

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS**

**EFFECTO DEL DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTAS EN LA PRODUCCIÓN DE  
DOS VARIETADES DE REMOLACHA FORRAJERA (*Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris*  
*var crassa*) PUNO**

**PRESENTADA POR**

**JOSEFINAELIZABETH FLORES FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO  
CON MENCIÓN EN AMBIENTAL**

**Puno - Perú**

**2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS

“EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTAS EN LA  
PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE REMOLACHA FORRAJERA

(*Beta vulgaris* L. ssp. vulgaris var. crassa) PUNO”

PRESENTADA POR:

**JOSEFINA ELIZABETH FLORES FLORES**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

CON MENCIÓN EN AGROAMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

.....  
Ing. M. Sc. Rodolfo Machicao Rodrigo

PRIMER MIEMBRO

.....  
Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui

SEGUNDO MIEMBRO

.....  
Ing. M. Sc. Saturnino Marca Vilca

DIRECTOR DE TESIS

.....  
Ing. Agr. Nora Virginia Mamani Arana

ASESOR DE TESIS

.....  
Ing. M. Sc. Wilfredo Eleuterio Zea Flores

PUNO , PERÚ

2014

AREA: CULTIVOS ANDINOS

TEMA: RECURSOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CULTIVOS ANDINOS

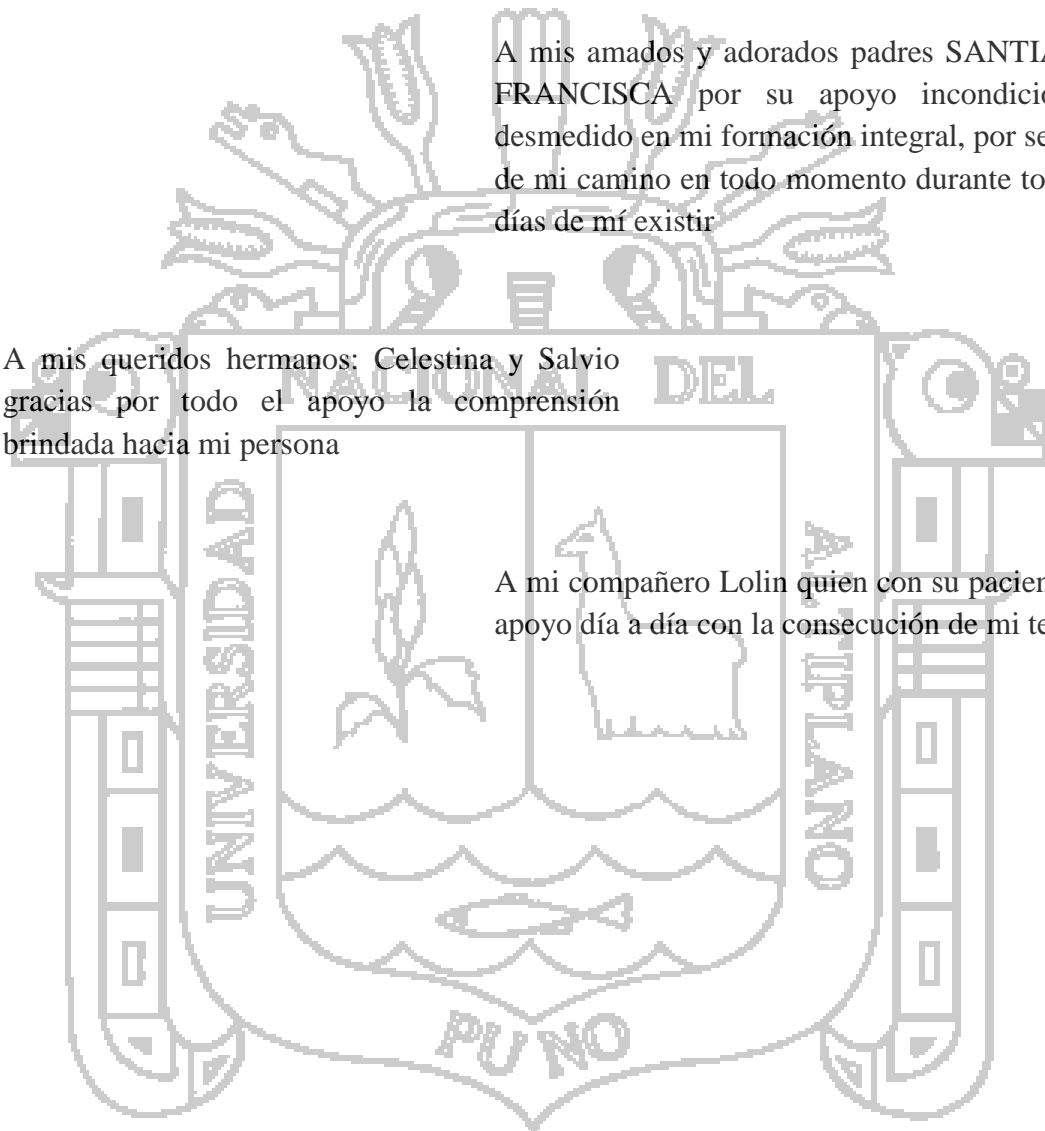
## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico primero a Dios, que con su infinito poder me dio la fuerza necesaria para culminar dicha carrera

A mis amados y adorados padres SANTIAGO y FRANCISCA por su apoyo incondicional y desmedido en mi formación integral, por ser guías de mi camino en todo momento durante todos los días de mí existir

A mis queridos hermanos: Celestina y Salvio gracias por todo el apoyo la comprensión brindada hacia mi persona

A mi compañero Lolín quien con su paciencia me apoyo día a día con la consecución de mi tesis



## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno mi Alma Mater, muy en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y a su plana de docentes quienes con sus conocimientos y experiencias contribuyeron en mi formación profesional.

A la Estación CO.115052, Rincón de la Cruz –Acora, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI – Puno), por su contribución con los datos meteorológicos.

A mi directora de tesis Ing. Nora Mamani Arana, a quien quiero expresar mi más sincero agradecimiento por sus consejos, sus enseñanzas y permanente apoyo, por su comprensión y elaboración en este trabajo de investigación.

A mi asesor de tesis Ing. Wilfredo Eleuterio Zea Flores, por su invaluable contribución en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de tesis por su acertada contribución en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al laborista Luciano por sus consejos, orientación y su apoyo constante en la elaboración de este trabajo de investigación.

A mis queridos padres Santiago Flores Quispe y Francisca Flores Flores, por todo el apoyo y aliento para la realización y culminación del presente trabajo gracias queridos papas.

A mis hermanos Celestina y Salvio, a ellos por su aliento y ser fuente de inspiración y futuros profesionales, que sigan adelante.

A mi compañero Lolin, por todo el apoyo y la comprensión brindada hacia mi persona durante mi etapa estudiantil y por su colaboración para la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

A mis queridos abuelitos Hipólito y Genoveva que Dios los tenga en su gloria por ser tan buenos les quiero mucho gracias por todo los momentos compartidos conmigo.

A mis compañeras y amigas Rocio, Yessica y Flor con quienes hemos compartido buenos momentos como estudiantes y a todos mis compañeros que han contribuido para este proyecto se haga realidad.

A todos aquellos que por descuido involuntario, haya podido olvidar, reitero mi agradecimiento.

## INDICE

pág.

## LISTA DE TABLAS

## LISTA DE FIGURAS

## RESUMEN

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1 ORIGEN.....	12
2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	12
2.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	13
2.4 VALOR NUTRITIVO.....	13
2.5 FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO.....	15
2.5.1 Clima.....	21
2.5.2 Requerimiento de agua.....	22
2.5.3 Abonamiento y fertilización.....	23
2.6 MANEJO DEL CULTIVO.....	24
2.6.1 Suelo.....	24
2.6.2 Siembra.....	24
2.6.3 Plantación y labores culturales.....	25
2.6.4 Cosecha.....	25
2.6.5 Conservación.....	25
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 MEDIO EXPERIMENTAL.....	29
3.1.1 Ubicación.....	29
3.1.2 Historial del campo experimental.....	29
3.1.3 Análisis de Fertilidad del suelo.....	30
3.1.4 Información meteorológica.....	31
3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	33
3.2.1 Material Vegetal.....	33
3.3 MÉTODOS.....	34
3.3.1 Diseño experimental.....	34
3.3.2 Factores en estudio.....	34
3.5 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.....	35
3.5.1 Almacigado.....	35



3.5.3 Trasplante .....	36
3.5.4 Labores culturales.....	36
3.6 OBSERVACIONES REALIZADAS .....	38
3.6.1 Análisis de la semilla.....	38
3.6.2 Fenología del cultivo .....	38
3.6.3 Emergencia.....	38
3.6.4 Prendimiento .....	39
3.7 Análisis estadístico .....	39
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
4.1 ALTURA DE PLANTA.....	40
4.3 PESO DEL HIPOCÓTILO Y RAÍZ.....	46
4.4 PESO DE HOJAS Y TALLO.....	50
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Valor nutricional de la remolacha forrajera. ....	13
Tabla 2. Valores alimenticios medios de la remolacha forrajera.....	14
Tabla 3. Valor nutritivo de la raíz.....	14
Tabla 4. Requerimientos nutricionales de la remolacha forrajera en kg/ha. ....	23
Tabla 5. Historial de campo experimental.....	29
Tabla 6. Análisis físico químico del suelo - 2013. ....	30
Tabla 7. Codificación de tratamientos experimentales.....	34
Tabla 8. Análisis de los resultados de peso total de la planta de remolacha en t/ha. ....	42
Tabla 9. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso total de la planta de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha.....	42
Tabla 10. Análisis de varianza del peso total de la planta de la variedad Tamara (V1)...	42
Tabla 11. Análisis de varianza del peso de la planta de la variedad Cosima (V2). ....	44
Tabla 12. Análisis de los resultados del peso de hipocótilo y raíz de remolacha en t/ha. 46	46
Tabla 13. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso del hipocótilo y raíz de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha.....	46
Tabla 14. Análisis de varianza del peso del hipocótilo y raíz de la variedad Tamara (V1). ....	47
Tabla 15. Análisis de varianza del peso del hipocótilo y raíz de la variedad Cosima (V2). ....	48
Tabla 16. Análisis de los resultados del peso de hojas y tallo de remolacha en t/ha.....	50
Tabla 17. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso de hojas y tallo de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha. ....	51
Tabla 18. Análisis de varianza del peso de hojas y tallo de la variedad Tamara (V1). ....	51
Tabla 19. Análisis de varianza del peso de hojas y tallo de la variedad Cosima (V2). ....	52
Tabla 20. Número de plantas por hectárea a 40 cm entre surcos (mayor producción de hipocótilo).....	54
Tabla 21. Precipitaciones pluviales (mm), en el área experimental Enero - Setiembre 2013. ....	67
Tabla 22. Temperaturas máximas (°C), en el área experimental Enero - Setiembre 2013. ....	68
Tabla 23. Temperaturas mínimas (°C), en el área experimental Enero - Setiembre 2013. ....	69
Tabla 24. Humedad relativa (%), en el área experimental Enero - Setiembre 2013.....	70

Tabla 25. Altura de planta por periodos de tiempo de las variedades Tamara I y Cosima II. ....	71
Tabla 26. Peso total por planta en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque I. ....	72
Tabla 27. Peso total por planta en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque II. ....	73
Tabla 28. Peso total por planta en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque III. ....	74
Tabla 29. Peso de hipocótilo y raíz en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque I. ....	75
Tabla 30. Peso de hipocótilo y raíz en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque II. ....	76
Tabla 31. Peso de hipocótilo y raíz en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque III. ....	77
Tabla 32. Peso de hojas y tallo en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque I. ....	78
Tabla 33. Peso de hojas y tallo en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque II. ....	79
Tabla 34. Peso de hojas y tallo en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque III. ....	80
Tabla 35. Peso total de la planta en t/ha. ....	81
Tabla 36. Peso total del hipocótilo en t/ha. ....	81
Tabla 37. Peso total de la hoja en t/ha. ....	81



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Precipitación pluvial en mm, Enero - Setiembre del 2013.....	32
Figura 2. Temperaturas máximas promedio en °C, Enero - Setiembre del 2013.....	32
Figura 3. Temperaturas mínimas promedio en °C, Enero - Setiembre del 2013.....	33
Figura 4. Humedad relativa promedio en %, Enero - Setiembre del 2013.....	33
Figura 5. Altura de planta en cm para la variedad Tamara (V1).....	40
Figura 6. Altura de planta en cm para la variedad Cosima (V2).....	41
Tabla 8. Análisis de los resultados de peso total de la planta de remolacha en t/ha.	42
Tabla 9. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso total de la planta de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha.....	42
Tabla 10. Análisis de varianza del peso total de la planta de la variedad Tamara (V1).....	42
Figura 7. Peso total de planta en t/ha de la variedad Tamara (V1).....	43
Figura 9. Peso del hipocótilo y raíz en t/ha de la variedad Tamara (V1).....	48
Figura 10. Peso del hipocótilo y raíz en t/ha de la variedad Cosima (V2).....	49
Figura 11. Peso de hojas y tallo en t/ha de la variedad Tamara (V1).....	52
Figura 12. Peso de hojas y tallo en t/ha de la variedad Cosima (V2).....	53
Figura 13. Plántulas de la variedad Tamara y Cosima almacenadas en bandejas.....	63
Figura 14. Variedad Tamara y Cosima almacenadas en bandejas.....	63
Figura 15. Plántulas de Tamara y Cosima para trasplante.....	63
Figura 16. Cultivo de remolacha bloques III, II, I.....	64
Figura 17. Plantas de la variedad Tamara luego de la helada.....	64
Figura 18. Plantas de la variedad Cosima luego de la helada.....	64
Figura 19. Cultivo de remolacha bloques I, II, III.....	65
Figura 20. Cultivo de remolacha bloques I, II, III.....	65
Figura 21. Cosecha de remolacha de dos surcos de distanciamiento 25 cm.....	65
Figura 22. Cosecha de remolacha de dos surcos de distanciamiento 30 cm.....	66
Figura 23. Hipocótilos y raíces de la variedad Tamara del bloque III de distanciamientos 20, 25, 30 cm.....	66
Figura 24. Hipocótilos y raíces de la variedad Cosima del bloque I de distanciamientos 20, 25, 30 cm.....	66

## RESUMEN

La falta de forraje verde en otoño - invierno para el ganado, es un problema en el altiplano, por las condiciones agroclimáticas adversas; la remolacha forrajera, es resistente a bajas temperaturas, rica en azúcares, fibras, vitaminas y proteína cruda. El presente trabajo de investigación, se realizó en la comunidad campesina de Mollocco, distrito de Acora provincia de Puno - Perú a 3867 msnm, cuya ubicación geográfica es: Este X= 0417043 y Norte Y= 8230358 en coordenadas UTM. Se evaluó dos variedades de remolacha forrajera la Tamara y la Cosima. Se almacenó la semilla el 11 de diciembre del 2012, trasplantando las plántulas el 14 de enero, los distanciamientos entre plantas fueron de 20, 25 y 30 cm y se cosechó el 5 de setiembre del 2013. Se utilizó el diseño de parcela dividida conducida como un DBCA con tres repeticiones en donde se encontró diferencia altamente significativa en hipocótilo-raíz; para hojas y tallos no existe diferencia significativa. Los resultados muestran que la variedad Tamara alcanzó mayor altura de planta con 31.3 cm, al distanciamiento de 30 cm y la Cosima 27.3 cm evaluadas el 29 de abril. La Tamara, tuvo mayor producción para las variables de respuesta: hipocótilo-raíz, tallo y hojas con 31.039, 28.229 y 2.810 t/ha, en tanto que Cosima mostró menor producción con 28.740, 25.260 y 3.480 t/ha para las mismas variables. Con respecto al distanciamiento entre plantas, con la Tamara se logró la mayor producción a 30 cm con 34.991, 32.673 y 8.217 t/ha para hipocótilo-raíz, tallo y hojas y la menor producción la Cosima a 30 cm con 32.49, 29.214 y 5.719 t/ha, para las variables mencionadas antes. No se encontró el punto de inflexión para ambas variedades, la más alta producción se logró con la combinación de 40 cm entre surcos y 30 cm entre plantas tanto para la variedad Tamara y Cosima.

Palabras clave: Diseño bloque completo al azar (DBCA), Remolacha forrajera, variedad Tamara y Cosima, distanciamiento entre plantas

## 1. INTRODUCCIÓN

La escasez de forraje verde en otoño e invierno por la falta de humedad en el suelo de abril – setiembre, es un problema serio en la región del altiplano de Puno, por las condiciones agro climatológicas adversas.

Asimismo, la baja producción y áreas reducidas de especies forrajeras, imposibilitan el almacenamiento de forraje. Por lo que se hace necesario diversificar la producción forrajera para mantener y mejorar la producción láctea.

La remolacha forrajera, brindaría una posible solución para la alimentación del ganado con forraje verde durante otoño e invierno debido a que esta es resistente a las bajas temperaturas y rico en azúcares, fibras, vitaminas y proteína cruda que va del 3 al 20%.

Esta especie forrajera estimula la secreción láctea de animales en etapa de lactación, es muy succulenta, apetecible, de alta digestibilidad y palatabilidad para el ganado.

Además es un cultivo que absorbe grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y produce más oxígeno por hectárea, algo así como cinco veces más que los pinos.

Por las consideraciones indicadas se plantea el presente trabajo de investigación que tiene como objetivos:

- Determinar la producción de dos variedades de la remolacha forrajera a diferentes distanciamientos entre plantas.
- Determinar el distanciamiento óptimo entre plantas en la producción de dos variedades de la remolacha forrajera.
- Determinar las interacciones entre los factores en estudio.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN

Robles (1985) indica que la especie cultivada procede de selecciones de una planta silvestre *Beta marítima*, familia de las chenopodiaceas, la planta silvestre se encuentra en nuestros días en las costas occidentales de Europa, cuenca del Mediterráneo, Asia Central e Islas Canarias.

FAO (2006) menciona que los ancestros de la remolacha forrajera crecían de manera silvestre en la Costa del Sur de Europa, Asia y llegaba hasta la India Occidental.

### 2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Linneo, citado por Solano *et al.*, (1998) indica la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	Vegetal.
Sub reino	Phanerogamae.
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Sub clase	Archychlamydeae
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiaceae
Género	Beta
Especie	<i>Beta vulgaris</i>
Sub especie	<i>Beta vulgaris</i> L. ssp.vulgaris
Variedad	<i>Beta vulgaris</i> L. ssp.vulgaris var.crassa
Nombre común	Remolacha forrajera

### 2.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Robles (1985) manifiesta que posee raíz napiforme, carnosa, piel roja pálida o rosa, en algunas variedades y en otras amarilla encarnada y blanca; el tallo es herbáceo con hojas alternas estipuladas pecioladas y verdes, hojas de forma oval, acordonadas, tiernas de color verde claro con venas encarnadas y sostenidas por peciolo largos y anchos; la inflorescencia agrupada en racimo, flores pequeñas de color verdoso, diclinas, con 5 sépalos libres, anteras cinco globulosas, dehiscencia longitudinal, los cinco nacen de la base del ovario y están opuestos a las lobaduras del cáliz, el pistilo es simple, tres estigmas sésiles, ovario súpero, deprimido, el fruto es monogermico o multigermico y semillas negras pequeñas.

### 2.4 VALOR NUTRITIVO

Yarza (1970) menciona que la cantidad de materia seca varía en los distintos tipos de remolacha, pero el valor alimenticio por unidad de materia seca es prácticamente constante en cualquiera de ellos. Un kilo de materia seca de una remolacha del 9 % es semejante, en lo que a valor nutritivo se refiere, a un kilo de materia seca de una remolacha del 18 %; la diferencia estriba en que bastan cinco kilos de semiazucarera para conseguir el kilo de materia seca, mientras que de la forrajera son necesarios 10.

