

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**LA REMOLACHA FORRAJERA (*Beta vulgaris* L) Y SU POTENCIAL
PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS.**

Por:

JOSE MANUEL VÁZQUEZ MORALES

MONOGRAFIA

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Abril de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**LA REMOLACHA FORRAJERA (*Beta vulgaris* L) Y SU POTENCIAL PARA
ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS.**

MONOGRAFIA

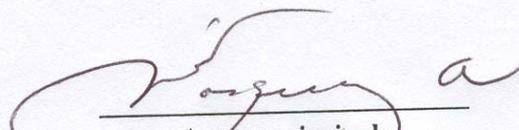
Por:

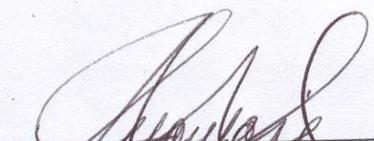
JOSE MANUEL VÁZQUEZ MORALES

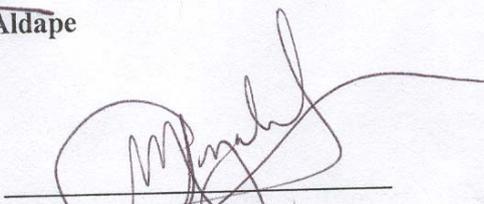
**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

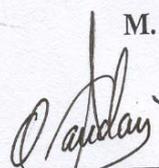
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

COMITÉ PARTICULAR


Asesor principal:
Dr. Ricardo Vásquez Aldape


Asesor sinodal
Dr. Juan José López González


Asesor sinodal
M. C. Myrna Julieta Ayala Ortega
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


Coordinador de la División de Ciencia Animal
Ing. Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.



DEDICATORIA

A los seres que mas amo en el mundo

A Mis Padres:

Con el más grande amor, cariño, respeto, gratitud y confianza, A ustedes mis queridos y hermosos padres que son un ejemplo a seguir como persona:

Sr. José Vázquez Ramírez

Sra. Dominga Morales Vázquez

Les doy gracias, por que me brindaron su apoyo, cariño, confianza, por estar siempre pendiente de mí, que me dieron su amor incondicional, la dicha de ser su hijo y que siempre estuve en sus oraciones y bendiciones. A ellos que nunca me dejaron caer y me guiaron a ser un hombre de bien, ustedes que fueron un motor para seguir adelante durante la carrera y lograr mi meta anhelado que es ser un profesionalista. Gracias padres, Siempre los amare y vivirán en mi corazón.

A Mis Hermanos:

José

Rosa

Audelina

Enrique

Oscar

Javier

Que me brindaron su apoyo incondicional, sus consejos y comprensión, ya que con sus consejos me supieron guiar en el buen camino de la superación, en las buenas y en las malas estuvieron conmigo. A todos ustedes hermanos queridos gracias.

A Mis Abuelos:

Sr. Juan Vázquez Morales (+)

Sr. Domingo Morales (+)

Sra. Manuela Ramírez Solano (+)

Sra. Manuela Vázquez García (+)

A ellos por haberme permitido ser parte del árbol genealógico. A ustedes mil gracias a donde quiera que estén.

A Mis Sobrinos (a):

Fabiola del alma, Leticia del Carmen, Roció, Martita, Karina, Patricia del Carmen, Susana, Oscar (Oscarin), Alondra Guadalupe, José Augusto, Josué de Jesús (changuito), José Ángel, Daniel, Enrique Gabriel.

Que con alegría, gritos, carisma y el buen humor de ellos llenan de amor y felicidad nuestro hogar.

A La Familia Montes Martínez

Sra. María de Jesús Martínez Villalobos, Sr. Raúl Montes (+), e hijas Yaneth y Yuri e hijos Raulito y Francisco Javier (el negrito) Les doy mil gracias por haberme darne un espacio en su vida y por haberme a cobijado durante mi estancia en saltillo, por darne la confianza, sus amistades, cariño y alegría en mi vida, a ellos que me apoyaron en las buenas y en las malas, que formaron parte de mi formación profesional, gracias, jamás los olvidare.

AGRADECIMIENTO

A DIOS:

Por haberme creado, por darme fuerzas, salud y bendiciones para seguir luchando a lo largo de mí camino, en los momentos más difíciles y llegar a esta etapa de la vida de ser un profesionalista y alcanzar la meta anhelado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a mi Alma-Mater y en especial a la División de Ciencia Animal, por haberme cobijado durante mi estancia en esta casa de estudio, por ser parte de ellos y llevar a cabo mi objetivo que es mi carrera, y por se parte de mi formación profesional.

A Mis Maestros:

Por haberme transmitido sus conocimientos y formación como profesionalista de amplio criterio.

A Mis Asesores:

Dr. Ricardo Vásquez Aldape, por su amistada, comprensión, su gran apoyo y el tiempo que me brindo durante la realización de este trabajo y por ser una persona digna de ser ejemplo a seguir durante mi vida profesional.

Así mismo el Dr. Juan José López González, Por su apoyo y colaboración en la presentación de este trabajo.

De igual forma le agradezco al Mc. Myrna Julieta Ayala Ortega, por su colaboración y ser parte del jurado calificador de este trabajo.

A mis Compañeros de Generación CVI, como de mi especialidad y de otras especialidades que siempre me brindaron su amistad incondicional, su comprensión, las alegrías, las palabras de aliento que me dieron fuerza para seguir a todos ustedes compañeros que nunca los olvidare. Ing. Fausto Paz Guzmán, Leonel Narcia Castillejos, Ing. Roger Arriaga Roblero (la hija), Ing. Ramona Luevano Adame, Nemias Roblero² (Aparicio), Ing. Edvino Vázquez (cholovaquero), Ing. José Gumaro Vázquez Hernández (homero), Ing. Hugo Cesar Casco Galeano (paraguayo), Ing. José Luís Rivera Bautista (Morelos), Francisco Mendieta (rondallo), José Torre (primo), Ing. José Nicanor Suárez (chiquillo), Ing. Fernando Vázquez Ramírez (venado), Azael García (quiko), José Manuel de la Torre Vázquez (shilillos).

A mis amigos y amigas, tanto como de la Universidad, como de saltillo que ellos llenaron de alegría, amistad y respeto como persona durante mi instancia, a ellos que jamás los olvidare. Amigas (Flor Violeta Hernández Tovar (mi bbcita), Elizabeth Páez Delgado, Amada Araceli Gómez Pérez, Mayra Elizabeth (esposa de mi compadre), Sonia Nucamendi, Érica Gabriela, Ing. Liz Guzmán, Dr. Xiomara, Blanca Martínez Montes entre otras, y amigos (Braulio Pérez Gómez (mi compadre), Francisco Martínez Montes (paquillo), Francisco Rivera (pancho) José (bocho), Exal puon (chino), Víctor Manzano, Alejandro (peluquero), Celedonio (torcido), Ricardo del C. Gómez, Ing. Salvador.

A todos ustedes que estuvieron en las malas y buenas gracias, que dios los bendiga y los proteja a donde quiera que vayan.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA -----	iii
AGRADECIMIENTO -----	v
ÍNDICE GENERAL -----	vii
ÍNDICE DE CUADROS -----	ix
ÍNDICE DE FIGURAS -----	ix
I. INTRODUCCIÓN -----	1
Objetivo General-----	2
Objetivos específicos-----	2
Metas -----	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA -----	4
Conceptos administrativos. Definición -----	4
Tipos de praderas -----	5
Importancia de las praderas -----	6
Cultivos de zonas áridas -----	7
Antecedentes históricos -----	8
Origen geográfico -----	8
Clasificación botánica -----	9
Características botánica -----	9
Cultivo de la remolacha forrajera -----	10
Características químicas -----	11
Características morfológica -----	12
Distribución -----	13
Importancia de la remolacha -----	13
Variedades utilizadas experimentalmente en el norte de México -----	14
Tipos de remolacha, según su aprovechamiento -----	15
Requerimientos climáticos -----	16
Tipo y condición de suelo -----	17
Preparación del terreno -----	18
Época de siembra -----	19
Método de siembra -----	20
Profundidad de siembra -----	22

Densidad de siembra -----	22
Fertilización -----	23
Riego -----	24
Labores culturales -----	24
Plagas y Enfermedades -----	25
Maquinaria para la cosecha -----	32
Criterios para la elección del equipo de recolección -----	42
Regulaciones y capacidad de trabajo -----	43
Recolección mecánica de la remolacha forrajera -----	45
Cosecha y producción -----	46
Post-cosecha de la remolacha forrajera -----	47
Alimentación del ganado con remolacha forrajera -----	49
III. Resultados -----	52
IV. Conclusiones preliminares -----	53
V. Literatura citada -----	54
VI. Anexos -----	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Composición química de la raíz de remolacha forrajera -----	11
2	Composición química de corona (o cuello) y hojas de remolacha azucarera---	11
3	Análisis bromatológico de la remolacha forrajera de variedad Trivert -----	11
4	Países exportadores e importadores -----	14
5	Clasificación de la remolacha, según su uso -----	15
6	Diferentes contenido de materia seca -----	15
7	Dosis de siembra recomendada por zonas -----	22
8	Dosis de fertilización -----	23
9	Rendimiento máximo de una cosechadora de remolacha -----	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1	Partes de la remolacha forrajera -----	12
2	Tipos de tamaños y formas de la remolacha forrajera -----	12
3	Región de origen (color rojo) y distribución (color verde) -----	13
4	Sembradora de precisión o monograno -----	21
5	Equipos independientes de recolección de remolacha azucarera -----	33
6	Operación de una cosechadora de remolacha -----	33
7	Cosechadora integral arrastrada -----	34
8	Cosechadora integral autopropulsada -----	34
9	Descoronado ideal de la remolacha -----	35
10	Palpador de patines con cuchillas rotativas de discos estriados -----	36
11	Palpador rotativo, o accionado -----	36
12	Deshojadora-descoronadora -----	37
13	Arrancadora de púas -----	38
14	Arrancadora de rejas -----	38
15	Arrancador de disco estrellado y arrancador de disco liso -----	39
16	Arrancadora-descoronadora de bandas transportadoras -----	39
17	Arrancadora-descoronadora de rodillos de púas -----	40
18	a) Hileradora de rastrillo de soles -----	40
19	b) Hileradora de tambores rotativos -----	40

20	Máquina recolectora-cargadora de remolacha -----	41
21	Recogedora-cargadora de rodillos de púas -----	41
22	Cargador frontal con horquillas de púas para arranque y carga de remolacha-	45

I. INTRODUCCION

En los ranchos de México, la producción de forraje en los pastizales naturales y en las praderas cultivadas es de gran importancia por ser las fuentes básicas de alimentación del ganado para la producción de carne y leche. Tal importancia se refleja precisamente al considerar que la nutrición del ganado es uno de los renglones más costosos de la industria ganadera. Por otro lado, con frecuencia los productores se enfrentan al problema de escasez de forraje, y se ven obligados a alimentar el ganado con forrajes de pobre calidad nutritiva (Aguirre 1972) especialmente durante el invierno y las épocas de sequía.

Estos problemas se presentan con mayor frecuencia en zonas áridas y semiáridas como las que existen en el norte de México donde el forraje es producido por especies de zacate de baja calidad y bajo rendimiento, así como plantas leñosas y herbáceas indeseables, en su gran mayoría. Esta situación es debida frecuentemente a que el ganadero desconoce la existencia de especies forrajeras con potencial para producir forraje adicional al producido por el pastizal natural derivado a su vez de la falta de asesoría técnica o a la falta de investigación y difusión de resultados en el tema. De lo anterior, nace la necesidad de probar especies forrajeras introducidas para establecerlas sobre suelos salinos en áreas cultivadas con sistemas de riego que permiten la optimización del agua, sobre todo la que presenta altos contenidos de sales, la cual abunda en zonas áridas y semiáridas del norte de México.

En forma complementaria, se requiere del análisis de la composición química o bromatológica del forraje producido debido a que el valor nutritivo varía mucho por factores como el clima, suelo, pH, nutrientes del suelo, etc. Por lo anterior, se pueden encontrar grandes diferencias nutritivas en un mismo cultivo producido en una misma región o zona (Aguirre 1972), aspectos que son necesarios revisar y conocer para la toma de decisiones acertadas desde los puntos de vista biológico y económico.

Con el presente trabajo se espera reunir la información reciente relacionada con el cultivo de la remolacha forrajera y contribuir en el planteamiento adecuado de la problemática señalada.

OBJETIVO GENERAL

Revisar la literatura disponible sobre el cultivo de la remolacha forrajera para plantear su investigación y aprovechamiento como alimento suplementario para el ganado en épocas de sequía, en ranchos ganaderos extensivos de zonas áridas y semiáridas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Integrar y disponer de información actualizada para respaldar la selección de las variedades de remolacha forrajera que podrían ser motivo de experimentación en la región en base a:
 - 1.1 Kilos de materia seca producidos por hectárea
 - 1.2 Susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades
 - 1.3 Calidad nutritiva por kilo de materia seca
2. Conocer el comportamiento productivo del ganado bovino, al consumirla como forraje suplementario, dentro de un programa de nutrición establecido.
3. Evaluar el impacto económico de este cultivo en la operación de un rancho ganadero extensivo.

Palabras clave: Remolacha forrajera, forraje suplementario, tipos de pradera, tipos de remolacha, cultivo.

METAS

1. En una de dos etapas, revisar al menos 70 fuentes bibliográficas disponibles en forma escrita o electrónica, que permitan establecer la situación actual del cultivo y aprovechamiento de la remolacha forrajera en México y en el mundo. En la segunda etapa se intentará reunir al menos 140 citas bibliográficas sobre este cultivo. Se busca disponer de un documento que permita a los interesados ubicarse en la frontera del conocimiento existente sobre esta especie.
2. Iniciar en el 2010 la parte experimental en localidades con potencial para cultivar dicha especie, estableciendo parcelas experimentales con las variedades disponibles, para evaluar:
 - 1.1 Producción de materia seca por hectárea.
 - 1.2 Incidencia de plagas y enfermedades, así como su diagnóstico y control.
 - 1.3 Evaluar, a nivel de laboratorio, las cualidades bromatológicas de las variedades en experimentación.
3. Evaluar la influencia de esta especie en animales alimentados con las variedades de remolacha que resulten exitosas en las localidades bajo experimentación.
4. Efectuar el análisis de costos que permita establecer la ventaja económica del cultivo.

I. REVISION DE LITERATURA

La presente revisión de literatura se efectúa apegándose a los criterios propuestos por Vásquez *et al.* (2006) en cuanto a integrar el conocimiento inherente al funcionamiento del rancho, a través de 8 programas, los cuales son: 1) administración estratégica, 2) nutrición, 3) reproducción, 4) sanidad, 5) manejo de pastizales, 6) infraestructura, 7) fauna y, 8) praderas. El presente trabajo forma parte de último de dichos programas.

Nota: Las citas bibliográficas se registran siguiendo las reglas editoriales de la revista Rangeland Ecology & Management, año 2010, de la Sociedad –Americana- de Manejo de Pastizales (Society for Range Management).

CONCEPTOS ADMINISTRATIVOS. DEFINICIÓN.

Programa.

Conjunto de acciones específicas (Faria 2000) o serie de instrucciones ordenadas lógicamente que resumen la secuencia óptima necesaria para activar un proceso (E.B. 1995) o para realizar eficazmente una actividad (Hinojosa 1987), estableciendo para tales efectos el conjunto de metas, políticas, procedimientos, reglas, tareas, pasos a seguir, recursos por emplear y otros elementos necesarios (Koontz y Weihrich 1998) como la época, secuencia, prioridades, métodos, cliente, objetivo, etc. (Faria 2000).

Pradera.

Según el glosario de pastizales y praderas (Vásquez *et al.* 2009), la palabra pradera proviene de *prado*, prado grande (E.B. 1995), y se refiere a la superficie extensa de tierra nivelada u ondulada que estuvo originalmente cubierta por zacates, y desprovista de árboles (NRPH 1997). Es generalmente un potrero cercado con relativa alta capacidad de sostenimiento de animales (5 ò menos hectáreas por unidad animal), según (De Alba 1963) citado por Donald *et al.* (1976).

Programa de praderas.

El sistema de actividades ordenadas en forma jerárquica y cronológica para alcanzar los objetivos y metas establecidas en relación con la producción adicional de forraje en áreas designadas para el cultivo de riego o temporal (Vásquez *et al.* 2009).

TIPOS DE PRADERAS

Pradera de temporal.

Aquella en la que se establecen plantas anuales para producir forraje a poco tiempo durante una estación corta, para el pastoreo de emergencia y como ayuda para mantener bien alimentado al ganado, la siembra se lleva a cabo en la época en que las lluvias son más frecuentes y se realiza año con año de estas plantas y cuando por sequía, las praderas permanentes o el pastizal natural resultan insuficientes (De Alba 1971).

Pradera de riego.

La que se cultiva en lugares donde el volumen o la distribución de la precipitación pluvial es una limitante para la producción de forraje nativo (Díaz *et al.* 1998). Se clasifican, por la época del año en que se cultiva, en anuales de verano, anuales de invierno, perennes de verano y perennes de invierno.

Pradera anual de verano.

La que se cultiva frecuentemente donde existe baja precipitación pluvial y alta demanda de forrajes en los animales (Díaz *et al.* 1998). Ejemplo de algunos cultivos son maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor*).

