betabel se obtiene una mayor cantidad de colorante, - tanto rojo como amarillo, en valor absoluto obtenido por hectárea.

2.- La variedad que se recomienda para los productores es la

Detroit, debido a que a los 90 días de cultivado el betabel - se obtiene una mayor cantidad (27.55 Ton/Ha.), con respecto a las otras tres variedades.

3.- La variedad Cardenal se recomienda para el consumo humano como verdura fresca, debido a sus altas concentraciones, - tanto de proteína (42.30 g/Kg. de betabel) como de azúcares.

Este consumo se recomienda que se haga a los 105 días de cultivado el betabel.

4.- Se sugiere que se realicen más trabajos de investigación en relación a la dosis de fertilización y densidad de siembra, para poder obtener los resultados óptimos al respecto.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alsina, G.L., 1971 Horticultura Especial; tomo II, Editorial SINTES S.A. Barcelona, pp. 183-191.
- 2.- Anuario Estadístico 1978-1982,, SARH-Dirección General - de Economía Agrícola.
- 3.- Boswell, V.R., 1963. El cultivo del betabel para mesa; -- traducción del folleto No.360 de la División de - Investigación Agrícola, Depto. de Agricultura de - los Estados Unidos; por el Ing. Juan Lozoya Dávila, D.G.A.-S.A.G. pp.3-8.
- 4.- Braverman, J.B., Introducción de la Bioquímica de los alim-
mentos 12:207,218; 16:267-282.
- 5.- Cásseres, E., 1971. Producción de Hortalizas. Herrero - -
Hnos; Sucesores S.A. 2a.edición en Español. pp --
200-205.
- 6.- De la Teja, O., 1982. Estudio de las características edá-
ficas de los suelos de la F.E.S.-C; F.E.S.-C, De-
partamento de Ciencias Agrícolas. UNAM.
- 7.- Dirección de Economía Agrícola SARH. Variedades Autoriza-
das de los Principales Cultivos con las Indicacio-
nes para las Epocas de Siembra y de Cosecha.
- 8.- Edmond, J.B. et al., 1967. Principios de Horticultura. Cia.
Editorial Continental 3a Edición; pp. 22-23; 92-
95.
- 9.- Enciclopedia Salvat Diccionario., 1971, tomo 2; Salvat --
Editores, S.A. pag. 2866.

- 10.- Fersini, A., 1972. Horticultura Práctica. Editorial Diana. 1a. Edición, pp 357-360.
- 11.- Furia, Thomas, E., 1968. Handook of Food Aditives; the Chemical Rubber Co. pp. 25-47. Cleveland Ohio.
- 12.- Gajón, S. C., 1956. Horticultura Moderna. Editor Bartolomé-Trucco, 3a Edición. pp. 95-99.
- 13.- García, A. M., 1971. Patología Vegetal Práctica, Editorial-Limusa-Wiley. 1a Edición. pp. 9-12; 67-70.
- 14.- García, R. A., 1952. Horticultura. Salvat Editores, S. A. pp. 178-182.
- 15.- Garza, D. M. de la., 19 . Prueba de adaptación y rendimiento de 7 variedades de betabel (Beta vulgaris L.) en la región de Gral. Escobedo, N. L. Tesis Profesional.
- 16.- González, T. M., 1976. Efecto de 5 fechas de siembra en el rendimiento y la calidad de dos variedades de betabel (Beta vulgaris L.) en la región de Gral. Escobedo, N. L. Tesis Profesional.
- 17.- Guenko, G., . Horticultura Cubana, La Habana Cuba. pp. 281-285; 289-291; 306-310.
- 18.- Hall, R. L., 1958. "Flavor research and food acceptance", - Reinhold Pub. corp. New York, pag. 224 (citado en Food Colors Food Technology, July 1980, pp. 77-84).
- 19.- Hesse, B. C., 1962. "Coal-tar colors used in food products"; Bull. USDA Washington D. C. (citado por Weissler, A. "FDA regulations of Food Colors", Food Technology, May 1975, pp. 38-46).