Tabla 1. Valor nutricional de la remolacha forrajera.

Materia seca	Unidad alimentaria por kilo
10 %	0.10
15 %	0.15
20 %	0.20
25 %	0.25

Fuente: Ministerio de Agricultura, 1970

Si queremos afinar más, rebajaremos en un 10 % los valores indicados. Esta riqueza extraordinaria de la materia seca de la remolacha se debe a que la cantidad de fibra celulósica es mínima y la mitad de la materia seca está constituida por azúcar. En cambio, el contenido en proteína es bajo en proporción a su riqueza energética, e

igualmente es pobre su composición mineral y vitamínica. La remolacha es, pues, esencialmente un alimento energético, de composición desequilibrada, que exige sea utilizado con alimentos ricos en proteína y con un corrector mineral y vitamínico apropiado. Resumiendo, la remolacha es un buen alimento de cebo y un mal alimento para el crecimiento.

El desequilibrio de la composición alimenticia de la remolacha se agrava en las remolachas azucareras, siendo menos pronunciado en las forrajeras y menor aun cuando usamos únicamente los cuellos y hojas, más pobres en energía y más ricos en proteínas y sales minerales. En la tabla 2, se muestra los valores alimenticios medios de las diferentes formas de utilización de la remolacha.

Tabla 2. Valores alimenticios medios de la remolacha forrajera.

Tipo de remolacha y subproducto	Valores alimenticios en g/ kilo de remolacha				
	UA	MS	PD	Ca	P
Remolacha forrajera	0.10	100	10	0.3	0.5
Remolacha semiazucarera	0.17	180	7	0.4	0.6
Remolacha azucarera	0.22	250	9	0.5	0.7
Hojas y cuellos. Forrajera	0.10	165	17	1.8	0.8
Hojas y cuellos. Azucarera	0.11	230	20	2.0	0.5
Pulpa integral de azucarería, deshidratada	0.90	900	23	2.5	2.2
Pulpa húmeda de azucarería	0.09	130	4	1.0	0.3
Pulpa seca de azucarería	0.80	900	40	7.0	1.0
Melaza de azucarería	0.75	800	30	4.0	0.5

Fuente: Ministerio de Agricultura, 1970. UA=Unidad alimentaria; MS=Materia seca; PD=Proteínas digeribles

Villarias (1999) indica que la raíz analizada después de alcanzar su máximo desarrollo, contiene los componentes en porcentajes que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Valor nutritivo de la raíz.

Componentes	Cantidad en %
Agua	85.0 - 90.0
Materia seca	10.0 - 11.0
Proteínas Digeribles	1.2 - 1.3
Grasas	0.1 - 0.3
Extractos	6.3 - 6.8
Fibras	0.9 - 1.1
Cenizas	1.8 - 2.1

Además contiene cierto porcentaje de vitamina A, B<sub>2</sub>, y C, como alimento nutritivo puede equipararse a unas dos terceras partes del forraje de hierba de prado y sus componentes.

## 2.5 FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO

Maroto (2005) menciona que en el desarrollo de la remolacha azucarera generalmente se aprecian tres fases:

Período juvenil

Período de adolescencia

Período de maduración y de reproducción sexual, lo que suele ocurrir el segundo año de cultivo.

Frulistorfer (2004) menciona las etapas: desarrollo juvenil (germinación, emergencia, formación de hojas); desarrollo principal (cierre del cultivo, etapa de cosecha).

- a. Wiersema *et al.*, (2011) menciona que por el carácter bienal de la remolacha, pueden distinguirse cuatro etapas en su desarrollo.
- b. La primera etapa, denominada fase de dominancia apical, se caracteriza por un intenso desarrollo vegetativo.
- c. Luego se produce una etapa denominada de maduración, en que disminuye progresivamente el crecimiento vegetativo y aumenta la concentración de azúcar y la cantidad de materia seca en la raíz principal. En esta etapa, y como respuesta a las bajas temperaturas del otoño, se produce además un amarillamiento de las hojas y se reduce la relación entre la parte aérea y las raíces.
- d. Indica en la tercera etapa, que corresponde a una paralización del crecimiento vegetativo, la planta acumula una cantidad determinada de horas de frío, cumpliendo así con los requerimientos de vernalización para inducir la floración. En el caso de la remolacha, las temperaturas de vernalización fluctúan entre 5 y 10°C, con un óptimo de 8°C.
- e. La cuarta y última etapa se inicia con la emisión del tallo floral, continúa con la formación de semillas y concluye cuando éstas alcanzan la madurez fisiológica.

Wiersema *et al.*, (2011) indica que al considerar solamente la fase vegetativa del cultivo, que es la que interesa para la producción de azúcar y de forraje, se distinguen las siguientes etapas:

- Formación de hojas
- Formación de la raíz principal
- Almacenamiento de azúcar en la raíz principal

### **Germinación de la semilla**

En el proceso de germinación y emergencia, una vez que la semilla ha completado su fase de imbibición, aparece la radícula; posteriormente, se produce la elongación del hipocótilo, el cual conducirá a los cotiledones sobre la superficie del suelo.

Una vez desplegados los cotiledones y el primer par de hojas, la raíz principal crece rápidamente, pudiendo alcanzar hasta alrededor de 15 cm.

El desarrollo de la planta es lento hasta que se forman las primeras cuatro a seis hojas verdaderas. Luego, el crecimiento vegetativo se acelera, se disponen las hojas en forma de espiral conformando una roseta y comienza la acumulación de azúcar en la raíz principal.

Aproximadamente 1 semana después de la emergencia, y cuando la radícula tiene entre 4 y 5 cm, se inicia la formación de las raíces laterales. Alrededor de 3 semanas luego de la emergencia, las raíces laterales comienzan a originar raíces secundarias, las cuales, posteriormente, darán lugar al desarrollo de raíces terciarias.

La raíz principal comienza a engrosar cuando la planta presenta alrededor de cinco hojas. El eje central de la raíz principal de la remolacha es algo fibroso y está constituido por una aglomeración de pequeños vasos que se comunican con las hojas. La superficie de la raíz principal, en tanto, corresponde a una delgada capa de periderma de color blanco amarillento.



## Formación de la raíz principal

El sistema radical está compuesto en definitiva por una raíz principal pivotante, raíces laterales fibrosas y pelos radicales. La raíz principal, que se caracteriza por ser gruesa, carnosa y de forma relativamente cónica, presenta un alto contenido de azúcar.

La forma de la raíz principal carnosa es un aspecto importante en el mejoramiento genético, ya que se relaciona con la mayor o menor dificultad para la realización de la cosecha mecanizada. En este sentido, la forma determina la altura de la corona e influye sobre la cantidad de tierra que quede adherida a la raíz.

Al alcanzarse el estado de 10 hojas, la raíz principal ya se presenta engrosada mostrando su forma cónica característica.

El centro de la raíz carnosa se asemeja a la forma de una estrella; su pulpa, que es muy densa y quebradiza, no da jugo, a menos que sea prensada. La mayoría de los cultivares de remolacha presenta la pulpa de color blanco en invierno.

Wiersema *et al.*, (2011) indica que la raíz carnosa presenta dos surcos diametralmente opuestos, los cuales nacen cerca de la corona y se prolongan verticalmente hacia abajo. A partir de estos surcos se originan las raíces laterales de mayor importancia.

La raíz carnosa se prolonga adelgazándose finamente hasta alcanzar, en suelos sin limitaciones, una profundidad de 1.5 a 2.0 m. Las raíces laterales son muy variables en longitud, pudiendo algunas de ellas llegar a crecer hasta una profundidad similar a la que alcanza la raíz principal. Cabe señalar que la apariencia, tamaño y orientación de las raíces laterales varían en profundidad; así, aquellas que crecen en la parte más superficial, a partir de la raíz carnosa, lo hacen en forma horizontal; estas raíces laterales son muy finas y de color café. Más en profundidad, las raíces laterales son blancas, de mayor grosor y su crecimiento se orienta en forma vertical.

La raíz carnosa de la remolacha está compuesta por una sección central de xilema y floema, rodeada por una sucesión de 10 a 14 anillos vasculares concéntricos o zonas vasculares; estas zonas son opacas, fibrosas, ricas en azúcar y se presentan alternadas con áreas parenquimáticas; estas últimas son transparentes y pobres en azúcar, pero ricas en agua y compuestos nitrogenados.

Aproximadamente el 70% del volumen de la raíz carnosa corresponde a los primeros cinco o seis anillos, contabilizados desde afuera hacia adentro; estos anillos ya están formados cuando la raíz alcanza alrededor de 1.5 a 2.0 cm de diámetro; en ese momento la planta presenta entre 10 y 12 hojas.

El mayor crecimiento de la raíz carnosa ocurre a partir de los anillos uno y dos; entre los anillos tres y ocho disminuye progresivamente el aporte al crecimiento; en tanto, que desde el anillo nueve en adelante, la contribución a la expansión de la raíz es muy escasa. El crecimiento de todos los anillos va ocurriendo en forma simultánea.

#### **Almacenamiento de azúcar en la raíz principal**

La sacarosa, que es el azúcar que se extrae de la raíz carnosa, se almacena en las vacuolas de las células parenquimáticas y su mayor concentración se presenta en las células cercanas a los haces vasculares. Por esta razón, mientras mayor sea el número de anillos y más cercanos se presenten éstos entre sí, mayor será el porcentaje de sacarosa en la raíz. En este sentido, fertilizaciones excesivas o bajas poblaciones promueven un crecimiento exagerado de las raíces, lo que determina una reducción en el porcentaje de sacarosa. La concentración de sacarosa es mayor en la sección de la raíz carnosa que presenta mayor diámetro, disminuyendo progresivamente hacia ambos extremos.

La raíz de la remolacha, al alcanzar la madurez de cosecha, presenta en promedio un 75% de humedad y un 16 a 17% de sacarosa.

## Formación de hojas

Las hojas de la planta de remolacha se originan a partir de la corona, que corresponde a un conjunto de yemas dispuestas en forma de espiral; en este sentido, es importante señalar que la corona corresponde al tallo propiamente tal, el cual, durante el ciclo vegetativo (primer ciclo), se presenta comprimido careciendo prácticamente de entrenudos o internudos.

Las hojas, que están muy próximas entre sí, conforman una roseta, disposición que permite a las plantas maximizar la intercepción de luz y con ello la fotosíntesis. Son simples, presentan una lámina ovalada de gran tamaño y un largo pecíolo. Además son suculentas, gruesas, de color verde claro y suave en su superficie. Al terminar la fase de plántula se entra en un período de activo crecimiento foliar; las primeras hojas crecen horizontalmente, en tanto que las siguientes lo hacen en forma más vertical, pero manteniendo en general una buena exposición a la luz.

El tamaño de las láminas y de los pecíolos aumenta sucesivamente hasta que se alcanza un número cercano a las 20 hojas; posteriormente, éstas comienzan a ser más pequeñas, manteniendo de ahí en adelante su tamaño y forma relativamente constantes. En el centro de la roseta se produce una continua aparición de nuevas hojas; el máximo tamaño de cada hoja, en tanto, se alcanza en promedio 10 a 15 días después de su aparición.

Durante el primer ciclo de crecimiento de las plantas, correspondiente al ciclo vegetativo, el tallo se presenta comprimido y sin internudos desarrollados; esta es la razón que explica la existencia de la corona. El tallo, una vez que se ha iniciado el segundo ciclo, comienza a elongarse conformando el llamado tallo floral; éste crece rápidamente, ramificando en forma considerable.

## Floración

Wiersema *et al.*, (2011) menciona que la etapa de floración se produce durante el segundo ciclo de crecimiento, una vez que se elonga el tallo floral. Las flores son pequeñas, sésiles y de color verdoso; en los cultivares de remolacha monogérmica,

las flores se encuentran en forma solitaria; en tanto, que en los cultivares de remolacha multigérmica, pueden presentarse solitarias o en grupos de dos a cinco; en este último caso, las flores se presentan soldadas en sus bases conformando un glomérulo.

Las flores son perfectas, pero incompletas, ya que no presentan corola; el cáliz, en tanto, tiene cinco sépalos soldados en la base. El androceo está compuesto por cinco estambres y el gineceo por tres estilos que dan origen a un pistilo compuesto.

A pesar que las flores son perfectas, la polinización de la remolacha generalmente es cruzada; esto, debido a que las plantas presentan dicogamia, lo que determina que los órganos masculinos y femeninos maduren desfasadamente. La polinización es principalmente anemófila y se prolonga durante toda la etapa de floración.

Las flores, ya sea solas o en grupos (glomérulos), se encuentran formando parte de espigas; estas últimas pueden ubicarse en posición lateral o terminal dentro de cada inflorescencia. Cabe destacar que en el caso de la remolacha, se habla de una inflorescencia mixta, ya que tanto los glomérulos por un lado, como las espigas por otro, constituyen inflorescencias.

Las flores solitarias, de ser fecundadas, darán origen a frutos simples llamados aquenios; los glomérulos, en tanto, que corresponden a conjuntos de flores, originarán frutos múltiples denominados utrículos; estos últimos podrán contener entre dos y cuatro aquenios. Tanto los aquenios como los utrículos son frutos de carácter indehiscente.

### **Semilla y su estructura**

Las semillas de remolacha conocidas comúnmente como multigérmicas, corresponden en definitiva a utrículos; éstos miden entre 3 y 8 mm de diámetro, siendo sus dimensiones muy variables según la ubicación que hayan tenido en la inflorescencia. Los utrículos de mayor tamaño, y por lo tanto de mayor vigor, se encuentran en la parte inferior de las espigas, desarrollándose antes que los situados en la parte superior; en los ápices de las espigas, en tanto, debido a la presencia de

flores solitarias, se generan aquenios individuales; éstos reciben comúnmente el nombre de semilla monogérmica. Esta última tiene un embrión de mayor tamaño, un porcentaje de germinación más alto y origina plántulas más vigorosas que las semillas provenientes de utrículos. Por esta razón, y en especial para poder sembrar a distancia definitiva evitando el raleo, en la actualidad se utiliza básicamente semilla monogérmica.

Tanto los utrículos como los aquenios individuales son de forma irregular, dificultando con ello su uso en las sembradoras de precisión. Por esta razón, y para darles una forma redondeada, estas estructuras son pulidas y peletizadas; este procedimiento también elimina sustancias inhibidoras de la germinación.

Dentro de cada utrículo se producen diferencias en el tamaño, tanto de los aquenios como de las semillas, siendo el aquenio de posición más central el de mayor tamaño, y por ende, el poseedor de la semilla más vigorosa.

Los aquenios poseen un pericarpio quebradizo que se separa fácilmente de la semilla; esta última es de forma lenticular, de color castaño rojizo y brillante; mide aproximadamente 3 mm de largo, 1.5 mm de espesor y su peso rara vez supera los 5 mg.

### 2.5.1 Clima

Robles (1985) menciona que para la remolacha forrajera el clima apropiado es el fresco, con temperaturas de 15 ° a 18 °C, similares a los que requiere la zanahoria y las distintas especies de género Brassica. Es más tolerante a temperaturas extremas, siendo estas de 4 °C a 24 °C, aunque es de climas frescos se puede adaptar bien a climas templados, sólo los climas calientes y secos no le convienen.

La semilla de remolacha germina de 4 °C a 9 °C y conviene que la temperatura vaya elevándose paulatinamente, el peso de la raíz es función de las temperaturas recibidas en las primeras fases de su desarrollo, así como de la luz.

Lo anterior se encuentra respaldado por lo encontrado por Willes que experimentando con remolacha forrajera en el valle de ciudad Juare, Chihuahua, encontró que únicamente las temperaturas máximas perjudicaban a esta planta en esta región. La temperatura máxima fue de 39.9 °C, y fue la que más daño causo a la planta. La temperatura mínima fue de -4 °C no causando daño a la planta. Se consideran perjudiciales las temperaturas máximas que excedan de 37.6 °C, principalmente cuando las plantas todavía tienen dos hojitas. No afecta tanto a la planta con dos hojitas la helada a -2 °C.

Maroto (1989) indica que la remolacha azucarera prefiere climas suaves, húmedos, aunque es de fácil adaptación, la temperatura óptima de germinación es de 25°C, si bien es poco exigente en temperaturas para iniciar la germinación (5 - 8°C), durante los primeros estadios de desarrollo (hojas cotiledonales) resiste muy poco al frío.

### 2.5.2 Requerimiento de agua

Robles (1985) indica 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 la raíz. Si se siembra en seco el riego de germinación debe ser lento para evitar el arrastre de la semilla.

En cuanto a riegos, se sugiere dar después del riego de asiento de 3 a 4 riegos de auxilio pero que sean ligeros.

Esperar a que se seque el suelo para iniciar los riegos, no es buena táctica agrícola ya que se produce así un estado de sequía que paraliza el crecimiento de la raíz y reduce grandemente la producción. Las cantidades de agua que necesita el cultivo en climas cálidos secos son de 500 a 600 milímetros de lluvia. Cuando esta precipitación no se produce durante el ciclo necesita el beneficio del riego.

Payan *et al.*, (2010) menciona que para determinar el momento de regar es necesario tomar en cuenta el estado de desarrollo de la planta, la textura del suelo, el nivel de

salinidad del terreno, las condiciones de clima y algunas prácticas agronómicas como la fertilización y el control de maleza. El cultivo de remolacha forrajera requiere de una lámina de riego de 60 cm, distribuida en 5 o 6 riegos, con intervalos de 25 a 30 días entre cada riego. Para que el jugo de la raíz tenga mayor cantidad de azúcares ( $^{\circ}\text{B}$ ), se recomienda dar el último riego de auxilio entre los 15 a 25 días antes de la cosecha, dependiendo la textura del suelo.

### 2.5.3 Abonamiento y fertilización

Robles (1985) menciona que una cosecha de 40 toneladas por hectárea extraen del suelo los siguientes principios nutritivos; nitrógeno 175 kg., anhídrido fosfórico 75 kg., potasio 220 kg., cal 120 kg., y magnesio 60 kg.

Estas cifras indican un orden de magnitud de las exigencias nutritivas de la remolacha, por lo cual en toda fórmula fertilizante hay que lograr concentraciones anteriores con los fertilizantes más baratos y disponibles de cada región.

En México las recomendaciones de fertilizantes químicos que se sugieren son: las dosis 40-60-0 para la región de Matamoros y 80-40-0 para la región de Delicias y Comarca Lagunera. Durante la primera fase de crecimiento, el nitrógeno debe ser adecuado. En ambos casos fertilice al sembrar. La remolacha forrajera necesita una importante cantidad de cal, es absolutamente indispensable encalar las tierras que carecen de ella, deben estudiarse los requisitos de cada suelo para hacer recomendaciones.

Villarías (1999) indica que una cosecha media de remolacha de 60 a 90 t/ha, con el 16% de riqueza, puede extraer del suelo los nutrientes en kg/ha, reseñados en la Tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos nutricionales de la remolacha forrajera en kg/ha.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na	Mg		Ca
120 - 170	70 - 110	235 - 180	90 - 125	20 - 45		85 - 90

Fuertes *et al.*, (2008) realizó un experimento, en un lote localizado a una altitud de

2830 msnm, en el Ecuador, con un promedio de temperatura de 13°C, con el objeto de determinar la eficiencia a la aplicación de diferentes niveles de fertilización en la remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) variedad brigadier. De acuerdo a los resultados recomienda la dosis de fertilización 150 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 kg K<sub>2</sub>O y 1kg de B por ha.

## 2.6 MANEJO DEL CULTIVO

### 2.6.1 Suelo

Robles (1985) indica que los suelos orgánicos son apropiados y los arenosos también, siempre que estén provistos de nutrientes y humedad suficiente. La remolacha es sensitiva a la acidez y tolerante a suelos alcalinos; en México se cultiva en terrenos con fuerte salinidad que no pueden producir alfalfa. Su adaptabilidad a las sales del suelo hace que la remolacha forrajera sea un cultivo adecuado para los terrenos de riego mal drenados y que con el tiempo van aumentando su concentración de sales.