Pradera anual de invierno.

Aquella donde se cultivan especies forrajeras que resisten a las bajas temperaturas y que tienen un ciclo biológico de un año, o menos. Algunas especies que se siembran en el norte de México son la avena (*Avena sativa*) y el ballico anual (*Lolium multiflorum*).

Pradera perenne de verano.

Se cultiva en primavera-verano donde las temperaturas altas son ideales para la especie forrajera y son vulnerables en climas fríos. (Díaz *et al.* 1998). Vásquez *et al.* (2009) definen a la especie de verano como las plantas cuyo mayor crecimiento ocurre durante la primavera, el verano o el otoño, y usualmente permanece en letargo durante el

invierno (Rangeland Reform 1994), y generalmente presenta el proceso de fotosíntesis C4 (NRPH 1997). Se establecen en la primavera y se logra el primer apacentamiento a los 4 meses. Cuando están establecidas en regiones con baja frecuencia de heladas tienen un ciclo anual de alta producción de forraje en la primavera y el verano, baja en el invierno, y en lugares más fríos entran en latencia con la primera helada y rebrotan hasta la primavera siguiente con el incremento de temperatura. (Zárate 1995) citado por Díaz *et al.* (1998). Las especies de zacates utilizados en praderas irrigadas de verano en el norte de México son Buffel (*Pennisetum ciliare*, *ante sreconocido como Cenchrus ciliare*, Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), Bermuda (*Cynodon dactylon*), Pretoria (*Dichanthium annulatum*), y Klein (*Panicum coloratum*).

Pradera perenne de invierno.

Se establece una sola vez y permanece por varios años con un buen manejo, produciendo forraje que se cosecha en la época fría del año. Este tipo de pradera tiene ventajas como evitar la preparación del suelo cada año o cada ciclo, y permitir, además, producir semilla. También, se puede utilizar para la suplementación de los animales (Díaz 1992). Esta pradera se compone principalmente de mezclas de gramíneas como el pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), ballico perenne (*Lolium perenne*), festuca alta (*Festuca arundinacea*) y bromo (*Bromus inermis*) y leguminosas como la alfalfa (*Medicago sativa*) o Tréboles (*Trifolium spp.*)

Pradera, artificial, o cultivada.

Según Vásquez *et al.* (2009), es un área cultivada utilizando técnicas agronómicas, frecuentemente pequeña, de temporal y/o riego (FIRA 1996), sembrada generalmente con una gramínea (actualmente poácea), o gramíneas y leguminosas pratenses, introducidas, capaces de rebrotar después de ser cortadas por el diente del animal o por la cegadora mecánica (Voisin 1974), destinada a producir forraje principalmente para la henificación (Hughes *et al.* 1978) o para el apacentamiento del ganado (Gutiérrez *et al.* 1983; De Alba 1971), con una productividad, en un tiempo dado, superior a los potreros con especies nativas del área (Mannetje 1984), por lo que se puede dar a estas una explotación intensiva.

Importancia de las praderas.

En zonas áridas es importante la utilización de las praderas de temporal e irrigadas por que existe una elevada demanda de forraje en épocas críticas de lluvia. El establecimiento de praderas representa una inversión para la empresa ganadera, con el fin de incrementar la producción primaria y con ello la producción animal.

Díaz *et al.* (1998) mencionan que al utilizar las praderas se logra:

1. El aprovechamiento de las especies forrajeras de alto contenido de proteína, materia seca y bajo en fibra.
2. Mayor calidad y cantidad de materia seca en menos tiempo.
3. La suplementación de toros en empadre, el crecimiento de reemplazos, alimentar animales durante la temporada de partos, y otros propósitos especiales.
4. Obtener ingresos extra por la venta de forrajes.

CULTIVOS DE ZONAS ÁRIDAS

Los cultivos utilizados en zonas áridas para establecer praderas son los siguientes.

- ✓ **Alfalfa** (*Medicago sativa*): según la SAGARPA (2007) las variedades recomendadas para la región de la comarca lagunera son: San Miguelito, SW-14, WLI-711-WF, Alta Verde Lechera, Garts-697, Galapaso, Progres-97, 58N57, Maya, Azteca, Excelent-10, Milenio.
- ✓ **Avena Forrajera** (*Avena sativa*): La SAGARPA (2003) recomienda para la comarca lagunera las variedades Chihuahua y Cuauhtémoc para riego. Para el estado de Zacatecas las Babicora, Cuauhtémoc, Cusihuiachi, Chihuahua, Pampas, Papigochi y Rarámuri (SAGARPA 2007).
- ✓ **Sorgo forrajero** (*Sorghum hybridum*): La SAGARPA (2003) para el estado de Zacatecas recomienda las variedades Husky y Sweet Sioux.
- ✓ **Cebada forrajera** (*Hordeum vulgare*). La SAGARPA (2003) recomienda la variedad Cerro Prieto para el estado de Zacatecas.

- ✓ **Triticale** (*Triticosecale*). La SAGARPA (2007) recomienda para el estado de Coahuila (comarca lagunera) las variedades TCLF AN-31 y TCLF AN-34.
- ✓ **Maíz forrajero** (*Zea mays*). Urquiza (1998) menciona que en la UAAAN se desarrolla un programa de mejoramiento genético de maíces para ensilaje y han reportado producciones experimentales de hasta 30 ton/ha de MS con las variedades AN-446 y AN-773. La SAGARPA (2003) recomienda para el estado de zacatecas las variedades H-311, H-220, HV-313.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Guerrero (1999) menciona que el cultivo de la remolacha y el betabel datan, aparentemente, de cuatro siglos antes de la era cristiana. Su cultivo parece haberse iniciado en el siglo III D. C., según algunos documentos de la época, aunque se trataba de remolacha cuya raíz no engrosaba tanto como en las remolachas actuales. (ARA 1979). Morales (1995) reporta que las remolachas silvestres se utilizaban como plantas medicinales y que las hojas se consumían como ensaladas. Sin embargo, se cree que los peones que construyeron las pirámides en honor a Keops, faraón egipcio que vivió 3,000 años antes que Cristo, consumían remolacha azucarera que crecía libre en algunas partes de Asia y que, además, era cultivada en el sur de Europa y en Egipto.

ORIGEN GEOGRÁFICO

De acuerdo con los expertos, la remolacha se originó en las regiones de Europa, Asia y África que rodean el mar mediterráneo (Marín 1936 y Poehlman 1965), este último citado por Sánchez y Robles (1999). Las especies cultivadas proceden de selecciones de una planta silvestre de la especie *Beta maritima* L. de la familia de las chenopodiáceas.

Aguirre (1972) menciona que en *Beta vulgaris* se distinguen dos sub-especies, la asiática y la europea. Se cree que la última se originó en el cercano oriente, y se divide en tres grupos: mangel, remolacha azucarera y remolacha forrajera.

Las diferentes plantas que se cultivan en la actualidad son betabel de mesa o ensalada, acelga, remolacha azucarera y remolacha forrajera, perteneciendo a la especie *vulgaris*, las que se dividen en diferentes subespecies.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Según Landaw (1963) citado por Robles y Sánchez (1999) la clasificación botánica de la remolacha es la siguiente:

Reino -----	Vegetal
División -----	Tracheophyta
Subdivisión -----	Angiospermae
Clase -----	Dicotyledoneae
Subclase -----	Archyclamidaeae
Orden -----	Chenopodiales
Familia -----	Chenopodiaceae
Género -----	<i>Beta</i>
Especie -----	<i>vulgaris</i>
Longevidad-----	Bianual

Marín (1936) y Poehlman (1965) citado por Sánchez y Robles (1999), señalan que el género *Beta*, incluye a la especie, *vulgaris*, la cual se agrupa en cuatro secciones:

- I *vulgaris*
- II *corollina*
- III *nanae*
- IV *patellares*

A su vez, se conforma de tres grupos o subespecies (Morales 1995):

- La remolacha forrajera (*Beta vulgaris* esculenta o rapa) para el consumo animal.
- La remolacha azucarera (*Beta vulgaris* saccharifera) para su utilización en la industria azucarera.
- La remolacha de mesa (*Beta vulgaris* hortensis) para el consumo humano.

Características botánicas: Según Willes (1934), citado por Sánchez y Robles (1999) son las siguientes:

Raíz: fusiforme, con su parte más gruesa cerca de la parte media y adelgazándose hacia las puntas (Correl y Johnston, 1979), carnosa, piel roja pálida o rosa, en algunas variedades y en otras amarilla encarnada y blanca.

Tallo: herbáceo, con hojas alternas, estipuladas, pecioladas y verdes.

Hojas: ovales, tiernas, de color verde claro, con venas encarnadas (incrustadas) y sostenidas por pecíolos largos y anchos.

Inflorescencia: agrupada en racimos.

Flores: pequeñas, color verdoso y declinadas (inclinadas así arriba).

Sépalos: cinco, libres.

Anteras: cinco, globulares, dehiscencia longitudinal.

Filamentos: cinco, nacen de la base del ovario y están opuestos a la lobaduras (lóbulo o gajo pequeño) del cáliz.

Pistilo: simple.

Estigma: tres, sésiles.

Ovario: súpero, deprimido.

Fruto: monogérmico o multigérmico.

Semillas: negras, pequeñas.

CULTIVO DE LA REMOLACHA FORRAJERA

Se cultiva como planta anual para obtener forraje en su primer ciclo de crecimiento cuando la planta acumula sustancias (azúcares) de reserva en la raíz. En su segundo ciclo de crecimiento produce un tallo floral y semilla (MEA 1999). La FAO (2006) reporta que la remolacha es una especie que produce gran cantidad de oxígeno para los seres humanos.

Hill (1965), citado por Linares (1984), reporta que actualmente se cultivan muchas variedades que se diferencian entre sí en tamaño, forma, color, contenido de azúcar y época de maduración. De estas, la remolacha roja es la más estimada. Entre las variedades (al menos las más conocidas en México, o las más exitosas en otras partes del mundo). Casallo *et al.* (1965) señalan las siguientes:

- Blanca de Cuello Verde
- Ovana
- Pajbjerg Rex
- Amarilla Barres (Amarilla Ovoide Barres)

- Amarilla Lischow
- Amarilla Gigante Vauriac (Amarilla Vauriac Mejorada y Vauriac -a secas)
- Amarilla Eckendorf
- Roja Eckendorf
- Roja Mammouth (Roja Gigante Mammouth, Gigante Mammouth Y Mammouth)
- Roja Otofte

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La raíz, como alimento nutritivo, puede ser equivalente a unas dos terceras partes del forraje verde de la planta. Después de alcanzar su máximo desarrollo contiene, por término medio, los componentes químicos siguientes (Juscafresa 1983).

Componentes	Porcentaje
Agua	85-90
Materia seca	10-11
Proteína digestible	1.2-1.3
Grasas	0.1-0.2
Extractos nitrogenados	6.3-6.8
Fibra	0.9-1.1
Cenizas	1.8-2.1
Vitaminas	A, B ₂ y C (U.I)
(U.I.) = Unidades Internacionales	

Cuadro 1. Composición química de la raíz de remolacha forrajera.

Juscafresa (1983) menciona que además de las raíces de la remolacha forrajera, pueden utilizarse para el mismo fin las coronas, cuellos y hojas de la remolacha azucarera que, recién cortadas, dan el promedio de componentes químicos siguientes:

Componentes	Porcentajes (%)
Agua	85-90
Materia seca	15.9-16.17
Proteína digestible	2.1-2.4
Grasas	0.3-0.5
Extractos nitrogenados	7.2-7.5
Fibras	1.8-2.3
cenizas	4.5-4.9

Cuadro 2. Composición química de la corona (o cuello) y hojas de remolacha azucarera.

Aguilera (1971) citado por Aguirre (1972); (Esquivel 1972; Espinosa 1971) indican que la remolacha forrajera variedad Trivert presenta los componentes nutritivos siguientes:

Componentes	Hojas (%)	Raíces (%)
Materia seca	16.10	14.30
Proteína cruda	17.51	8.25
Extracto etéreo	1.81	0.32
Fibra cruda	12.74	9.53
Cenizas	30.51	14.46
Extracto libre de nitrógeno	37.43	67.44

Cuadro 3. Análisis bromatológico de la remolacha forrajera de variedad Trivert.
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La remolacha forrajera esta formada de las siguientes partes (MEA 1999; Aguirre 1972).

Raíz: Se presenta sobre la superficie y dentro del suelo, y se divide en las partes siguientes:

- Cuello (No.3 de la figura): es la parte más reducida. Se conoce también como parte intermedia
- Corona (No.4 de la figura): es la parte superior provista de hojas que en realidad representa al tallo.
- Hojas (No.5 de la figura): están implantadas sobre la corona.

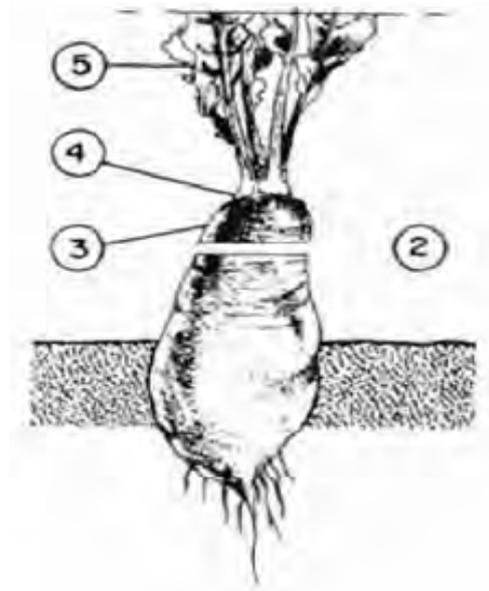


Figura 1. Partes de la remolacha forrajera

Las remolachas forrajeras se pueden encontrar en diferentes formas y tamaños que son:

- A) Globular
- B) Cilíndrica
- C) Cónica.
- D) Fusiforme

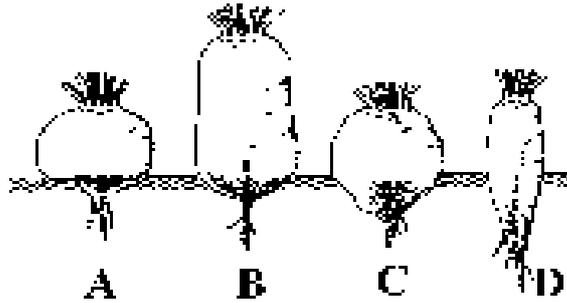


Figura 2. Tipos de tamaños y formas de la remolacha forrajera.

DISTRIBUCIÓN

La remolacha forrajera esta distribuida como cultivo en las regiones de clima templado-frío del mundo, hasta una latitud de 55° N (ENCA 2007). Es nativa del continente asiático, la mayor parte de Europa se cultiva como cultivo forrajero y azucarero, en Rusia, Polonia, Francia, Alemania, Turquía, EU y Canadá. Como cultivo para la industria azucarera y para el consumo humano en Francia, Alemania, Dinamarca, México, Chile, (ENCA 2007; FAO 2006; Morales 1995).

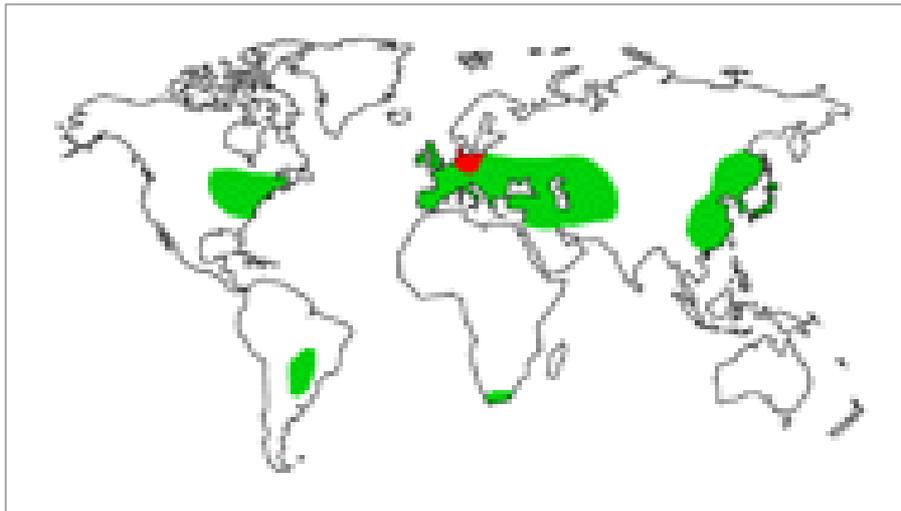


Figura 3. Región de origen (color rojo) y distribución (color verde).

IMPORTANCIA DE LA REMOLACHA

El cultivo de la remolacha forrajera tiene gran importancia por ser probablemente la planta que aporta alimento de alto valor alimenticio y produce más forraje por hectárea, en comparación con otras especies. La extensión cultivada esta reduciéndose en muchas zonas a causa de su difícil mecanización, siendo además un cultivo exigente en mano de obra (Gómez 2005; Guerrero 1999).

