

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE RAÍCES Y FORRAJE DE  
CAMOTE VAR. ICTA-DORADO; SANTA ROSALÍA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

**JAIRO DANIEL CORDÓN ESTRADA**  
CARNET 20738-10

ZACAPA, ABRIL DE 2018  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE RAÍCES Y FORRAJE DE  
CAMOTE VAR. ICTA-DORADO; SANTA ROSALÍA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**JAIRO DANIEL CORDÓN ESTRADA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, ABRIL DE 2018  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
LIC. LUIS MIGUEL SALGUERO MORALES

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
MGTR. ÁNGEL OTTONIEL CORDÓN GARCÍA  
ING. ELMER DARÍO TOBAR RAMÍREZ  
LIC. HÉCTOR ARMANDO FLORES MORALES

Zacapa, 12 de abril de 2018.

Concejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante **Jairo Daniel Cordón Estrada**, que se identifica con carné 20738-10, titulado: **"EFECTO DE PODA SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE RAÍCES Y FORRAJE DE CAMOTE VAR. ICTA-DORADO; SANTA ROSALÍA, ZACAPA"**.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Luis Miguel Salguero Morales  
Colegiado No. 5549  
Código 25483



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JAIRO DANIEL CORDÓN ESTRADA, Carnet 20738-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0653-2018 de fecha 17 de marzo de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE RAÍCES Y FORRAJE DE CAMOTE VAR. ICTA-DORADO; SANTA ROSALÍA, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 12 días del mes de abril del año 2018.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

MGTR. Ángel Ottoniel Cordón García, Ing. Elmer Darío Tobar Ramírez y Lic. Héctor Armando Flores Morales, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Luis Miguel Salguero Morales, por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación, revisión y corrección.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres: Edna Esperanza Estrada Cordón y Elid Cordón y Cordón, a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos sabios y oportunos.

Mi señora amada: Ady Rocío Girón Sagastume, por su inmenso amor, por el tiempo que brindo para apoyarme en la ejecución de la investigación.

Mis Hermanos: Jenzer Armado, Ángel Elid, Christian Erivardo y Brayan Isael.

Mi familia: Abuelos (Q.E.P.D), hermanos, tíos, primos, sobrinos, que de una u otra forma han contribuido en mi formación y con quienes comparto la felicidad de este logro.

Mis Amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
	2.1 ORIGEN E HISTORIA	3
	2.2 IMPORTANCIA DE LA PLANTA DE CAMOTE	3
	2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLÓGICA DEL CAMOTE	3
	2.3.1 Clasificación taxonómica	3
	2.3.2 Morfología	4
	2.4 PROPAGACIÓN	10
	2.5 FENOLOGÍA	11
	2.6 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	12
	2.6.1 Suelo	12
	2.6.2 Clima	12
	2.6.3 Precipitación	12
	2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES	12
	2.7.1 Plagas	12
	2.7.2 Enfermedades	13
	2.8 LA UTILIZACIÓN DEL CAMOTE Y SUS DESECHOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	14
	2.9 ASPECTOS GENERALES SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CAMOTE	16
	2.9.1 Factores que influyen sobre el desarrollo y rendimiento	16
	2.9.2. Valor alimenticio	17
	2.9.3 Valor nutritivo	17
	2.9.4 Utilización en alimentación animal	18
	2.10 ASPECTOS SOBRE FISIOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN EN CAMOTE	19
	2.10.1 Análisis del crecimiento y distribución de biomasa	19

2.10.2	Reacción de la planta a la poda de follaje	19
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
3.1	EFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	21
IV.	OBJETIVOS	23
4.1	OBJETIVO GENERAL	23
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
V.	HIPÓTESIS	24
VI.	METODOLOGÍA	25
6.1	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	25
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	25
6.3	FACTORES A ESTUDIAR	25
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	25
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	26
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	26
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL	26
6.8	CROQUIS DE CAMPO	26
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	28
6.9.1	Preparación del terreno	28
6.9.2	Siembra	28
6.9.3	Fertilización	28
6.9.4	Control de malezas	28
6.9.5	Control de plagas y enfermedades	29
6.9.6	Cosecha	29
6.9.7	Cuantificación de biomasa	29
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA	30
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	31

6.11.1 Análisis estadístico	31
6.11.2 Análisis económico	31
VII. RESULTADOS	32
7.1 RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES RESERVANTES	32
7.2 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES DE PRIMERA CALIDAD	34
7.3 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES DE SEGUNDA CALIDAD	37
7.4 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES PARA CONSUMO ANIMAL	40
7.5 RENDIMIENTO DE FORRAJE	42
7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO	45
7.6.1 Identificación de los costos que varían	45
7.6.2 Cálculo de los ingresos derivados del forraje	47
7.6.3 Cálculo de los ingresos derivados de los tubérculos primera calidad	48
7.6.4 Cálculo de los ingresos derivados de los tubérculos de segunda calidad	49
7.6.5 Cálculo de los ingresos derivados de los tubérculos para consumo animal	50
7.6.6 Cálculo de los ingresos totales	51
7.6.7 Cálculo de los beneficios netos	51
7.6.8 Análisis de dominancia	52
7.6.9 Tasa Retorno Marginal (TRM)	53
VIII. CONCLUSIONES	54
IX. RECOMENDACIONES	55
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO	58

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Valor nutricional de raíz fresca de camote por porción de 100 gramos.	18
<b>Cuadro 2.</b> Distribución al azar de unidades experimentales en campo.	27
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de varianza de los resultados de rendimiento de rices reservantes	32
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de varianza de los rendimientos de raíces reservantes de primera calidad.	35
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de varianza de los rendimientos de raíces reservantes de segunda calidad	38
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza del rendimiento de raíces reservantes para consumo animal.	40
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de la varianza de los rendimientos de forraje deriva de la poda.	43
<b>Cuadro 8.</b> Estimación de los costos de los jornales de poda.	46
<b>Cuadro 9.</b> Estimación de los ingresos provenientes del forraje	47
<b>Cuadro 10.</b> Ingresos derivados de raíces reservantes de primera calidad.	48
<b>Cuadro 11.</b> Ingresos derivados de raíces reservantes de segunda calidad.	49
<b>Cuadro 12.</b> Ingresos derivados de raíces reservantes para consumo animal	50
<b>Cuadro 13.</b> Ingresos totales para los tratamientos evaluados	51
<b>Cuadro 14.</b> Beneficios netos en quetzales de los tratamientos evaluados	52
<b>Cuadro 15.</b> Análisis de dominancia de los tratamientos empleados para la producción de camote.	53
<b>Cuadro 16.</b> Rendimiento total de raíces reservantes en tm/ha. en función de los tratamientos	59
<b>Cuadro 17.</b> Rendimiento de raíces reservantes de primera calidad en tm/ha. en función de los tratamientos	59
<b>Cuadro 18.</b> Rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad en tm/ha. en función de los tratamientos.	60
<b>Cuadro 19.</b> Rendimiento de raíces reservantes para consumo animal en tm/ha. en función de los tratamientos.	60
<b>Cuadro 20.</b> Rendimiento de forraje en tm/ha en función de los tratamientos.	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Hábitos de crecimiento del camote	4
<b>Figura 2.</b> Tipos de raíces en la planta de camote	5
<b>Figura 3.</b> Partes del tallo de la planta de camote	6
<b>Figura 4.</b> Distintos tipos de hoja	7
<b>Figura 5.</b> Partes de la flor	8
<b>Figura 6.</b> Partes del fruto	9
<b>Figura 7.</b> Partes de la raíz reservante	10
<b>Figura 8.</b> Etapas fenológicas del cultivo del camote	11
<b>Figura 9.</b> Banda en la que se podará y removerá el follaje del camote	29
<b>Figura 10.</b> Banda de poda limpia al momento de remover el follaje	30
<b>Figura 11.</b> Rendimiento total de raíces reservantes en función de los tratamientos evaluados	34
<b>Figura 12.</b> Rendimiento de raíces reservantes de primera calidad en función de los tratamientos evaluados	37
<b>Figura 13.</b> Rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad en función de los tratamientos evaluados	39
<b>Figura 14.</b> Rendimiento de raíces reservantes para consumo animal en función de los tratamientos evaluados	42
<b>Figura 15.</b> Rendimiento del forraje en tm/ha. en función de los tratamientos	45
<b>Figura 16.</b> Poda de follaje de camote	58
<b>Figura 17.</b> Ensayo establecido	58
<b>Figura 18.</b> Cosecha de raíces reservantes de camote	58
<b>Figura 19.</b> Recolección de follaje de camote después de la poda	58
<b>Figura 20.</b> Parcela neta cosechada	58
<b>Figura 21.</b> Raíces reservantes de camote cosechado	58

# **EFFECTO DE PODA SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE RAÍCES Y FORRAJE DE CAMOTE VAR. ICTA-DORADO; SANTA ROSALÍA, ZACAPA.**

## **RESUMEN**

Se evaluó el efecto de la poda sobre el rendimiento de raíces y la producción de forraje en la variedad de camote *ICTA-DORADO*<sup>Bc</sup>. En Aldea Santa Rosalía, del municipio de Zacapa, departamento de Zacapa. Para el análisis estadístico se hizo uso del análisis de varianza y prueba de medias de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) con un alfa de 0.05. También se realizó un análisis económico de los tratamientos evaluados mediante el uso de la técnica de presupuestos parciales. Se realizaron evaluaciones sobre dos factores, la frecuencia de poda (30, 40 y 60 días) y el ancho de banda de poda (40, 60 y 80 cm), de tal forma que se evaluaron 9 tratamiento. En cuanto a los tratamientos se logró establecer que si lo que se desea es obtener mayor producción de forrajes, lo mejor es podar cada 60 días y usar un ancho de banda de 80 cm, en cuyo caso se obtiene un rendimiento promedio de 32.53 toneladas métricas por hectárea. Por otro lado, si lo que se desea es obtener una mayor producción de raíces reservantes, lo mejor es podar cada 60 y usar un ancho de banda de 40 cm, de esta forma se obtiene un rendimiento promedio de 35.84 toneladas métricas por hectárea. Ahora bien, si lo que se desea es obtener los mejores beneficios económicos para los productores, es podar cada 60 días con un ancho de banda de poda de 40 cm.

## I. INTRODUCCIÓN

Los agricultores de escasos recursos del país que se enmarcan dentro del mapa de pobreza y pobreza extrema, no logran fortalecer su seguridad alimentaria y nutricional. Esta situación crea serios inconvenientes a las autoridades del gobierno local y del país por la proliferación de una severa desnutrición en la mayor parte de comunidades del área rural, es por ello que el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-, realiza investigaciones para generar tecnología y/o paquetes tecnológicos de cultivos priorizados que contribuyan a reducir los índices de inseguridad alimentaria.