- 20.- Horticultura., 1984. Manual para Educación Agropecuaria, basado en el trabajo del Ing. Van Haeff, J.N. Editorial Trillas, SEP.
- 21.- Landaw, C.F., 1963. Apuntes de Botánica Sistemática, E.A. G. Inst. Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, pag.21 (citado por Ing. Robles Sánchez R. Producción de Granos y Forrajes 1979).
- 22.- Larios, C.C, Tueme, J.J. y Calderón, Hdez.S., 1981. Estudio comparativo de la estabilidad del jugo concentrado estabilizado y el colorante en polvo, obtenidos de la tuna tapona (Opuntia robusta wend) con extracto de col roja, concentrado de uva, concentrado de arándano, concentrado de betabel y rojo-40. Promotora del Maguey y del Nopal, colección: estudios y proyectos No. 31.
- 23.- Machlennery, G. and Little, A., 1962. Color of Foods, Avi - Publishing Co., Westport Conn.
- 24.- National Academy of Sciences., 1980. Desarrollo y Control de las Enfermedades de las Plantas, Vol.1, Editorial Limusa, México.
- 25.- Pasch, J.H., von Elbe, J.H. and Sell, R.J., 1975. Betalaines as colorants in dairy products. J. Milk Food. Technol. 38: 25-28.
- 26.- Pasch, J.H. and von Elbe., 1977. Red and Yellow pigments from betalains hold promise as substitutes for colors banned by F.D.A. Candy & Snack Ind. 142:32-36.
- 27.- Pasch, J.H., von Elbe, J.H. and Dimesen, N., 1979. Betalaines as natural food colorants. pp.43-45 in Food Prod. Develop.

- 28.- Peña, R., 1934. Horticultura y Fruticultura. Editor J. -- Monteso, Barcelona, 1a. Edición. pp. 226-227.
- 29.- Pérez, T.A., 1936. El cultivo de las plantas, Edición del Departamento de Enseñanza Agrícola y Normal Rural. pp. 135-155.
- 30.- Philip, T., Utilization of plant pigments as food colorants, Department of Dairy and Food Sciences University of Arizona. pp. 50-56.
- 31.- Platelli, M. and Minafe, L., 1964. Pigments of Centrospermae 11, Distribution of betacyanins. 3:547-557.
- 32.- Platelli, M. and Prota, G., 1965. Pigments of Centrospermae 111, Betaxanthins from Beta vulgaris L., Phytochemistry 4:121-125.
- 33.- Poehman, J.M., 1979. Mejoramiento genético de las cosechas, Editorial Limusa-Wiley. 6a. Reimpresión, -- pp. 353-376.
- 34.- Pucher, G.W., Curtis, L.C. and Vickery, H.B., 1937. The red pigment of the root of the beet (Beta vulgaris) 1. The preparation of betanin. J. Biol. Chem 123:61-70.
- 35.- Ramos, B.V., 1983. "Utilización de pigmentos rojos de Escontria chiotilla como colorante en alimentos, Tesis Profesional, Facultad de Química. UNAM.
- 36.- Reglamento de Aditivos para Alimentos, publicado en el - Diario Oficial del 15 de febrero de 1958, México.
- 37.- Reyna, T.T., 1978. Características Climático Frutícolas - en Cuautitlán Estado de México. Bol. Inst. Geog. - vol.8 pp. 55-66. UNAM.

- 38.- Riboh, M., 1977. Natural colors: what works...what doesn't. Food Engr. May. 66.
- 39.- Robles, S.R., 1979. Producción de granos y forrajes, 2a.- Edición, Editorial Limusa. México. pp. 423-439.
- 40.- Santos, E., and et al., Estudio de los colorantes de beta bel (Beta vulgaris L.).
- 41.- Sapers, G.M. and Hornstein, J.S., 1979. Varietal differences in colorant properties and stability of red - beet pigments. J. Food Sci. 44:1245.
- 42.- Sección de Asesoría de Alimentos y Bebidas, perteneciente a la Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos de la S.S.A.
- 43.- Tamaro, D., 1921. Manual de Horticultura. Editor Gustavo-Gill, Barcelona, pp. 139-144.
- 44.- Tannahill, 1973. "Food in History". Stein and Day, New - York, (citado en Food Colors Technology, July --- 1980. pp. 77-84).
- 45.- Villegas, R.L., 1979. "Estudio de los colorantes del beta bel (Beta vulgaris)". Tesis Profesional, Facultad de Química. UNAM.
- 46.- von Elbe, J.H. and Maing, J.Y., 1973. Betalains as possible food colorants of meat substitutes. Cereal Sci. - today 18(9); 263-264, 316-317.
- 47.- von Elbe, J.H., Klement, J.T. and Amundson, C.H., 1974. Evaluation of betalain pigments as sausage colorants. J. of Food Science 39:128-132.

- 48.- Walker, J.C.H., 1965. Patología Vegetal. Ediciones Omega, -
Barcelona, 1a. Edición. pp. 620-626.
- 49.- Weissler, A. F.D.A. Regulation of Food Colors. Food Tech-
nology, May 1975. pp. 38-46.