La remolacha forrajera es un excelente lactógeno (productor de leche), de ahí la importancia de su suministro a vaca lecheras. Puede producir, bajo riego, de 70 a 100 toneladas de raíz por hectárea, además de las hojas. También es un alimento muy refrescante en verano y muy apetecido por los animales, ya que la cantidad de agua que aporta desempeña un papel superior al del agua de los abrevaderos, por muy bien que se distribuya esta última (Guerrero 1999).

Comercio a nivel mundial:

Los países exportadores e importadores de remolacha forrajera, son los siguientes (FAO 2006).

Países importadores	Países exportadores
Dinamarca	Polonia
Turquía	Estonia
Arabia Saudita	Turquía
Irlanda	Hungría
Francia	España
Finlandia	Dinamarca
Países Bajos	Canadá
Austria	Kazajstán
China	República de Moldova
España	Italia

Cuadro 4. Países exportadores e importadores

VARIETADES UTILIZADAS EXPERIMENTALMENTE EN EL NORTE DE MÉXICO

Aguirre (1972) utiliza cuatro variedades: Trivert, Roja Gigante Mammouth, Roja Beta y Verde Blanca. La que tuvo mayor rendimiento fue la variedad Trivert, bajo las condiciones de la UAAAN, Saltillo Coahuila.

El CIANE (1977) recomienda sembrar para la laguna, las variedades Roja Gigante Mammouth y verde Blanca.

Anónimo (1971); Alvarado (1969) y el Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas (CIAT) recomiendan, para la zona noreste de México, sembrar las variedades Amarilla Ovalada, Roja Gigante y Roja Bola.

Según Anónimo (1969) y Anónimo (1970), en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste han dado buenos resultados cinco variedades: Roja Gigante Mammouth, Amarilla Ovalada, Rosa Beta, Trivert y Roja Bola.

Para la zona del municipio de Apodaca N. L., las variedades Rosa Beta, Rosa Gigante, Mammouth, Verde Blanca y Trivert han encontrados buena adaptación (Aguilera 1971).

En Escobedo, N. L., se ha utilizado la roja bola poliploide, Amarilla Bola ECK, Trivert y Mammouth Long red, recomendándose en particular la Trivert (Espinosa 1971).

TIPOS DE REMOLACHA, SEGÚN SU APROVECHAMIENTO

Según Guarra (1965) citado por Sánchez y Robles (1999) se considera la existencia de dos tipos principales de remolacha: 1) la industrial, que se usa para obtener azúcares y forraje y, 2) la de huerto, de mesa o de ensalada. Las primeras son objeto de un extenso cultivo en la mayor parte de Europa para extraer casi todo el azúcar que ahí se consume.

Willes (1934) citado por Aguirre (1972), reporta que la remolacha forrajera se distingue y se clasifica según su contenido de materia seca, el cual oscila entre 9 % en las forrajeras más voluminosas, (tipos gigantes), y casi 25 % en las azucareras de mayor riqueza.

García (1960) citado por Aguirre (1972) reporta que existen muchos tipos de remolacha y hace otra distinción de acuerdo al ciclo de vida de la planta, clasificándolas como anuales, bianuales y perennes. Asimismo, clasifica a las remolachas como forrajeras, azucareras, semiazucareras y hortícolas, con los contenidos siguientes.

Forrajera	La raíz sobresale mucho del suelo y contiene aproximadamente un 6 % de azúcar.
Azucarera	La raíz sobresale menos del suelo y contiene aproximadamente un 17 %.
Semiazucarera	Contienen 12 % de azúcar, aproximadamente
Hortícola	Son usadas para ensalada generalmente, y son pequeñas y de color vino.

Cuadro 5. Clasificación de la remolacha, según su uso.

Gómez (2005) reporta que las principales variedades cultivadas se dividen en tres grupos claramente diferenciados por su contenido de materia seca, y son.

Tipo	Contenido de materia seca
Remolacha forrajera	Menor al 12 %.
Remolacha forrajera-azucarera	Entre 12 y el 17 %.
Remolacha azucarera-forrajera	Superior al 17 %.

Cuadro 6. Diferente contenido de materia seca.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

La remolacha es más propia para cultivarse en regiones –altitudinales- bajas e intermedias, y climas relativamente fríos o templados en altitudes superiores a los 500 metros sobre el nivel del mar debido a su sensibilidad a las bajas temperaturas (Juscafresa 1983) El clima apropiado es el frío. Se pueden adaptar bien a climas templados, solo los climas calientes y secos no son apropiados (Cásseres 1981) citado por Zúñiga (2002).

Temperaturas

Cásseres (1981) citado por Zúñiga (2002) menciona que la temperatura media es de 15° a 18° C, similar a la que requiere la zanahoria y distintas especies del género *Brassica*. Es mas tolerante a temperaturas extremas siendo estas desde 4° a 24° C. Por otro lado, Jordán (1955) señala que la remolacha forrajera necesita un promedio de 5° C de temperatura a lo largo de todo su ciclo vegetativo.

Willes (1934) citado por Sánchez y Robles (1999) experimentando con remolacha forrajera en el Valle de Ciudad Juárez, Chihuahua, encontró que únicamente las temperaturas máximas de 39.9° C perjudicaban a esta planta en esta región. La mínima fue de -4° C, no causando daño a la planta. Se consideran perjudiciales las temperaturas que excedan de 37.6° C, principalmente cuando la planta todavía tiene dos hojas pequeñas. No afecta tanto a la planta con dos hojas pequeñas a -2° C.

Aguirre (1972) menciona que la germinación comienza a los 2-3 días y termina a los 6-20 días post-siembra, dependiendo de la temperatura. Como trabajo complementario al presente, se efectuó en la UAAAN una prueba de germinación en laboratorio (germinadora con temperatura y humedad controladas) en octubre del 2009. Se

observó el 60 % de germinación en las variedades Gigante Roja y Roja Eckendorf. García (1960) citado por Aguirre (1972) encontró que la remolacha forrajera germina entre 8-9° C., y Willes (1934) citado por Sánchez y Robles (1999) señala que también puede germinar de 4° a 24° C y es conveniente que la temperatura vaya elevándose paulatinamente. Asimismo, el peso de la raíz esta en función de la temperatura caliente recibida en las primeras fases de desarrollo, así como la luz (Aguirre 1972).

Luz

Martín *et al.* (1975) citado por Zúñiga (2002) señalan que la longitud del día determina la época en la cual la planta florece. Van Haef (1983) citado por Zúñiga (2002) reporta que la remolacha es una hortaliza de día largo, de más de 14 horas-luz por día.

Precipitación pluvial

García (1960) citado por Aguirre (1972) señala que la cantidad de agua que necesita el cultivo de la remolacha en climas de tipo seco y caliente es de 500 a 600 milímetros de lluvia. Cuando esta precipitación no se produce durante el ciclo, se necesita el beneficio del riego.

Altitud

El cultivo de la remolacha crece en altitudes desde el nivel del mar hasta 2000 metros (Anónimo, 1969 a) citado por Sánchez y Robles (1999), o desde más abajo hasta 2,121 metros arriba del nivel del mar (ARA 1979).

TIPO Y CONDICIÓN DE SUELO

Juscafresa (1983) menciona que la remolacha forrajera requiere suelo profundo, ligero o arcilloso-calizo, o bien, franco (Guerrero 1999) con un buen contenido de materia orgánica, y mejor en tierras de regadío, que en secano. En secano es condición indispensable que los suelos tengan suficiente capacidad de retención de agua, por lo que en caso de esta modalidad de cultivo, necesariamente ha de ser suelo arcilloso o arcilloso-calizo, que son menos frecuentes que los que tienen mucha arcilla y poco hidróxido de calcio (CaO), sin embargo tienen gran capacidad de retención de humedad.

También, la remolacha es propia de suelos salinos, e incluso le favorece la aportación de sodio, que absorbe en abundancia.

Los suelos orgánicos, limos aluviales y arenosos son apropiados, siempre que estén provistos de nutrientes y humedad suficiente. La remolacha es sensible a la acidez pero tolerante a suelos alcalinos. En México se cultiva en terrenos con fuerte salinidad, de manera que no puede producir alfalfa. Su adaptabilidad a las sales del suelo hace que la remolacha forrajera sea un cultivo adecuado para los terrenos de riego mal drenado y que con el tiempo van aumentando su concentración de sales (Anónimo 1969a; Espinosa 1971).

Bernstein (1965), Lysterly y Longenecker (1959) y Thorne y Anderson (1973) citados estos últimos por Garatuza (1984) establecen que la tolerancia de los cultivos a la salinidad varía mucho de uno a otros. Algunos, como el frijón, chícharo u otros, son tan sensibles a las sales que si se llega a duplicar la cantidad de estas en un suelo normal dichos cultivos serían severamente perjudicados. Otros cultivos tales como la remolacha, cebada, y algodón toleran diez veces más sal, con poco o ningún decremento en su producción. Además, se ha llegado a la conclusión que la tolerancia a la salinidad varía en el mismo cultivo según se etapa de desarrollo.

Según Waisel (1972) en un estudio efectuado por Bower y Wadleigh (1948) para investigar los efectos de diferentes niveles de sodio -pero cantidades adecuadas de calcio y magnesio- en el agua de riego, aportada a el zacate rhodes (*Chloris gayana*), a la remolacha y otras especies, se encontró que estas resultaron más tolerantes a los altos contenidos de sodio porque fueron más capaces de absorber cantidades significativas de este último elemento.

Según Bernstein y Ayers, (1953) citado por Waisel (1972) un abundante suministro de Potasio puede afectar la tasa de absorción de Sodio, y así contribuir al mejor crecimiento de las plantas en medios salinos.

pH

Se admite generalmente que la remolacha crece en suelos con pH neutral, comprendido entre 6.5 y 7.5. No obstante, se ha comprobado que la remolacha se desarrolla bien en suelos con pH comprendido entre 8 y 8.5, ya que en tierras muy calizas puede haber problemas en la absorción de hierro, magnesio, y sobre todo, boro (Guerrero 1999).

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Es de gran importancia para mejorar la germinación de la semilla, la distribución del agua de riego, los fertilizantes, y para incrementar el rendimiento. Una preparación adecuada del terreno debe contemplar las siguientes labores: subsoleo (cada tres años), barbecho, rastreo y nivelación (Anónimo, 1971; CNIA 1981) citado este último por Garatuza (1984). Se debe barbechar a una profundidad de 20 a 30 cm., si se necesita romper los terrones y nivelar el terreno (Anónimo 1971) citado por Sánchez y Robles (1999). El CIANE (1977) recomienda barbechar a una profundidad de 30 cm.

ÉPOCA DE SIEMBRA

La siembra puede hacerse en invierno, primavera o verano, dependiendo de la región (Alvarado 1969) citado por Aguirre (1972). En verano, se realiza normalmente en la segunda quincena de agosto, una vez pasados los fuertes calores de esta época. En el caso de intentar implantar este cultivo en una zona de invierno bien frío habrá que adelantar la siembra y si los inviernos son suaves, la siembra se podrá retrasar a principios de otoño (Gómez 2005).

Aguirre (1972) menciona que en los estados de Coahuila y Tamaulipas se siembra en invierno, en Nuevo León se ha sembrado en invierno y primavera, y en Guanajuato, Puebla, Distrito Federal y en Ciudad Delicias, Chihuahua, se hace la siembra en primavera y verano. Para Saltillo, Coah., esta determinada para la primera semana de mayo. El CIANE (1977) recomienda efectuar siembras escalonadas, del 1º de agosto al 15 de octubre, para la comarca lagunera.

Willes (1934) citado por Aguirre (1972) recomienda para el valle de Ciudad Juárez, Chihuahua, sembrar a fines de marzo y principios de abril para cosechar a mediados de septiembre. Este mismo autor sembró el 15 de mayo y cosecho en el mes de diciembre, obteniendo excelentes resultados. El Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas (CIAT) recomienda para la zona del norte del mismo estado, sembrar durante todo el mes de octubre.

En un estudio de comparación de rendimiento y calidad en ocho diferentes fechas de cosecha en remolacha forrajera variedad Trivert, en Apodaca, N. L., sembrando el 17 de marzo, el mayor rendimiento de forraje verde fue de 87.5 ton/ha, a los 120 días. La

época más recomendada para el estado de Nuevo León es del 15 de mayo a los primeros días de junio, época en que no ocurren heladas ni vientos secos (Esquivel 1972).

Aguilera (1971) en un estudio de comparación de rendimientos de forraje y análisis bromatológico de cuatro variedades de remolacha forrajera en Apodaca, N. L., sembró el 6 de marzo y cosecho el 6 y 7 de junio obteniendo un rendimiento promedio de 119 ton/ha entre raíz y hojas, considerándose este como un buen rendimiento. Las citadas fechas de siembra son confirmadas por (García 1960).

En el CIANE, en un estudio de cinco variedades de remolacha forrajera y ocho diferentes fechas de siembra (15 de agosto, 30 de agosto, 15 de septiembre, 30 de septiembre, 15 de octubre, 30 de octubre, 15 de noviembre y 30 de noviembre) se encontró que el 15 de agosto y 30 de septiembre resultaron ser las mejores fechas para cuatro de las variedades. El mismo CIANE recomienda para la zona de Ciudad Delicias, Chih., hacer la siembra del 1° de marzo al 30 de abril para siembra de primavera y 1° de julio al 31 de agosto para la siembra de verano (Anónimo 1969).

MÉTODO DE SIEMBRA

Se realiza mantedado, o al voleo, y en chorrillo a lomo de surco, aunque con desventajas.

- a) Anónimo (1969) citado por Sánchez y Robles (1999) señala que el mantedado se usa poco, ya que presenta mayor problema en el aclareo debido a las propiedades multigérmicas (germinan muchas plantas) de la semilla, ya que al realizarse este, se dañan las plantitas que se encuentran demasiado juntas.
- b) Espinosa (1971) citado por Sánchez y Robles (1999) establece que el de chorrillo a lomo de surco es el más común y se recomienda hacer el aclareo a los 40 días después que haya germinado la planta. Puede hacerse en húmedo o en seco con surcos separados a 60 cm, o bien en cama melonera, con dos hileras sobre la corona. Posteriormente, a los 30 ò 40 días de nacida la planta se recomienda hacer un aclareo dejando cada 25 a 30 centímetros entre planta (CIANE 1977).

Cuando las plantas tienen 3 a 4 hojas, se puede iniciar el aclareo, para dejar alrededor de 70,000 plantas/Ha, o sea 7 plantas/m². Si se siembra a una distancia entre hileras de 40

cm. se debe aclarar a distancias entre plantas de unos 35 cm. (MEA 1999). Dado al gran volumen de la raíz de algunas variedades, se reduce la plantación y se deja en 4.5 a 5 plantas/m² (Guerrero 1999).

En el CIANE y en el CIAT se recomienda la siembra a chorrillo en surcos separados a 60 cm. La siembra puede hacerse en húmedo o en seco. Del Bo (1976), reporta que se siembra en filas separadas a 40-60 cm., según el grosor de la raíz. La semilla puede distribuirse en distancias separados 50 cm entre sí.

La siembra de la remolacha forrajera se puede realizar con una sembradora de precisión o monograno con el fin de obtener una distribución más uniforme (MEA 1999). Ortiz (1995) señala que las sembradoras deben colocar las semillas individuales a distancias exactas unas de otras, ya que estas trabajan siempre en una sola línea, por lo que en su montaje ha de guardarse una distancia entre líneas adyacentes de al menos 25 cm. Para distancias menores han de montarse los cuerpos en dos filas. La velocidad de avance de esta sembradora influye también sobre su precisión: al aumentar la primera disminuye la segunda. Lo usual es de 3 a 6, llegando hasta 8 km/hr para la remolacha.



Figura 4. Sembradora de precisión, o monograno.

Se recomienda utilizar la sembradora que tiene ruedas laterales para controlar profundidad, con dosificador específico y expulsor de semilla, que asegura la caída de la semilla en el instante indicado. La rueda compactadora intermedia, y las ruedas compactadoras traseras en forma de “V” cumplen la doble función de tapar y compactar lateralmente la semilla sin alterar la profundidad de siembra y manteniendo el suelo suelto en la superficie, para disminuir el riesgo de encostramientos (Iansagro 2004). Los modelos Gaspardo MT y Monosem NG Plus Pro, son recomendables (Iansagro 2004).

Recomendaciones.

Según la Asociación (Española) para la Investigación y Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA), para la siembra se recomienda:

- a. En áreas donde nunca se ha cultivado puede sembrarse en años alternos durante la primera década, ya que de esa manera se evita el desarrollo de plagas y enfermedades.
- b. Si ya se ha cultivado, y ha sido en secano, sembrar un año sí y dos años no, de tal forma que se coseche cada tres años.
- c. Si ya se ha cultivado y ha sido bajo riego, sembrar un año sí y tres no, para que la remolacha se coseche cada cuatro años (Guerrero 1999).

PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Las semillas de especies forrajeras son en general pequeñas. La profundidad de siembra depende del tipo de suelo, humedad etc., por eso será superficial, entre 1.0 y 2.5 cm. aproximadamente (MEA 1999; Guerrero 1999) de 2 a 4 cm. y se debe asegurar el contacto íntimo con el suelo, con el paso de algún implemento (De Soroa *et al.* 1968) citados por Sánchez y Robles (1999).

DENSIDAD DE SIEMBRA

La calidad y variedad de la semilla y la fertilidad del suelo son factores determinantes para la densidad de siembra. También, depende de las condiciones locales, de la pureza y del tamaño de la semilla. Por tal razón, las cantidades de semilla que se recomiendan son solo de carácter indicativo.