Rodríguez *et al.*, (2011) menciona que la región óptima a pH es de 6.5 a 8.0, la planta se desarrolla bastante bien cuando la diferencia en el valor de pH es inferior al indicado en una unidad completa.

### 2.6.2 Siembra

Chalet (1899) menciona que poniendo las plantas a 0.60 centímetros de distancia dispone de un cubo de tierra que le permite adquirir gran desarrollo, y como consecuencia mucho peso por hectárea.

Fuertes *et al.*, (2008) indica que la siembra; en el trasplante se debe tener en cuenta que las plantas estén vigorosas sin indicios de plagas o enfermedades, que presenten las dos hojas bien formadas y el segundo par en formación. Para evitar volcamiento durante la siembra se coloca la planta hasta la mitad del tallo.



Distancia de siembra, se recomienda distancias que van desde 0.50 m entre surcos y de 0.30 a 0.40 m entre plantas, esta diferencia depende del tipo de suelo, de la variedad a sembrar, de la fuerte presencia de arvenses.

### 2.6.3 Plantación y labores culturales

Martínez (2009) menciona que la siembra (semillero), en la siembra se utilizó bandejas de germinación de 126 alveolos con capacidad de 16 cc y (turba) como sustrato, se realizó la siembra de las semillas en cada alveolo a una profundidad de tres veces el diámetro de la semilla y se dio riego a capacidad de campo cada vez que fue necesario hasta que las plántulas presenten 10 cm de altura a los 30 días. El acondicionamiento para la germinación se efectuó en un invernáculo.

Una vez obtenido las respectivas plántulas, se procedió al trasplante en cada uno de las parcelas experimentales. La distancia fue de 0.3 m entre plantas y 0.7 m entre líneas.

### 2.6.4 Cosecha

Robles (1985) indica que la cosecha se puede iniciar a los 120 o 130 días después de la fecha en que emerjan las primeras plántulas. Para cosechar se puede emplear una cuchilla o un arado que remueva la tierra lo más bajo posible, con el fin de desprender fácilmente las remolachas. Puede cosecharse toda la planta o bien cortarse el follaje, y regar para provocar recuperación.

Chamorro *et al.*, (2011) menciona que la remolacha es una planta bianual que en una primera etapa, de aproximadamente 6 - 8 meses desarrolla el aparato vegetativo y radical, y posteriormente al año siguiente, inicia el desarrollo de la inflorescencia.

### 2.6.5 Conservación

Robles (1985) menciona que cuanta más proporción de agua poseen las remolachas

más difíciles es su conservación, por lo que se conservan mejor las azucareras y las semi azucareras que las forrajeras. En el momento de disponer las remolachas para su conservación deben limpiarse y eliminarse las podridas.

Cuellos y hojas de remolacha. El mejor modo de conservar los cuellos y hojas de remolacha es ensilándolos. Antes de meterlo en el silo conviene secarlos ligeramente para rebajar la humedad excesiva o bien mezclarlos con pulpa seca o paja en el momento de ensilar.

Es también muy recomendable añadir medio kilo de carbonato de calcio en polvo por cada tonelada de alimento para contrarrestar el exceso de ácido oxálico que contiene y mejorar la conservación.

#### 2.6.6 Variedades o tipos

Tituaña (2011) indica que existen tres grandes tipos de remolacha, estos son:

- a) Tipo E: (del alemán Enstereich: rico en cosecha), que son consideradas como plantas rústicas, ricas en cosecha con un rendimiento elevado en peso, pero con riqueza media en contenido de azúcar.
- b) Tipo Z: (del alemán Zucherreich: rico en azúcar), determinadas por ser plantas con menos hojas, que dan cosechas menores en peso, pero con raíces más ricas en azúcar, su ciclo suele ser de menor duración. Son propias de suelos fértiles.
- c) Tipo N: (del alemán Normalreich: medianamente rica), consideradas como plantas intermedias que presentan buen rendimiento en peso, riqueza en azúcar y rusticidad en proporciones iguales.

En el mercado nacional se encuentran semillas de remolacha azucarera forrajera provenientes de Holanda (BRIGADIER) y de Chile (KWS CHILE).

#### 2.6.7 Usos

Yarza (1970) indica que los conejos aprovechan la remolacha forrajera, de la que extraen el agua necesaria para su alimentación, por lo que si comen remolachas no debe suministrárseles agua; naturalmente, que además deberán recibir su correspondiente ración de heno. Sólo es aconsejable para conejos adultos o conejas en

recría o gestación, pues los gazapos sometidos a engorde intensivo deben basar su alimentación en los concentrados, sirviendo la remolacha o el heno más como entretenimiento y alivio de una dieta uniforme que como aporte alimenticio.

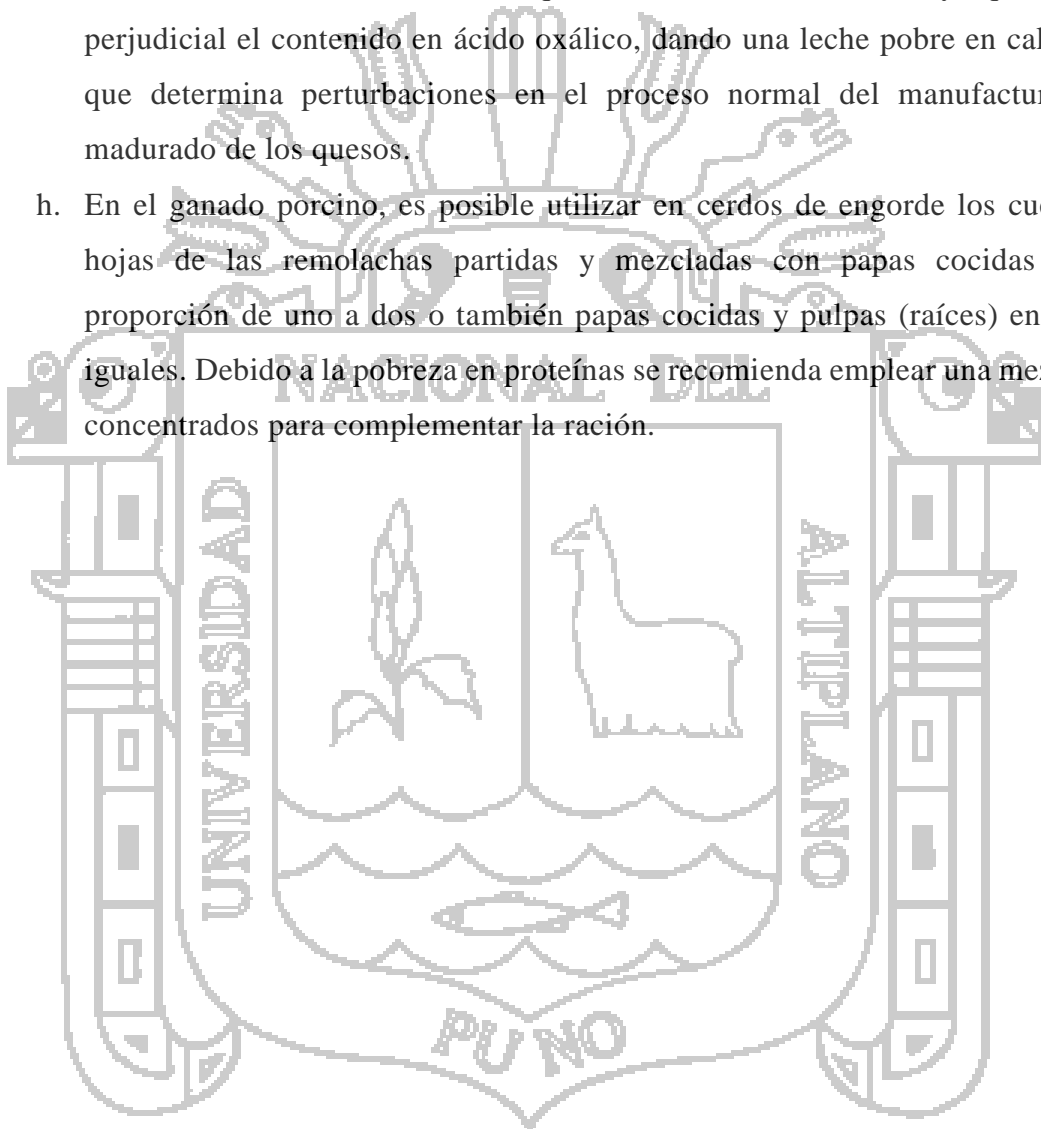
Ordóñez (2005) menciona que en lo ambiental la remolacha es una especie que produce gran cantidad de oxígeno. Se puede afirmar que produce cinco veces más oxígeno en un año que un bosque de pinos.

FAO (2006) indica que el cultivo de remolacha presenta una gran importancia por la producción de oxígeno y por consiguiente se le puede atribuir un uso ambiental.

Mayta (2011) menciona que teniendo en cuenta su elevado contenido en agua, las remolachas constituyen un alimento que se adapta principalmente al ganado bovino y de forma secundaria al ganado porcino. Para proceder a utilizarlas, es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones:

- a. Resulta bastante indicada para equilibrar el valor nutritivo de los forrajes a base de leguminosas.
- b. Como alimento acuoso estimula la secreción láctea en el ganado lechero.
- c. Para los animales de engorde se comporta como un estimulante del apetito y determina efectos beneficiosos sobre el aparato digestivo, fatigado por un prolongado régimen seco.
- d. No deberá sobrepasar de un tercio del total de la materia seca a administrarse en forma diaria a vacunos.
- e. El suministro excesivo de hojas verdes determina una falta de disponibilidad en el calcio, debido a la presencia del ácido oxálico soluble el cual forma compuestos insolubles con el calcio, dando oxalato de calcio. Para prevenir esta situación, se recomienda incorporar carbonato de calcio en la proporción de 50 g por cada 100 kg de forraje verde o que se vaya a ensilar.
- f. Se mencionan problemas diarreicos como consecuencia de una prolongada alimentación a base de hojas y cuellos de remolachas, los que pueden deberse a contaminación terrosa del alimento, presencia del ácido oxálico, o a exagerada producción de ácido láctico en el intestino grueso.

- g. En su administración al ganado vacuno, deberá tenerse en cuenta una cantidad que no supere los 25 kilos de forraje verde (fresco) y durante este suministro se proporcionará forrajes secos y alimentos concentrados que sirvan para compensar la acuosidad, así como las deficiencias. Un problema aparte es el relacionado al ganado vacuno cuya leche se destina a la obtención de queso, para estos animales la administración de cuellos y hojas de remolachas, frescos o ensilados no deben entrar más que en una modesta cantidad ya que resulta perjudicial el contenido en ácido oxálico, dando una leche pobre en calcio, lo que determina perturbaciones en el proceso normal del manufacturado y madurado de los quesos.
- h. En el ganado porcino, es posible utilizar en cerdos de engorde los cuellos y hojas de las remolachas partidas y mezcladas con papas cocidas en la proporción de uno a dos o también papas cocidas y pulpas (raíces) en partes iguales. Debido a la pobreza en proteínas se recomienda emplear una mezcla de concentrados para complementar la ración.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MEDIO EXPERIMENTAL

##### 3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación, se llevó acabo en el Sector Central Pucara de la Comunidad Campesina de Mollocco, perteneciente a la señora Elvira Percca Charaja, ubicada a 36 km de la carretera Puno – Acora y a 1.5 km aproximadamente del paradero de Mollocco, ubicado en el distrito de Acora, provincia y departamento de Puno, cuya ubicación geográfica es:

Altitud: 3867 msnm

Ubicación UTM<sup>1</sup>: Este X: 0417043

Norte Y: 8230358

##### 3.1.2 Historial del campo experimental

El historial del terreno utilizado en el presente trabajo de investigación, se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Historial de campo experimental.

Campaña agrícola	Rotación de cultivos
2008 - 2009	Descanso
2009 - 2010	Papa
2010 - 2011	Quinua
2011 - 2012	Haba

<sup>1</sup>Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator; es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

### 3.1.3 Análisis de Fertilidad del suelo

El análisis físico – químico del suelo experimental, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6.

De acuerdo a este, el suelo experimental, es de textura franco, de pH moderadamente acida. El contenido de materia orgánica medio, nitrógeno total alto, fosforo disponible medio, potasio disponible bajo, suelo moderadamente acida y bajo contenido de carbonato de calcio; resultados que indican que el suelo experimental.

Tabla 6. Análisis físico químico del suelo - 2013.

Elemento	Unidad de medida	Muestra	Método de Análisis
Arena	%	40.52	Bouyoucos
Arcilla	%	10.36	Bouyoucos
Limo	%	49.12	Bouyoucos
Clase textura		Franco	Triángulo textural
pH	%	5.90	Potenciómetro
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	%	0.00	Gasómetro
Materia orgánica	%	3.80	Walkley-Black
Nitrógeno total	%	1.17	Micro kjeldahl
Fosforo disponible	ppm	12.42	Olsen modificado
Potasio disponible	ppm	89.00	Fotometría de llama
CE	ms/cm	2.70	Conductímetro

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNA-PUNO-2013

Contiene 46.51, 113.55 y 813.68 kg por hectárea de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O disponibles, respectivamente. Siendo el pH próximo al requerido y los contenidos de nutrientes del suelo experimental, los que requiere el cultivo, estando en deficiencia el nitrógeno.

Lo que se confirma con lo manifestado por los siguientes autores: Duke (1983) menciona que en pH de 4.2 a 8.2 es el rango; en cambio Fuertes *et al.*, (2008) manifiesta que la remolacha crece mejor en pH entre 6.5 a 8.0, pero con manejo puede dar buena cosecha en tierras más alcalinas.

Robles (1985) en México recomienda el uso de fertilizantes químicos a las dosis 40 -60 - 0 para la región de Matamoros y 80 - 40 - 0 para la región de Delicias y Comarca Lagunera. Durante la primera fase de crecimiento, el nitrógeno debe ser adecuado. Así mismo Fuertes *et al.*, (2008) indica que la dosis de fertilización obtenida es de 150 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 kg K<sub>2</sub>O.

### 3.1.4 Información meteorológica

Los datos meteorológicos de precipitación, temperatura, humedad relativa, fueron proporcionados por la Estación CO.115052, Rincon de la Cruz –Acora, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI – Puno).

En el Anexo (Tabla 21), (Tabla 22), (Tabla 23), (Tabla 24) y la (Figura 1), (Figura 2), (Figura 3), (Figura 4); que corresponden a los meses de Enero a Setiembre del año 2013. Donde la más alta precipitación con 179.7 mm se dio en el mes de Enero, bajando gradualmente hasta 4.5 mm en Abril y subiendo poco a poco, en Mayo hasta Setiembre, acumulando 552.7 mm de precipitación pluvial, Figura 1, menciona Duke (1983) que se desarrolla bien en lugares con precipitaciones anuales entre 230 a 315 mm. Lo que afirma ACOR (2012) las precipitaciones deben ser de 540-750mm.

En las Figuras 2 y 3 se observa que las temperaturas máximas fluctuaron entre los 15.50 °C a 15.37 °C en los meses de Marzo y Abril respectivamente. Las mínimas se presentaron en los meses de Junio, Agosto y Julio con temperaturas de 0.09 °C, -0.10 °C y -0.35 °C y estos dos últimos por debajo de 0 °C; mostrando que la remolacha forrajera es resistente a bajas temperaturas. Paramio (2007) indica que es resistente a heladas, aun en las fases más delicadas del cultivo puede tolerar temperaturas de hasta -5 °C. Lo que concuerda con Robles (1985) que menciona que la remolacha forrajera prefiere el clima fresco con temperaturas de 15 ° a 18 °C. Es más tolerante a temperaturas

extremas, siendo estas de 4° a 24 °C, aunque es de climas frescos se puede adaptar bien a climas templados, sólo los climas calientes y secos no le convienen. Willes, citado por Robles (1985), la temperatura máxima fue de 39.9 °C, y fue la que más daño causó a la planta.

La humedad relativa media mensual más alta se presentó en el mes de Febrero 84% bajando gradualmente hasta 67% en Setiembre, Figura 4.

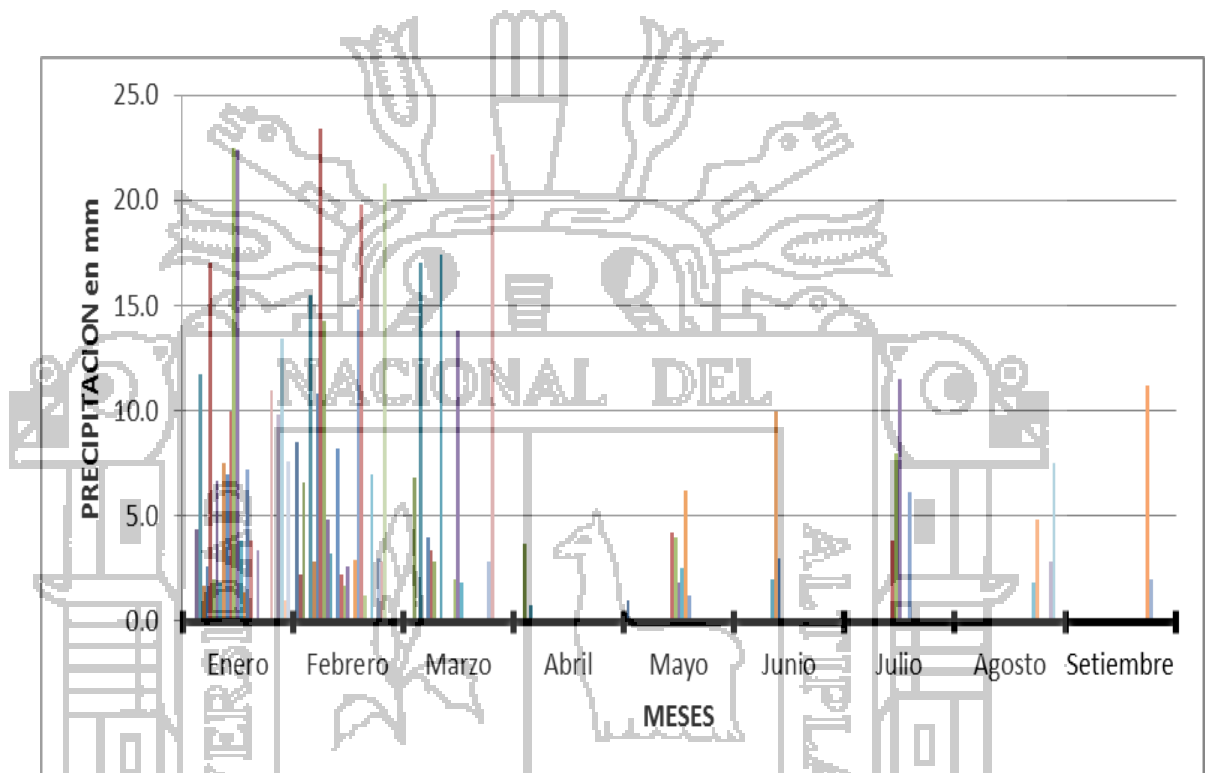


Figura 1. Precipitación pluvial en mm, Enero - Setiembre del 2013.