Entre sus cultivos cabe resaltar el camote con disponibilidad de variedades con características agro-morfológicas y nutricionales apropiadas que asegura el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutricional de la población; estas mejorarán sustancialmente el rendimiento del cultivo por unidad de área y se incrementa el uso de la tecnología avanzada en la producción de camote (variedades biofortificadas).

Según Cordón (2015) citando a Chalì (1986), El camote está entre los tres cultivos tuberosos más importantes a nivel mundial y es de los más consumidos en el país. Sus sistemas de siembra y cultivo han sido tradicionales, transferidos por generaciones, los cuales han variado poco o casi nada con el transcurrir del tiempo.

La falta de una adecuada transferencia tecnológica para mejorar los rendimientos del cultivo, no ha permitido que el potencial del cultivo se desarrolle. En la actualidad el camote ofrece grandes ventajas y perspectivas a nivel mundial en la alimentación humana y ganadera. El follaje contiene carbohidratos, proteínas y celulosa, mientras que las raíces poseen altos índices de calcio, fósforo, carbohidratos y vitamina A, entre otros elementos. Su capacidad de adaptación climática, respuesta eficaz en suelos marginales, adaptabilidad y reproducción vegetativa lo presentan como alternativa de diversificación de cultivos para la reducción de la inseguridad alimentaria en la zona del oriente de Guatemala.

Según Maffioli (1986), tradicionalmente el camote ha sido cultivado por sus raíces, las cuales se utilizan para el consumo humano directo o para la obtención de almidón, mientras que su parte aérea generalmente se considera como un residuo sin valor comercial y se deja en el campo; así mismo comenta que los zootecnista de América tropical están trabajando en el desarrollo de nuevos sistemas de alimentación animal, utilizando residuos de cosecha e incluso la biomasa total de los cultivos como base de estos sistemas.

La precaria situación económica en la que viven muchos de los productores de este cultivo, los está forzando a adoptar sistemas de utilización integral y debido a la popularidad del camote entre los agricultores centroamericanos, a su gran potencial en producción de biomasa y alto valor nutritivo, tanto de su parte aérea como de sus raíces tuberosas, este cultivo se presenta como una opción importante en la investigación de fuentes complementarias de alimentación animal.

Debido a las problemáticas y alternativas expuestas anteriormente, en este estudio se determinó el efecto de la poda sobre el rendimiento de raíces y producción de follaje en el cultivo de camote, en un diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial de los tratamientos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ORIGEN E HISTORIA**

Según Cusumano y Zamudia (2013), la batata es denominada también camote, boniato, en los países de habla hispana, yeti en Paraguay, kumara en Perú, Cara o jética en Brasil. La designación en otros idiomas es; “Batata doce” en portugués, “Batata” en italiano, “Patate Douce” en francés, “Sweet potato” en inglés. Es una planta dicotiledónea que se encuentra dentro de las especies originarias del X genocentro de origen de las plantas cultivadas que abarca: México, América Central y las Antillas. Algunos investigadores la consideran una especie originaria también de América del Sur por el hallazgo de batatas fósiles en las tumbas de la Puna de Chilca (Perú), con una antigüedad de más de 10.000 años.

### **2.2 IMPORTANCIA DE LA PLANTA DE CAMOTE**

Es una especie vegetal, de la cual se aprovechan todas sus partes. Es alimenticia tanto sus raíces reservantes como sus hojas. Estas se utilizan en ensaladas para mujeres en estado de gestación por que estimulan la secreción láctea, se utiliza también como medio de propagación (esquejes) y como forraje ganadero. Las raíces reservantes que es el objetivo de su manejo, se utilizan tanto en seco como en fresco y también como medio de propagación. (Roquel, 2008).

### **2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLÓGICA DEL CAMOTE**

#### **2.3.1 Clasificación taxonómica**

Según Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) la clasificación taxonómica del camote es la que se presenta a continuación:

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

Superdivision: Embryophyta

División: Tracheophyta

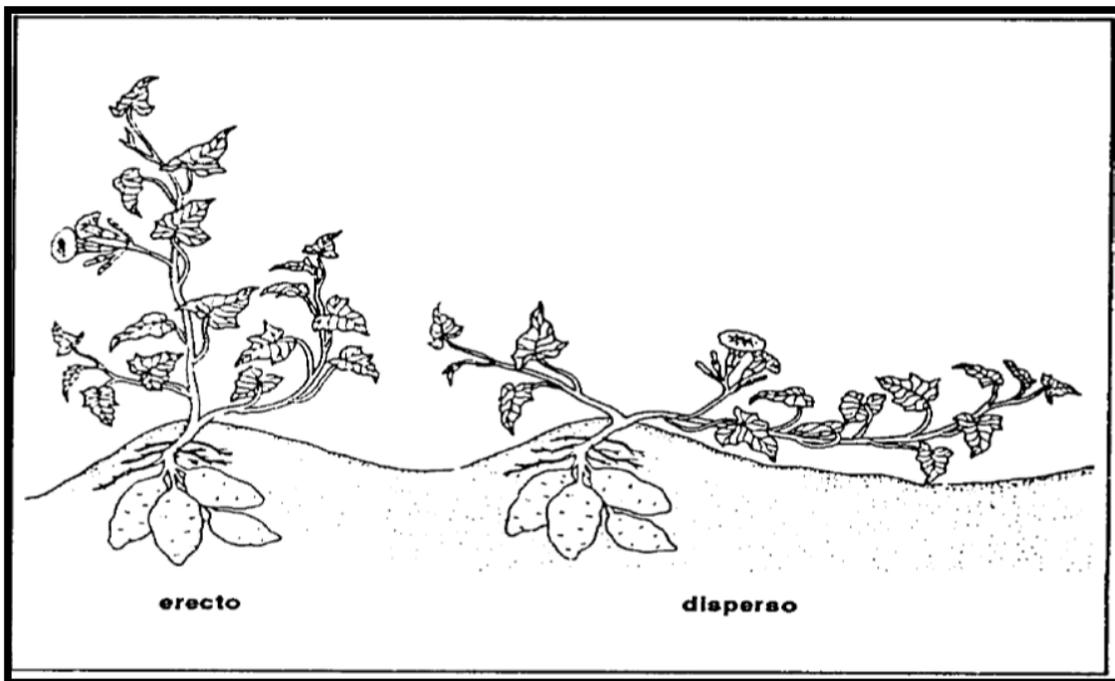
Subdivisión: Espermatofitas

Clase: Magnoliopsida  
Superorden: Asteranae  
Orden: Solanales  
Familia: Convolvulaceae  
Género: Ipomoea L.  
Especie: Batatas L.  
Nombre técnico: Ipomoea batatas (L.) Lam.

### 2.3.2 Morfología

#### a) Hábito de crecimiento

La batata o camote es una planta herbácea y perenne. Sin embargo, es cultivada como una planta anual usando raíces reservantes o esquejes para su propagación vegetativa. Su hábito de crecimiento es predominantemente postrado, con tallos que se expanden de manera horizontal sobre el suelo. Los tipos de hábito de crecimiento de la batata son: erecto, semi-erecto, extendido, y muy extendido. (Huamán, 1992).



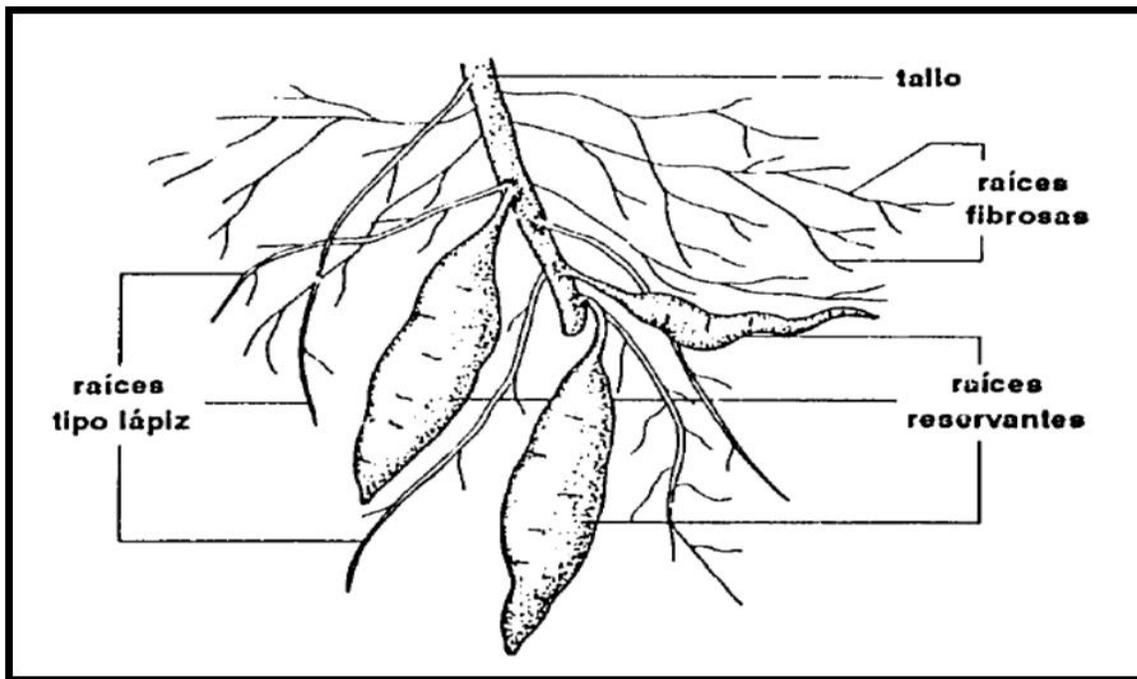
**Figura 1.** Hábitos de crecimiento del camote (Huamán, 1992).

### **b) Sistema radicular**

El sistema radicular del camote consiste de: a) raíces fibrosas: Estas absorben nutrientes y agua, y sostienen a la planta, y b) raíces reservantes: Son raíces laterales en las que se almacenan los productos fotosintéticos.

El sistema radicular de las plantas que se obtienen por la propagación vegetativa se inicia con las raíces adventicias. Estas se desarrollan como raíces fibrosas primarias que se ramifican lateralmente. Conforme la planta madura, se producen raíces de tipo lápiz que tiene alguna lignificación. Otras raíces que no tienen lignificación, son carnosas, engruesan bastante y se les llama raíces reservantes.