Dosis	Localidad	Fuente Bibliográfica
20 kg/ha para la siembra en seco y de 18 kg/ha para en húmedo.	Ciudad Delicias, Chih, y comarca lagunera.	Anónimo (1971) citado por Aguirre (1972) y Sánchez y Robles (1999).
8 a 10 kg/ha.	Norte de Tamaulipas	Aguirre (1972)
25 Kg/ha; 5 Kg más de lo recomendado, (Primera prueba).	Saltillo, Coahuila.	Aguirre (1972)

2.5 a 3.0 Kg/ha,	No se señala	Helmut (1978) citado por Garatuza (1984)
15 kg/Ha, aproximadamente	No se señala	MEA (1999)
8 a 10 kg/ha, con limite de 1000 msnm para poder cultivarse.	No se señala	Gómez (2005)
20 a 25 kg/ha, semillas multigermen, y de 15 a 20 kg/ha, monogermen.	URSS	Dobrotvorceva (1963)

Cuadro 7. Dosis de siembra recomendada por zonas.

FERTILIZACIÓN

Las especies forrajeras extraen del suelo grandes cantidades de nutrientes, especialmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estas especies requieren una fertilización fuerte, cuyas cantidades dependen de la riqueza del suelo y de los residuos del cultivo anterior. En general, se puede decir que las especies forrajeras requieren las cantidades de fertilizante siguientes (MEA 1999).

Elementos	Kg / Hectárea
Nitrógeno	100 -140
Fósforo	50 -150
Potasio	200 - 250

Cuadro 8. Dosis de fertilización.

Las especies forrajeras son cultivos que responden bien a la aplicación de 30 ton/ha de estiércol, el cual debe estar completamente descompuesto, y aplicarse antes de la siembra, incorporándolo al suelo durante el barbecho. El Potasio se aplica en forma de Sulfato-potásico, formula recomendada porque no contiene cloro, que perjudica las raíces, y sí contiene magnesio que le es muy necesario. La remolacha es sensible a las deficiencias de Boro. Como medida preventiva se puede aplicar de 15-20 kg/ha de bórax, especialmente en suelos livianos (MEA 1999).

Helmut (1978) citado por Garatuza (1984) recomienda aplicar de 150 a 200 kg de Nitrógeno por hectárea, una dotación de 20 toneladas de estiércol por hectárea, así como la aplicación foliar de elementos menores como zinc, cobre, magnesio y boro.

Una cosecha de 40 ton/ha extrae del suelo 175 kg de nitrógeno, 75 kg de anhídrido fosfórico, 220 kg de Potasio, 120 kg de cal, o Hidróxido de calcio, y 60 kg de magnesio. Estas cifras marcan la gran magnitud de las exigencias nutritivas de la remolacha forrajera (García 1960) citado por Aguirre (1972); Sánchez y Robles (1999).

La fertilización, para la región de Matamoros, Coahuila, deberá ser en la dosis es de 40-60-00 y para las regiones de Delicias, Chih., y Comarca Lagunera la dosis es de 80-40-00. Durante la primera fase de crecimiento, la disponibilidad de nitrógeno debe ser adecuada. En ambos casos se recomienda fertilizar al sembrar (Anónimo 1969; Anónimo 1971) citados por Sánchez y Robles (1999).

Espinosa (1971) citado por Sánchez y Robles (1999) establecen que la remolacha forrajera necesita una importante cantidad de Hidróxido de calcio por lo que es absolutamente indispensable encalar las tierras que carecen de ella, debiendo estudiarse los requisitos de cada suelo, para hacer las recomendaciones.

RIEGO

Anónimo (1969 a) citado por Sánchez y Robles (1999) reportan que no se tiene información experimental acerca del calendario de riegos más conveniente para la remolacha, sin embargo, se sugiere dar riegos ligeros, ya que el exceso de humedad propicia pudriciones de raíz. Si se siembra en seco, el riego de germinación debe ser lento para evitar el arrastre de la semilla. Se sugiere dar de 3 a 4 riegos ligeros de auxilio, después del riego de asiento.

La táctica de esperar a que se seque el suelo para empezar los riegos no es adecuado por que se produce un estado de sequía que paraliza el desarrollo y el crecimiento de la raíz y reduce en gran cantidad la producción. Las cantidades de agua que requiere el cultivo en clima cálido y seco, es de 500 a 600 mm de lluvia. Cuando esta precipitación no se produce durante el ciclo, es necesario el riego (García 1960).

El CIANE (1977) recomienda proporcionar de cuatro a cinco riegos ligeros, dependiendo del terreno. Dicho riego tiene poco beneficio una vez que las raíces se han desarrollado plenamente (Specialty seeds (S/F))

LABORES CULTURALES

Las especies forrajeras exigen labores intensivas de cultivo, entre las que se incluyen el control de malezas, especialmente durante el inicio del desarrollo del cultivo. Además, el aclareo es muy importante para obtener un número óptimo de plantas por hectárea, adecuadamente distribuidas en el terreno. (MAE 1999). (Anónimo 1971; Anónimo 1969) citados por Aguirre (1972) señalan que el aclareo se recomienda sobre todo en los primeros 30 días cuando las plantitas son pequeñas, y en el periodo de desarrollo. Deben suspenderse los cultivos con arado a los dos meses y medio, aproximadamente, a fin de no causar daños a la raíz. A los cuarenta días después de la siembra aproximadamente se recomienda hacer un aclareo para dejar las plantitas a 30 cm una de otra.

ENFERMEDADES

Roya

Es producida por el hongo *Cercospora beticola*. Los síntomas son manchas claras en las hojas, bordeadas de marrón, de tal manera que todo el campo tiene un aspecto chamuscado cuando el ataque es muy fuerte García (1960) citado por Sánchez y Robles (1999). La disminución del follaje produce merma en la cosecha y como además las hojas que mueren ocasionan el brote de otras nuevas, estas últimas consumen una parte del azúcar existente en la raíz, por las dos causas citadas (Guerrero 1999).

Como medida preventiva se debe evitar la repetición del cultivo donde hay frecuentes ataques de *Cercospora*.

Para prevenir la enfermedad se recomienda utilizar los productos siguientes:

-Difenoconazol 25% (Score) a razón de 500 cc/ha añadiendo Maneb 80%, a razón de 250 g/hl (hectolitros).

-Carbendazima 12.5% + Flusiazol 25% (Punch CS) a razón de 500 cc/ha añadiendo Maneb 80% a razón de 250 g/hl.

-Carbendazima 20% + Flutriafol 9.4% (Impac R) a razón de 1.25 l/ha añadiendo Maneb 80% a razón de 250 g/hl.

Donde sean frecuentes y peligrosos los ataques de la *Cercospora* deben tratarse tan pronto se observen las primeras manchas.

PLAGAS

Chicharrita del betabel

Metcalf (1970) citado por Aguirre (1972) señala que la remolacha forrajera es atacada por una enfermedad conocida como “chino, rizado” o “marchitez de la remolacha”, la cual es causada por un virus que es inoculado por la alimentación de la chicharrita.

Síntomas. La planta presenta enanismo, se muere o reduce casi en su totalidad el contenido de azúcar y la cosecha de semilla. En las venas de las hojas aparecen verrugas y las últimas ramificaciones se tornan transparentes, el pecíolo está encarrujado (retorcido o ensortijado) y las hojas se desarrollan hacia arriba, con los bordes quebradizos y arrugados. Walker (1965) citado por Sánchez y Robles (1999) señala que en el floema de las hojas (vena de las hojas), pecíolo y raíz presentan necrosis, y en las fases avanzadas de la enfermedad se observan anillos concéntricos de color negro en secciones transversales de la raíz de la remolacha. Las hojas que han alcanzado su pleno desarrollo al infectarse muestran una tonalidad amarilla y, eventualmente, mueren.

Organismos causales. Son el virus de la remolacha, virus de la rizada (quebradura) apical de la remolacha y *Ruga verrucosans* Carsner y Bennet., los insectos transmisores son la cicadula (*Entetlix tenellus*) y la chicharrita (*Circulifer*) y el agente patógeno es *Ruga verrucosans*, de acuerdo a (Metcalf 1970; Walker 1965) citado este último por Sánchez y Robles (1999).

Metcalf (1970) citado por Aguirre (1972) reporta que la chicharrita es de color verde pálido o amarillo y tienen generalmente dos generaciones sobre la remolacha, los adultos y las ninfas, que se alimentan insertando sus delgadas partes bucales en la planta e introduciendo el virus que causa el “chino” o “rizado”. Los huevos son insertados totalmente en las venas de las hojas o tallos y eclosionan en dos semanas, produciendo pequeñas ninfas ápteras de color pálido que se reúnen en el centro de la planta. La chicharrita alcanza su desarrollo completo en un lapso de tres semanas a dos meses, completándose así el ciclo. Walker (1965) señala que el extracto, tanto de las plantas enfermas como de *Cicadula infectiva* (insecto transmisor que causa la rizada de las plantas), puede utilizarse como inóculo. No se ha conseguido transmitir mecánicamente este virus. Los primeros investigadores sobre esta enfermedad descubrieron que las Cicadula no eran infectivas (que no se dispersa el virus en la planta) sino hasta después de transcurrir un periodo de uno a 44 días después de haberse alimentado sobre plantas enfermas.

Control: eliminar las plantas hospederas de invierno, tales como el cardo ruso. La siembra temprana y las labores de cultivo contribuyen a reducir el daño en una cosecha, a pesar de la presencia de la chicharrita. Metcalf (1970), citado por Aguirre (1972). Recomienda, para el ataque de la chicharrita, aplicar 0.75 a 1 lt/ha de Paratión Metílico al 50% mesclado con 4-6 lt de agua, un kg de Dipterex al 80% en forma humectable. Estos insecticidas deben mezclarse con agua suficiente para cubrir una hectárea (Anónimo 1969) citado por Sánchez y Robles (1999).

En el caso de la remolacha azucarera las plagas y enfermedades que la atacan y que pueden atacar a las remolachas forrajeras, son las siguientes.

PLAGAS

Hay varias especies que atacan la remolacha, siendo *Crassida vittata* la que mayor daño causa. Guerrero (1999) menciona que se trata de un crisomélido, que por eso no es correcto aplicarle el nombre de chinche, aunque esta bastante generalizado.

El adulto tiene 5 o 6 mm de longitud, el dorso de color verde claro con dos franjas de distintas tonalidades a lo largo de los élitros, la parte inferior es negra. La larva es oval y ligeramente convexa por el dorso, de color claro, extendiendo a lo largo del cuerpo unos apéndices en forma de espinas. Los huevos miden 1 mm de longitud, de color amarillento las cuales son protegidos, segregando un líquido que se coagula rápidamente. La ovoposición dura de dos a tres semanas y las larvas nacen a los 8 o 10 días. Las larvas hacen considerables daños, pues comen el parénquima de las hojas por el envés, respetando solo la epidermis del haz. A los 20 días de nacida se transforma de larva a ninfa, durado esta última etapa de 6 a 8 días. El ciclo completo, desde la puesta del huevo hasta el adulto es de 40 días. Los adultos hacen daño semejante al de las larvas y estos daños suelen ser graves.

Control. Se debe controlar al aparecer los primeros adultos, mojando bien las matas y sobre todo el envés de las hojas. Suele bastar con un solo tratamiento, aunque algunas veces hay que repetir. Se puede usar (Guerrero 1999):

- Cipermetrina 10%.- en dosis de 0.6 litros/ha
- Alfacipermetrina 10%.- en dosis de 0.3 litros/ha
- Deltametrin 2.5%, -en dosis de 0.5 litros/ha
- Esfenvalerato 2.5%.-en dosis de 0.75 litros/ha

Pulguilla de la remolacha (*Chaetocnema tibialis*)

Insecto que en estado adulto llega apenas a los 2 mm de longitud. Su cuerpo es convexo y de forma oval y el color es gris oscuro brillante con reflejos cobrizos. Como una pulga común, las patas posteriores están muy desarrolladas, con las que puede saltar.

Inverna en estado adulto en la hojarasca del suelo o las hierbas y también debajo de las piedras. Produce daño en el parénquima de las hojas por su cara inferior, originando unos orificios de unos 2 mm de diámetro. Las lesiones causadas en plántulas pueden ocasionarles la muerte (Guerrero 1999).

Control. Imidacloprid 70% (Gaucho), aplicado en llagas o heridas da buen resultado. Si acaso se necesita una aplicación foliar, se puede utilizar Alfacipermetrin (Fastac), Lindano y Endosulfan, entre otros.

Pulgones

Atacan a la remolacha diferentes especies de pulgones, siendo muy frecuente el pulgón negro de las habas (*Aphis fabae*) (Guerrero 1999) Esta especie se caracteriza por ser de ciclo emigrante, partiendo de un huevo de invierno, que se encuentra depositado en otra planta huésped, una hembra fundadora da lugar a una serie de hembras vivíparas y partenogénicas, lo que hace que se multipliquen al invadir la remolacha.

Control. Es muy eficaz en los primeros vuelos, con el “pildorado” (método con el que se cubre las plantas) de Imidacloprid, producto comercialmente conocido como “Gaucho”.

En caso de requerirse aplicaciones foliares se puede usar:

- Pirimicarb 50% (aproximadamente).- en dosis de 500 gr/ha
- Metil oxidemeton (Metasystox).- en dosis de 1.5 litros/ha
- Tiometon 25% (Ekatin).- en dosis de 1.5 litros/ha
- Metil clorpirifos 20% + cipermetrin 2% (Daskor).- en dosis de 1.5 litros/ha
- Deltametrin 2.5%, en dosis de 500 centímetros cúbicos/ha

Es conveniente a los productos citados añadir un mojante (humectante).

Gardama (*Laphygma exigua*)

Es un lepidóptero polífago que ataca un gran número de plantas, siendo la remolacha azucarera una de las que sufren mayor estrago. Se trata de un noctuido (insectos que atacan las plantas durante las noches) cuya oruga, que es la que causa daños, alcanza en su mayor desarrollo 3 cm de longitud. Su color es verde con líneas blancas a cada lado y con una mancha también a cada lado, por encima de la blanca. La incubación de los

huevo dura de 3 a 5 días. Las larvas, al formarse, devoran las hojas durante la noche. Cuando han devorado un campo emigran en forma gregaria. La duración de la oruga es de 3 semanas, transformándose en crisálida dentro del suelo, estado en que permanece entre 7 a 8 días. Los insectos de varias generaciones y distintos tamaños se superponen unos de otro (Guerrero 1999).

Control. Se puede usar.

- Metomilo (Lannate-15) a razón de 2 kg/ha
- Curbaril (Sevin) a 2-2.5 kg/ha en pulverización
- Triclorfón (Dipterex) a 2-2.5 kg/ha en pulverización
- Endosulfan (Thiodan) a 2-3 lt/ha
- Decametrin (Decís). Es un piretroide sintético. Se usa en concentraciones de 10-15 gramos de material activo/hectárea.
- Metamidofos (Tamaron) es sistémico. Se emplea en dosis de 50 gramos de material activo por cada 100 litros de agua. En pulverización, a razón de 1.5 kg material activo por hectárea.

Plusia (*Phytometra gamma*) (Guerrero 1999).

Lepidóptero noctuido parecido a la Gardama. Las orugas de este se distinguen de las de la gardama porque no tienen más que tres pares de patas falsas, un par terminal y dos ventrales. Es de color verde claro, son seis pequeñas líneas blanquecinas en el dorso y una banda amarilla a cada lado.

Las características de los ataques de la *Phytometra gamma* son muy similares a las de la gardama. Su biología difiere solo en que mientras la gardama llega a crisálida dentro del suelo, la otra forma capullos adheridos a las hojas de las plantas.

Control. Parecido al de la gardama.

Mosca de la remolacha (*Pegomya betae*)

Mosca cuya larva alcanza en su desarrollo una longitud de 6 a 8 mm. Vive entre las dos epidermis de las hojas de la remolacha. Los insectos adultos aparecen en primavera, permaneciendo inactivos los días de lluvia o frío. Para que vivan los huevos se necesita humedad atmosférica superior al 90%. Si no se alcanza esta humedad, los huevos se desecan y mueren. Las larvas nacen a los 4 o 5 días, si las condiciones climáticas lo permiten. En general, los daños no son muy graves, a pesar de que pueden tener varias

generaciones a lo largo del verano, en los lugares en que mejor se desarrollan. (Guerrero 1999).

Control.

Se recomienda emplear insecticidas fosfóricos penetrantes, ya que la larva se encuentra en el interior de la hoja.

Se pueden utilizar también pulverizaciones a base de:

- Malathion, a razón de 75-125 gramos de material activo por cada 100 litros de agua
- Dipterex en concentración de 75-125 gramos de material activo por cada 100 litros de agua.
- Diazinon en concentración de 60-75 gramos de material activo por cada 100 litros de agua.
- Dimetoato (Rogor) con las precauciones debidas.
- Fosfamidon, pero debe tenerse en cuenta que es un producto toxico, por lo que debe manejarse con sumo cuidado.