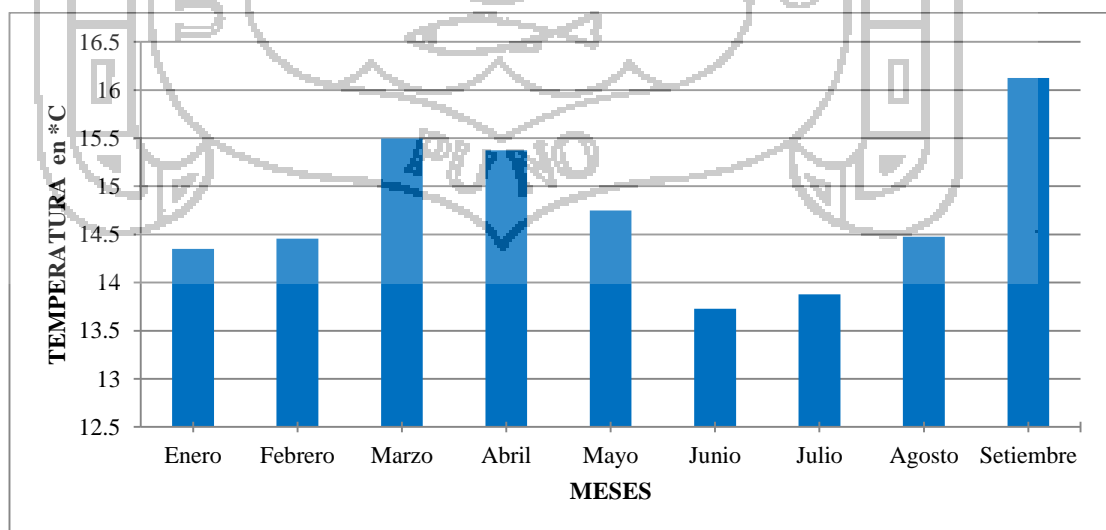


Figura 2. Temperaturas máximas promedio en °C, Enero - Setiembre del 2013.



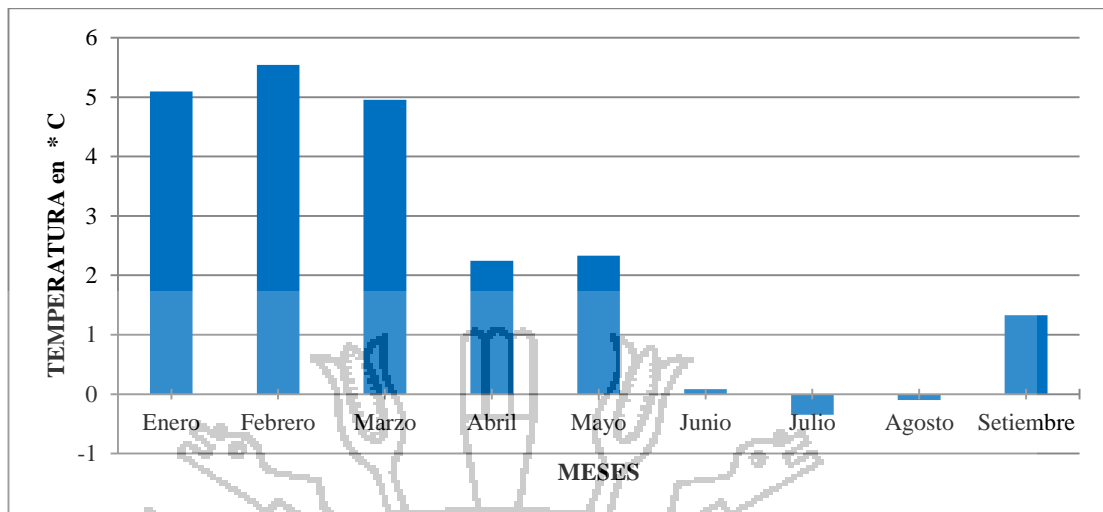


Figura 3. Temperaturas mínimas promedio en °C, Enero - Setiembre del 2013.

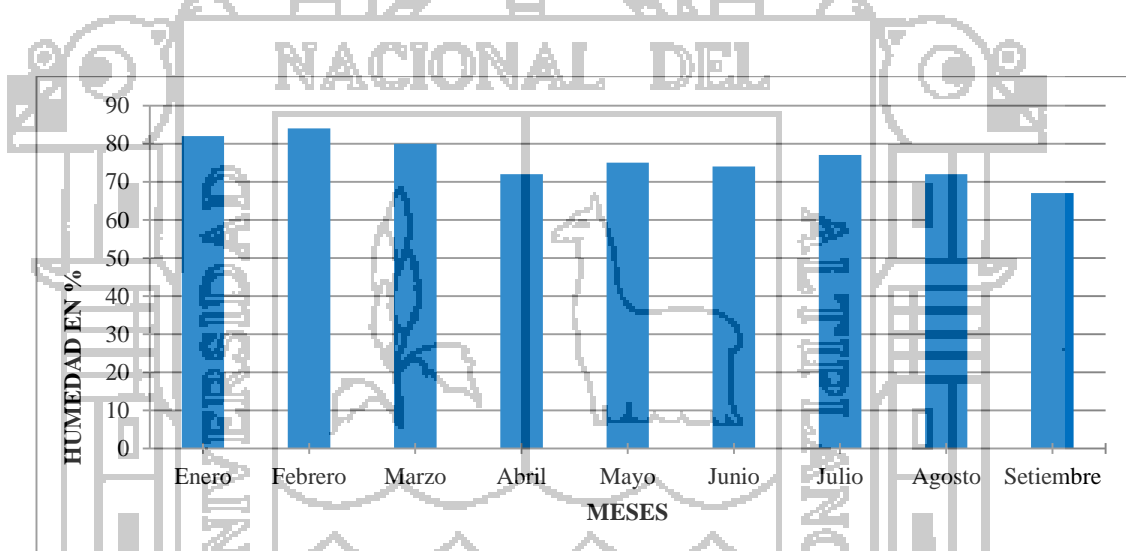


Figura 4. Humedad relativa promedio en %, Enero - Setiembre del 2013.

### 3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

#### 3.2.1 Material Vegetal

Se utilizó semilla de dos variedades de remolacha forrajera:

- Variedad Tamara
- Variedad Cosima

### 3.3 MÉTODOS

#### 3.3.1 Diseño experimental

Para la evaluación de los resultados obtenidos se ha empleado el diseño experimental de bloque completo al azar, con tres repeticiones, utilizando el diseño de tratamientos parcela dividida ubicando las variedades en parcelas y los distanciamientos en sub parcelas.

#### 3.3.2 Factores en estudio

##### - Variedades de Remolacha Forrajera

V1 = Tamara

V2 = Cosima

##### - Distanciamiento entre Planta

D1 = 20 cm

D2 = 25 cm

D3 = 30 cm

En la Tabla 7, se presenta la codificación de los tratamientos experimentales y el distanciamiento entre surcos es de 40 cm.

Tabla 7. Codificación de tratamientos experimentales.

Clave	Variedad	Distanciamientos entre plantas en cm
V1D1	Tamara	20
V1D2	Tamara	25
V1D3	Tamara	30
V2D1	Cosima	20
V2D2	Cosima	25
V2D3	Cosima	30

### 3.4 VARIABLES DE RESPUESTA

- Altura de planta en cm cada 7 días.
- Producción de la remolacha forrajera en peso total, expresada en toneladas / hectárea.
- Producción de hojas y tallos de remolacha, expresada en toneladas / hectárea.
- Producción de hipocótilo y raíz de remolacha, expresada en toneladas/ hectárea.

### 3.5 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

#### 3.5.1 Almacigado

Se utilizó la mezcla de sustratos para almacigado en una proporción de 6:2:3 de tierra vegetal, humus de lombriz y turba. La siembra de la semilla de las variedades de remolacha se realizó: el 11 de diciembre del 2012, en bandejas de 15 x 9 con 135 alveolos, poniendo en cada alveolo una semilla a una profundidad de 2 cm, procediendo luego al tapado, compactado de la mezcla con la semilla y riego final.

Martínez (2009) utilizó bandejas de germinación de 126 alveolos con capacidad de 16 cc de turba como sustrato y realizó la siembra de las semillas en cada alveolo a una profundidad de tres veces el diámetro de la semilla y dio riego a capacidad de campo cada vez que fue necesario hasta que las plántulas presenten 10 cm de altura a los 30 días. El acondicionamiento para la germinación se efectuó en un invernáculo.

#### 3.5.2 Preparación del Terreno

El 03 de enero del 2013, se realizó la primera roturación del terreno con tractor, eliminándolas malezas; después se procedió al desterronado, el rastreado, nivelado, marcado y surcado del campo experimental en forma manual, tomando en cuenta el diseño experimental y los tratamientos. Luego se hizo el riego para mantener a capacidad de campo.

### 3.5.3 Trasplante

Se realizó el 14 de enero del 2013 en el primero y segundo bloque y 15 de enero del 2013 el tercer bloque, a los 34 y 35 días de almacenado respectivamente, cuando las plántulas tenían 5 hojas verdaderas después de la emergencia. La edad del plantin es muy importante ya que el retraso del trasplante produce un alargamiento del ciclo y baja calidad del hipocótilo y raíz.

Las plántulas sacadas de las bandejas se colocaron en hoyos realizados en el surco, con la ayuda de la pala de jardinería; presionando luego, enérgicamente alrededor de ella, para inmediatamente regarlas. Recomendación que da Morales (1999), citado por Rodríguez (2006) que inmediatamente del trasplante hay que realizar un riego, para sellar todas las cámaras de aire que pudieran haber quedado en el suelo.

### 3.5.4 Labores culturales

#### a) Riegos

Se realizaron, después del trasplante cada 2 a 3 días y cuando la precipitación pluvial fue insuficiente; aplicándose, de acuerdo a las necesidades de la planta.

Utilizando mayor cantidad de agua en los periodos de trasplante y formación de hipocótilo y raíz.

Al respecto Robles (1985) recomienda que esperar a que se seque el suelo para iniciar los riegos, no es buena táctica agrícola, ya que se produce así un estado de sequía que paraliza el crecimiento de la raíz y reduce grandemente la producción.

#### b) Aporque

Se realizó el 14 de febrero del 2013 a los 30 días del trasplante, Senior (2009) y Mamani (2010) indican que el aporque se realiza al mes del trasplante para evitar el volcamiento.

#### c) Deshierbas

Durante el almacenado, se efectuó a los 15 días después de la siembra. La segunda deshierba se realizó con el aporque y la tercera a los 75 días después del aporque;

encontrándose las siguientes malezas:

▪ Totorilla	<i>Scirpus rigidus</i>	(50%)
▪ Pasto	<i>Poa annua</i>	(30%)
▪ Layo	<i>Trifolium sp.</i>	(4%)
▪ Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i>	(1%)
▪ Aguja aguja	<i>Erodium cicutarium</i>	(2%)
▪ Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	(10%)
▪ Nabo silvestre	<i>Brassica sp.</i>	(3%)

#### d) Control de plagas y enfermedades

En el almacigado hubo ataque de pájaros a las hojas cotiledonales durante la emergencia en un 25%. A los 30 días del trasplante se observó el ataque de larva de la polilla manchada, que tiene franjas rojizas en el lomo, (*Symmetrischema tangolias*), controlándose con las hojas de cicuta picada. Al sexto mes empezó el ataque de cuyes silvestres, los que consumieron las hojas motivo por el cual el experimento a nivel general se encontró con bajo número de hojas; este ataque duro hasta la cosecha.

#### e) Abonamiento

Se realizó el 14 de febrero, a los 30 días con el té de jamallachi, utilizando una mochila de 15 litros cuando la planta estaba en la formación de hojas.

#### f) Cosecha

Se realizó el 5 de setiembre cuando la planta alcanzado su madurez comercial, con una liguana. Martínez, (2009) sostiene que al final de su periodo vegetativo cuando el cultivo cumple el tamaño que demanda el consumo para el ganado a los 120 días después del trasplante. Luego de cosechar, las plantas se codificaron y trasladaron al laboratorio de Control de Semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – PUNO; donde se obtuvo el peso en gramos del total de la planta, del hipocótilo y raíz, hojas y tallos, en una balanza analítica UNA – FX -3000i H. W. Kessel. S.A. AND AyD Company Limited. Peso máximo de gramos D = 0.01 gramos de precisión digital.

## 3.6 OBSERVACIONES REALIZADAS

### 3.6.1 Análisis de la semilla

Los resultados del análisis de la semilla para la variedad Tamara son el 100% de pureza y 98% de poder germinativo y para la variedad Cosima con el 100% de pureza y 90% de poder germinativo.

### 3.6.2 Fenología del cultivo

Maroto (2005) indica que las fases fenológicas de la remolacha azucarera son: período juvenil, período de adolescencia, período de maduración y de reproducción sexual, lo que suele ocurrir el segundo año de cultivo.

Bruzon (2007) indica que su desarrollo es bianual, el primer año tiene un crecimiento vegetativo, con producción de la parte aérea, raíz y acumulación de la sacarosa; mientras que el segundo año desarrolla el aparato reproductor (floración o espigado) en condiciones de zonas templadas.

Durante el desarrollo vegetativo, en la planta de remolacha se pueden observar tres partes claramente diferenciadas: las hojas, la raíz y la corona. Inicialmente la mayor parte de la biomasa del cultivo se encuentre en las hojas. Después del segundo mes de sembradas, existe un crecimiento paralelo de raíz y hojas, es decir, la planta dedica la misma cantidad de nutrientes asimilados al crecimiento aéreo y crecimiento radical. A los 4-5 meses la producción foliar disminuye, principalmente por un aumento de la senescencia, mientras que la producción de raíz se aumenta en forma casi lineal. A partir de estas fechas se hace patente la existencia de la corona como elemento significativo. Entre los cinco y seis meses, la producción foliar continúa decreciendo y la producción total de biomasa se detiene.

### 3.6.3 Emergencia

La emergencia para ambas variedades, se inició el 26 de diciembre con la primera plántula emergida y se dio por finalizada el 5 de enero.

### 3.6.4 Prendimiento

La evaluación se realizó a los 20 días después del trasplante encontrándose el 100% de prendimiento. Insuasty *et al.*, (2009) recomienda no dejar pasar más de ocho días después del trasplante, para realizar resiembra, lo que permitirá un crecimiento homogéneo de las plantas en el lote.

### 3.7 Análisis estadístico

El presente estudio se condujo dentro del diseño estadístico de bloque completo al azar, con tres repeticiones, utilizando el diseño de tratamientos de parcela dividida, ubicando las variedades en parcelas y los distanciamientos en sub parcelas.

El modelo lineal usado en el diseño:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Es completamente aditivo. Esto indica que si el primer tratamiento produce que la respuesta esperada aumente, por ejemplo, cinco unidades ( $\tau_i = 5$ ), y si el primer bloque incrementa la respuesta esperada en dos unidades ( $\beta_j = 2$ ), entonces, el incremento esperado en la respuesta de ambos, el tratamiento 1 y el bloque 1, es en conjunto  $E(y_{11}) = \mu + \tau_1 + \beta_1 = \mu + 5 + 2 = \mu + 7$ .

Se efectuó la prueba de Duncan al 5% para contrastar las medidas de las variedades.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables en estudio de altura de planta por periodos de tiempo, peso total de la planta de remolacha forrajera, de hipocótilo y raíz, de hojas y tallo en t/ha, se encuentran en las Tablas 25,26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 y 34 del anexo.

##### 4.1 ALTURA DE PLANTA

La altura de planta de la variedad Tamara (V1) con el distanciamiento 30 cm se obtuvo la mayor altura de planta con 31.3 cm el 29 de Abril del 2013, Figura 5 y Tabla 25 del anexo, donde se tuvo 16.2 °C de temperatura máxima y 2.2 de la mínima, con una humedad relativa de 73%; manteniéndose esta relación en todas las evaluaciones menos en la primera. La altura de planta al distanciamiento 20 cm en este periodo es de 19.3 cm y la de 25 cm es de 21.8 cm siendo menores que la anterior y muy próximas entre sí durante todo el periodo de crecimiento de la planta según Van Heemst (1986) afirma los mayores elementos ambientales que influyen en el desarrollo y la producción de las plantas son la temperatura y la duración del día. La variedad Cosima (V2) con el distanciamiento 25 cm obtuvo la mayor altura de planta con 27.3 cm el 11 de Marzo y el 29 de Abril, ver Figura 6 y Tabla 25 del anexo, donde se tuvo 16.4 °C de temperatura máxima y 6.4 de la mínima, con una humedad relativa de 79% en Marzo y la de Abril similar a lo anterior; manteniéndose esta relación hasta el 27 de Mayo, periodo 18.

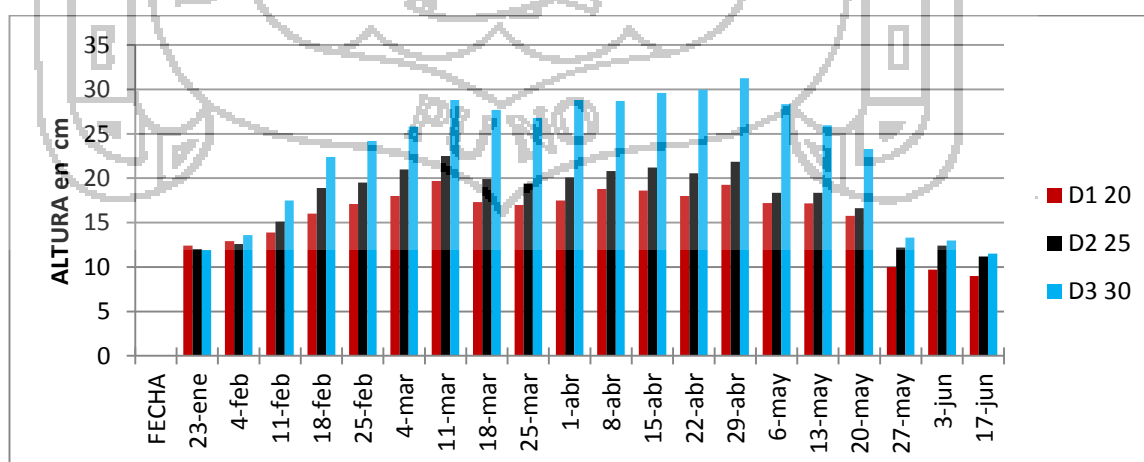


Figura 5. Altura de planta en cm para la variedad Tamara (V1).



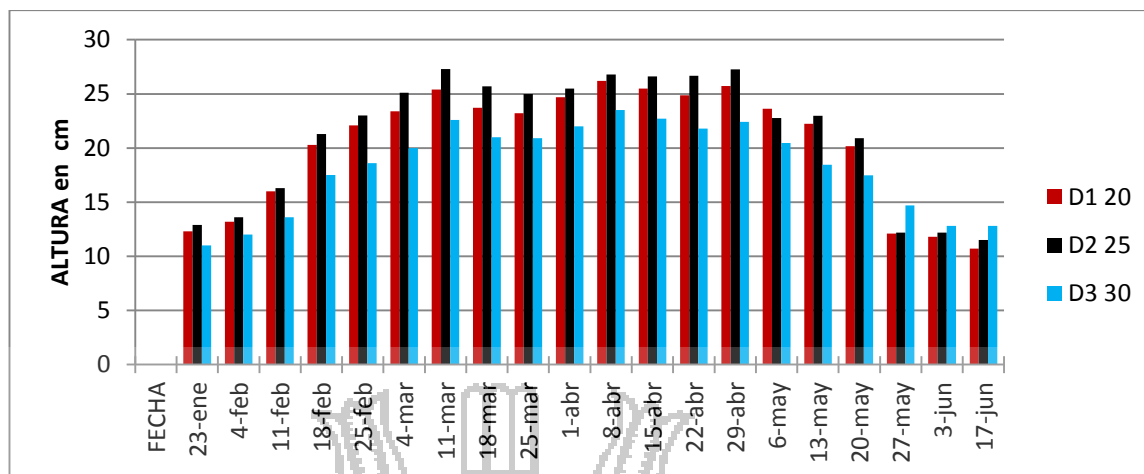


Figura 6. Altura de planta en cm para la variedad Cosima (V2).