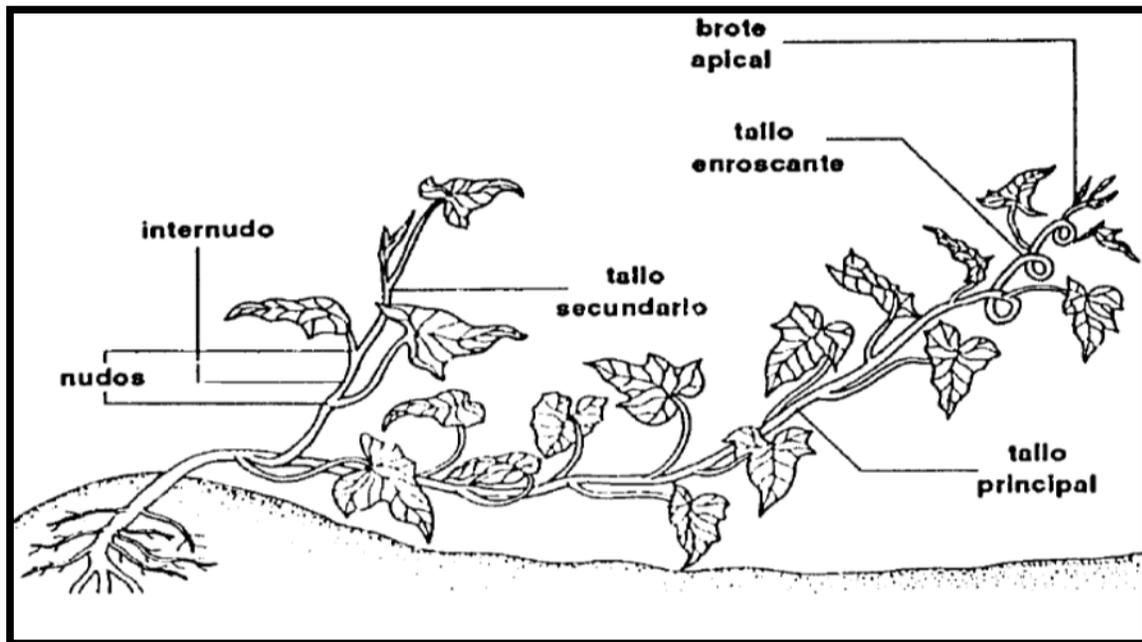
Las plantas producidas de semilla desarrollan una raíz típica con un eje central y ramificaciones laterales. Más tarde, el eje central funciona como una raíz reservante. (Huamán, 1992).



**Figura 2.** Tipos de raíces en la planta de camote (Huamán, 1992).

### c) Tallo

Vulgarmente llamado guía o bejuco es de hábito rastrero con diferentes dimensiones de longitud y grosor de acuerdo a la variedad. La superficie puede ser glabra o pubescente, de color verde, púrpura o rojizo, con una o dos yemas por axila foliar. Algunos cultivares presentan la torsión de las guías típica de las convolvuláceas o enredadera. (Cusumano y Zamudia, 2013).



**Figura 3.** Partes del tallo de la planta de camote (Huamán, 1992).

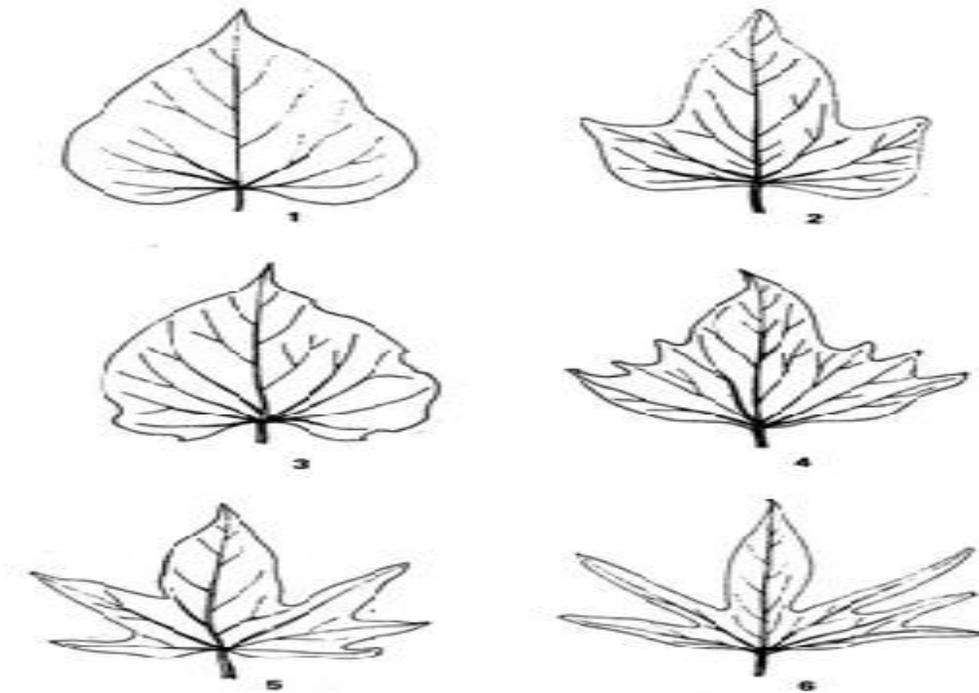
### d) Hoja

Las hojas son simples de inserción aislada sobre el tallo, con filotaxia espiralada. Sus características son: a) Pecíolo: Con longitud de 4 a 20 cm, presentando color y pubescencia semejante al tallo. b) Lámina: Su forma general puede ser orbicular ovalada o astada; la base de la lámina es recta, aguda o con seno cordiforme o redondeado; el borde puede ser entero, dentado, lobulado o partido; el ápice, acuminado u obtuso, termina casi siempre en una "espícula".

Las nervaduras de la cara inferior son de color verde, rojizo o púrpura, pudiendo estar coloreadas en toda su longitud o solamente en la base. Este color suele intensificarse

en el nacimiento de las nervaduras de la cara superior de la lámina, formando una "estrella".

Existen variedades con láminas erectas, acartuchadas o rugosas. En algunas variedades a medida que avanza el desarrollo de la planta, las hojas jóvenes se presentan teñidas de color púrpura. Al llegar la planta a su madurez de cosecha el follaje se torna verde pálido. (Folquer, 1978).



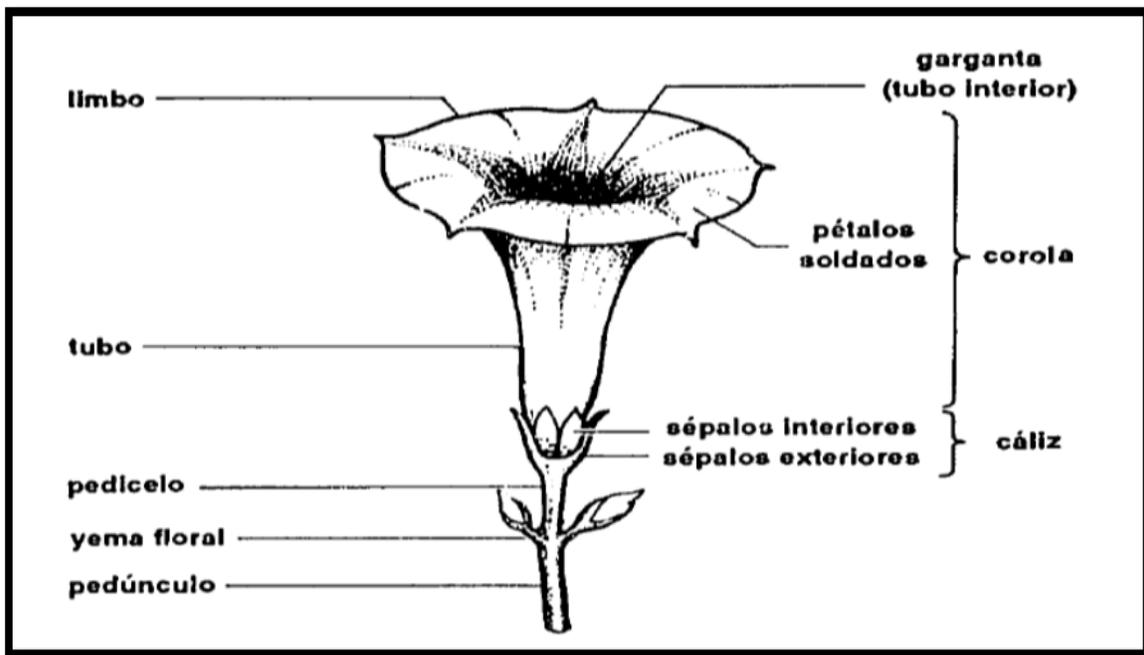
**Figura 4.** Distintos tipos de hoja: 1 y 2) limbo cordiforme con borde liso y tribulado; 3) limbo orbicular con borde levemente dentado; 4) hoja astada dentada; 5) hoja lobulada; 6) hoja sectada. (Folquer, 1978).

#### e) Flores

Los cultivares de camote difieren en su hábito de floración. Bajo condiciones normales en el campo, algunos cultivares no florecen, otros producen muy pocas flores y otros florecen muy profusamente.

La inflorescencia es generalmente de tipo cima en la que el pedúnculo se divide en dos pedúnculos axilares; cada una de éstas se dividen a su vez en dos después de que se produce la flor (cima bîpara). En general, se forman botones de primer, segundo y tercer orden. Sin embargo, también se forman flores solitarias. El botón floral está unido al pedúnculo mediante pedicelos muy cortos. El color del botón, pedicelo y pedúnculo varía desde verde hasta totalmente rojo-morado.

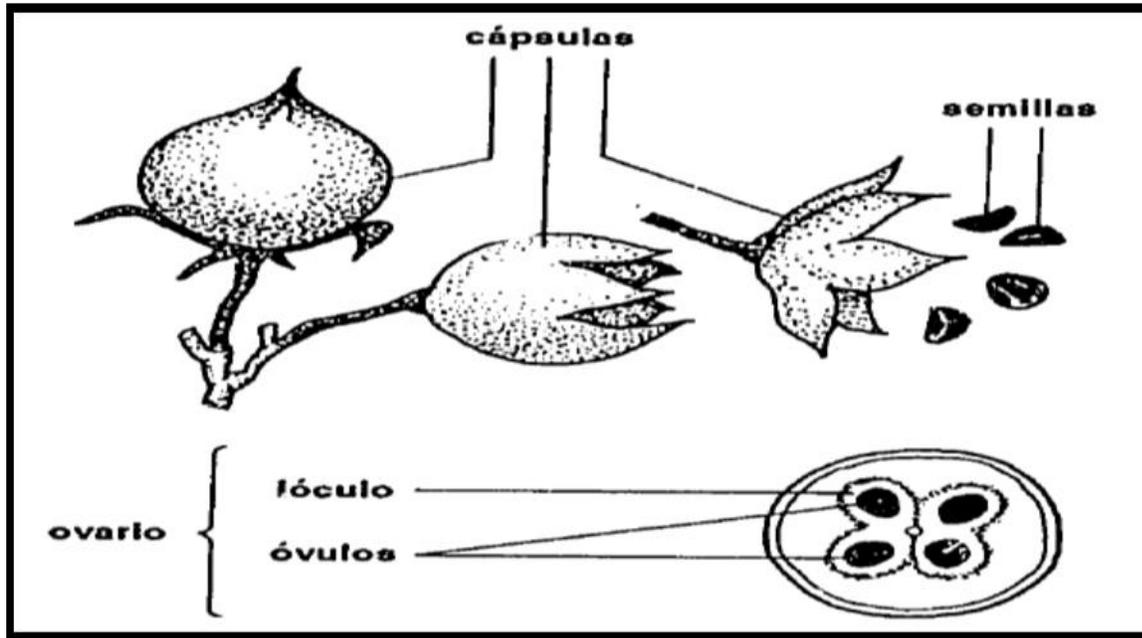
La flor del camote es bisexual. Además del cáliz y la corola, contiene los estambres que son los órganos masculinos o androceo y el pistilo que es el órgano femenino o gineceo. (Huamán, 1992).