Nemátodos

Las dos especies mas extendidas son: *Meloidogyne incognita* y *Heterodera schachtii*. El primero es polífago, encontrándose en más de 500 especies de plantas, lo que representa un problema, ya que el hecho de dejar de cultivar varios años remolacha no garantiza la desaparición del parasito, porque puede vivir en gran número de plantas. No ocurre en la *H. schachtii*, que ataca a menos plantas, pero en cambio, forma quistes que pueden permanecer 5 a 6 años y provoca secreciones en las raíces de las plantas que ataca. Llegan a ocasionar tales daños que es imposible continuar con el cultivo (Guerrero 1999).

Control.

Es importante conocer el nivel de infección realizando un análisis de suelo. Como medida general, se debe espaciar la rotación del cultivo al menos tres años y mantener limpia de malas hierbas la parcela. Según la AIMCRA, si los niveles de huevos y larvas por cada 100 gr de suelo están en torno a 500, se puede utilizar Temik en la dosis de 10 kg/ha.

Gusano gris

Entre los gusanos grises que atacan la remolacha, el que causa mayor daño es el *Agrotis segetum*, sobre todo cuando la planta esta pequeña, porque suele roer el cuello de las plantas jóvenes (Guerrero 1999).

Control. Las aplicaciones con Piretroides son muy eficaces. Los productos aplicados al momento de la siembra no tienen acción sobre esta planta.

ENFERMEDADES

Mal vinoso (*Rhizoctonia violacea*)

Probablemente, es la enfermedad que produce más daño después del hongo *Cercospora*. La raíz es envuelta por un micelio violáceo que se propaga de unas raíces a otras, por lo que se observan rodales (manchones) cuando ataca un cultivo (Guerrero 1999).

Control. Para que no se propague la enfermedad conviene destruir los manchones quemando los restos con gasolina, extendiéndose a la parte aun no atacada en uno o dos metros alrededor, para evitar la propagación. Al comienzo de la enfermedad, si los rodales aun no son extensos, puede emplearse el Pentacloronitrobenceno (PCNB) en forma de polvo humectable al 20% de pureza aplicado directamente sobre el terreno a razón de 40 a 60 kg/ha, como mínimo. Si los rodales son ya grandes, este tratamiento resulta antieconómico.

Es conveniente evitar encharcamientos. Si se presenta repetidamente en la misma parcela se debe procurar el drenaje del agua excedente.

Mal del esclerocio (*Sclerocium rolfsii*)

Esta enfermedad suele atacar en climas cálidos, ya que su temperatura óptima es de 30 a 35° C, deteniéndose al descender a los 20° C. los síntomas de esta enfermedad son: hojas lacias y secas, en aumento paulatino. La superficie de la raíz se cubre de una borra blanca, constituida del micelio del hongo, en el cual se ven unos cuerpos blancos (llamados esclerosis), pardos o negruzcos, de 1.5 mm de diámetro, mediante los cuales se propaga el hongo. La enfermedad comienza por la parte alta de la raíz, avanzando de arriba hacia abajo. Al pretender arrancar la planta queda la raíz en el terreno (Guerrero 1999).

Control: Cuando solo existen rodales puede utilizarse el Pentacloronitrobenceno (PCNB) en la forma que hemos indicado al hablar del mal vinoso.

Es conveniente arrancar las plantas afectadas y quemarlas, haciéndolo igualmente en una franja sana, próxima a la afectada. Evitar encharcamientos, como se menciona al describir el mal vinoso.

Enfermedad del corazón

Esta enfermedad es causada por deficiencia de Boro en el suelo.

Se presenta desecación y ennegrecimiento de las hojas centrales, haciéndolo después las exteriores y finalmente la raíz en su parte central y superior, inmediatamente debajo de las hojas. Para evitar la enfermedad hay que aplicar Boro al terreno antes de la siembra, en las cantidades ya antes mencionadas en el tema de fertilización, aunque la cantidad depende de los resultados del análisis de suelo (Guerrero 1999).

Rizomanía

Enfermedad producida por un virus (BNYVV) transmitido por un hongo que vive en las plantas de la familia Chenopodiaceae. Cuando la contaminación alcanza a la planta ya desarrollada, el daño es menor. Quizá la rizomanía es más peligrosa en las áreas de siembra primaveral que en las de siembra otoñal. Se observan síntomas de clorosis en la hoja, que se puede presentar en rodales, franjas o de forma generalizada. La raíz se observa de tamaño pequeño; otras con deformaciones; con proliferación anormal de las raicillas y otras raíces que aparecen podridas, comenzando la pudrición por el ápice. En caso de que las parcelas se encuentren afectadas de rizomanía, los daños solo se pueden frenar utilizando variedades tolerantes y adelantando la fecha de siembra (Guerrero 1999).

MAQUINARIA PARA LA COSECHA

Ortiz *et al.* (1989) mencionan que la recolección de la remolacha se extiende a lo largo de dos meses, aproximadamente. En zonas donde la recolección se realiza en otoño, el tiempo, frecuentemente lluvioso, no permite como promedio más de 25 o 30 días para los trabajos a mano o con animales y un máximo de 20-25 días para la recolección mecánica. No es conveniente que la remolacha permanezca en el terreno mucho tiempo,

aunque hasta que no caen las primeras heladas la remolacha sigue ganando contenido de azúcar, después lo pierde, aparte de existir una mayor dificultad en la extracción.

Para la recolección de la remolacha se utilizan máquinas especiales, como las siguientes.

- a) Descoronadora
- b) Arrancadora
- c) Hileradora
- d) Recolectora
- e) Limpiadora
- f) Cargadora
- g) Transportadora

Estas operaciones pueden realizarse con equipos independientes para cada una de ellas, y maquinarias agrupadas o integradas en un mismo equipo (Ortiz 1995). Pueden distinguirse dos sistemas de mecanización.

EQUIPOS DE RECOLECCIÓN INTEGRADOS O AGRUPADOS EN UN MISMO ELEMENTO

Recolección mediante *equipos independientes*. Con este sistema cada maquina realiza una o dos operaciones. La Figura. Muestra esquemáticamente cada una de estas operaciones individuales (Ortiz 1995).

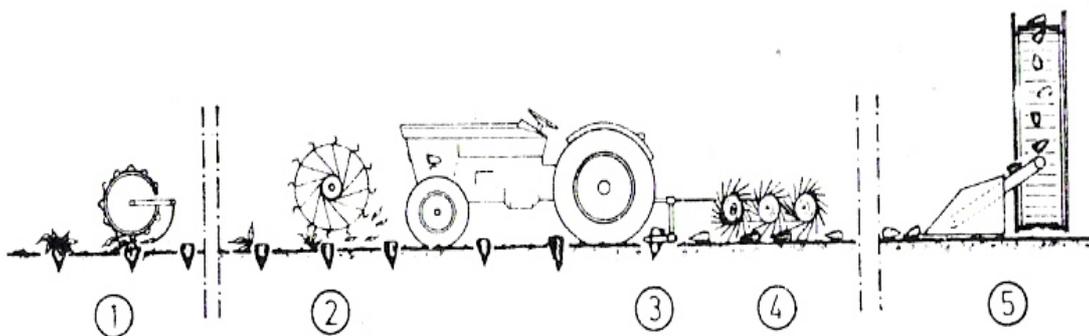


Figura 5. Equipos independientes de recolección de remolacha azucarera: 1. descoronado; 2. limpieza de hojas; 3. arranque; 4. hilerado; 5. recogida y carga.

1. Cosechadora de remolacha: este sistema da lugar a una mecanización combinada en la que la cosechadora realiza las diversas operaciones en una sola pasada. La forma de actuar es en trabajo continuo sobre la misma línea (Fig. a) o en trabajo paralelo, descoronando una hilera y arrancando alguna de las anteriores (Fig. b).

Existen cosechadoras de remolacha autopropulsadas que recolectan simultáneamente dos, e incluso tres hileras (Ortiz 1995).

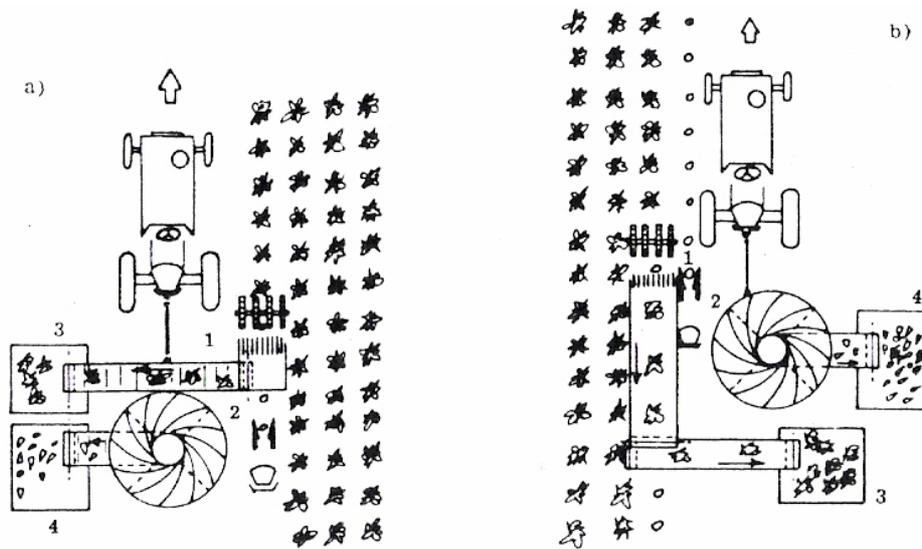


Figura 6. (a y b). Operación de una cosechadora de remolacha: a) trabajo continuo; b) trabajo en paralelo: 1. Descoronadora; 2. Arrancadora; 3. Tolva de hojas; 4. Tolva de raíces.

Estas maquinas realizan en una pasada todas las operaciones de recolección: descoronado, arranque, limpieza y carga. Normalmente son arrastradas y accionadas por la toma de fuerza del tractor y actúa sobre dos líneas al mismo tiempo, recoge una línea mientras descorona la siguiente (Fig. b del párrafo anterior). El sistema de trabajo es tipo tándem (Fig. a del párrafo anterior), descoronando y arrancando la misma línea, poco usual. Son maquinas voluminosas y de entre 1000 y 2000 kg de peso, sin carga, teniendo la tolva una capacidad entre 500 y 1000 kg (Ortiz 1995).

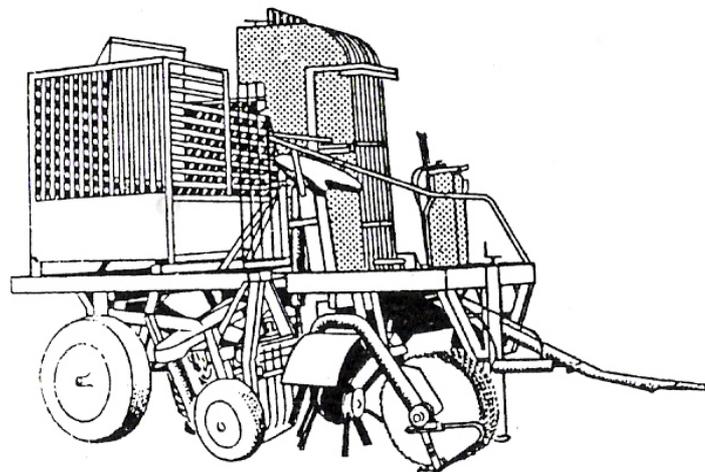


Figura 7. Cosechadora integral arrastrada.

Actualmente se están introduciendo al mercado algunas maquinas cosechadoras autopropulsadas. Son maquinas de grandes dimensiones que actúan sobre dos o tres hileras. Llegan incluso a superar los 8000 kg de capacidad de carga y vienen equipados con una tolva de descarga hidráulica de 4-5 ton. El accionamiento suele ser hidráulico, y en algunas de ellas los motores hidráulicos van reemplazando a las transmisiones mecánicas (Ortiz 1995).

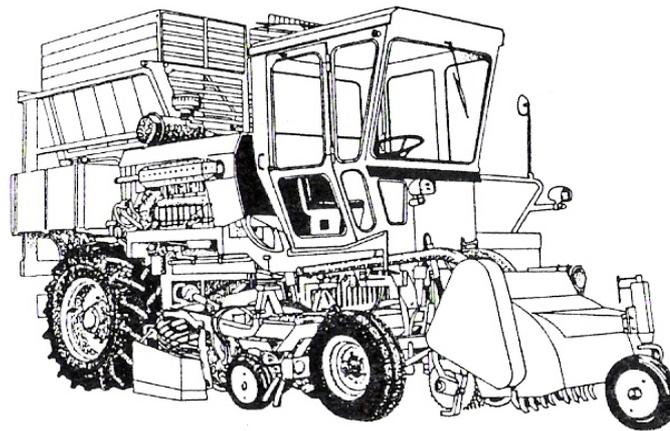


Figura 8. Cosechadora integral autopropulsada.

La cosechadora de remolacha realiza normalmente la limpia mediante una rueda centrífuga o turbina que lanza las remolachas contra la pared cribadora periférica, eliminando de esta forma la tierra adherida. Este sistema se emplea tanto como equipo combinado (arrancadora-hileradora, arrancadora-cargadora o recogedora-cargadora) o como cosechadora integral. Las condiciones de funcionamiento más apropiadas son sobre terrenos secos, sin muchos terrones. Para terrenos húmedos se suele emplear unas bandas transportadoras sinfín que giran en sentido contrario a distintas velocidades, transportando la remolacha y realizando la limpieza de tierra y barro (Ortiz 2003).

Dada la limitación de tiempo de empleo de la cosechadora (20-25 días) el rendimiento máximo por temporada de cosecha de una cosechadora de remolacha de una línea es de 30-50 hectáreas. (Ortiz *et al.* 1989; Ortiz 1995).

EQUIPOS DE RECOLECCIÓN INDIVIDUAL

Descoronadora.

Esta maquina tiene por objetivo eliminar las hojas, así como la corona o parte superior de la remolacha. El descoronado ideal es un corte horizontal a nivel de la zona donde nacen las primeras hojas (Ortiz 1995).

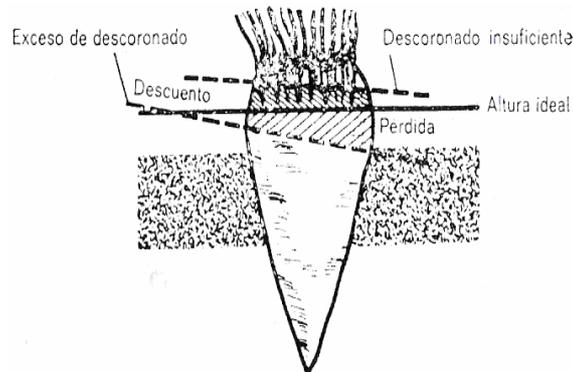


Figura 9. Descoronado ideal de la remolacha.

En la mayoría de los sistemas de cosecha, la remolacha primero se descorona con la raíz enterrada y luego se arranca. La primera dificultad para dar el corte surge de que las remolachas no se desarrollan todas a la misma altura, es necesario que la maquina disponga de un “palpador”, que puede ser de tres tipos:

- 1) Palpador de patín
- 2) Palpador rotativo o accionado
- 3) Palpador rotativo libre

Palpador de patín. Consiste de dos dedos oblicuos que apoyan sobre las hojas de la corona de la remolacha, fijando la altura de corte de la cuchilla, la cual puede ser fija o giratoria. Este tipo de palpador es la solución más sencilla y económica, pero tiene la desventaja de que la remolacha que no quede bien firme en el suelo puede doblarse, fracturándose por una zona que no corresponde a la deseada para el descoronado (se arranca parte de la raíz que es aprovechable). La cuchilla de tipo fijo, estando situada horizontalmente con un ángulo de inclinación de alrededor de 45° y la de tipo giratoria esta formada por un disco dentado de unos 20 cm de diámetro, inclinado respecto a la dirección de avance. La posición del disco viene calibrada por el palpador, el cual es regulado por un muelle de presión. Los cuellos son arrojados a un lado por un expulsor colocado en la parte superior del disco. (Ortiz *et al.* 1989; Ortiz 1995).

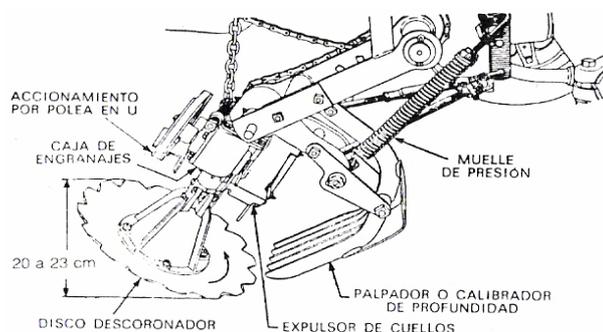


Figura 10. Palpador de patines con cuchillas rotativas de discos estriados.