#### 4.2 PESO TOTAL DE PLANTA

En la Tabla 8, el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas, variedades de remolacha y sub-parcelas, distanciamiento entre plantas, es de 6.99% y 9.73%, respectivamente, lo que indica confiabilidad en los resultados obtenidos.

El estadístico F, conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales, distanciamientos y variedades, la alta significación estadística de distanciamiento indica que existe diferente comportamiento de los distanciamientos estudiados. La variedad queda ratificada por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), siendo la variedad Tamara superior con 31.039 t/ha a la Cosima que alcanzó 28.740 t/ha de peso total de la remolacha, Tabla 9.

Este comportamiento de los distanciamientos, indica que hubo un desempeño igual, por lo que se realizó el ANVA de efectos simples, Tablas 10 y 11, quedando el distanciamiento entre plantas de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS de la Tabla 10 para la variedad Tamara y 11 para la variedad Cosima.

Tabla 8. Análisis de los resultados de peso total de la planta de remolacha en t/ha.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	SIG
Bloque	2	64.811	32.405	3.83	0.0679	n.s
Variedad(V)	1	23.782	23.782	2.81	0.1320	n.s
Error(V)	2	8.738	4.369	0.52	0.6150	n.s
Distanciamiento(D)	2	182.620	91.310	10.80	0.0053	**
Lineal	1	177.947	177.947	15.70	0.0013	**
Cuadrática	1	4.673	4.673	0.41	0.5305	n.s
VxD	2	5.058	2.529	0.30	0.7493	n.s
Error(D)	8	67.607	8.451			
Total	17	352.615				

C.V. (v) 6.99%

C.V.(D) 9.73%

Tabla 9. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso total de la planta de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha.

Orden de mérito	Variedad	Peso total de remolacha en t/ha	Prueba Duncan ( $\alpha=0.05$ )
1	Tamara (V1)	31.039	A
2	Cosima (V2)	28.740	A

### VARIEDAD TAMARA

El análisis de variancia de la tendencia lineal para el peso total de remolacha variedad Tamara, Tabla 10. Como  $F_c = 10.493 > F_t = 5.59$ , esto es significativo, quiere decir que la variable Y (peso total de la planta) está influenciada por la variable D (distanciamiento entre plantas). Esta afirmación podemos corroborar con el coeficiente  $R^2 = 59.98\%$ , es decir que el 59.98% de la variación de peso total depende la variación del distanciamiento entre planta, y en un 40.02% se debe a otros factores como medio ambiente, condiciones de manejo, suelo, variedad y otros.

Tabla 10. Análisis de varianza del peso total de la planta de la variedad Tamara (V1).

F de V	G.L	S.S	M.S	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	1	93.694	93.694	10.493	*
Error residual	7	62.504	8.929		
Total	8	156.198	102.623		

$R^2 = 59.98\%$

### Distanciamiento entre plantas

Para el distanciamiento entre plantas, Figura 7, donde se alcanzó la tendencia lineal de alta significación estadística; por lo que, se ajustó a un modelo lineal, observándose una pendiente positiva, lo que indica que el aumento en el distanciamiento entre plantas hace aumentar la variable peso total de la remolacha. Al respecto Fuertes *et al.*, (2008) recomienda distancias que van desde 0.50 m entre surcos y de 0.30 a 0.40 m entre plantas, esta diferencia depende del tipo de suelo, de la variedad a sembrar.

El análisis de regresión, para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular a la ecuación:  $Y = 11.2815 + 0.7903 D$ . Los resultados obtenidos determinan, que para la variedad Tamara, el distanciamiento entre plantas de mayor producción del peso total de la remolacha, es de 30 cm con 34.991 t/ha, seguido por el distanciamiento de 25 cm con 31.039 t/ha y por último el menor peso total se obtuvo a 20 cm con 27.088 t/ha, ver la Figura 7.

$$Y = 11.2815 + 0.7903 D$$

$$Y = 34.991 \text{ t/ha a } 30 \text{ cm}$$

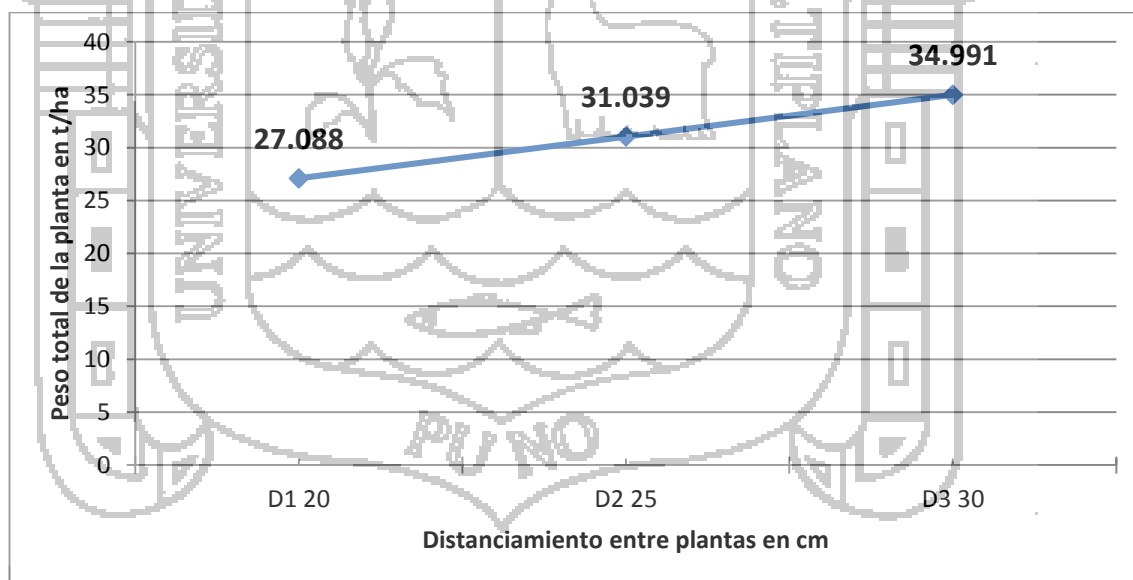


Figura 7. Peso total de planta en t/ha de la variedad Tamara (V1).

El mayor peso total de planta es 34.991 t/ha de la variedad Tamara, esto se obtuvo con el distanciamiento de 30 cm entre plantas en el presente trabajo, porque se crea un microclima especial, debido al mayor número de hojas por área de cultivo,

incrementándose la temperatura del suelo y del ambiente; la humedad ambiental y la humedad del suelo se mantiene; contrarrestando, las condiciones adversas de clima que se tienen en el altiplano de Puno, al respecto Fabeiro et al., (2003) indica que los rendimientos oscilan entre 50 y 120 t/ha.

### **VARIEDAD COSIMA**

El análisis de variancia de la tendencia lineal para el peso total de remolacha variedad Cosima, Tabla 11. Como  $F_c = 6.692 > F_t = 5.59$ , esto es significativo, quiere decir que la variable Y (peso total de la planta) está influenciada por la variable D (distanciamiento entre plantas). Esta afirmación podemos corroborar con el coeficiente  $R^2 = 48.87\%$ , es decir que el 48.87% de la variación de peso total depende la variación del distanciamiento entre planta, y en un 51.13% se debe a otros factores como medio ambiente, condiciones de manejo, suelo, variedad y otros.

Tabla 11. Análisis de varianza del peso de la planta de la variedad Cosima (V2).

F de V	G.L	S.S	M.S	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	1	84.375	84.375	6.692	*
Error residual	7	88.260	12.609		
Total	8	172.635	96.984		

$R^2 = 48.87\%$

### **Distanciamiento entre plantas**

Para el distanciamiento entre plantas se observa que hay tendencia lineal estadística, por lo que se ajustó a un modelo lineal, observándose una pendiente positiva, lo que indica que el aumento en el distanciamiento entre plantas hace aumentar la variable peso total de la remolacha.

El análisis de regresión, para la variable de distanciamiento entre plantas permitió obtener la ecuación:  $Y = 9.99 + 0.75 D$ , donde el mayor peso total de la remolacha se obtuvo con el distanciamiento entre plantas de 30 cm con 32.49 t/ha, seguido de 25 cm con 28.74 t/ha y por último el menor peso total se obtuvo a 20 cm con 24.99 t/ha, ver la Figura 8.

$$Y = 9.99 + 0.75 D$$

$$Y = 32.49 \text{ t/ha a } 30 \text{ cm}$$

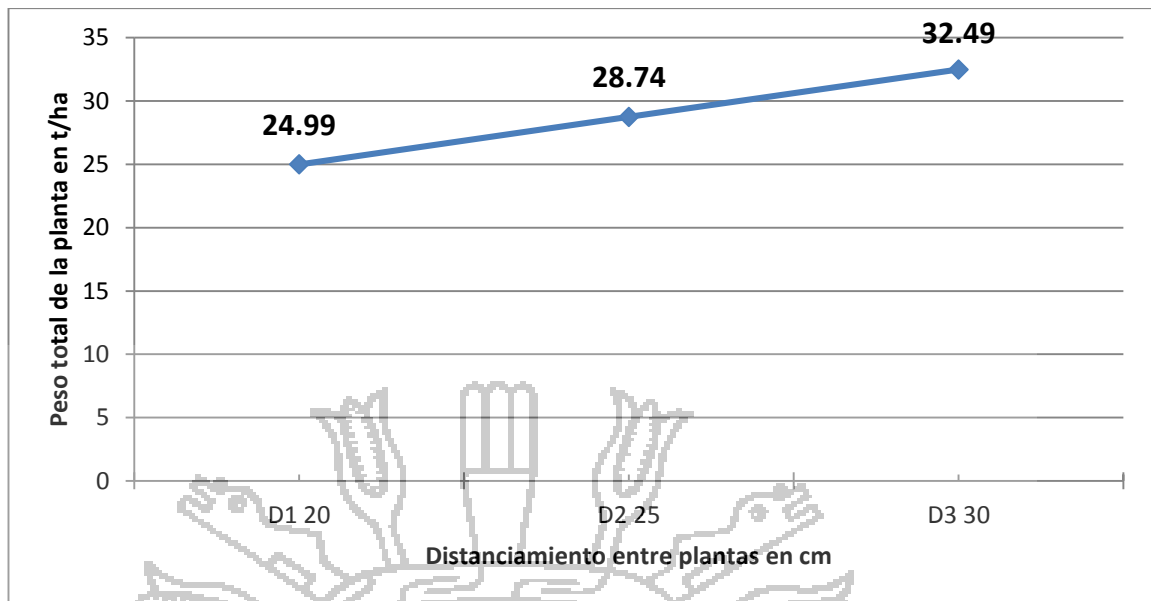


Figura 8. Peso total de planta en t/ha de la variedad Cosima (V2).

El mayor peso total de planta en t/ha de la variedad Cosima se obtuvo con el distanciamiento de 30 cm. Estos distanciamientos son adecuados para ambas variedades, porque se crea un microclima especial, debido a la mayor cantidad de hojas por área de cultivo; así mismo, se incrementa la temperatura del suelo y del ambiente donde se desarrollan las plantas de remolacha; la humedad ambiental y la humedad del suelo se mantiene; contrarrestando estos factores a las condiciones adversas de clima en el altiplano de Puno, al respecto Kenter *et al.*, (2006) indica una separación entre hileras de 50 cm y a una profundidad de entre 1.5 y 2 cm, para una densidad de 77000 a 120000 plantas por hectárea.

Con el distanciamiento de 30 cm entre plantas para ambas variedades no se ha encontrado el punto de inflexión; probablemente este se encuentre, a distanciamientos mayores, para lograr producciones mayores. Así mismo ha influido la intervención de los cuyes silvestres que durante el periodo vegetativo comieron las hojas.

### 4.3 PESO DEL HIPOCÓTILO Y RAÍZ

El análisis de varianza se presenta en la Tabla 12, donde el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas y sub-parcelas fueron de 3.19% y 12.76%, respectivamente, los que indican confiabilidad de los resultados obtenidos.

El estadístico F, conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales de distanciamiento y variedad. La variedad queda ratificada por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), siendo la variedad Tamara superior con 28.229 t/ha superior a la Cosima con 25.260 t/ha, Tabla 13.

Este comportamiento de los distanciamientos, indica que hubo un desempeño diferente, por lo que se realizó el ANVA de efecto simple, Tablas 14 y 15, quedando el distanciamiento entre plantas de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS para la variedad Tamara y para la variedad Cosima.

Tabla 12. Análisis de los resultados del peso de hipocótilo y raíz de remolacha en t/ha.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	SIG
Bloque	2	65.483	32.741	2.81	0.1190	n.s
Variedad(V)	1	39.664	39.664	3.40	0.1022	n.s
Error(V)	2	1.460	0.730	0.06	0.9397	n.s
Distanciamiento(D)	2	219.787	109.894	9.43	0.0079	**
Lineal	1	211.512	211.512	15.67	0.0013	**
Cuadrática	1	8.275	8.275	0.61	0.4458	n.s
VxD	2	2.616	1.308	0.11	0.8952	n.s
Error(D)	8	93.209	11.651			
Total	17	422.219				

C.V. (v) 3.19%

C.V.(D) 12.76%

Tabla 13. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso del hipocótilo y raíz de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha.

Orden de mérito	Variedad	Peso total de remolacha en t/ha	Prueba Duncan ( $\alpha=0.05$ )
1	Tamara (V1)	28.229	A
2	Cosima (V2)	25.260	B

## VARIEDAD TAMARA

El análisis de variancia de la tendencia lineal, se presenta en la Tabla 14. Como  $F_c=9.876 > F_t=5.59$ , esto es significativo, quiere decir que la variable Y (peso del hipocótilo y raíz) está influenciada por la variable D (distanciamiento entre plantas). Esta afirmación la podemos corroborar con el coeficiente  $R^2= 58.52\%$ , es decir el 58.52% de la variación de peso total depende de la variación del distanciamiento entre planta, y el 41.48% se debe a otros factores como medio ambiente, condiciones de manejo y otros.

Tabla 14. Análisis de varianza del peso del hipocótilo y raíz de la variedad Tamara (V1).

F de V	G.L	S.S	M.S	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	1	118.459	118.459	9.876	*
Error residual	7	83.961	11.994		
Total	8	202.420	130.454		

$R^2= 58.52\%$

### Distanciamiento entre plantas

Para el distanciamiento entre plantas, se observa que se alcanzó la tendencia lineal de alta significación estadística, por lo que se ajustó a un modelo lineal, observándose una pendiente positiva, lo que indica que a mayor distanciamiento entre plantas aumenta el peso del hipocótilo y la raíz.

El análisis de regresión, para la variable de distanciamiento entre plantas permitió obtener la ecuación:  $Y= 6.0115 + 0.8887 D$ , para obtener el distanciamiento para mayor peso del hipocótilo y la raíz de la variedad Tamara, el efecto del distanciamiento entre plantas se aprecia en la Figura 9, la que nos indica que, el mayor peso se obtuvo con el distanciamiento de 30 cm con 32.673 t/ha, seguido por el distanciamiento de 25 cm con 28.229 t/ha y por último el menor peso se obtuvo a 20 cm con 23.786 t/ha.

Los resultados obtenidos determinan que el distanciamiento entre plantas de mayor producción es de 30 cm, debiendo aun encontrarse el distanciamiento óptimo para el altiplano de Puno. Incrementándose así el número por área de plantas cultivadas.

Chauca (2012) menciona que entre surcos de 0.50 m, distancia entre planta de 0.30 m, la cual estaría con el incremento en el hipocótilo.

$$Y= 6.0115 + 0.8887 D$$

Y= 32.673 t /ha a 30 cm

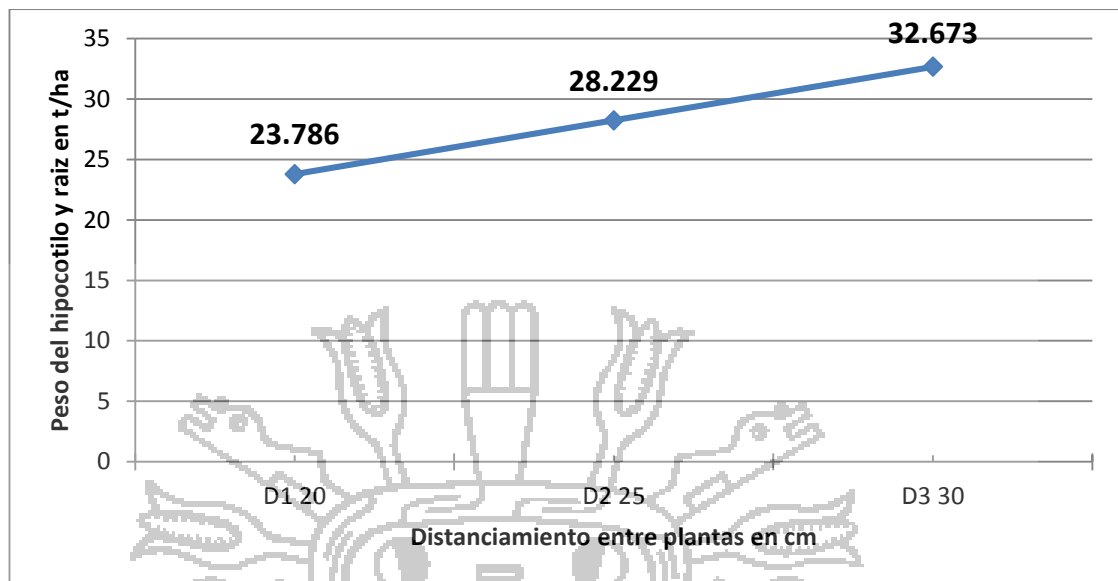


Figura 9. Peso del hipocótilo y raíz en t/ha de la variedad Tamara (V1).

### VARIEDAD COSIMA

El análisis de variancia de la tendencia lineal, se presenta en la Tabla 15. Como  $F_c = 7.601 > F_t = 5.59$ , esto es significativo, quiere decir que la variable Y (peso del hipocótilo y raíz) está influenciada por la variable D (distanciamiento entre plantas). Esta afirmación la podemos corroborar con el coeficiente  $R^2 = 52.06\%$ , es decir el 52.06% de la variación de peso total depende de la variación del distanciamiento entre planta, y el 47.94% se debe a otros factores como medio ambiente, condiciones de manejo y otros.

Tabla 15. Análisis de varianza del peso del hipocótilo y raíz de la variedad Cosima (V2).

F de V	G.L	S.S	M.S	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	1	93.773	93.773	7.601	*
Error residual	7	86.361	12.337		
Total	8	180.134	106.110		

$R^2$  52.06%



### Distanciamiento entre plantas

Para el distanciamiento entre plantas se observa que alcanzó la tendencia lineal estadística, por lo que se ajustó a un modelo lineal, observándose una pendiente positiva, lo que indica que el aumento en el distanciamiento entre plantas hace aumentar la variable peso del hipocótilo y raíz, debido a que las variables estudiadas no tienen un punto de inflexión que indique el punto de máxima producción.

El análisis de regresión, para la variable de distanciamiento entre plantas permitió enunciar la ecuación:  $Y = 5.4925 + 0.7907 D$ , para obtener el distanciamiento de mayor peso del hipocótilo y raíz de la variedad Cosima, el que se aprecia en la Figura 10, que nos indica que, el mayor peso se obtuvo con el distanciamiento entre plantas de 30 cm con 29.214 t/ha, seguido por 25 cm con 25.260 t/ha y el menor peso a 20 cm con 21.307 t/ha.