**Figura 5.** Partes de la flor (Huamán, 1992).

#### **f) Fruto y semilla**

Es una pequeña cápsula redondeada de aproximadamente 3 a 7 milímetros de diámetro. Cada cápsula contiene de 1 a 4 pequeñas semillas y cada una tiene entre 2 a 4 milímetros de diámetro, de forma irregular a redondeadas negras a marrones y el peso de mil semillas varía entre 20 a 25 gramos. (Cusumano y Zamudia, 2013).



**Figura 6.** Partes del fruto (Huamán, 1992).

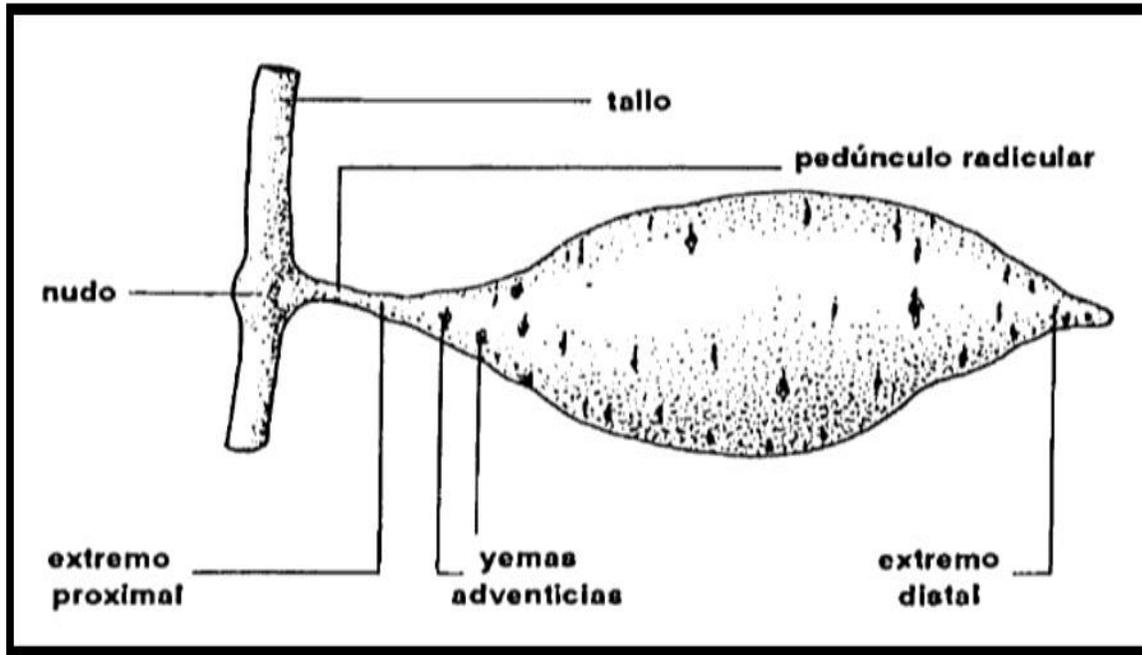
### **g) Raíces reservantes**

Las plantas originadas de semilla presentan una raíz típica con un eje central y ratificaciones laterales. En las plantas producidas por guías o plantines, se desarrolla un vigoroso sistema radicular que puede llegar hasta 1,60 metros de profundidad. Las raíces tuberosas o batatas, que constituyen el objeto del cultivo comercial, se originan normalmente en los nudos del tallo que se encuentra bajo tierra y pueden desarrollarse hasta adquirir una longitud de unos 30 centímetros y un diámetro de 20 centímetros. (Cusumano y Zamudía, 2013).

La parte comercial del camote son las raíces reservantes, erróneamente llamadas algunas veces "tubérculos". La mayoría de los cultivares producen raíces reservantes en los nudos de los esquejes sembrados originalmente y que permanecen bajo tierra. Sin embargo, los cultivares de hábito muy rastroso forman raíces reservantes en algunos de los nudos de los tallos que están en contacto con el suelo.

Las partes de la raíz reservante son a) el extremo proximal que la une al tallo, mediante un pedúnculo radicular y en el cual se encuentran muchas yemas adventicias de donde

se originan los brotes, b) una parte central más dilatada, y c) el extremo distal o cola. Las yemas adventicias localizadas en las partes central y distal tienen un brotamiento más tardío que aquellas localizadas en el extremo proximal. (Huamán, 1992).



**Figura 7.** Partes de la raíz reservante (Huamán, 1992).

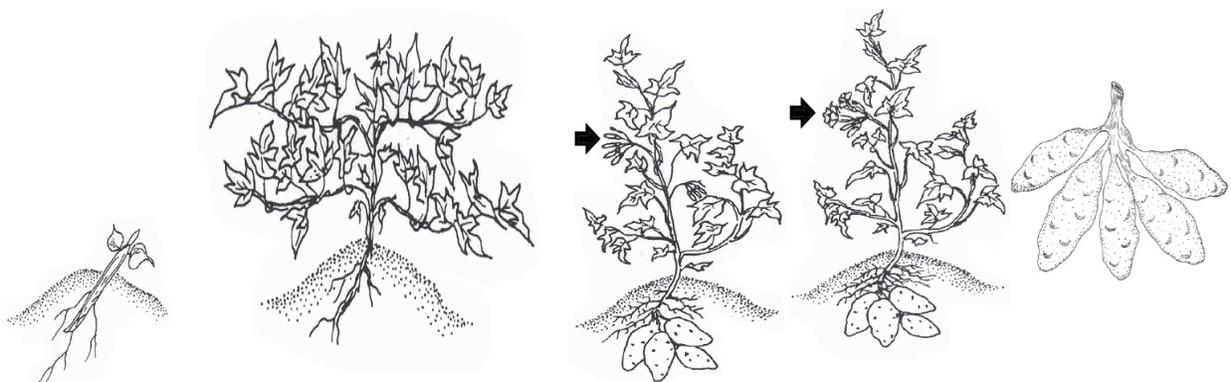
## 2.4 PROPAGACIÓN

Comercialmente la forma más utilizada es la asexual utilizando guías, ya sea de la parte basal, media o apical de las plantas adultas. Esta forma es la más efectiva y rápida de obtener plantas. Además, existe la reproducción asexual por raíces pero se tarda más tiempo y para el transporte es más dificultoso por su peso, se recomienda solamente para cuando se quiere guardar el material para sembrarlo la siguiente temporada. La reproducción sexual o sea por semillas es utilizada únicamente en los programas de mejoramiento. (Sarceño, 2015 consultando a Folquer, 1978).

## 2.5 FENOLOGÍA

Según Sarceño (2015) consultando a Montes (1998), las etapas fenológicas del cultivo de camote son de la forma siguiente:

- Brotación: 8-10 días
- Fase vegetativa: 65 días
- Floración: 73 días
- Cosecha: 125 -140 días



↑ BROTACIÓN	↑ FORMACIÓN DE HOJAS	↑ BROTOS LATERALES AÉREOS	↑ BOTÓN FLORAL	↑ FLORACIÓN	↑ MADURACIÓN
Se inicia el crecimiento de los esquejes de manera vigorosa luego de la siembra.	Aparición de la segunda hoja, tercera, quinta y sucesivas impares, aunque se hayan marchitado las que traía el esqueje plantado.	Aparecen los brotes en las axilas de las hojas de la guía principal y de otras guías secundarias. Esta fase es importante ya que hay una relación proporcional entre la emisión de brotes y el engrosamiento de la raíz; también se aprecia el crecimiento longitudinal de la guía que constituye el esqueje empleado como propágulo.	Aparecen los rudimentos de las inflorescencias o botones en las axilas de las hojas.	Se aprecia la apertura de los primeros botones florales.	Se aprecia por el marchitamiento y secado de las hojas y el tubérculo ha alcanzado un tamaño tal que se agrieta el suelo entorno a ellos. Se puede observar, de acuerdo a la variedad, las características que definen su madurez.

**Figura 8.** Etapas fenológicas del cultivo del camote (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI- 2011).

## **2.6 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

### **2.6.1 Suelo**

El cultivo se desarrolla muy bien en casi todos los suelos, pero prefiere los francos, con alto contenido de materia orgánica (3% o más), y con un excelente drenaje. El pH del suelo es mejor entre 5.5 y 6.5. (PYMERURAL, 2013)

### **2.6.2 Clima**

Según PYMERURAL (2013), el camote se desarrolla mejor con temperaturas cálidas, entre 20°C y 30°C, y altitud entre 300 a 1,000 metros sobre el nivel del mar. En temperaturas más bajas o alturas de más de 1,300 msnm, el ciclo se extiende hasta 150 días o más. También se puede cultivar a alturas menores que las recomendadas.

### **2.6.3 Precipitación**

El cultivo no tolera excesos de precipitación ni anegamientos, porque pueden causar problemas de pudrición de raíz; crece mejor en zonas con precipitación anual entre 500 a 1,800 mm/año. (PYMERURAL, 2013).

## **2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES**

### **2.7.1 Plagas**

#### **a) Gusano Alambre (*Aeolus sp.* y otras especies)**

El gusano alambre es una de las principales plagas de camote por que el daño lo causa directamente sobre la parte exportable, que son las raíces reservantes. No solo nos causa que el producto no se pueda comercializar, sino que permite la entrada a una serie de patógenos que causa pudriciones, los cuales se nos pueden establecer en nuestras parcelas, causando mayores problemas de producción. También pueden afectar raíces reservantes adyacentes a estos. (Lardizábal, 2003).