Palpador rotativo, o accionado. Consiste en un cilindro dentado de 30 cm de diámetro que va encima de la cuchilla de corte, girando en sentido de la marcha a una velocidad ligeramente superior a la de avance. El accionamiento del palpador se realiza mediante la toma de fuerza del tractor o mas frecuentemente a través de la ruedas de la máquina. El palpador sirve de guía en sentido vertical a la cuchilla y, al mismo tiempo, sujeta la remolacha durante el corte. De esta forma se consigue un buen trabajo y un corte mas limpio. Al igual que en el palpador de patín, la cuchilla puede ser fija o giratoria (Ortiz *et al.* 1989; Ortiz 1995)

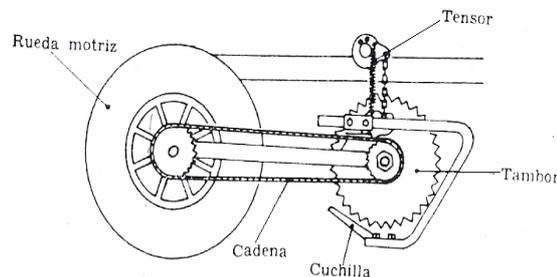


Figura 11. Palpador rotativo, o accionado.

Palpador rotativo libre. Es una versión simplificada del anterior, en el sentido de que gira libremente sobre su eje, debido a la reacción de la planta, sin ningún accionamiento (Ortiz 1995).

Algunas descoronadoras van provistas de ruedas de látigo de goma que giran a gran velocidad y que limpia los restos de hojas, sin perjuicio para la remolacha. El trabajo resulta perfecto cuando son dos las ruedas que giran en sentido contrario. Cuando las plantas se encuentran de forma uniforme en el terreno, la acción de las descoronadoras simples se dificulta, por lo que algunas descoronadoras actuales de gran rendimiento (3-6 hileras) se adaptan para operar como deshojadora-descoronadora, en forma combinada. Esta máquina está compuesta por.

1. Palpador rotativo y cuchillas, que realizan el descoronado.
2. Un cilindro de latiguillos, que arranca las hojas y la envía sobre un tornillo sin fin.
3. Un tornillo sin fin, el cual realiza el hilerado de la remolacha de forma lateral (en algunas máquinas) y las deposita directamente sobre un remolque.

4. Un cilindro barredor de dedos flexibles, que arranca las remolachas y barre las hojas que se escapan del deshojador.

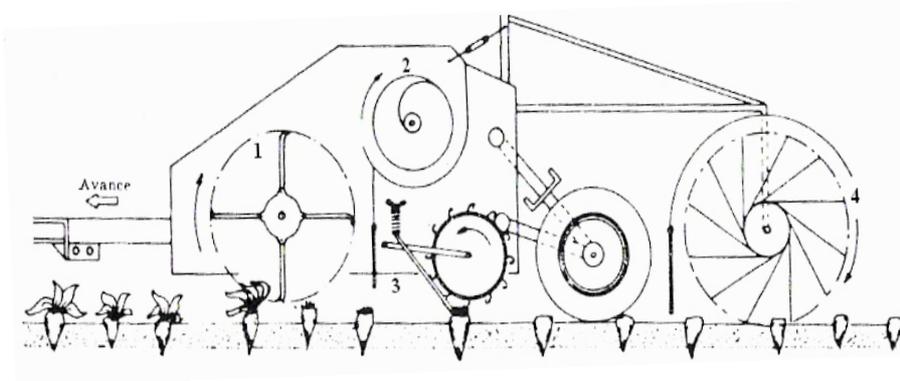


Figura 12. Deshojadora-descoronadora.

Arrancadora y limpiadora.

Su misión consiste en extraer las raíces del suelo, limpiarlas de tierra y dejarlas sobre el terreno. La operación debe realizarse sin romper las puntas de la remolacha, procurando que queden enteras. Esta maquina arrancadora, además de sistema de arranque, posee normalmente un sistema de limpieza (cadena, rejillas o tambor centrífugo) y un sistema de hilerado, de agrupamiento o de carga (Ortiz *et al.* 1989; Ortiz 1995).

Existen varios tipos de arrancadoras.

1. *Arrancadora de púas.* Esta constituida por horquillas robustas con las dos púas situadas a distintas alturas para obligar a la remolacha arrancada a caer en el lado elegido. Las púas están inclinadas hacia abajo unos 30° y se juntan ligeramente por su parte posterior. La separación de las púas y los ángulos de incidencia y ataque pueden regularse, con objeto de adaptarse mejor a las condiciones del suelo y al grosor de las raíces. El arrancador de púas es sencillo, penetra bien en el suelo y arrastra poca tierra al extraer la remolacha; por el contrario, ejerce una gran presión en la remolacha y la puede romper fácilmente. (Ortiz *et al.* 1989; Ortiz 1995).

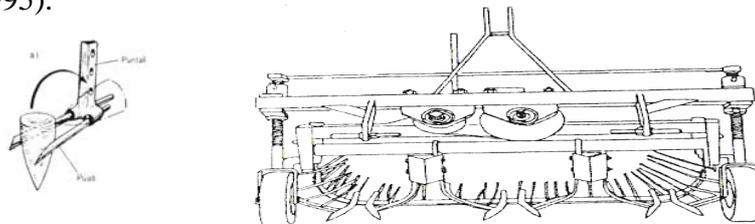


Figura 13. Arrancadora de púas.

2. *Arrancador de reja*. Esta formada por dos piezas de hierro más anchas que largas, de unos 3 cm de grosor) con dos rejas curvadas paralelas y convergentes por su parte de atrás. Las rejas, al entrar en el suelo comprimen la remolacha por su parte de atrás. Las rejas, al entrar en el suelo comprimen la remolacha extrayéndola del suelo y proyectándola hacia atrás. Un deflector fijo en uno de los soportes de las vertederas tira la remolacha a un lado para que no vuelva a caer en el surco abierto. El trabajo del arrancador de rejas es más suave que el del arrancador de púas y se emplea especialmente en terrenos duros y secos. Si el terreno esta húmedo, deja las raíces con una gran cantidad de tierra. Las rejas ofrecen mayor superficie de contacto con las raíces, que los sistemas de horquilla; la fuerza por unidad de superficie es más pequeña y más eficiente; todo esto hace que se produzcan menores daños. Actualmente muchas de las maquinas que incorporan estos elementos arrancadores, tanto los de púas como los de rejas, poseen un movimiento vibratorio que permite mayor penetración en los suelos duros y sacan la raíz entera sin pérdidas por “descolado” (Ortiz 1995).

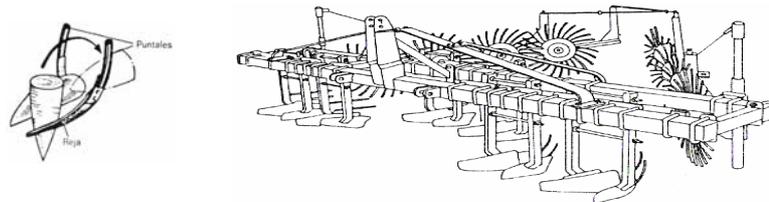


Figura 14. Arrancadora de rejas.

3. *Arrancador de discos rotativos*. Esta formado por dos discos montados sobre dos ejes oblicuos, con una ligera inclinación (los discos están ligeramente abiertos hacia delante y hacia arriba). Estos discos pueden ser de muy diversas formas en su contorno. Los más utilizados son *los discos estrellados* y *los discos lisos o ligeramente dentados*. Su rotación es libre, levantando al principio la raíz verticalmente hacia arriba y proyectándola después hacia tras, este sistema es muy apropiado para suelos con alto contenido de humedad (Ortiz 1995).

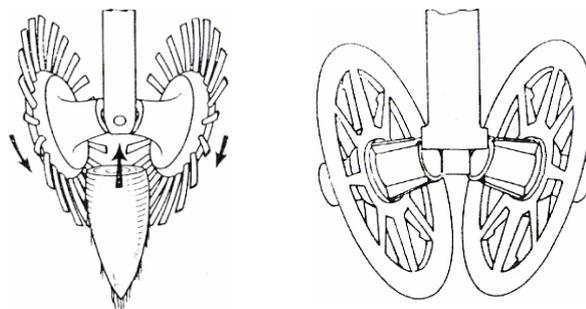


Figura 15. Arrancador de disco estrellado y arrancador de disco liso.

4. *Arrancadora-descoronadora de bandas transportadoras*. Máquina que realiza las dos labores conjuntamente, y a la inversa. Esta compuesta esencialmente por dos bandas transportadoras que giran en sentido opuesto (izquierda a derecha) y sujetan la remolacha por las hojas, mientras una reja las arranca del suelo. Posteriormente un par de discos giratorios producen el descoronado a la altura deseada, recogiendo de esta forma las remolachas por un lado, y las hojas y coronas por otro. Se utilizan sobre todo para la remolacha forrajera (Ortiz 1995).

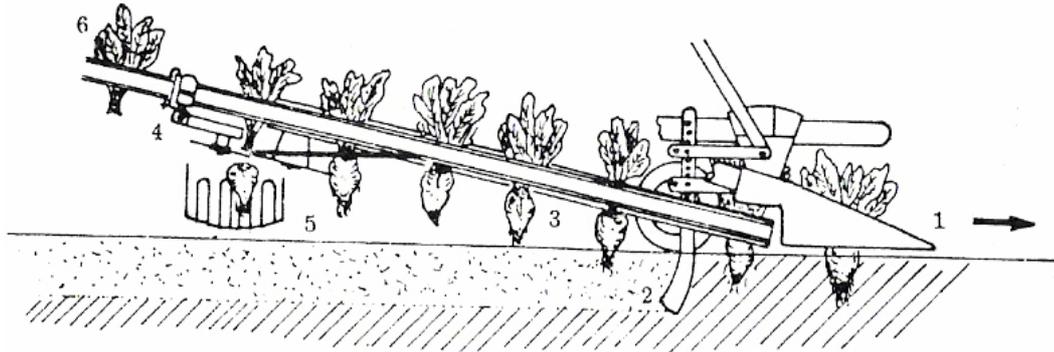


Figura 16. Arrancadora-descoronadora de bandas transportadoras. 1. Divisores de entrada; 2. Reja; 3. Banda transportadora; 4. Discos rotativos de corte; 5. Raíces y, 6. Hojas.

5. *Arrancadora-descoronadora de rodillos de púas*. Este tipo de máquina levanta la remolacha previamente desprendida del suelo por unas rejas arrancadoras, pinchándola con las púas de un gran cilindro y elevándola hasta donde están situadas dos cuchillas rotativas que las descorona Ortiz (1995).

El empleo de estas dos últimas máquinas combinadas y la inversión de los procesos es una buena práctica para terrenos húmedos, donde un descoronado *in situ* (enterrado) no daría buen resultado.

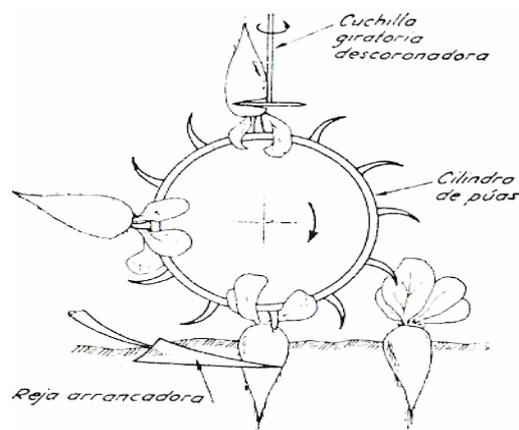


Figura 17.- Arrancadora-descoronadora de rodillos de púas.

Hileradoras y cargadoras.

Una vez que se han arrancado las raíces, es necesario hilerarlas antes de realizar su carga. Para ellos se emplean *maquinas hileradoras* que puedan ser de dos sistemas (Ortiz 1995):

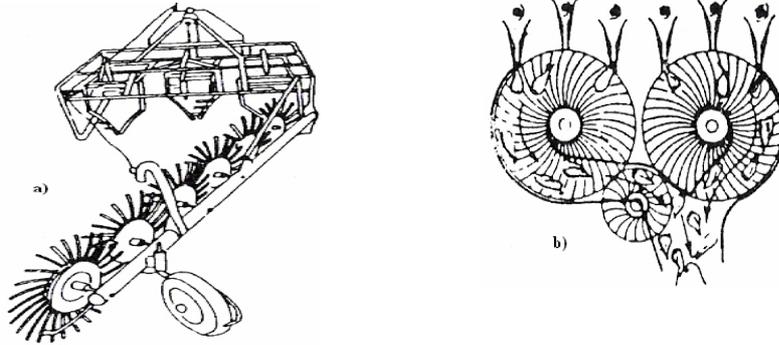


Figura 18.- a) Hileradora de rastrillo de soles **Figura 19. b)** Hileradora de tambores rotativos.

En general, la calidad de trabajo es similar para los dos tipos de maquinas, pero es necesario procurar que durante el hilerado las raíces rueden lo menos posible sobre el suelo a fin de evitar por un lado que se adhiera demasiada cantidad de tierra en su superficie y por otro que sean excesivamente golpeadas o dañadas.

Recolección y carga de remolacha

Las operaciones de recolección y carga de remolacha suelen ir unidas. Las máquinas recolectoras-cargadoras se encargan de recoger las raíces previamente agrupadas por una plataforma provista de una serie de dedos colocados a lo largo de sus cadenas elevadoras que van con movimientos de oscilación para realizar la limpieza de la remolacha y por ultimo elevarlas hasta el remolque o camión (Ortiz *et al.* 1989; Ortiz 1995).

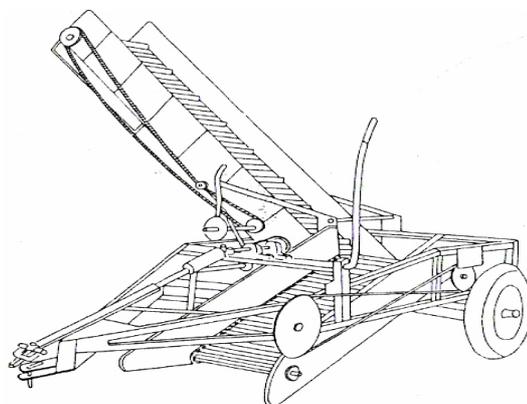


Figura 20. Máquina recolectora-cargadora de remolacha.

En terrenos muy secos y duros, al arrancar las raíces se produce gran cantidad de terrones difíciles de separar por ninguno de los sistemas anteriormente descritos. Para estos casos, se ha empleado experimentalmente una descoronadora-arrancadora que deja las remolachas hileradas en el terreno, y a continuación pasa una recolectora-cargadora. Esta maquina esta formada por uno o dos cilindros de gran dimensión, provistos de púas pequeñas. Los rodillos pasan sobre la hilera de remolacha y terrones. La remolacha queda sujeta en las púas hasta que unos peines limpiadores la sueltan sobre una banda transportadora que carga directamente en el remolque (Ortiz 1995).

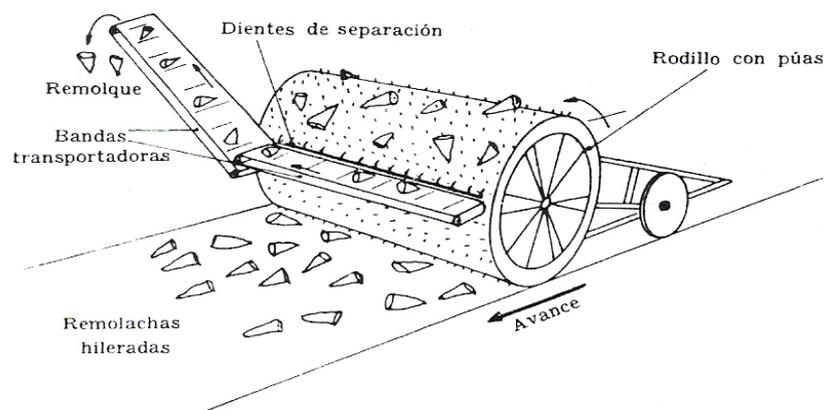


Figura 21. Recogedora-cargadora de rodillos de púas.

Para el buen funcionamiento de las cosechadoras se necesita un perfecto paralelismo entre las líneas de siembra. Actualmente se están introduciendo sistemas electrónicos para regular la dirección y profundidad. Estos sistemas, formados a base de palpadores y relés (aparato que, en determinadas condiciones, produce un cambio en un circuito) automáticos, se convierten en automáticos buscadores de raíces desplazadas de la alineación, por lo que los resultados de las cosechadoras respecto a la calidad de trabajo son cada día mas mejores (Ortiz 1995).

CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DEL EQUIPO DE RECOLECCIÓN

Ortiz (1995) menciona que para las elecciones entre un equipo descompuesto (individuales) o una cosechadora integral deberán efectuarse en función de la superficie de explotación y las condiciones particulares de la finca o rancho. Algunas de las características de estos dos sistemas de recolección mecánica que pueden ayudar a la elección del equipo, son:

Sistema equipos individuales

- Bajo costo de adquisición.
- Gran variedad de equipos y rendimientos. Pueden encontrarse maquinas desde una hasta seis hileras de trabajo.
- Gran perfección en cada una de las operaciones, ya que la maquina esta diseñada para una determinada operación.
- Fácil manejo, con pocas regulaciones.
- Utiliza simultáneamente varias unidades de tracción.
- Posibilidad de utilización en parcelas pequeñas.
- De dos y tres hileras.

Cosechadora equipos agrupados

- Gran rendimiento de trabajo, especialmente en las cosechadoras autopropulsadas.
- Elevado costo de adquisición.
- Recoge directamente la remolacha, con lo que no se tienen perdidas por acción de los factores climáticos.
- Necesita una gran superficie de trabajo para alcanzar una buena rentabilidad.