Los resultados obtenidos determinan que el distanciamiento entre plantas de mayor producción es de 30 cm para la variedad Cosima, la que adopta comportamiento similar a la Tamara. Al respecto Alvarado *et al.*, (2010) menciona que las condiciones de las cuales depende la planta para una eficiente fotosíntesis es la superficie de las hojas, longitud del peciolo y edad de las hojas, las cuales se logran con una dosis óptima de fertilización. La producción de azúcares en la planta depende mucho de la actividad fotosintética, dosis de fertilización y manejo del riego.

$$Y = 5.4925 + 0.7907 D$$

$$Y = 29.214 \text{ t/ha a } 30 \text{ cm}$$

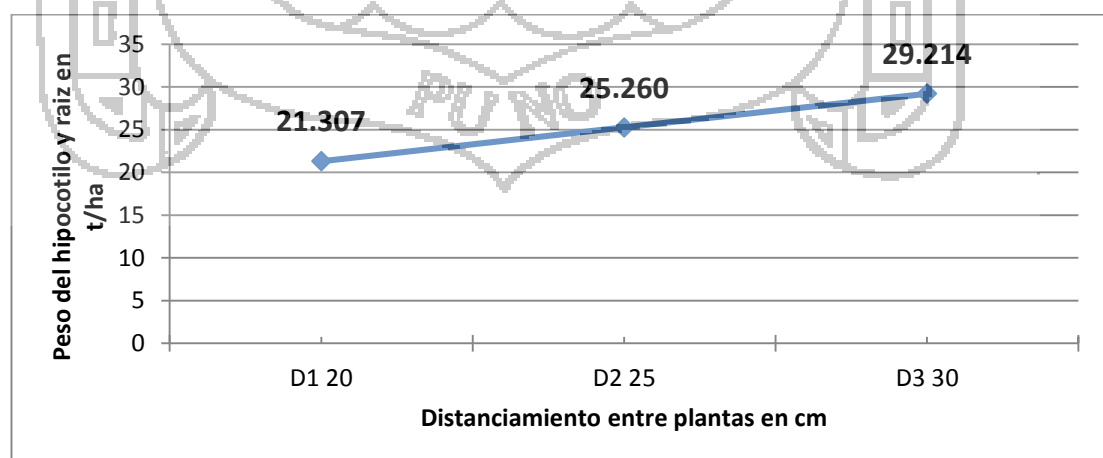


Figura 10. Peso del hipocótilo y raíz en t/ha de la variedad Cosima (V2).

#### 4.4 PESO DE HOJAS Y TALLO

El análisis de varianza se presenta en la Tabla 16, donde el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas y sub-parcelas fueron 39.30% y 27.91%, respectivamente, los que indican confiabilidad de los resultados obtenidos.

El estadístico F conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales de variedad y significación estadística de distanciamiento, lo que indica que existe diferente comportamiento de los distanciamientos estudiados. La variedad queda ratificado por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), siendo la variedad Tamara inferior con 2.810 t/ha, superando la Cosima con 3.480 t/ha, ver Tabla 17.

Este comportamiento de los distanciamientos, indica que hubo un desempeño igual, por lo que se realizó el ANVA de efecto simple, Tabla 18 y 19 para evaluar cada una, quedando el distanciamiento entre plantas de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS de la Tabla 18 para la variedad Tamara y 19 para la variedad Cosima.

Tabla 16. Análisis de los resultados del peso de hojas y tallo de remolacha en t/ha

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	SIG
Bloque	2	2.962	1.481	1.92	0.2081	n.s
Variedad(V)	1	2.020	2.020	2.62	0.1441	n.s
Error(V)	2	3.055	1.528	1.98	0.1998	n.s
Distanciamiento(D)	2	1.960	0.980	1.27	0.3314	n.s
Lineal	1	1.449	1.449	1.43	0.2498	n.s
Cuadrática	1	0.511	0.511	0.51	0.4879	n.s
VxD	2	0.963	0.482	0.63	0.5594	n.s
Error(D)	8	6.164	0.771			
Total	17	17.125				

C.V. (v) 39.30%

C.V.(D) 27.91%

Tabla 17. Prueba de significancia Duncan para las variedades en estudio, peso de hojas y tallo de remolacha, variedad Tamara y Cosima en t/ha.

Orden de mérito	Variedad	Peso total de remolacha en t/ha	Prueba Duncan ( $\alpha=0.05$ )
1	Cosima (V2)	3.480	A
2	Tamara (V1)	2.810	A

### VARIEDAD TAMARA

El análisis de variancia de la tendencia lineal, se presenta en la Tabla 18.

Según el análisis de varianza preliminar de los efectos de tendencia, se distingue que en el distanciamiento no hay diferencia significativa.

Tabla 18. Análisis de varianza del peso de hojas y tallo de la variedad Tamara (V1).

F de V	G.L	S.S	M.S	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	1	1.450	1.450	0.957	N.S
Error residual	7	10.608	1.515		
Total	8	12.059	2.966		

$R^2$  15.84%

### Distanciamiento entre plantas

Para el distanciamiento entre plantas se observa que se alcanzó la tendencia lineal de alta significancia estadística, por lo que se ajustó a un modelo lineal, observándose una pendiente positiva, lo que indica que el aumento de distanciamiento entre plantas hace aumentar la variable peso de hojas y tallo de remolacha.

El análisis de regresión, para la variable de distanciamiento entre plantas permitió obtener la ecuación:  $Y = 5.2683 + 0.0983 D$ , del mayor peso de hojas y tallo de la remolacha de la variedad Tamara, ver Figura 11, donde se observa que a 30 cm se obtiene 8.217 t/ha, seguido por 25 cm con 7.726 t/ha y por último a 20 cm con 7.234 t/ha.

Los resultados obtenidos determinan que el distanciamiento entre plantas de mayor producción es de 30 cm para el cultivo de remolacha variedad Tamara. Al respecto García (1990) indica que las hojas verticales en la planta joven, se inclinan más tarde

hacia el suelo. La superficie foliar de una remolacha madura es más de un metro cuadrado. La abundancia de hojas permite una asimilación grande y la formación de azúcar.

$$Y = 5.2683 + 0.0983 D$$

$$Y = 8.217 \text{ t/ha a } 30 \text{ cm}$$

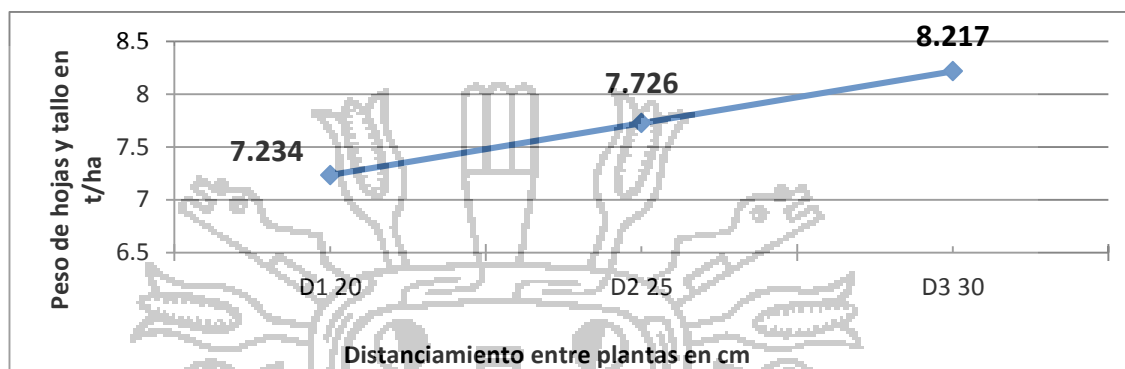


Figura 11. Peso de hojas y tallo en t/ha de la variedad Tamara (V1).

### VARIEDAD COSIMA

El análisis de variancia de la tendencia lineal, se presenta en la Tabla 19.

Según el análisis de variancia preliminar de los efectos de tendencia, se distingue que en el distanciamiento no hay diferencia significativa.

Tabla 19. Análisis de variancia del peso de hojas y tallo de la variedad Cosima (V2).

F de V	G.L	S.S	M.S	Fc.	Signif.
Debido a Regresión	1	0.248	0.248	0.280	N.S
Error residual	7	6.195	0.885		
Total	8	6.444	1.133		

R<sup>2</sup> 4.17%

### Distanciamiento entre plantas

El distanciamiento entre plantas obtuvo la tendencia lineal estadística, por lo que se ajustó a un modelo lineal, observándose una pendiente positiva, lo que indica que al aumentar el distanciamiento entre planta se incrementa la variable peso de hojas y tallo.

El análisis de regresión, para la variable de distanciamiento entre plantas permitió obtener la ecuación:  $Y = 4.4975 + 0.0407 D$ , del mayor peso de hojas y tallo de la

variedad Cosima, ver Figura 12, donde se observa que a 30 cm se obtiene 5.719 t/ha, seguido por 25 cm con 5.515 t/ha y por ultimo a 20 cm con 5.312 t/ha.

Los resultados obtenidos, con los distanciamientos entre plantas, determinan que a 30 cm se logra mayor producción con la variedad Cosima. Al respecto INFOAGRO (2011) menciona que la actividad fotosintética de la hoja está determinada por la condición de la planta y por el medio donde ésta vive.

Entre las condiciones que dependen de la planta están: el contenido en clorofila, superficie de las hojas, longitud del peciolo, edad de las hojas, ya que las externas pierden poco a poco su actividad por envejecimiento, etc. Además, hay otros factores internos de la planta, como el estado sanitario, el equilibrio de los elementos fertilizantes que necesita la remolacha, labores adecuadas, etc.

Hay otros factores externos que regulan la actividad fotosintética de la planta, y que están relacionados con el clima de cada zona, como son la luz, el calor, la humedad, la concentración de anhídrido carbónico de la atmósfera, animales que comen las hojas, etc.

$$Y = 4.4975 + 0.0407 D$$

$$Y = 5.719 \text{ t/ha a } 30 \text{ cm}$$

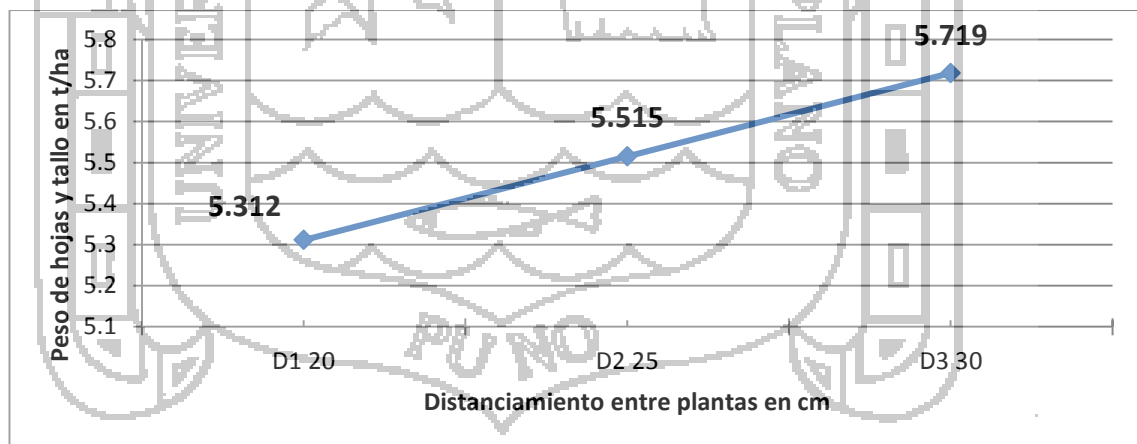


Figura 12. Peso de hojas y tallo en t/ha de la variedad Cosima (V2).

Para ambas variedades en el presente trabajo no se ha encontrado el punto de inflexión para el distanciamiento óptimo entre plantas.

En la tabla 20 se tiene que el número de plantas por hectárea a 40 cm entre surcos y 20 cm entre planta tanto para variedad Tamara y Cosima es de 125000 planta/ha esto indica que la densidad de siembra recomendada para la remolacha forrajera según Alvarado *et al.*, (2011) recomienda una densidad poblacional de 100000 a 120000 plantas por hectárea, lo que significa que se debe de sembrar 10 a 12 semillas por metro lineal a doble hilera.

Tabla 20. Número de plantas por hectárea a 40 cm entre surcos (mayor producción de hipocótilo).

Especificación	Distanciamiento entre planta en cm		
	20	25	30
Número de planta/ha	Tamara 125000	100000	83333
	Cosima 125000		



## 5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Las variedades Tamara (V1) y Cosima (V2) alcanzaron con el distanciamiento de 30 cm la mayor altura de planta con 31.3 y 27.3 cm respectivamente.
2. Comparando las variedades de remolacha forrajera, no existe diferencia significativa. La variedad Tamara alcanzo mayor producción con 31.039 t/ha, ocupando el primer lugar. Y de menor producción la variedad Cosima con 28.740 t/ha.
3. Para las variables de respuesta, de peso total de planta, hipocótilo y raíz se encontró diferencia altamente significativa; para hojas y tallos no existe diferencia significativa. La Tamara alcanzo mayor producción con 31.039, 28.229 y 2.810 t/ha respectivamente y menor producción la variedad Cosima con 28.740, 25.260 y 3.480 t/ha, respectivamente.
4. Analizando los pesos de la variedad Tamara para el distanciamiento entre plantas lineal, existe diferencia significativa; lográndose la mayor producción a 30cm con 34.991, 32.673 y 8.217 t/ha para las variables de respuesta. La menor producción se obtuvo a 20 cm entre planta con 27.088, 23.786 y 7.234 t/ha. para distanciamiento entre plantas lineal, no existe diferencias significativas con la Cosima, lográndose la mayor producción a 30cm con 32.49, 29.214 y 5.719 t/ha. La menor producción se obtuvo a 20cm con 24.99, 21.307 y 5.312 t/ha. No encontrándose el punto de inflexión, para las variables de respuesta en estudio, en ambas variedades.

## 6. RECOMENDACIONES

Para las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Para el altiplano de Puno se recomienda cultivar la variedad Tamara al distanciamiento de 30 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. Así mismo realizar trabajos de investigación empleando nuevas variedades. Para ampliar la información sobre el comportamiento del cultivo de remolacha forrajera en condiciones adversas, durante las cuatro estaciones del año.
2. Formular trabajos con distanciamientos entre surcos y plantas mayores a 40 cm y 30 cm respectivamente, para determinar el punto de inflexión de máxima producción.
3. Realizar trabajos para la utilización de las hojas y la influencia de esta en la crianza de animales.





## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. ACOR. 2012. Itinerario del cultivo de Remolacha Azucarera [en línea]: ACOR Disponible en URL: [http://www.cooperativaacor.com/extra/descargas/des\\_12/ITINERARIO-CULTIVO-REMOLACHA-AZUCARERA-2013.pdf](http://www.cooperativaacor.com/extra/descargas/des_12/ITINERARIO-CULTIVO-REMOLACHA-AZUCARERA-2013.pdf) (consultado el 21 de diciembre del 2013 - 17:01)
2. Alvarado P. J. I.; Ávila C. E.; Camarillo P. M.; Ochoa E.X. M. y Zamarripa C.A. (2011) “*Producción de Remolacha Azucarera en el Valle de Mexicali, B. C.*” Campo Experimental Valle e Mexicali. Mexicali, Baja California México. Folleto Técnico No. 19. p.21
3. Alvarado P. J. I.; Hernández V. B.; Ochoa E. X. m.; Medina E. J. J. y Alvarado P. E. S. 2010. *La Fertilización de la Remolacha Azucarera para su Producción y Contenido de °Brix.* In: XXXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo y XIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Realizado del 25 al 29 de octubre en Mexicali, Baja California, México. pp.169-172
4. Bruzon C. S. F. 2007. *Curso sobre aspectos agronómicos de la remolacha azucarera Beta vulgaris L. y caña de azúcar Saccharum officinarum* . [en línea]. Disponible en: [http://www.centrosprovinciales.org/biomasa/aspectos\\_agronomicos\\_remolacha\\_azucarera.pdf](http://www.centrosprovinciales.org/biomasa/aspectos_agronomicos_remolacha_azucarera.pdf) (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
5. Centro de información de recursos naturales. 1989. *Cereales, cultivos industriales y flores.* Santiago inscripción N 73540 - Santiago, Chile, p. Boletín n.-86
6. Copyright .2008. *Diseño en bloques completos al azar.*[en línea].Disponible en: <http://ssfe.itorizaba.edu.mx/bvirtualindustrial/index.php/image-gallery/118-library/estadistica-ii/1713-31-diseno-en-bloques-completos-al-azar> (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
7. Chalet, L. 1899. *La remolacha forrajera en los alrededores de san sebastián.* [en línea].Disponible en: <http://meta.gipuzkoakultura.net/bitstream/10690/74758/1/AM323790.pdf> (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
8. Chamorro A. M. y Sánchez V. G. 2011. *Remolacha azucarera. Beta vulgaris L. var. Saccharifera* Curso: Oleaginosas y Cultivos Regionales - Tecnología Agropecuaria y Forestal- FCA y F - UNLP- Año: Material Didáctico N° 5 p.

9. Chauca G. P. A. 2012. *Comportamiento agronómico del cultivo de la remolacha forrajera (Beta vulgaris L.) bajo la aplicación de tres bioestimulantes*. Tesis Ing. Agrónomo Facultad de ciencias agropecuarias. El Ángel, Carchi - Ecuador. p.28.
10. Duke, J. A. 1983. Handbook of energy crops.Unpublished.[en línea].Disponible en: [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/cichorium\\_intybus.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/cichorium_intybus.html) (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
11. Fabeiro C.; Martín de Santa Olalla F.; López R. y Domínguez, A. 2003. *Production and quality of the sugar beet (Beta vulgaris L.) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semi-arid climate*. Agricultural Water Management, Volume 62, 3:pp. 215-227.
12. FAO. 2006. *Remolacha Azucarera* [en línea]: FAO Disponible en URL: [www.fao.org/inpho/.../REMOLACHA.HTM](http://www.fao.org/inpho/.../REMOLACHA.HTM) (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
13. Fuertes Córdova J. L. ; Arévalo Vallejo, R. 2008. *Fertilización química en remolacha forrajera (beta vulgaris L.); en la zona de san gabriel –carchi*. Tesis Ing. Agrónomo Facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador. p.29.
14. Frulistorfer W. 2004. *Agrarortschaft Faclistufe Landorrt* .BLV Verlaqsqesellschaft, Muncleu,Alemania p.592.
15. García F.J. 1990.*Cultivos frecuentes* .1ª.Ed. Editorial Dossat,S.Madrid, España.pp.87-88.
16. INFOAGRO. 2011. *El cultivo de la Remolacha Azucarera* [en línea] : Infoagro.com. Disponible en URL: [http://servicios.laverdad.es/canalagro/datos/herbaceos/industriales/remolacha\\_azucar4.htm](http://servicios.laverdad.es/canalagro/datos/herbaceos/industriales/remolacha_azucar4.htm) (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
17. Insuasty, E.H.; Zamudio, J. y Lopez, M. 2009. *Proyecto de Alianzas Productivas Fortalecimiento a la Producción y Comercialización de Brócoli*. Edición Misión Rural. Municipio de Potosí, Departamento de Nariño. Potosí, Colombia. p.198

18. Kasap, L. V. 2010. *Remolacha forrajera se puede obtener si hacemos las cosas bien.*[en línea]. Disponible en: <http://www.vegetable-gardens.biz/es/fertilizer/more-than-one-hundred-tons-of-fodder-beet-can-be-obtained-if-we-make-it-right.html> (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
19. Kenter, C.; Hoffmann, C. M. y Märlander, B. 2006. *Effects of weather variables on sugar beet yield development (Beta vulgaris L.)*. European Journal of Agronomy, Volume 24, 1: pp. 62-69.
20. Maroto, J. V. 1989. *Horticultura Herbácea Especial*. 3<sup>ra</sup> Ed. Madrid España, Edita Mundi – Prensa, p. 566.
21. Martínez Ceron, T. R. y Ponce, L. 2009. *Evaluación Agronómica De Dos Fuentes De Fósforo En La Fertilización De Remolacha Forrajera (Beta Vulgaris) Variedad Brigadier En La Zona De Bolívar, Provincia Del Carchi*. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador. p. 60.
22. Mayta Huiza F. 2011. *Cultivo y manejo de pastos*. Universidad Jose Carlos Mariategui. [en línea]. Disponible en URL: [http://www.ujcm.edu.pe/bv/links/cur\\_agronomica/ModCultivoManejoPastos.pdf](http://www.ujcm.edu.pe/bv/links/cur_agronomica/ModCultivoManejoPastos.pdf) (consultado el 21 de noviembre del 2013 - 17:01)
23. Meier, H. 1978. *Plantas, cultivos y cosechas*. Ed. Aedos Barcelona. pp. 20-25
24. Ordóñez C. A. 2005. Producción, cosecha y comercialización de remolacha (*Beta vulgaris*). Curso prácticas agrícolas II, Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario Del Norte. Guatemala p.33
25. Paramio N. J. A. 2007. *Siembre de la remolacha azucarera*. AIMCRA N° 97: pp.10-14.
26. Payan O. S.; Alvarado P. J. I.; Ochoa E. X. M.; Avila C. E. y Morales M. A. 2010. *Calendarios de Riego para Producción de Remolacha Azucarera (Beta vulgaris)*. In: XXXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo y XIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Realizado del 25 al 29 de octubre en Mexicali, Baja California, México. pp. 589-593.