**b) Gallina Ciega (*Phyllophaga sp.* y otras especies)**

Al igual que el gusano alambre, la gallina ciega es una plaga muy importante al alimentarse directamente sobre la raíz reservante. Tiende a haber un problema en lotes mal cultivados o en barbecho ya que él desaparece en el suelo que se ha mantenido en cultivo durante varios años. (Lardizábal, 2003).

**c) Tortuguilla (*Diabrotica sp.*)**

Este insecto se alimenta de las hojas causando perforaciones lo que disminuye la eficiencia fotosintética, en algunos casos puede sobrepasar los límites permitidos de poblaciones y se hace necesaria la aplicación de pesticidas para su control. (Sarceño, 2015).

**d) Gusano cachudo (*Erinis sp.*)**

Gusano que ataca también la yuca, se alimenta de las hojas pudiendo causar daños severos. (Sarceño, 2015).

**e) Picudo del camote. (*Cylas formicarius*)**

La larva penetra en las raíces causando galerías por donde pueden penetrar patógenos con la consiguiente pérdida de calidad de las raíces. El control debe de ser preventivo ya que cuando se observan los daños la cosecha esta próxima a realizarse y nada se puede hacer por salvar estas raíces. (Sarceño, 2015).

## **2.7.2 Enfermedades**

**a) Mildiu Blanco (*Albugo ipomoeae-panduratae*)**

Esta enfermedad es la única enfermedad de follaje reportada hasta la fecha. Solo es de importancia durante los periodos de altas humedades relativas en la cual se desarrolla mucho más rápido y puede destruir el total del follaje del cultivo. Los síntomas son bien distintivos: manchas descoloradas angulares por encima de la hoja y un crecimiento blanco en la parte inferior de la hoja. (Lardizábal, 2003).

### **b) Pudrición bacterial (*Erwinia chrysantemi*)**

La pudrición bacterial es agresiva, especialmente durante la época lluviosa. Por lo general se mueren o marchitan unas ramas de la planta afectada. Causa lesiones húmedas y suaves en los tallos y raíces del camote. El principal método de transmisión de esta enfermedad es por material vegetativo o semilla. Las raíces pueden seguir manifestando síntomas en almacenamiento o transporte que se ven como lesiones internas. (Lardizábal, 2003).

### **c) Pudrición de Raíz (*Fusarium solani*)**

Esta enfermedad causa graves pérdidas ya que ataca las raíces del camote. Los síntomas iniciales son una lesión en la superficie de la raíz y va formando anillos concéntricos. Al penetrar la raíz causa una pudrición firme color café oscura el cual puede tener crecimiento interno blanco. La gravedad de estas enfermedades es que no se pueden curar, solo prevenir.

Esta enfermedad puede seguirnos afectando después de cosecha en almacenamiento o en transporte hacia el mercado de destino. Muchas de las pudriciones sean de hongo o bacteria son difíciles de identificar. Por ser una raíz vemos la pudrición hasta que está bien avanzado el problema y ya en esos estados hay otros patógenos y saprofitos secundarios, lo cual vuelve muy difícil determinar cuál causo la lesión inicial. Por eso es que la prevención es el mejor control. (Lardizábal, 2003).

## **2.8 LA UTILIZACIÓN DEL CAMOTE Y SUS DESECHOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Según Backer (1976), en las alternativas de uso de los cultivos agrícolas tropicales en la alimentación del ganado, el camote presenta un alto potencial productivo de biomasa. Informaciones de la literatura indican para algunas de sus variedades de 2 a 3 cosechas al año con producciones de hasta 125 Tm/Ha/año de material verde, del cual 64% es parte aérea y el 36% raíces. En base seca, este material puede representar unas 25 Tm / Ha. / año. Este volumen de material debe considerarse importante en el

trópico para la alimentación animal, si se le compara con la producción de algunas gramíneas como el pasto pangola (*Digitaria decumbens*), que produce unas 17 Tm / Ha. / año de materia seca.

El valor nutritivo del camote (parte aérea y raíces) indica su potencialidad para ser considerado en la alimentación del ganado en el trópico. Valores aproximados de 17 y 30 por ciento de materia seca y 2.1 a 2.6 Mcal de energía metabolizable/Kg de materia seca han sido reportados, respectivamente, para la parte aérea y las raíces de la planta. Además, el camote contiene un 3 por ciento de proteína cruda y 26 por ciento de almidón en sus raíces. Los tallos contienen 11 por ciento de proteína cruda y menos de 18 por ciento de fibra cruda y los niveles de digestibilidad sobrepasan el 52 por ciento para los nutrientes de las distintas partes de la planta.

Su uso en la alimentación animal se ha circunscrito particularmente a los cerdos, aprovechándose la parte aérea y las raíces de la planta. En bovino de carne, las raíces deshidratadas del camote se han utilizado en sustitución del maíz en proporción de 0, 50 y 100 por ciento, obteniéndose aumentos hasta de 1 kg/animal/día de peso vivo con 50 por ciento de camote en la dieta.

En ganado de leche la sustitución del maíz por el camote ha favorecido la aceptabilidad del alimento por el ganado y ha aumentado el contenido de vitamina "A" de la leche, sin afectar el peso del animal y su producción. En un estudio donde se comparó las raíces de camote con ensilaje de sorgo y maíz y soya, se encontró que las vacas lecheras que recibieron camote tuvieron una producción de 0.94 kg más de leche por día y requirieron de un 60% menos de alimento.

## **2.9 ASPECTOS GENERALES SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CAMOTE**

### **2.9.1 Factores que influyen sobre el desarrollo y rendimiento**

El camote es uno de los cultivos que puede dar altos rendimientos energéticos por unidad de área, ya que toda su biomasa puede ser utilizada como alimento, y a la vez requiere pocos insumos y atenciones. Su tolerancia a las limitaciones de agua y fertilización, permiten que se le cultive aún en condiciones semiáridas. Frecuentemente se producen rendimientos aceptables de camote con el fertilizante residual remanente de un cultivo previo. (Maffioli, 1986).

Así mismo continúa indicando Maffioli (1986), que Spence y Humphries (1972) observaron que el proceso fotosintético de la planta de camote depende principalmente de condiciones externas, tales como radiación solar y temperatura. El camote crece bien bajo condiciones de alta temperatura, alta intensidad lumínica y lluvia abundante asociada a buen drenaje durante el período de desarrollo, pero lo beneficia el clima moderadamente seco durante la formación y desarrollo de sus raíces. Con temperaturas bajas la tasa respiratoria decrece, reduciéndose entonces la disponibilidad de energía necesaria para los procesos de absorción de nutrimentos y producción y distribución de asimilados. Aumentos en la temperatura del suelo favorecen la producción de materia seca.

Maffioli (1986) consultado a Hahn, (1977), el camote se desarrolla bien en suelos arenosos o francos bien drenados. En condiciones de excesiva humedad producen menos raíces tuberosas y materia seca total por unidad de área foliar. Los suelos arcillosos promueven el desarrollo de tallos y hojas, pero la producción de raíces tuberosas es pobre y de mal aspecto. En suelos secos compactados, tanto la actividad cambial como el grado de lignificación son altos, produciéndose entonces raíces jóvenes muy fibrosas. La deficiencia de oxígeno en el suelo durante los estados iniciales de crecimiento incrementa el grado de lignificación de las células de la estela y suprimen la actividad del cambium primario, de manera que las raíces jóvenes se desarrollan como raíces fibrosas.

La falta de oxígeno y exceso de humedad en el suelo tienen un efecto adverso sobre la producción, elongación y llenado de las raíces. Las condiciones externas que favorecen un rendimiento alto son aquellas que promueven la absorción de nutrimentos y mejoran la intercepción de luz incrementándose la actividad fotosintética neta y el llenado de las raíces.

### **2.9.2 Valor alimenticio**

El camote produce dos tipos útiles de alimento en la misma planta: las raíces carnosas y el follaje. De hecho, el follaje contiene más proteína de alta calidad que las raíces, lo que le da una ventaja adicional para la alimentación familiar cuando es producido en huertos caseros.

El valor nutricional del camote es favorablemente comparable con muchos otros cultivos de raíces y tubérculos, y con hortalizas comercialmente importantes, lo cual hace del camote un complemento valioso en las dietas a base de cereales. Esto es especialmente importante en el caso de ácido ascórbico. La composición nutricional del camote varía de acuerdo a la variedad y el promedio por un kg. de raíces frescas. (Roquel, 2008).

### **2.9.3 Valor nutritivo**

El camote contribuye a la dieta humana principalmente con los carbohidratos y vitamina A, que tiene en sus raíces tuberosas. Contiene además tiamina, riboflavina, ácido ascórbico y es rico en diastasas que sirven para transformar el almidón en azúcares asimilables por el organismo. Tiene el mayor contenido de caroteno o provitamina A y en cuanto a la vitamina C y el complejo B, es superior a la mayoría de las raíces y tubérculos comestibles.

También el almidón del camote tiene ventajas sobre los obtenidos de otras raíces o tubérculos, por ser de gránulos más pequeños, lo cual permite penetrar en el interior de las fibras de los tejidos y no simplemente formar una capa superficial. Debido a esta

cualidad se a encontrado que 80 libras de almidón de camote pueden substituir 110 libras de almidones de otras procedencias. (Backer, 1976).

**Cuadro 1.** Valor nutricional de raíz fresca de camote por porción de 100 gramos.

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	70.0 g
Carbohidratos	27.3 g
Proteínas	1.3 g
Grasas	0.4 g
Calcio	34.0 mg
Hierro	1.0 mg
Fósforo	200 mg
Vitamina A	500 UI
Tiamina	0.10 mcg

(Perú ecológico, 2012)

#### **2.9.4 Utilización en alimentación animal**

Según Maffioli (1986) citando a Montaldo (1948), la poda de bejucos de camote es una práctica común de algunos campesinos peruanos, quienes utilizan el material verde como forraje para animales domésticos o bien para ser consumido como alimentos humanos. Así mismo consultando a Mateo (1976), explica que la materia seca obtenida de las puntas de bejucos de camote cortadas a los 2, 4, y 5 meses de edad contienen un promedio de 5 a 6 veces más proteína que la materia seca de las raíces. Además, el contenido de caroteno y minerales es más alto en las hojas.

Darlow (1950) citado por Maffioli (1986), opina que en la producción de carne, las raíces deshidratadas del camote han sustituido los alimentos energéticos tradicionales de las zonas templadas, como el maíz, produciendo ganancia de peso de hasta 1

kg/animal/día. Así mismo han informado de aumentos en la concentración de vitamina A en la leche y aumentos en la producción lechera con uso de las raíces de camotes.