REGULACIONES Y CAPACIDAD DE TRABAJO

Dadas las numerosas variantes que existen en cada uno de los mecanismos de recolección de remolacha, algunos de los efectos que cada regulación produce, pueden ser, según Ortiz (2003), las siguientes.

- A. Posición del palpador en una descoronadora. La distancia vertical entre el palpador y la cuchilla suelen ser regulables y determina la intensidad del descoronado, variable según el tamaño de la remolacha y la importancia (uso) de las hojas. En algunas cosechadoras modernas se controla mediante sensores electrohidráulicos o mediante dos cilindros hidráulicos con ruedas neumáticas de apoyo.
- B. Presión del palpador sobre las coronas. Esta presión, regulada normalmente por un resorte de presión, debe ser la adecuada, ya que una presión demasiado ligera puede hacer que el dispositivo rebote a cada variación de nivel experimentado

por el palpador; por el contrario, si la presión es demasiado grande, el palpador puede tumbar la remolacha antes de elevarse.

- C. Ajuste entre líneas. Tanto los sistemas descompuestos como las cosechadoras integrales, si son de más de una hilera, deben disponer de esta regulación, ya que la distancia entre hileras pueden variar entre 40 a 75 cm, según la plantación.
- D. Profundidad de arranque. Una profundidad insuficiente implica la rotura de gran número de raíces, mientras que una profundidad excesiva levanta demasiada tierra, deja el terreno muy removido y necesita mayor potencia. En cosechadoras de más de una línea, cada dispositivo de arranque es oscilante e independiente de los demás y se controlan hidráulicamente mediante sensores. En máquinas más sencillas, el control se realiza por la posición vertical de las ruedas o de los patines de apoyo de la máquina.

Otras regulaciones como la velocidad de las cadenas transportadoras y de los palpadores rotativos accionados, pueden normalmente variarse mediante cambios de los elementos impulsores conocidos como piñones.

Capacidad de trabajo

Es muy variada, según las diversas máquinas. En el cuadro 9 se presentan algunos valores medios de potencia necesaria y capacidad de trabajo para equipos individuales y cosechadora integral (o agrupada) de remolacha (Ortiz 2003).

Cuadro 9. Rendimiento máximo de una cosechadora de remolacha.

Máquina	Velocidad (km/hr)	Potencia necesaria (KW-kilovatio, o CV-caballo de vapor)	Capacidad (Ha/día)	Capacidad de la tolva (m ³)
Descoronadora*	4-8	10-15 (15-20)	1.5-2	-----
Arrancadora*	3-6	10-15 (15-20)	1.5-2	-----
Descoronadora-Arrancadora*	4-6	20-30 (30-40)	1.5-2	-----
Cosechadora arrastrada de 1+ 1	3-5	35-45 (45-60)	1-2	3-4

línea				
Cosechadora arrastrada de 2 líneas	5-7	65-90 (85-160)	4-5	5-7
Cosechadora autopropulsora de 2 – 3 líneas	6-7	75-150 (100-200)	5-6	6-12
Recogedora-cargadora	5-7	35-40 (45-52)	6-8	-----
Cosechadora autopropulsora de 6 líneas	6-4	300-310 (410-420)	10-12	24-25
Limpiadora-cargadora	-----	190-200 (260-270)	1 ton/minuto.	Directamente del montón al camión
Pala cargadora	-----	35-45 (45-60)	0.1-0.2 ton/minuto.	-----

* Los datos expresados son para cada línea de trabajo.

El rendimiento máximo de una cosechadora de remolacha de una línea (1+1) es de 30-50 Ha. Los equipos individuales dependen esencialmente del número de tractores de que dispone la explotación y, por tanto, del número de operaciones que puedan realizarse al mismo tiempo.

RECOLECCIÓN MECÁNICA DE LA REMOLACHA FORRAJERA

La siembra y cuidados de la remolacha forrajera son similares a los de la azucarera. El desarrollo de la remolacha forrajera es mucho más superficial, llegando en algunas variedades a penetrar en el terreno únicamente el 25-30 por ciento de su longitud. Puede aplicarse la regla de que el rendimiento en peso es tanto mayor cuanto mas sobresale el cuerpo de la remolacha sobre la superficie del terreno. El desarrollo sobre el suelo facilita el arranque, pero puede dificultar el descoronado mecánico, ya que las raíces se asientan menos firmemente en el terreno. En España, gran parte de la remolacha se cosecha a mano, arrancándola de un tirón con las hojas y haciendo el descoronado después. La recolección mecánica se dificulta principalmente por la poca uniformidad de las raíces, tanto en altura sobre el terreno como en grosor y forma (Ortiz 1995).

Las exigencias que tienen que cumplir los equipos de recolección de remolacha forrajera son diferentes en algunos aspectos, si se compara con la recolección de la remolacha azucarera. Entre estas se pueden señalar las siguientes:

1. El descoronado es difícil por la altura tan desigual, que puede variar entre 10 y 15 cm. Debe ser lo mas superficial posible para no producir pérdidas ni dificultar la larga conservación a que algunas remolacha son sometidas.
2. El arranque se realiza fácilmente. En algunos países como Alemania, donde este cultivo tiene gran importancia, se han desarrollado gran cantidad de sistemas, entre los que figuran el cargador frontal con horquillas de púas, y las cosechadoras especiales. El cargador frontal con horquillas de púas trabaja posteriormente, cuando han sido descoronadas las remolachas y, a la vez que empuja las raíces, las arranca y las recoge colocándolas en el fondo de la horquilla.

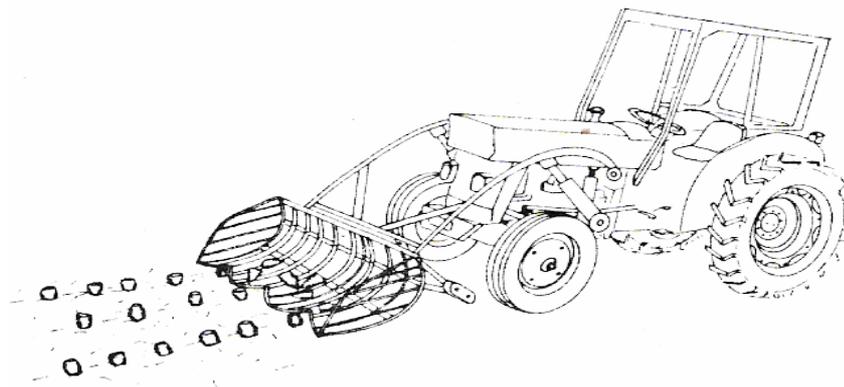


Figura 22. Cargador frontal con horquillas de púas para arranque y carga de remolacha. Las cosechadoras especiales de remolacha forrajera son mucho mas simples que las de remolacha azucarera, ya que prácticamente no necesitan elementos de limpia y el arranque se realiza de forma muy simplificada con cuchillas enterradas a poca profundidad. El sistema mas empleado es el formado por dos “bandas transportadoras”, similar el descrito para la remolacha azucarera. Este sistema, generalmente es ensamblado a un soporte lateral del tractor. Se emplea también para otras raíces, como nabos y colinabos, e incluso, con ligeras modificaciones, para apio y otras hortalizas. Las ventajas de esta máquina es que realiza el descoronado a la altura deseada, sin que influyan las diferentes alturas de la raíces (Ortiz 1995).

COSECHA Y PRODUCCIÓN

Las condiciones de cosecha están dadas por un punto óptimo de madurez de la raíz en relación con el porcentaje de sacarosa que llega almacenar. Por lo tanto, debe tenerse mucho cuidado con la fecha en que se debe efectuar la cosecha de remolacha, ya que esta tiene una influencia determinante en el contenido de azúcar. Cuando se cosecha temprano puede haber fuerte ahorro de agua de riego, pero el contenido de azúcar puede bajar; en cambio, cuando se cosecha tarde, el contenido de azúcar es más alto pero los costos por concepto de agua y mano de obra para efectuar el riego aumenta considerablemente (Dennis y Nelson 1971) citado por Garatuza (1984).

Anónimo (1969 y Anónimo (1971), citados por Aguirre (1972) mencionan que la cosecha puede iniciarse a los 120 a 130 días después de la fecha en que emergen las primeras plántulas. Para cosechar se puede emplear una cuchilla o un arado que remueva la tierra lo más bajo posible para desprender fácilmente las remolacha. Puede usarse una máquina cosechadora de papa, y se puede cosechar toda la planta o bien cortarse el follaje, y dar un riego para provocar la recuperación.

El CIANE (1977) recomienda realizar la cosecha a partir de los 120 días después de la siembra. Para cosechar se emplea un arado profundo con el fin de desprender las remolachas de la tierra y sacarlas a mano.

La producción de la remolacha forrajera, puede variar según las variedades. En materia seca y materia verde se tienen los reportes siguientes.

- Entre 12 y 15 toneladas De materia seca por hectárea, según la ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura) (2007).
- Bajo condiciones de adecuada humedad del suelo en verano y alta fertilidad puede alcanzar un nivel productivo superior a 24 ton ms/ha, que en términos de materia verde (mv) superan a las 200 ton/ha, según Demanet (2007)
- En áreas de riego y bajo condiciones de suelo rojizos y arcillosos, la remolacha logra un rendimiento de 240 ton mv/ha, equivalente a 21.82 ton de ms/ha (Demanet (2007) y Demanet y Prudent (1998).
- En suelos trumaos (en Chile, suelo arenoso muy fino procedente de roca volcánica) Demanet (2007), según Demanet en un estudio realizado por

Romero *et al.* (1991) obtuvo rendimientos de 27.85 toneladas de materia seca/ha.

- En regadío se pueden producir de 70,000 a 100,000 Kg/ha de raíz por hectárea, además de las hojas (Guerrero 1999).

POST-COSECHA DE LA REMOLACHA FORRAJERA

Conservación de la remolacha y sus subproductos

Yarza (1970), citado por Sánchez y Robles (1999), reporta que cuando más proporción de agua tenga la remolacha más difícil es su conservación, por lo que se conservan mejor las variedades azucareras y semiazucareras, que las forrajeras. En el momento de almacenarlas, para su conservación, deben limpiarse y eliminar las que estén podridas.

El mejor modo de conservar los cuellos y las hojas de la remolacha es a través del ensilado, pero antes se recomienda secarla ligeramente para reducir la humedad excesiva o bien mezclarla con pulpa seca, o paja. También, se recomienda añadir medio kilo de carbonato de calcio en polvo por cada tonelada de remolacha para contrarrestar el exceso de ácido oxálico que esta contiene, y mejorar así la conservación.

Jordán (1955) menciona que las raíces y tubérculos se caracterizan por la peculiaridad de continuar viviendo mucho tiempo después de haber sido extraídos de la tierra. No son organismos muertos en los que ya ha concluido toda función vital, como les sucede a las hierbas henificadas o desecadas, sino que, por el contrario, continúan viviendo a expensas de sus reservas, sus jugos y su contenido de agua, y también continúan respirando, pues absorben oxígeno y exhalan Ácido carbónico, o gas carbónico, por medio de la fermentación). Según Duthil (1973) estas raíces son sensibles a las heladas, si bien esta sensibilidad es claramente inferior en las variedades de alto contenido de materia seca. Las raíces se colocan formando un “silo”, especie de montón dotado de ventilación, en un lugar donde no se acumule la humedad y protegido de los fríos intensos y de la lluvia.

Duthil (1973) reporta que cuando no se dispone de un local de suficiente amplitud para almacenar estas raíces forrajeras, suele formarse un silo al aire libre, sobre suelo limpio. Pueden apilarse en grandes montones que miden a veces varios metros de ancho y de dos a cuatro metros de altura. Es aconsejable disponer de chimeneas de aireación (haces

de leña o de paja, protegidos contra las infiltraciones de agua), y aislar la base del silo de la humedad, mediante una capa de paja (Guerrero 1999). Para proteger las raíces del frío se pueden cubrir con una capa de paja, poniendo encima de esta otra capa de tierra. Debe dejarse una chimenea en lo alto del montón, que puede hacerse con paja. El grosor de la capa de tierra debe variar entre 30 y 80 cm, según el rigor del frío (Duthil 1973). Para evitar la inundación del silo por las lluvias se puede hacer una simple reguera o zanja alrededor del silo. Pueden ensilarse independientemente o aprovechar esta operación para mezclar las hojas y los tallos.

Se puede afirmar de un modo general que donde mejor se almacenan y conservan los tubérculos y raíces es en el propio suelo, donde estos vegetan por largo tiempo (Jordán 1955). El mismo autor reporta que en regiones templado-frías, el mejor modo de conservar grandes cantidades de remolacha forrajera es en cobertizos secos, o en un desván, colocándolas sobre una cama de paja, sin apilar ni amontonarlas demasiado, desechando previamente toda pieza que este dañada o enferma, y procurando adoptar cualquier iniciativa para lograr que entre capa y capa circule el aire lo mejor posible. En los países que tienen inviernos fríos, los cobertizos suelen ser precisamente los más convenientes para la mejor conservación de las raíces.

ALIMENTACIÓN DEL GANADO CON REMOLACHA FORRAJERA

Jordán (1955) menciona que la remolacha forrajera tiene gran importancia como ingrediente en el balanceo de raciones alimenticias. Las raíces debidamente partidas y mezcladas con forrajes secos constituyen un gran aporte alimenticio para el ganado, puesto que en estado fresco contienen abundante y sabroso jugo cargado de vitaminas, aparte de su propio valor nutritivo.

La pulpa de la remolacha forrajera se utiliza para la alimentación de ganado mediante la preparación de melazas, como suplemento (FAO 2006).

Guerrero (1999) reporta que las remolachas con demasiado contenido en azúcar suelen ser perjudiciales en la alimentación de los rumiantes porque modifican la flora microbiana del rumen, disminuyendo en consecuencia la digestibilidad de algunos

compuestos de la ración. Produce también acción laxante, la que se puede disminuir e incluso corregir con la aportación de carbonato de calcio finamente molido, que transforma el ácido oxálico en oxalato cálcico.

De Alba (1958) citado por Aguirre (1972) menciona que la remolacha forrajera como la semiazucarera, e igualmente la azucarera, pueden utilizarse en la alimentación de los animales de la siguiente manera.

- ✓ Raíz fresca
- ✓ Raíz conservada
- ✓ Hojas frescas o ensiladas
- ✓ Pulpa integral deshidratada

Yarza (1970) citado por Robles y Sánchez (1999) proponen que al utilizar la remolacha en la alimentación de los animales deberá tenerse en cuenta que:

- la remolacha es un alimento muy acuoso, muy voluminoso y poco concentrado, apto para animales de gran capacidad digestiva.
- Su materia seca es muy rica en energía, por lo que, eliminada el agua, puede considerarse como un alimento concentrado.
- Su riqueza en proteínas es, en cambio muy pequeña, completamente insuficiente para las necesidades productivas de los animales.
- Es pobre en minerales como calcio y fósforo, pero rica en potasio y ácido oxálico, especialmente en las hojas, lo que le confiere propiedades descalcificantes y laxantes.
- Es muy pobre en vitaminas.

Alimentación del ganado bovino

La alimentación del ganado bovino se puede efectuar bajo las consideraciones siguientes:

- Se puede utilizar para alimentar todas las especies ganaderas (Yarza, 1970).
- No rebasar el 50 % del contenido de materia seca total de la ración (Yarza, 1970).

- Se puede suministrar raíz fresca, raíz conservada, hojas frescas o ensiladas, y pulpa integral deshidratada (Aguirre 1972) a animales de gran capacidad digestiva, no a terneros de menos de nueve meses.
- Reemplaza en parte importante el grano, es bueno en la engorda o ceba del ganado y es malo en la dieta de los becerros en etapa de crecimiento (1kg de materia seca de remolacha forrajera = 1kg de grano de maíz) (Yarza 1970), citado por Aguirre (1972).
- En vacas gestantes avanzadas no es recomendable ofrecer en la dieta más de 30 kg/vaca/día.
- La leche producida por vacas alimentadas con una ración donde participa la remolacha forrajera no deberá utilizarse para producir queso (Yarza, 1970).
- A las vacas y bueyes que van al sacrificio se les puede suministrar hasta 50 kg/animal/día (Yarza, 1970).
- Una ración uniforme y mecanizable para la engorda de novillos estaría integrada por Pulpa seca + alfalfa + Fósforo (Yarza, 1970).
- La aportación de 50 gr de CaCO₃ (Carbonato de calcio) por cada 100 Kg de remolacha evita los efectos descalcificantes (Yarza, 1970).
- Es recomendable suministrarla picada, ya que si se ofrece entera se corre el peligro de que no puedan deglutir grandes pedazos, con lo que se puede obligar el sacrificio del animal.

Alimentación de equinos.

En caballos, deshidratada, constituye un buen suplemento. La pulpa debe, en primer lugar, cortarse en tiras para evitar el consumo excesivo, empaparse (rehidratarse), para evitar cólicos, empachar al animal o provocar problemas mayores. Una vez mojada en agua, debe consumirse en 24 horas, para evitar su fermentación.

Alimentación de cerdos.

Guerrero (1999) menciona que en la alimentación de cerdos se proporcionan las rices cocidas, en vez de suministrarlas crudas. Los cerdos de 100 kg de peso pueden consumir hasta 4 kg por día.