27. PERÚ Agronegocios. 2011. *Remolacha Forrajera Gigante para ganado vacuno*. [en línea]. Disponible en URL: <http://agrytec.com/pecuario/index.php?option=com> (consultado el 21 de noviembre del 2011 - 17:01)
28. Robles Sánchez, R. 1985. *Producción de Granos y Forrajes* 4<sup>ta</sup> Ed. Editorial Limusa, impreso en México s.a de c.v, p.159.
29. Rodríguez Fuentes,H; Rodríguez Absi ,J. 2011. *Métodos de Análisis de Suelos y Plantas*. 2<sup>da</sup> Ed. México,Editorial Trillas, s.a de c.v ,p.239.
30. Rodriguez, S.L. 2006. *Sistematización de las experiencias de los programas Fitosanitarios en el cultivo de Brócoli (Brassica oleracea) de Exportación en Chimaltenango*. Tesis Ing. Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en Grado Académico de Licenciado, Instituto de investigación Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos De Guatemala. Chimaltenango, Guatemala. p.46
31. Senior M., A. 2009. “*Fortalecimiento de la producción y Comercialización de Brócoli (Brassica oleracea) con 32 Productores Vinculados a Fedear del Municipio de Potosí en Nariño; Casos Asociación Agropecuaria Asosanpedro y Asociación Brisas del campo sector la Floresta*”. Impreso por Fedear-Colombia. p.41.
32. Serrano Quintanilla, E.L. 1996. “*Cultivo comparativo de nueve variedades de remolacha forrajera (Beta vulgaris L.) en la localidad de Yotala*”. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador. p. 40.
33. Solano, M. 1998. *Curso de Botánica Sistemática*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, p. 122
34. Tituaña Tipan, M.E. 2011. “*Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de remolacha azucarera forrajera (Beta vulgaris var.altisima) en el canton Quito, provincia de Pichincha*”. Tesis Ing. Agrónomo Facultad de ciencias agropecuarias. Quito - Ecuador.p.13.
35. Van Heemst, H. D. J. 1986. *Crop phenology and dry matter distribution. Modelling of agricultural production: weather, soils and crops*. H. van Keulen and J. Wolf(Ed). Wageningen, Pudoc: pp.27-40.
36. Villarias Moradillo, J.L. 1999. *Compendio Práctico para el Cultivo de la Remolacha Azucarera*. Ediciones Agro técnicas. p. 330

37. Wiersema, J. H. 2011. *Germplasm Resources Information Network (grin)-Taxonomy* [en línea]: Economic plants. USDA-Agricultural Research Service, EUA, Disponible en URL: <http://www.ars-grin.gov/npgs/tax>. (consultado el 26 de diciembre del 2011 12:20)
38. Yarza Garcia., J. R. 1970. *La remolacha forrajera en la alimentación del ganado*. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Boletín n.- 11. Madrid. p. 20







Figura 13. Plántulas de la variedad Tamara y Cosima almacenadas en bandejas.



Figura 14. Variedad Tamara y Cosima almacenadas en bandejas.

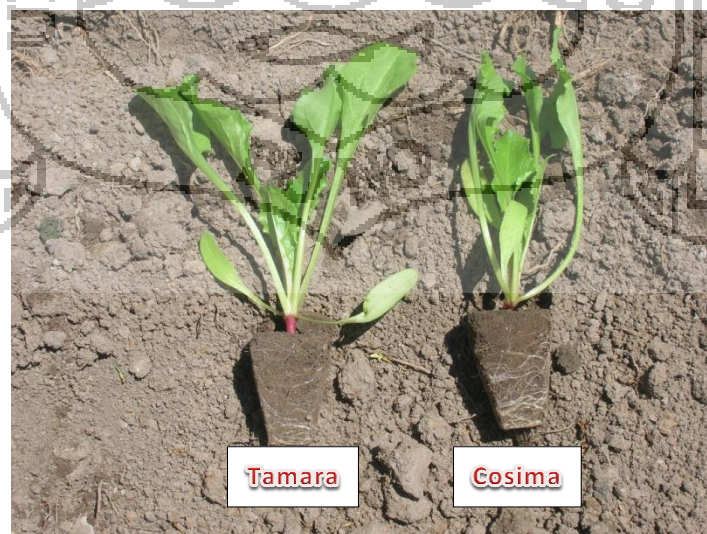


Figura 15. Plántulas de Tamara y Cosima para trasplante.



Figura 16. Cultivo de remolacha bloques III, II, I.



Figura 17. Plantas de la variedad Tamara luego de la helada.



Figura 18. Plantas de la variedad Cosima luego de la helada.





Figura 19. Cultivo de remolacha bloques I, II, III.



Figura 20. Cultivo de remolacha bloques I, II, III.



Figura 21. Cosecha de remolacha de dos surcos de distanciamiento 25 cm.



Figura 22. Cosecha de remolacha de dos surcos de distanciamiento 30 cm.



Figura 23. Hipocótilos y raíces de la variedad Tamara del bloque III de distanciamientos 20, 25, 30 cm.



Figura 24. Hipocótilos y raíces de la variedad Cosima del bloque I de distanciamientos 20, 25, 30 cm.

Tabla 21. Precipitaciones pluviales (mm), en el área experimental Enero - Setiembre 2013.

DÍAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
1	0.0	8.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
3	0.0	6.6	6.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
5	11.7	15.5	17.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	1.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.6	10.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	17.0	23.4	3.4	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
9	2.0	14.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	6.7	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1.8	3.2	17.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
12	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
13	7.0	8.2	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0
14	10.0	2.2	0.0	0.0	4.2	0.0	3.8	0.0	0.0
15	22.5	1.7	2.0	0.0	4.0	0.0	8.0	0.0	0.0
16	22.4	2.6	13.8	0.0	1.8	0.0	11.5	0.0	0.0
17	3.8	0.0	1.8	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1.4	2.9	0.0		6.2	0.0	0.0	0.0	0.0
19	7.2	14.8	0.0	0.0	1.2	0.0	6.1	0.0	0.0
20	3.8	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
24		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	11.2
25	0.0	3.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
26	11.0	2.8	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
29	13.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0
30	1.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	7.6		0.0		0.0		0.0	0.0	
<b>TOT</b>	179.7	179.1	94.0	4.5	20.9	15.0	29.4	16.9	13.2

Tabla 22. Temperaturas máximas (°C), en el área experimental Enero - Setiembre 2013.

DÍAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
1	15.4	15.2	16.0	17.4	16.0	12.8	13.6	15.0	16.6
2	13.8	15.2	15.2	16.4	13.6	14.2	11.8	14.4	12.4
3	14.6	13.2	15.4	15.8	13.8	13.2	14.4	14.6	13.8
4	15.6	13.8	16.4	14.8	15.8	13.0	14.0	14.8	13.8
5	14.4	13.2	15.6	16.8	15.4	13.6	12.8	15.2	15.2
6	14.0	13.8	16.0	16.0	14.6	12.6	14.2	15.4	15.6
7	15.4	12.6	13.6	15.0	14.2	13.8	13.8	14.6	15.6
8	15.0	13.2	14.8	14.8	15.2	12.8	12.8	15.2	15.4
9	13.8	13.6	15.8	14.6	15.8	13.0	13.8	14.8	14.6
10	14.0	15.6	16.4	16.0	15.6	13.0	15.4	13.4	13.8
11	13.8	14.8	16.4	15.8	15.8	12.6	14.0	14.0	15.8
12	11.6	14.6	16.8	17.2	14.8	12.4	13.6	15.2	16.4
13	14.0	13.8	16.2	16.6	14.8	10.4	13.8	16.2	17.2
14	13.8	14.4	15.8	15.4	15.4	14.2	13.8	13.8	15.6
15	14.6	13.6	12.8	15.4	15.4	14.8	12.0	16.4	17.0
16	13.8	14.2	14.6	15.6	13.2	12.8	12.8	14.6	17.0
17	12.2	15.0	14.8	14.2	13.8	13.4	12.4	15.4	17.0
18	13.6	15.0	15.2	14.2	14.2	15.2	13.6	16.6	16.2
19	15.0	14.8	18.4	13.4	13.6	14.0	12.0	17.4	16.4
20	14.0	13.2	15.0	14.4	14.2	15.8	13.0	16.6	17.4
21	14.8	14.4	15.4	14.2	15.6	13.4	15.2	16.8	16.6
22	14.6	13.6	15.2	14.4	16.4	14.2	16.2	15.6	16.8
23	14.0	15.4	17.0	14.2	16.2	13.8	14.4	15.6	17.4
24	14.2	16.2	16.8	14.8	15.4	16.0	13.2	11.8	17.6
25	16.0	18.6	14.4	15.2	15.4	16.8	13.8	12.2	17.6
26	15.8	15.0	15.6	15.0	14.4	15.4	14.4	12.8	18.2
27	14.4	14.2	14.4	15.0	13.2	13.2	15.0	13.8	16.4
28	15.2	14.6	13.8	16.0	13.2	13.2	14.8	6.6	16.4
29	15.4		14.4	16.2	13.6	14.8	14.4	12.2	17.2
30	13.4		15.6	16.4	12.8	13.4	15.0	12.8	16.8
31	14.6		16.6		15.8		16.2	15	
<b>TOT</b>	444.8	404.8	480.4	461.2	457.2	411.8	430.2	448.8	483.8
<b>PRO.</b>	14.35	14.46	15.50	15.37	14.75	13.73	13.88	14.48	16.13

Tabla 23. Temperaturas mínimas (°C), en el área experimental Enero - Setiembre 2013.

DÍAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
1	4.2	4.4	5.8	4.0	3.2	0.2	-2.6	-0.8	0.6
2	5.4	4.6	7.0	3.4	4.4	-5.8	2.6	-1.4	-4.4
3	7.6	6.4	6.2	4.4	4.6	-0.8	-0.4	2.0	-5.2
4	6.0	6.8	5.6	4.8	2.8	1.2	-1.6	-2.4	1.0
5	5.6	7.6	6.2	3.6	0.6	-0.8	3.0	2.4	2.2
6	4.6	5.2	5.4	2.8	3.8	2.4	1.6	3.0	3.2
7	5.2	6.4	6.6	3.6	1.6	4.0	1.0	-0.4	1.4
8	6.0	6.4	4.6	3.8	3.2	3.6	-1.4	2.0	-1.2
9	4.4	5.2	6.4	1.8	3.2	0.8	-1.8	2.8	1.0
10	6.6	5.8	7.2	4.6	1.6	1.4	-0.6	-0.6	2.4
11	6.0	4.4	6.4	3.8	0.2	1.6	1.2	-1.0	-0.8
12	6.6	3.2	3.4	0.8	2.8	1.8	0.0	-4.0	1.0
13	5.0	5.4	7.2	-3.2	-0.2	1.6	-1.6	-3.8	-0.4
14	4.6	4.4	3.6	3.8	2.8	1.2	-1.8	1.2	4.2
15	6.2	6.0	5.8	0.4	3.8	2.2	-2.0	-1.2	2.2
16	5.8	6.4	5.8	1.8	4.4	-5.6	0.8	0.4	-0.4
17	4.6	6.2	6.4	4.4	5.0	-2.4	0.4	1.4	-1.4
18	5.2	3.8	5.8	1.0	5.6	1.0	0.2	0.6	2.0
19	6.2	5.0	5.4	0.8	3.6	2.2	1.2	0.0	3.4
20	3.0	5.0	-0.4	2.0	5.0	0.4	1.8	-2.4	2.2
21	3.4	4.8	2.8	1.2	1.4	0.2	-1.6	-1.8	3.4
22	4.0	6.6	6.2	1.6	1.2	1.4	1.8	0.4	3.8
23	5.4	7.4	4.8	0.8	1.4	1.4	0.2	1.6	5.0
24	4.4	6.4	4.2	0.2	5.2	0.0	-2.0	0.6	1.6
25	5.0	6.6	3.4	-1.2	2.4	-1.0	0.2	1.2	2.4
26	3.0	4.2	3.0	4.8	2.4	1.0	0.6	-3.6	2.8
27	3.2	5.4	4.8	3.4	1.4	-1.6	-0.4	-1.8	4.4
28	5.4	5.2	4.2	1.8	-3.0	-3.0	-1.4	2.6	0.8
29	5.2		2.2	2.2	-2.8	-4.0	-2.8	-0.4	2.6
30	5.6		3.4	0.2	-1.2	-2.0	-3.0	-0.4	0.0
31	4.6		4.2		1.8		-2.4	0.8	
<b>TOT</b>	158.0	155.2	153.6	67.4	72.2	2.6	-10.8	-3.0	39.8
<b>PROM.</b>	5.10	5.54	4.95	2.25	2.33	0.09	-0.35	-0.10	1.33

Tabla 24. Humedad relativa (%), en el área experimental Enero - Setiembre 2013.

DÍAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
1	75	80	82	73	86	76	74	64	65
2	80	80	81	78	84	65	78	71	68
3	71	81	81	88	75	71	70	71	69
4	78	87	86	80	77	78	73	69	73
5	83	84	81	77	71	72	79	72	64
6	87	86	80	72	84	71	83	76	61
7	77	90	86	80	70	79	78	76	65
8	84	89	87	77	73	73	80	74	68
9	87	85	84	65	66	80	77	72	81
10	87	87	85	64	72	80	75	74	74
11	88	83	79	60	68	86	71	76	62
12	92	74	84	61	73	89	70	70	60
13	88	78	78	70	75	88	74	67	62
14	83	82	82	66	73	76	76	79	71
15	88	86	85	67	79	71	82	73	67
16	81	85	86	72	80	80	85	69	72
17	83	84	90	69	80	68	84	72	55
18	82	90	83	72	86	62	82	75	63
19	86	79	64	79	88	71	82	67	64
20	87	87	65	74	86	67	74	67	71
21	66	86	74	71	81	70	69	59	68
22	82	93	77	72	79	72	64	63	66
23	85	83	76	74	78	79	95	71	76
24	81	85	67	70	75	71	85	76	73
25	81	79	77	70	77	72	81	66	73
26	80	87	83	65	66	68	83	71	72
27	80	84	88	66	63	80	75	69	65
28	77	86	86	69	66	75	70	87	64
29	80		78	73	67	70	74	84	66
30	87		76	72	66	71	77	81	57
31	82		80		61		67	70	
<b>TOT.</b>	2548	2360	2491	2146	2325	2231	2387	2231	2015
<b>PROM.</b>	82	84	80	72	75	74	77	72	67

Tabla 25. Altura de planta por periodos de tiempo de las variedades Tamara I y Cosima II.

DIST	FECHA	23-Ene	4-Feb	11-Feb	18-Feb	25-Feb	4-Mar	11-Mar	18-Mar	25-Mar	1-Abr	8-Abr	15-Abr	22-Abr	29-Abr	6-May	13-May	20-May	27-May	3-Jun	17-Jun
D1 20	V1	12.4	12.9	13.9	16.0	17.1	18.0	19.7	17.3	17.0	17.5	18.8	18.6	18.0	19.3	17.2	17.2	15.8	10.0	9.7	9.0
D2 25	V1	12.0	12.6	15.1	18.9	19.5	21.0	22.5	19.9	19.4	20.1	20.8	21.2	20.6	21.8	18.4	18.4	16.6	12.2	12.4	11.2
D3 30	V1	11.9	13.6	17.5	22.4	24.2	25.8	28.8	27.7	26.8	28.8	28.7	29.6	30.0	31.3	28.3	26.0	23.3	13.3	13.0	11.5
DIST	FECHA	23-Ene	4-Feb	11-Feb	18-Feb	25-Feb	4-Mar	11-Mar	18-Mar	25-Mar	1-Abr	8-Abr	15-Abr	22-Abr	29-Abr	6-May	13-May	20-May	27-May	3-Jun	17-Jun
D1 20	V2	12.3	13.2	16.0	20.3	22.1	23.4	25.4	23.7	23.2	24.7	26.2	25.5	24.9	25.7	23.6	22.2	20.2	12.1	11.8	10.7
D2 25	V2	12.9	13.6	16.3	21.3	23.0	25.1	27.3	25.7	25.0	25.5	26.8	26.6	26.7	27.3	22.8	23.0	20.9	12.2	12.2	11.5
D3 30	V2	11.0	12.0	13.6	17.5	18.6	20.0	22.6	21.0	20.9	22.0	23.5	22.7	21.8	22.4	20.5	18.5	17.5	14.7	12.8	12.8

Tabla 26. Peso total por planta en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque I.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		20			25			30					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
<b>V1</b>	<b>1</b>	134.56	158.12	151.01	443.69	183.03	196.46	115.05	494.54	212.07	287.98	266.05	766.10
	<b>2</b>	243.87	138.68	191.53	574.08	292.06	260.61	200.00	752.67	421.62	397.06	459.87	1278.55
	<b>3</b>	205.96	305.32	367.84	879.12	453.11	442.45	435.53	1331.09	334.83	446.16	406.78	1187.77
	<b>4</b>	212.86	260.45	214.70	688.01	261.19	473.60	433.46	1168.25	449.03	458.09	387.90	1295.02
	<b>5</b>	168.79	140.00	149.06	457.85	114.37	142.07	297.74	554.18	212.35	214.70	201.94	628.99
	<b>6</b>	395.16	284.98	105.07	785.21	120.55	128.37	175.42	424.34				
	<b>7</b>	181.90	268.18	100.90	550.98								
	<b>8</b>	74.22	96.45	91.71	262.38								
	<b>Total</b>	1617.32	1652.18	1371.82	4641.32	1424.31	1643.56	1657.20	4725.07	1629.90	1803.99	1722.54	5156.43
<b>V2</b>	<b>1</b>	160.67	180.97	168.72	510.36	207.74	238.48	282.57	728.79	242.39	239.54	228.06	709.99
	<b>2</b>	265.71	213.18	296.04	774.93	381.42	505.18	339.87	1226.47	505.88	406.79	395.43	1308.10
	<b>3</b>	322.23	331.38	313.61	967.22	521.51	332.27	504.20	1357.98	408.10	535.92	479.50	1423.52
	<b>4</b>	250.32	325.32	284.32	859.96	344.52	431.69	426.68	1202.89	364.95	356.90	554.26	1276.11
	<b>5</b>	321.82	230.84	316.18	868.84	430.42	324.35	381.16	1135.93	232.50	251.19	268.72	752.41
	<b>6</b>	313.36	322.58	212.49	848.43	184.99	216.51	277.87	679.37				
	<b>7</b>	239.89	223.25	300.85	763.99								
	<b>8</b>	163.66	176.95	198.64	539.25								
	<b>Total</b>	2037.66	2004.47	2090.85	6132.98	2070.60	2048.48	2212.35	6331.43	1753.82	1790.34	1925.97	5470.13