## **2.10 ASPECTOS SOBRE FISIOLÓGÍA DE LA PRODUCCIÓN EN CAMOTE**

### **2.10.1 Análisis del crecimiento y distribución de biomasa**

Hahn (1977) citado por Maffioli (1986), indica que en poblaciones de camote que han sido mejoradas por muchos años bajo determinadas condiciones, el órgano de reserva final (raíces) parece ser menos limitante para altos rendimientos que la fuente de fotosintatos (follaje); por esta razón la actividad de la fuente puede tener un gran efecto sobre el rendimiento. Sin embargo, el camote no ha sido sujeto a mucho mejoramiento por lo tanto la función de las raíces reservantes pueden tener más influencia relativa sobre el rendimiento final.

En resumen, se puede concluir que los factores limitantes en el rendimiento del camote son tres: a) la eficiencia relativa del follaje para la elaboración de asimilados; b) la capacidad para transportar esos asimilados hacia las raíces tuberosas y c) la capacidad inherente de los órganos de reserva final (raíces) para almacenar eficientemente los fotosintatos. El balance en el funcionamiento de estos factores varía con las características genéticas de cada cultivar. Sin embargo, Hahn señala que solamente dentro de ciertos límites, la capacidad de los órganos de reserva es más importante que el potencial de la fuente productora de asimilados en la determinación de la productividad de raíces tuberosas. De hecho, la combinación de una variedad de camote con una alta capacidad de almacenamiento con otras variedades del alto potencial de producción de asimilados ha reportado los mayores valores de rendimiento de peso seco de raíces tuberosas.

### **2.10.2 Reacción de la planta a la poda de follaje**

Según Maffioli (1986) citando a Molinyawe (1969) observó el efecto de la poda de bejucos con hojas en el rendimiento de las raíces tuberosas del camote y determinó

que la poda severa redujo más los rendimientos que la poda moderada, lo cual pudo deberse a la reducción del área foliar.

Así mismo consultando a López y Caraballo (1975), recomienda que cuando el propósito de la plantación de camote es utilizarla como medio de propagación o como alimento para el ganado y no se pretende cosechar grandes cantidades de raíces, es recomendable hacer tres corte al follaje; además al observar la influencia de los corte de follaje sobre el contenido de almidón en las raíces y sobre su crecimiento, concluyeron que cuando el cultivo del camote tiene por finalidad la producción de raíces, no deben hacerse cortes al follaje antes de los 5 meses de sembrado, debido a que esta práctica afecta el crecimiento de las raíces y el contenido de almidón de las mismas. Esto se debe a que se desdobra el almidón para suministrar asimilados de recuperación para el follaje.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El diario guatemalteco SIGLO.21 (2016), citando a la Organización de las Naciones Unidas ONU (2016) refiere que cerca del 50% de los menores en Guatemala sufren desnutrición crónica, una cifra que se dispara en las zonas indígenas, donde la media de niños afectados oscila entre el 65 y 70%, con picos en localidades del departamento de Huehuetenango, que alcanza el 90%.

Lo anterior obedece a la falta de transferencia tecnológica que permita la optimización de los cultivos y a los elevados índices de pobreza y pobreza extrema. Cabe destacar que de acuerdo con la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI (2014) al año 2015 el 35.9% de los habitantes de Guatemala son pobres y el 23.4% son extremadamente pobres.

Según Cordón (2015). Consultando el espacio integral de la estrategia de la reducción de la desnutrición crónica (ENRDC) y la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN, 2008), uno de los componentes para combatir la desnutrición crónica, es a través del uso de cultivo de raíces y tubérculos biofortificados como la yuca, camote, malanga entre otros, que satisfacen el requerimiento nutricional.

El Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícola –ICTA- genera tecnología sobre el cultivo de camote; ha realizado investigación que determina la existencia de una variedad biofortificada que alcanza un rendimiento de 28.79 tm/ha., denominada ICTA-DORADO<sup>Bc</sup>, la cual presenta 161.4 ppm de betacaroteno, 2.5 ppm de Zinc y 2.5 ppm de Hierro. (ICTA, 2014). La difícil situación a la que se enfrenta el agricultor se ve forzado a optimizar sus recursos, por lo que una opción para la utilización integral del camote, además de la alimentación humana, consiste en la poda y remoción periódica de porciones de follaje durante un periodo apropiado de su ciclo de vida, para consumo directo y fresco de los animales.

Se hace entonces necesario conocer la capacidad de recuperación de este cultivo y la influencia que la poda podría tener sobre el llenado de raíces y así establecer una práctica de manejo apropiada que pueda ser transferida al agricultor guatemalteco.

## IV.OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la poda sobre el rendimiento de raíces y la producción de forraje en la variedad de camote *ICTA-DORADO*<sup>Bc.</sup>. En Aldea Santa Rosalía, Zacapa.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de bandas de poda y frecuencias, sobre el rendimiento y calidad de raíces reservantes.
- Determinar el efecto de la interacción de bandas de poda por frecuencia, sobre el rendimiento y calidad de raíces reservantes.
- Cuantificar la producción total de biomasa, producto de las podas realizadas.
- Realizar un análisis económico.

## V. HIPÓTESIS

- Existe al menos un ancho de banda de poda que maximiza el rendimiento de forraje y de raíces reservantes de la variedad de camote ICTA-DORADO<sup>Bc</sup>.
- Existe al menos una frecuencia de poda, que maximiza el rendimiento de forraje y raíces reservantes en la variedad de camote ICTA-DORADO<sup>Bc</sup>.
- Existe al menos una interacción, ancho de banda de poda por frecuencia de poda, que maximiza el rendimiento de forraje y raíces reservantes de la variedad de camote ICTA-DORADO<sup>Bc</sup>.
- Existe al menos un tratamiento que produce mejores beneficios económicos para los productores de la variedad de camote ICTA-DORADO<sup>Bc</sup>.

## **VI.METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO**

La investigación se realizó en Aldea Santa Rosalía, municipio de Zacapa, del Departamento de Zacapa, la cual posee una altura sobre el nivel del mar de 215 metros y está ubicada a 150 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 5 kilómetros de la cabecera departamental de Zacapa. La coordenada Guatemala Transversal de Mercator –GTM- es la siguiente: X=605546.033 Y= 1652257.082.

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

La investigación se realizó con plantas de camote (*Ipomoea batatas* (L.) LAM. Var. ICTA-DORADO <sup>Bc</sup>), las cuales presentan 161.4 ppm de betacaroteno, 2.5 ppm de Zinc y 2.5 ppm de Hierro, así mismo ofrecen un rendimiento de 28.79 tm/ha. (ICTA, 2014).

### **6.3 FACTORES A ESTUDIAR**

Se realizaron evaluaciones sobre la frecuencia de poda (Factor A) en el cultivo de camote, las cuales serán cada 30 días (4 podas), 40 días (3 podas) y 60 días (2 podas) durante los primeros 120 días del ciclo de vida del cultivo; así mismo se evaluaron tres diferentes bandas de corte (Factor B) cuyas dimensiones son de 40cm, 60 cm y 80 cm.

### **6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

T1: Poda cada 30 días con un ancho de banda de 40 cm.

T2: Poda cada 30 días con un ancho de banda de 60 cm.

T3: Poda cada 30 días con un ancho de banda de 80 cm.

T4: Poda cada 40 días con un ancho de banda de 40 cm.

T5: Poda cada 40 días con un ancho de banda de 60 cm.

T6: Poda cada 40 días con un ancho de banda de 80 cm.

T7: Poda cada 60 días con un ancho de banda de 40 cm.

T8: Poda cada 60 días con un ancho de banda de 60 cm.

T9: Poda cada 60 días con un ancho de banda de 80 cm.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo bifactorial combinatorio, los factores a medir serán la frecuencia de poda (Factor A) y el ancho de banda (Factor B).

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ijk}: U + A_i + B_j + A_iB_j + R_k + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta.

U = Media general.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

$B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$A_iB_j$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B.

$R_k$  = Efecto del k-ésimo bloque o repetición.

$E_{ijk}$  = Error experimental asociado a la i-j-k-ésima unidad experimental.

i= 1, 2 y 3 Frecuencias de poda.

j= 1, 2 y 3 Anchos de banda de corte.

k= 1, 2 y 3 Bloques.

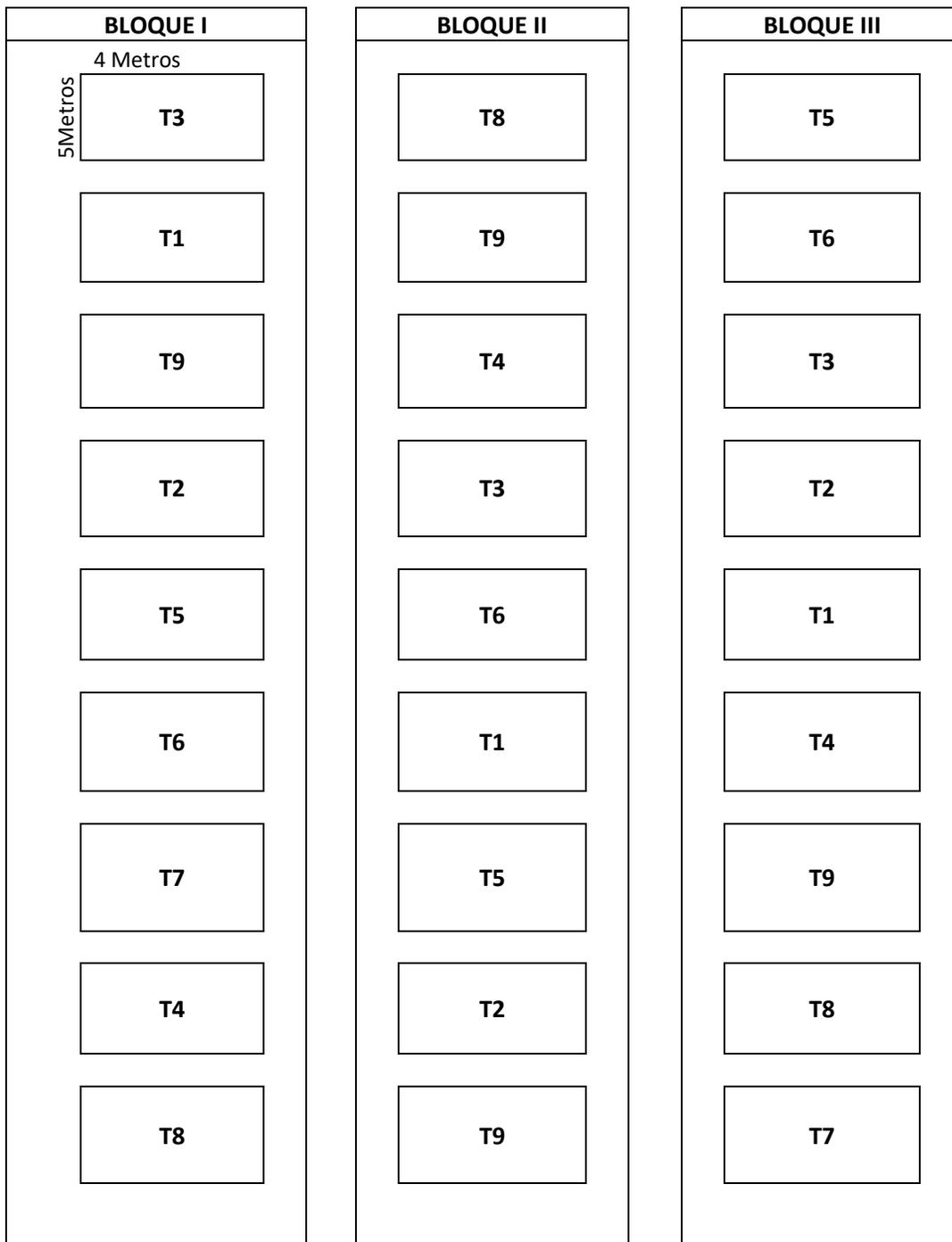
## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La parcela bruta de cada una de las 27 unidades experimentales tuvo un área de 20 m<sup>2</sup>. Cada unidad experimental estuvo formada por 4 surcos de 5 metros de longitud. El espacio o distanciamiento entre surco fue de 1 metro, mientras que el distanciamiento entre planta fue de 0.50 metros. La parcela neta estuvo formada por los 2 surcos centrales de cada unidad experimental, por lo que tuvo un área de 10 m<sup>2</sup>.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