II. RESULTADOS

De la revisión bibliográfica efectuada se pueden derivar los resultados siguientes:

1. Se revisaron 79 fuentes bibliográficas. La importancia de las contribuciones y la dificultad para localizar los documentos originales motivó a la aceptación de algunos autores como “citados por” autores de algunas obras encontradas en el campus Saltillo, de la UAAAN.
2. Sólo se localizó una fuente bibliográfica que se refiere a las características halófitas de la remolacha forrajera, aspecto de relevancia por revisar en el presente trabajo.
3. No se localizaron trabajos mexicanos recientes que aportaran información sobre el uso de suelos salinos y agua salina de zonas áridas y semiáridas para el cultivo de la remolacha forrajera.

4. No se localizaron trabajos recientes que aportaran información sobre la participación de la remolacha forrajera en raciones elaboradas para alimentar ganado bovino.
5. El renglón correspondiente a la mecanización del cultivo de la remolacha forrajera en México aparentemente no cuenta con experiencias de ninguna naturaleza. De la escasa literatura encontrada en relación con la remolacha azucarera, se interpreta que existe un elevado grado de dificultad para mecanizar el cultivo de la remolacha forrajera, en virtud de la diversidad de formas que presentan las raíces de las diversas variedades.
6. No se localizaron referencias que aportaran fundamentos fisiológicos para el cultivo de la remolacha forrajera en zonas áridas y semiáridas.
7. En cuanto a las plagas y enfermedades, algunos autores señalan que ambos problemas pueden presentarse en ambos grupos de plantas. No se encontraron casos de problemas de infestación y ataques, ni de control, en la literatura referente a las condiciones áridas y semiáridas del norte de México.

III. CONCLUSIONES

1. Se requiere ampliar y profundizar la revisión bibliográfica existente en México y en el mundo, sobre la remolacha forrajera, para establecer el estatus de este cultivo que se estima puede contribuir en el mejoramiento de la productividad ecológica y económica de los ranchos de las zonas áridas y semiáridas de México.
2. Se requiere localizar o, en su defecto, integrar una colección de semillas de variedades de remolacha forrajera para efectuar pruebas de comportamiento bajo condiciones de salinidad y de aplicación de sistemas de riego con alta eficiencia en el uso del agua.

3. Se requiere plantear líneas de investigación sobre este cultivo en las zonas áridas y semiáridas de México con la finalidad de producir altas cantidades de forraje en pequeñas superficies y con relativamente baja demanda de insumos.
4. Se requiere revisar la posibilidad de uso de maquinaria existente, de adaptación de la misma o de diseño de máquinas nuevas que permitan el cultivo extensivo de remolacha forrajera.
5. Se requiere hacer investigación en relación con la formulación de raciones alimenticias para diferentes tipos de animales domésticos, ganancias de peso, digestibilidad de la remolacha forrajera, etc. tanto como su impacto en la economía de las operaciones ganaderas.

IV.LITERATURA CITADA

Agricultura. Revista Agropecuaria. 1979. Remolacha azucarera. CSIC. Base de datos ISOC. 137-141p. 562 p. Disponible en. <http://bddoc.csic.es:8080/ver/ISOC/revi/0303.html>

Aguilera, E. 1971. Comparación en rendimiento en forrajes y análisis bromatológico en cuatro variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) en Apodaca, N. L. Tesis profesional. ITESM. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. 28 y 33 p.

- Aguirre, A. 1972. Ensayo de adaptación y rendimiento de cuatro variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) sembradas a cuatro diferentes distancias entre plantas, en la región de Buenavista, Coah. Tesis Profesional. UAAAN. Saltillo Coahuila.
- Alvarado, H. 1969. Informe de labores. Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas (CIAT / SAG / INIA). Rio Bravo, Tamaulipas. 141-144 p.
- Anónimo, 1971. Cultivos y recomendaciones aplicables al norte de Tamaulipas. CIAT. Rio Bravo, Tamaulipas. No.2. pp. 20-21 y 22.
- Anónimo, 1970. Ensayo de rendimiento de 5 variedades de remolacha forrajera sembradas en 8 diferentes fechas de siembra. Informe 69-70 de invierno del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste (CIANE). pp. 86-89.país, México.
- Anónimo, 1969. Informe anual de la Comarca Lagunera y zona de Ciudad Delicias, Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (CIANE). pp. 93-95.
- Anónimo, 1969 a. Plan nacional agrícola ganadero forestal. 1969-1970. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). pp. 42,197, y 252.
- Bernstein, L. 1965. Tolerance of plants to salinity. Irrigation and Drainage Division. 11-12. p.
- Bernstein, L. y Ayers, A. D. 1953. Salt tolerance of five varieties of carrot. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61, 360-366.
- Casallo, A. y Eduardo, S. 1965. Variedades de raíces forrajeras. En: Instituto Nacional para la Producción de Semillas Selectas. Hojas divulgadas No. 5-65. Madrid. España. Disponible En: http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1965_05.pdf

- Cásseres, E. 1981. Producción de hortalizas. 3ª edición. Primera impresión. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- CIANE (Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste). 1977. Guía para la asistencia técnica agrícola. Comarca Lagunera, Coahuila. Área de influencia del campo agrícola experimental. México. 74-75 p.
- CNIA (Comisión Nacional de la Industria Azucarera). 1981. Estudio de factibilidad del cultivo de la remolacha en el valle de Mexicali, Baja California Norte, y elección de la zona de abasto.
- Correll, D.S. y M.C. Johnston. 1979. Manual of the vascular plants of Texas. Second Edition. The University of Texas at Dallas. Richardson, Texas. U.S.A. 1881 p.
- De Alba, J. 1958. Alimentación del ganado en América Latina. 1ª reimpresión. Editorial Fournier. México. 824. p.
- De Alba, J. 1963. Alimentación del ganado en América Latina. La Prensa Medica Mexicana. México. 83-84 p.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. Segunda edición. La Prensa Médica Mexicana. México. 475 p.
- Del Bo, L. 1976. Manual del cultivador moderno. Editorial. De Vecchi, S.A. Barcelona, España. 205 p.
- Demanet, R. 2007. Cultivos y forrajes suplementarios. En: Programa desarrollo de proveedores 2004-2007. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de la Frontera. Disponible en: http://lacteos.watts.cl/images/Img_Editor/DocAdjuntos/CULTIVOS%20Y%20FORRAJES%20SUPLEMENTARIOS.pdf.
- Dennis, E. y J. M., Nelson. 1971. Sugar beets in Arizona. The University of California. 6 p.

- De Soroa, J. M. 1968. Diccionario de agricultura. 2ª edición. Editorial Labor, S. A. México, D. F. 824 p.
- Díaz, H. 1992. Praderas de riego en el norte de México. En: UAAAN. Memorias. Seminario sobre bovinos de carne. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Díaz, H., A. Saldívar y U. López. 1998. Pasture forage production in Northeastern Mexico. In: Proceedings. Management of grazinglands in Northern Mexico and South Texas. Workshop. Texas A&M International University, Laredo, Texas. 61-67 p.
- Dobrotvorceva, A. 1963. Wintering sugar-beet for fodder (Russian) Sahar. Svekla (Sugar beet) 8 (6), 25-7, Illus. Herbage Abstracts. 34 (I). p. 12. 1964.
- Donald, L. y E. Aguirre. (1976). Fundamentos de manejo de pastizales. ITESM. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Zootecnia. Monterrey N. L. México. 227. p.
- Duthil, J. 1976. Producción de forrajes. 3ª edición. Editorial Mundi-prensa. España. p. 303-305. 407 p.
- ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura). 2007. Plantas forrajeras en magnoliopsidas. En: Botánica general. Villa Nueva, Bárcena. Disponible En: <http://pdf.rincondelvago.com/plantas-forrajeras-en-las-magnoliopsidas.html>
- E.B., (1995). Ecylopaedia Britannica Publishers, Inc. Diccionario enciclopédico. (Lexipedia). Madrid, España.
- Espinosa, H. 1971. Adaptación y rendimiento de cinco variedades de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.), en General Escobedo, Nuevo León. Tesis profesional. Facultad de Agronomía. UANL. Monterrey N.L.

- Esquivel, I. 1972. Comparación de rendimiento y calidad en ocho diferentes fechas de cosecha en remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.), variedad Trivert, en Apodaca, Nuevo León. Tesis profesional. ITESM. Monterrey, N.L.
- FAO, 2006. Fichas técnicas. Remolacha (*Beta vulgaris* L.). Disponible En: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/REMOLACHA.HTM>. Nov. 13 del 2009.
- Faria, F. 2000. Desarrollo organizacional. Enfoque integral. Limusa/Noriega Editores México, D.F., 183 p.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 1996. Pastoreo intensivo tecnificado en zonas tropicales. Boletín informativo. Segunda edición. Banco de México. Núm. 287, Volumen XXIX, Octubre 31, 1996. México.
- Garatuza, J. 1984. Determinación de la lámina de riego óptima para el cultivo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) en el Valle de Guaymas y Empalme, Sonora. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coah.
- García, J. 1960. Cultivos frecuentes. 1ª Edición. Editorial dossat, S. A. Madrid. 87-88 pp.
- Gómez, D. 2005. Cultivos forrajeros de invierno. En: Praticultura. Edición; Reapproval. s. l. Editorial; Universidad Politécnica de Valencia. España. 250 p. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=VTiLpo2jugoC&printsec=frontcover&dq=praticultura#v=onepage&q=&f=false>
- Guarra, E. 1965. Horticultura práctica. Editorial. Albatros Maipú 371. Buenos Aires, Argentina. pp. 148-149.
- Guerrero, A. 1999. Los productos forrajeros. Pág. 720-722 en: Cultivos herbáceos extensivos. 6ª edición. Editorial Mundi-prensa, México 829 p.

- Gutiérrez, R., Camacho N., S. y Naranjo M., R. 1983. Glosario de recursos naturales. Agua, suelo y vegetación. Ed. Limusa. México, D.F. 314 p.
- Helmut, E. 1978. Plantas, cultivos y cosechas. Enciclopedia sistemática agropecuaria. España. 314-325. p.
- Hill, F. 1965. Botánica económica. 2ª edición. Editorial omega. Barcelona, España. 327. p.
- Hinojosa, J. 1987. Glosario de términos. Tomo II. Ley Federal de Reforma Agraria. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias. CNIA-SARH. México, D.F. 326 p.
- Hughes, D., Heath, E., y D.S. Metcalfe. 1978. Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. Compañía editorial continental, S.A. 2ª edición, Editorial Robles, México, D.F. 758 p.
- Iansagro, S.A. 2004. Producción de Azúcar-Remolacha. Santiago, Chile.
Disponible en: <http://www.iansagro.cl>
- Jordán, H. 1955. Forrajicultura y pasticultura. 1ª Edición. Editorial Hispana-Americana S. A. Barcelona, España. 491-492, 110-112 p.
- Juscáfresa, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2ª edición. Editorial AEDOS Barcelona. México, S.A. p. 115-118. 209 pp.
- Koontz, H. y H. Weihrich. 1998. Administración, una perspectiva global. Mc Graw Hill. 11ª edición. México. 796 p.
- Landaw, F. 1963. Apuntes de botánica sistemática. Escuela de Agricultura y Ganadería. ITESM. N. L. p. 21.
- Linares, M. L. R. S. 1984. El cultivo del betabel (*Beta vulgaris* L.) para el consumo humano. Monografía. UAAAN. Saltillo Coahuila.

- Lyerly, P. y E, Longenecker. 1959. Salinity control in irrigation agriculture, Texas agricultural experiment station. El paso, Texas. Bull. 20. p. 876 pp.
- Mannetje, T. 1984. El desarrollo de las praderas y la producción animal en Queensland (Australia) desde 1960. Tropical Queensland. Vol. 18 No. 1.
- Manual Para Educación Agropecuaria (MEA) 1999. Cultivos forrajeros. 5ª reimpresión. Editorial trillas. México. p. 31, 32, 44, 48, 52, 59 y 60. 80 p.
- Marín, L. 1936. Dirección general de agricultura. Tesis profesional, San Jacinto, D. F (Chapingo), sin publicar.
- Martín, H. y Yanuell, P. 1975. Semillas. USDA. Compañía editorial continental, S. A. México.
- Metcalf, L. y W, Flint. 1970. Insectos destructivos e insectos útiles. 3ª impresión en español. Editorial continental, S. A. México. p. 37 y 762.
- Morales, J. 1995. Cultivo de la remolacha. Santo Domingo, República Dominicana. Fundación de desarrollo agropecuario, inc. Serie de cultivos. Boletín técnico No.22. Disponible en: <http://www.agora.org.dopublicacionesguiasdownloadremolacha.pdf>
- NRPH (National Range and Pasture Handbook). 1997. Glossary-1. Grazing lands technology institute. USA. Disponible en: <ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/GLTI/technical/publications/nrph-ch5.pdf>
- Ortiz, J. y Hernández J. L. 1989. Técnica de mecanización agrícola. 3ª. Edición. Editorial. Mundi-prensa. Madrid, España. p. 456-462. 641 pp.
- Ortiz, J. 1995. Las maquinas agrícolas y su aplicación. 5ª. Edición. Editorial. Mundi-prensa. México. p. 351-365. 467 pp.
- Ortiz, J. 2003. Las maquinas agrícolas y su aplicación. 6ª. Edición. Editorial. Mundi-prensa. España. 526 P. Disponible en:

http://books.google.com.mx/books?id=7wcLDOFLE2QC&pg=PA369&dq=cultivo+de+remolacha+forrajera&source=gbs_toc_r&cad=7#v=onepage&q=cultivo%20de%20remolacha%20forrajera&f=false

Poehlman, M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. 1a. Edición. Editorial Limusa, Wiley. S. A. México, D. F. p. 358-373.

Rangeland Reform, 1994. Draft environmental impact statement. The department of the interior. Bureau of land management / USDA-Forest Service. Washington. USA.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2003. Variedades recomendadas para el estado de Zacatecas. Ciclo agrícola de primavera-verano 2003. Comité consultivo de variedades de plantas. Dirección general de vinculación y desarrollo tecnológico. México.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2007. Variedades recomendadas para la comarca lagunera. Ciclo agrícola de otoño-invierno 2006-2007. Comité consultivo de variedades de plantas. Dirección general de vinculación y desarrollo tecnológico. México.

Sánchez P. y R. Robles S. 1999. Producción de granos y forrajes". Editorial Limusa. 5a. Edición. México. p. 471-487. 662. pp.

Specialty seeds (S/F). Fodder beet growing & grazing guide. Disponible en: http://www.specseed.co.nz/downloads/SpecSeed_FodderBeetGuide.pdf

Thorne, W. y Anderson, A. 1973. Irrigation and permanent agriculture, yearbook Assoc. Pac. Coast. Geog. 6-14. p.

Urquiza, A. 1998. Comportamiento de 22 híbridos para forraje en tres densidades de siembra en Celaya, Guanajuato. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Van Haef, N. 1983. Horticultura. Editorial Trillas. México.

- Vásquez, A. R., A. Aguilar, E. Aizpuru y R. Chávez. 2006. Administración estratégica aplicada a ranchos ganaderos extensivos en base a programas. 835-849 p. En: Revista mexicana de agronegocios. Tercera época-año X, Volumen18. Enero-Junio, 2006. 731-874 p.
- Vásquez, R., M. J. Ayala. y J. E. Cantú. 2009. Glosario de pastizales y praderas. Documento inédito. UAAAN. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Saltillo, Coahuila, México.
- Voissin, A. 1994. Productividad de la hierba. 2ª edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 515 p.
- Waisel, Y. 1972. Biology of halophytes. Academic press. New York. 395 p.
- Walker, E. 1965. Patología vegetal. Traducción de la 2ª Ed. Americana por Aspeitia A. G. Ed. Omega, S. A. Barcelona. p. 620-626.
- Willes, L. 1934. Experimentación de la remolacha forrajera en el Valle de Ciudad Juárez. Chihuahua. Escuela de Agricultura Hermanos Escobar. Tesis profesional.
- Yarza, J. 1970. La remolacha forrajera en la alimentación del ganado. Hojas divulgadoras del ministerio de agricultura. Publicaciones de capacidad agraria. Bravo Murillo, 101, Madrid 20.
- Zárate, P. 1995. Establecimiento, producción y valor nutritivo del forraje de ocho variedades de zacate bermuda bajo riego, en Guemez Tamaulipas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Zúñiga, R. 2002. Evaluación del estiércol del bovino y caprino en el rendimiento del cultivo del betabel (*Beta vulgaris* L.) en la región de Buenavista Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

ANEXOS DE REFERENCIAS DE VIDEOS

Validación de variedades de remolacha azucarera en riego y temporal como opción forrajera en el norte de Sinaloa (video 1)
<http://www.youtube.com/watch?v=AV9atUawV44>

Validación de variedades de remolacha azucarera en riego y temporal como opción forrajera en el norte de Sinaloa (video 2)
<http://www.youtube.com/watch?v=ysDGGmhi-NE>

Cosechando remolacha 1 (video 1)
<http://www.youtube.com/watch?v=JowKbhZTSdk&NR=1>

Cosechadora de remolacha holmer terra dos (video 1)
<http://www.youtube.com/watch?v=habr-rAD1AU&NR=1>

Desfoliador de remolacha azucarera (video 1)
<http://www.youtube.com/watch?v=yoBkXg2ESIM&NR=1>