Tabla 27. Peso total por planta en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque II.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		25			30			20					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
V2	1	260.52	327.18	306.24	893.94	472.72	323.78	415.39	1211.89	210.87	237.00	295.07	742.94
	2	290.35	497.60	561.80	1349.75	383.92	461.06	516.26	1361.24	356.59	370.48	374.13	1101.20
	3	320.40	386.28	285.44	992.12	312.09	326.77	500.28	1139.14	288.30	257.89	457.05	1003.24
	4	355.65	296.43	264.79	916.87	344.11	480.68	321.49	1146.28	314.52	403.81	372.86	1091.19
	5	368.34	295.17	414.59	1078.10	264.97	432.11	274.59	971.67	282.42	316.46	293.45	892.33
	6	147.28	124.42	186.81	458.51					426.80	296.09	344.30	1067.19
	7									336.14	321.88	267.95	925.97
	8									148.49	228.93	243.53	620.95
	<b>Total</b>	1742.54	1927.08	2019.67	<b>5689.29</b>	1777.81	2024.40	2028.01	<b>5830.22</b>	2364.13	2432.54	2648.34	<b>7445.01</b>
V1	1	193.07	262.25	214.87	670.19	298.44	298.22	362.00	958.66	164.24	119.57	165.11	448.92
	2	358.12	269.40	357.83	985.35	316.98	362.66	226.85	906.49	340.51	381.84	167.72	890.07
	3	178.93	377.86	285.28	842.07	396.73	375.61	385.61	1157.95	217.70	177.34	220.42	615.46
	4	276.44	289.22	219.37	785.03	261.62	255.45	278.90	795.97	346.50	211.94	143.63	702.07
	5	275.67	254.87	279.10	809.64	103.91	168.71	183.55	456.17	210.64	169.97	205.59	586.20
	6	129.36	169.31	118.27	416.94					259.14	317.38	123.34	699.86
	7									205.42	213.37	249.62	668.41
	8									174.53	117.94	127.87	420.34
	<b>Total</b>	1411.59	1622.91	1474.72	<b>4509.22</b>	1377.68	1460.65	1436.91	<b>4275.24</b>	1918.68	1709.35	1403.30	<b>5031.33</b>

Tabla 28. Peso total por planta en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque III.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm																								
		30			20			25			30			20			25									
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total									
V1	1	290.63	203.73	275.05	769.41	175.31	149.90	168.55	493.76	185.92	158.92	219.68	564.52	349.55	429.51	413.12	1192.18	174.17	171.04	209.37	554.58	394.79	352.25	349.17	1096.21	
	2	409.96	356.51	319.11	1085.58	231.98	227.03	261.20	720.21	373.33	345.05	343.30	1061.68	352.98	345.93	365.68	1064.59	304.81	265.92	303.09	873.82	423.94	353.40	313.82	1091.16	
	3	267.33	204.87	245.68	717.88	158.65	215.60	282.68	656.93	372.24	354.03	317.54	1043.81	267.33	204.87	245.68	717.88	158.65	215.60	282.68	656.93	372.24	354.03	317.54	1043.81	
	4	1670.45	1540.55	1618.64	4829.64	1638.47	1843.60	1933.98	5416.05	2030.25	1787.62	1781.04	5598.91	1670.45	1540.55	1618.64	4829.64	1638.47	1843.60	1933.98	5416.05	2030.25	1787.62	1781.04	5598.91	
	5					305.60	261.44	324.50	891.54	280.03	223.97	237.53	741.53					148.37	435.15	263.54	847.06					
	6					139.58	117.52	121.05	378.15									139.58	117.52	121.05	378.15					
	7																									
	8																									
	<b>Total</b>																									
V2	1	278.03	246.52	256.42	780.97	149.31	116.40	113.97	379.68	311.37	222.65	235.11	769.13	418.84	378.43	405.16	1202.43	202.94	254.86	273.64	731.44	469.84	437.37	564.56	1471.77	
	2	364.28	382.19	305.14	1051.61	225.35	268.64	297.13	791.12	516.50	506.17	376.00	1398.67	283.45	456.46	354.02	1093.93	300.05	355.84	323.34	979.23	365.87	375.00	473.53	1214.40	
	3	296.31	253.47	251.96	801.74	261.40	285.37	303.43	850.20	492.24	463.04	481.01	1436.29	296.31	253.47	251.96	801.74	261.40	285.37	303.43	850.20	492.24	463.04	481.01	1436.29	
	4					200.61	282.76	282.62	765.99	268.47	266.17	254.66	789.30					200.61	282.76	282.62	765.99	268.47	266.17	254.66	789.30	
	5					325.55	292.24	293.95	911.74									325.55	292.24	293.95	911.74					
	6					151.55	183.74	164.30	499.59									151.55	183.74	164.30	499.59					
	7																									
	8																									
	<b>Total</b>	1640.91	1717.07	1572.70	4930.68	1816.76	2039.85	2052.38	5908.99	2424.29	2270.40	2384.87	7079.56	1640.91	1717.07	1572.70	4930.68	1816.76	2039.85	2052.38	5908.99	2424.29	2270.40	2384.87	7079.56	

Tabla 29. Peso de hipocótilo y raíz en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque I.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		20			25			30					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
V1	1	108.64	139.24	127.19	375.07	161.95	176.89	172.89	511.73	177.69	175.81	252.91	606.41
	2	205.65	122.92	174.94	503.51	171.09	244.05	166.19	581.33	389.14	380.08	444.21	1213.43
	3	179.87	280.30	317.50	777.67	291.57	244.17	289.93	825.67	320.08	438.94	378.25	1137.27
	4	170.30	253.52	198.25	622.07	218.78	336.33	285.44	840.55	412.14	398.92	365.23	1176.29
	5	143.13	129.61	138.55	411.29	201.63	121.99	280.83	604.45	208.98	198.06	194.64	601.68
	6	384.91	246.25	94.34	725.50	185.16	113.24	162.84	461.24				
	7	163.16	252.36	91.43	506.95								
	8	67.53	81.75	89.06	238.34								
	<b>Total</b>	1423.19	1505.95	1231.26	<b>4160.40</b>	1230.18	1236.67	1358.12	<b>3824.97</b>	1508.03	1591.81	1635.24	<b>4735.08</b>
V2	1	148.58	166.74	155.26	470.58	168.57	189.51	256.87	614.95	223.44	221.19	297.95	742.58
	2	239.83	266.85	282.00	788.68	436.19	388.24	432.43	1256.86	442.72	350.64	352.39	1145.75
	3	270.10	284.27	265.40	819.77	379.63	418.35	352.09	1150.07	331.61	414.96	440.59	1187.16
	4	228.59	215.57	257.25	701.41	412.59	394.95	412.93	1220.47	422.07	431.25	373.47	1226.79
	5	226.97	258.28	305.93	791.18	363.82	315.90	366.47	1046.19	205.99	225.40	256.45	687.84
	6	210.30	208.09	284.47	702.86	167.20	197.62	196.82	561.64				
	7	216.90	284.49	269.83	771.22								
	8	137.88	162.45	169.07	469.40								
	<b>Total</b>	1679.15	1846.74	1989.21	<b>5515.10</b>	1928.00	1904.57	2017.61	<b>5850.18</b>	1625.83	1643.44	1720.85	<b>4990.12</b>

Tabla 30. Peso de hipocótilo y raíz en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque II.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		25			30			20					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
V2	1	240.67	319.35	292.96	852.98	418.26	279.38	299.85	997.49	224.29	221.69	270.47	716.45
	2	273.08	421.15	503.99	1198.22	270.61	405.07	415.87	1091.55	424.13	423.72	255.62	1103.47
	3	273.93	303.76	265.36	843.05	375.74	264.21	407.03	1046.98	262.99	238.45	426.90	928.34
	4	429.34	283.67	332.62	1045.63	401.92	402.08	292.73	1096.73	392.26	456.07	236.39	1084.72
	5	347.24	264.55	355.52	967.31	214.19	363.12	359.68	936.99	276.59	285.94	269.61	832.14
	6	142.62	110.87	180.81	434.30					321.96	268.26	310.48	900.70
	7									417.36	313.92	416.67	1147.95
	8									136.29	201.12	149.09	486.50
	<b>Total</b>	1706.88	1703.35	1931.26	<b>5341.49</b>	1680.72	1713.86	1775.16	<b>5169.74</b>	2455.87	2409.17	2335.23	<b>7200.27</b>
V1	1	167.41	138.97	190.87	497.25	250.23	195.06	312.97	758.26	140.67	100.47	140.19	381.33
	2	321.05	248.72	311.26	881.03	260.68	316.22	177.07	753.97	252.90	339.20	128.71	720.81
	3	155.57	326.21	273.64	755.42	359.61	329.04	282.22	970.87	162.34	145.01	181.38	488.73
	4	259.12	275.36	188.03	722.51	201.27	235.14	245.01	681.42	283.32	158.73	108.30	550.35
	5	258.67	224.92	238.75	722.34	190.25	128.13	126.36	444.74	148.57	144.29	180.56	473.42
	6	107.37	146.24	104.86	358.47					208.54	277.71	108.06	594.31
	7									160.48	152.33	205.07	517.88
	8									144.98	102.17	105.62	352.77
	<b>Total</b>	1269.19	1360.42	1307.41	<b>3937.02</b>	1262.04	1203.59	1143.63	<b>3609.26</b>	1501.80	1419.91	1157.89	<b>4079.60</b>

Tabla 31. Peso de hipocótilo y raíz en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque III.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		30			20			25					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
V1	1	183.42	189.20	156.60	529.22	159.07	135.12	144.65	438.84	271.29	241.63	207.31	720.23
	2	441.73	404.98	379.85	1226.56	181.80	153.20	188.16	523.16	352.86	312.49	325.65	991.00
	3	298.23	259.24	409.18	966.65	206.32	203.20	277.85	687.37	252.99	313.38	320.33	886.70
	4	367.21	346.70	381.07	1094.98	278.69	272.31	281.73	832.73	300.27	283.98	269.73	853.98
	5	145.58	186.28	140.41	472.27	147.74	197.48	257.60	602.82	251.16	326.34	283.67	861.17
	6					282.46	243.46	192.84	718.76	273.62	195.72	198.54	667.88
	7					141.84	406.45	253.48	801.77				
	8					127.97	103.71	113.23	344.91				
	<b>Total</b>	1436.17	1386.40	1467.11	<b>4289.68</b>	1525.89	1714.93	1709.54	<b>4950.36</b>	1702.19	1673.54	1605.23	<b>4980.96</b>
V2	1	246.53	339.51	236.06	822.10	138.65	192.78	191.64	523.07	294.67	291.63	312.17	898.47
	2	288.98	334.39	305.85	929.22	170.30	319.54	246.15	735.99	437.53	467.03	343.01	1247.57
	3	321.71	242.16	279.33	843.20	176.81	318.50	193.20	688.51	370.25	357.36	428.12	1155.73
	4	410.41	343.29	419.36	1173.06	262.85	132.56	186.55	581.96	427.34	431.97	346.83	1206.14
	5	224.29	228.76	238.96	692.01	139.81	314.56	168.57	622.94	465.20	388.50	440.79	1294.49
	6					173.98	158.83	319.89	652.70	249.93	230.03	207.25	687.21
	7					350.24	303.94	140.74	794.92				
	8					114.91	151.12	137.31	403.34				
	<b>Total</b>	1491.92	1488.11	1479.56	<b>4459.59</b>	1527.55	1891.83	1584.05	<b>5003.43</b>	2244.92	2166.52	2078.17	<b>6489.61</b>

Tabla 32. Peso de hojas y tallo en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque I.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		20			25			30					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
<b>V1</b>	<b>1</b>	25.92	18.88	23.82	68.62	41.08	39.57	52.16	132.81	34.46	20.17	13.14	67.77
	<b>2</b>	38.22	15.76	16.59	70.57	31.75	46.56	73.81	152.12	32.48	36.98	32.66	102.12
	<b>3</b>	26.09	25.02	50.34	101.45	71.54	51.28	45.60	168.42	21.75	27.22	28.53	77.50
	<b>4</b>	42.56	6.93	16.45	65.94	52.41	57.27	58.02	167.70	36.89	57.17	32.67	126.73
	<b>5</b>	25.66	10.39	10.51	46.56	52.74	70.08	43.91	166.73	13.37	16.64	17.30	47.31
	<b>6</b>	10.25	38.73	10.73	59.71	35.39	35.13	42.58	113.10				
	<b>7</b>	18.74	15.82	9.47	44.03								
	<b>8</b>	6.69	14.70	2.65	24.04								
	<b>Total</b>	194.13	146.23	140.56	<b>480.92</b>	284.91	299.89	316.08	<b>900.88</b>	138.95	158.18	124.30	<b>421.43</b>
<b>V2</b>	<b>1</b>	12.09	14.23	13.46	39.78	39.17	38.97	25.70	103.84	18.95	18.35	30.11	67.41
	<b>2</b>	25.88	46.33	14.04	86.25	35.23	18.94	10.54	64.71	61.16	47.15	38.94	147.25
	<b>3</b>	52.13	47.11	24.21	123.45	31.88	13.92	32.11	77.91	76.49	20.96	38.91	136.36
	<b>4</b>	21.73	18.75	27.07	67.55	21.93	36.74	13.75	72.42	17.88	25.65	20.79	64.32
	<b>5</b>	21.85	41.76	10.17	73.78	21.60	10.45	11.69	43.74	26.51	25.79	12.27	64.57
	<b>6</b>	23.06	14.49	28.02	65.57	17.79	18.89	81.05	117.73				
	<b>7</b>	22.99	38.76	31.02	92.77								
	<b>8</b>	25.78	14.50	29.57	69.85								
	<b>Total</b>	205.51	235.93	177.56	<b>619.00</b>	167.60	137.91	174.84	<b>480.35</b>	200.99	137.90	141.02	<b>479.91</b>

Tabla 33. Peso de hojas y tallo en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque II.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		25			30			20					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
V2	1	19.85	7.83	13.28	40.96	54.46	24.40	75.54	154.40	10.58	9.31	10.60	30.49
	2	17.27	35.45	37.81	90.53	23.31	35.99	70.39	129.69	9.46	11.76	11.51	32.73
	3	26.47	32.52	14.08	73.07	35.30	45.86	43.25	124.41	10.31	9.44	7.15	26.90
	4	16.33	10.76	17.17	44.26	40.19	48.60	28.76	117.55	9.26	10.74	10.47	30.47
	5	21.10	20.62	29.07	70.79	50.78	68.99	14.91	134.68	5.83	9.52	9.84	25.19
	6	10.66	13.55	6.00	30.21					16.84	10.83	10.82	38.49
	7									10.78	7.96	9.28	28.02
	8									11.20	10.81	11.44	33.45
	<b>Total</b>	111.68	120.73	117.41	<b>349.82</b>	204.04	223.84	232.85	<b>660.73</b>	84.26	80.37	81.11	<b>245.74</b>
V1	1	25.66	22.28	24.00	71.94	48.21	13.16	49.03	110.40	23.57	29.10	24.92	77.59
	2	47.07	25.68	46.57	119.32	56.30	46.44	49.78	152.52	87.61	42.64	50.01	180.26
	3	23.36	51.65	21.64	96.65	37.12	47.57	103.39	188.08	55.36	32.33	39.04	126.73
	4	37.32	23.86	31.34	92.52	30.35	40.31	33.79	104.45	53.18	53.21	35.33	141.72
	5	27.00	46.95	50.35	124.30	13.66	40.58	57.19	111.43	62.07	25.68	25.03	112.78
	6	21.99	23.07	23.41	68.47					50.60	38.67	25.28	114.55
	7									44.94	51.04	35.55	131.53
	8									29.55	15.77	20.25	65.57
	<b>Total</b>	182.40	193.49	197.31	<b>573.20</b>	185.64	188.06	293.18	<b>666.88</b>	406.88	288.44	255.41	<b>950.73</b>

Tabla 34. Peso de hojas y tallo en gr., variedad y distanciamiento entre plantas en el Bloque III.

Variedad	N° Plantas	Distanciamiento en cm											
		30			20			25					
		1	2	3	Total	1	2	3	Total	1	2	3	Total
<b>V1</b>	<b>1</b>	27.21	24.53	28.45	80.19	16.24	14.78	24.40	55.42	14.63	17.29	22.37	54.29
	<b>2</b>	47.82	44.53	43.27	135.62	12.37	17.84	21.21	51.42	41.93	49.76	43.52	135.21
	<b>3</b>	31.73	41.27	39.83	112.83	25.66	23.83	12.35	61.84	40.34	51.67	36.97	128.98
	<b>4</b>	37.77	49.23	39.61	126.61	26.12	17.61	21.36	65.09	43.67	69.42	44.09	157.18
	<b>5</b>	31.75	28.59	25.27	85.61	10.91	29.12	25.08	65.11	31.08	20.68	32.87	84.63
	<b>6</b>					23.14	17.98	31.66	72.78	16.41	25.25	18.09	59.75
	<b>7</b>					16.53	28.70	15.06	60.29				
	<b>8</b>					11.61	13.81	11.82	37.24				
	<b>Total</b>	176.28	188.15	176.43	<b>540.86</b>	142.58	163.67	162.94	<b>469.19</b>	188.06	234.07	197.91	<b>620.04</b>
<b>V2</b>	<b>1</b>	31.50	7.01	20.36	58.87	10.66	23.62	22.33	56.61	26.70	21.02	22.94	70.66
	<b>2</b>	29.86	34.04	41.31	105.21	32.64	35.52	27.49	95.65	32.31	40.34	21.55	94.20
	<b>3</b>	42.57	30.04	25.81	98.42	48.54	50.14	63.93	162.61	46.25	38.81	33.88	118.94
	<b>4</b>	60.04	13.17	46.56	119.77	37.20	41.28	35.79	114.27	38.53	30.03	29.70	98.26
	<b>5</b>	50.02	24.71	13.00	87.73	21.59	65.81	34.86	122.26	27.04	38.54	40.22	105.80
	<b>6</b>					26.63	22.93	62.73	112.29	18.54	36.14	47.41	102.09
	<b>7</b>					45.31	48.30	53.21	146.82				
	<b>8</b>					36.64	32.62	26.99	96.25				
	<b>Total</b>	213.99	108.97	147.04	<b>470.00</b>	259.21	320.22	327.33	<b>906.76</b>	189.37	204.88	195.70	<b>589.95</b>



Tabla 35. Peso total de la planta en t/ha.

Bloque	Variedad	Distanciamiento en cm		
		20	25	30
I	V1	24.17	31.94	31.61
	V2	25.05	26.83	27.39
		<b>25</b>	<b>30</b>	<b>20</b>
II	V1	35.17	32.39	26.25
	V2	28.22	30.78	23.75
		<b>30</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
III	V1	38.78	28.65	30.39
	V2	39.33	26.20	31.11

Tabla 36. Peso total del hipocótilo en t/ha.

Bloque	Variedad	Distanciamiento en cm		
		20	25	30
I	V1	21.67	28.72	29.67
	V2	21.87	23.83	24.78
		<b>25</b>	<b>30</b>	<b>20</b>
II	V1	32.50	28.72	21.25
	V2	25.78	26.06	20.05
		<b>30</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
III	V1	37.50	26.31	27.72
	V2	36.05	21.25	27.67

Tabla 37. Peso total de la hoja en t/ha.

Bloque	Variedad	Distanciamiento en cm		
		20	25	30
I	V1	2.50	3.22	1.94
	V2	3.18	3.00	2.61
		<b>25</b>	<b>30</b>	<b>20</b>
II	V1	2.67	3.67	5.00
	V2	2.44	4.72	3.70
		<b>30</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
III	V1	1.28	2.34	2.67
	V2	3.28	4.95	3.44