Los tratamientos propuestos fueron distribuidos de acuerdo con el croquis que se presenta a continuación.

**Cuadro 2.** Distribución al azar de unidades experimentales en campo.



## **6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Para el manejo del experimento se realizaron las siguientes actividades:

### **6.9.1 Preparación del terreno**

La preparación del terreno se efectuó de manera manual y mecánica; la cama de siembra quedó completamente mullida para facilitar el desarrollo del sistema radicular, para lo cual se realizó un arado del suelo de 30 centímetros de profundidad y luego se aplicó el paso de rastra; para posteriormente levantar el camellón en donde se formó el surco de siembra de 25 centímetro de altura.

### **6.9.2 Siembra**

Para la siembra se utilizaron pilones de 20 días de enraizamiento, la distancia entre cada surco y otro fue de 1 metro y entre planta 0.5 metros.

### **6.9.3 Fertilización**

La fertilización se realizó de dos formas, al suelo y de forma foliar. Dos semanas después de la siembra, se hizo una aplicación de 260 kg/ha de 15-15-15 en forma localizada en el suelo y ocho semanas después de la siembra, se aplicaron 130 Kg/Ha de 46-0-0, aplicaciones con frecuencia de 30 días con 20-20-20 4.17 kg/ha. Mas Abono hidrosoluble NPK 13-40-13 con micronutrientes quelados EDTA a razón de 4.17 kg/ha. Aplicado de forma soluble al pie de la planta. Además, se realizaron aplicaciones foliares de un multimineral quelatado a razón de 2 L/Ha.

### **6.9.4 Control de malezas**

El control de malezas se llevó a cabo de manera manual, misma que fue realizada en el transcurso de los primeros 45 días del ciclo del cultivo; se realizaron dos limpiezas, para evitar el cierre de espacios que afectan la distribución de tallos.

### 6.9.5 Control de plagas y enfermedades

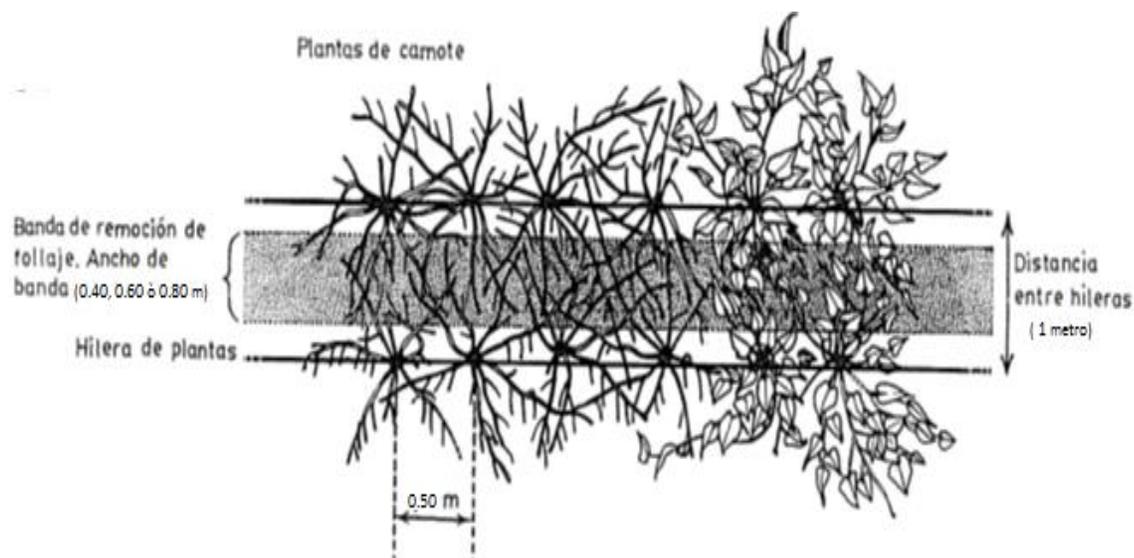
Para desinfectar el suelo antes de la siembra se aplicó un nematicida, se efectuaron aplicaciones preventivas de insecticidas utilizando los productos químicos neonicotinoide, piretroide- Thiacloprid, Beta-Cyflutrin a los 15, 40, 65, 90 días después de la siembra. Así mismo se realizaron monitoreos de plagas y enfermedades a fin de poder realizar aplicaciones curativas.

### 6.9.6 Cosecha

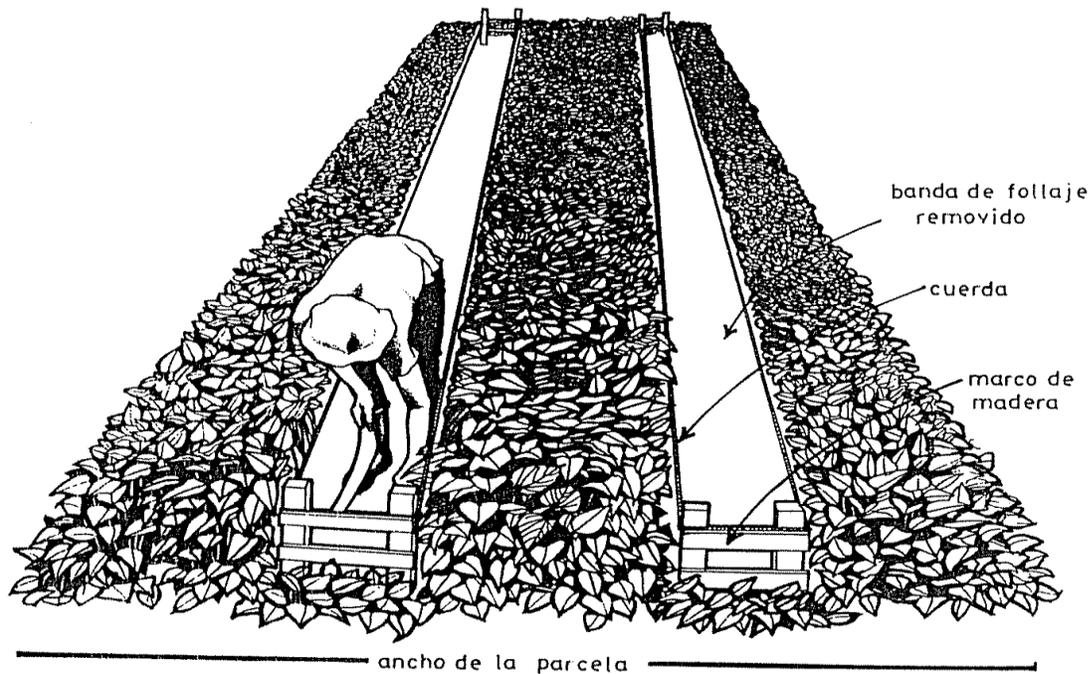
La cosecha se realizó a partir de los 150 días después de la siembra, se tomaron datos de las parcelas netas que son 2 surcos, estos estuvieron conformados por 20 plantas de las cuales se obtuvo información del rendimiento en toneladas métricas por hectárea; así mismo en cada parcela neta se hizo una cuantificación del rendimiento de raíces comerciales de primera y segunda calidad, así como también de las no comerciales.

### 6.9.7 Cuantificación de biomasa

Para la cuantificación de la biomasa se tomaron datos de la parcela neta de cada una de las 27 unidades experimentales; la biomasa fue expresada en toneladas métricas por hectárea, la cual es producto de las podas efectuadas durante todo el ciclo del cultivo de acuerdo a los tratamientos expuestos.



**Figura 9.** Banda en la que se podará y removerá el follaje del camote.



**Figura 10.** Banda de poda limpia al momento de remover el follaje (Maffioli, 1986).

## 6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

- **Rendimiento total (tm/ha):** para ello se recolectó toda la cosecha obtenida y se colocaron en costales para luego pesarla en una balanza tipo romana.
- **Cantidad de raíces comerciales de primera y de segunda calidad:** para lo cual se realizó una clasificación, es decir la primera calidad son raíces con peso superior a 453.6 gramos y la segunda calidad son raíces cuyo peso oscila entre los 150 y los 453.6 gramos; para la determinación del peso de las raíces se utilizó una balanza tipo romana. Las raíces no comerciales son las que tienen un peso inferior a los 150 gramos.
- **Producción total de biomasa (tm/ha):** Para ello se recolectó todo el material vegetativo resultante de la poda para luego pesarlo en una balanza tipo romana.

- **Presupuestos Parciales:** Se determinó el tratamiento que presentó mejores beneficios económicos a través de la metodología de presupuestos parciales que implicó determinar la tasa de retorno marginal (TRM).

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para cada una de las variables en estudio y prueba de separación de medias DGC( $\alpha=0.05$ ) para efectos simples e interacciones con significancia. A través del programa InfoStat (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>)

### **6.11.2 Análisis económico**

Para el desarrollo del análisis económico, se hizo uso de la metodología de presupuestos parciales. Debido a que no se contabilizan todos los costos de producción sino solo aquellos que varían en función de los tratamientos o alternativas evaluadas. El procedimiento del análisis implicó:

1. Determinación de costos que varían y beneficios netos
2. Análisis de dominancia.
3. Determinar la tasa de retorno marginal.
4. Decidir la alternativa a seleccionar.

## VII. RESULTADOS

### 7.1 RENDIMIENTO TOTAL DE RAÍCES RESERVANTES

En cuanto al rendimiento total de raíces reservantes, la media general fue de 26.74 tm/ha, Se observa que la poda favorece la producción de forrajes, pero reduce la producción de raíces reservantes. El cuadro 16 muestra los rendimientos promedios de los nueve tratamientos evaluados. (Ver anexos).

El siguiente cuadro muestra el análisis de varianza de los rendimientos totales de raíces reservantes.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza de los resultados de rendimiento de rices reservantes

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento(tm/ha)	27	0.96	0.94	4.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	627.00	10	62.70	38.64	<0.0001
Bloque	3.43	2	1.72	1.06	0.3703
Frecuencia (Días)	137.89	2	68.94	42.49	<0.0001
Banda de poda (Cm)	422.04	2	211.02	130.05	<0.0001
Fr (Días)*Bp (Cm)	63.64	4	15.91	9.81	0.0003
Error	25.96	16	1.62		
Total	652.96	26			

Fuente: Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

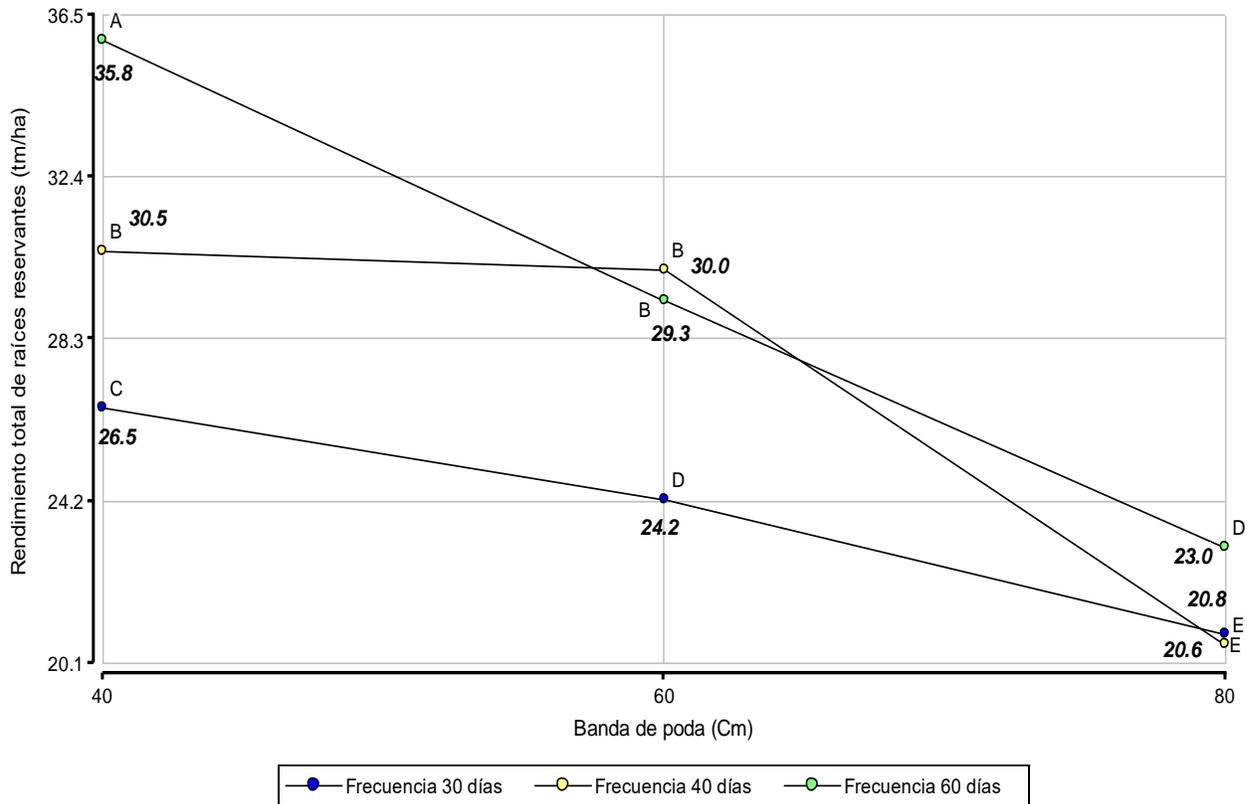
El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento total de raíces reservantes, como resultado del uso de diferentes frecuencias de poda y de diferentes anchos de bandas de poda. El análisis de varianza también refleja que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento total de raíces reservantes para los tratamientos evaluados.

La prueba de medias correspondiente demostró que existen 5 grupos de tratamientos. El tratamiento T7 consistente en una frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de 40 cm. es el que presenta el rendimiento más alto con 35.84 tm/ha.

El segundo grupo de tratamientos, lo forman T4 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 40 cm.), T5 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 60 cm.) y T8 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 60 cm.), con rendimientos de 30.47, 30.02 y 29.26 tm/ha respectivamente.

En tercer lugar, en cuanto a rendimiento total de raíces reservantes se encuentra el tratamiento T1 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 40 cm.) con 26.54 tm/ha. El cuarto grupo de tratamientos corresponde a T2 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de 60 cm.) y T9 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de 80 cm.) con rendimientos de 24.19 y 22.98 tm/ha. respectivamente.

El quinto grupo de tratamientos corresponde a T3 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de 80 cm.) y T6 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) con rendimientos de 20.80 y 20.56 tm/ha. respectivamente. La figura que se presenta a continuación muestra tanto los promedios de los rendimientos totales de raíces reservantes para los tratamientos como los resultados de la prueba de medias.



**Figura 11.** Rendimiento total de raíces reservantes en función de los tratamientos evaluados (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>).

## 7.2 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES DE PRIMERA CALIDAD

En cuanto al rendimiento total de raíces reservantes de primera calidad, la media general fue de 17.97 tm/ha. El cuadro 17 muestra los rendimientos promedio de raíces reservantes de primera calidad en función de los tratamientos evaluados. (Ver anexos).

El siguiente cuadro muestra el análisis de varianza de los rendimientos de raíces reservantes de primera calidad.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de los rendimientos de raíces reservantes de primera calidad.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (tm/ha)	27	0.95	0.92	5.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	317.95	10	31.79	30.09	<0.0001
Bloque	3.52	2	1.76	1.67	0.2198
Frecuencia (Días)	44.60	2	22.30	21.11	<0.0001
Banda de poda (Cm)	228.16	2	114.08	107.98	<0.0001
<b>Fr (Días)*Bp (Cm)</b>	<b>41.66</b>	<b>4</b>	<b>10.42</b>	<b>9.86</b>	<b>0.0003</b>
Error	16.90	16	1.06		
Total	334.85	26			

Fuente: Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces reservantes de primera calidad, como resultado del uso de diferentes frecuencias de poda y de diferentes anchos de bandas de poda. El análisis de varianza también refleja que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces reservantes de primera calidad para los tratamientos evaluados.

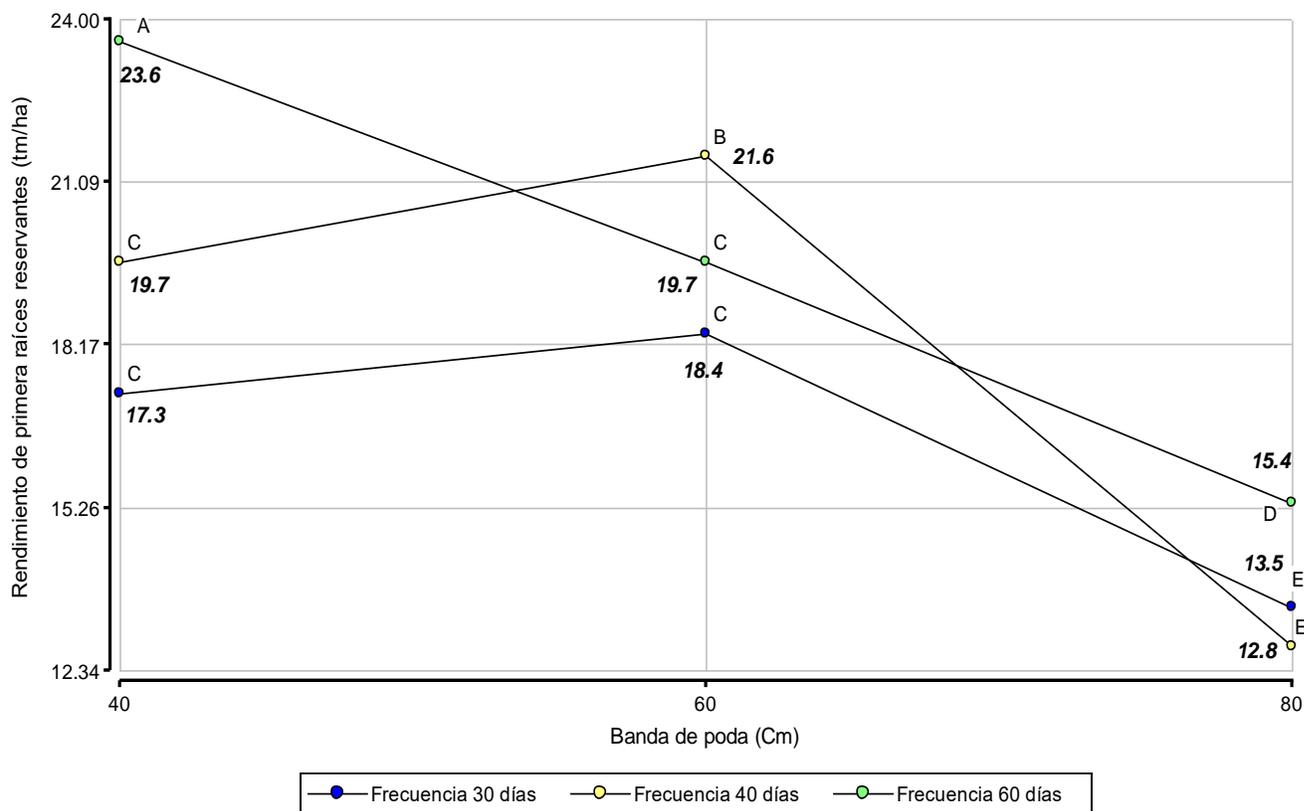
La prueba de medias correspondiente demostró que existen 5 grupos de tratamientos. El tratamiento T7 consistente en una frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de 40 cm. es el que presenta el rendimiento de raíces reservantes de primera calidad más alto con 23.59 tm/ha.

En segundo lugar, se encuentra el tratamiento T5 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 60 cm.) con un rendimiento de raíces reservantes de primera calidad de 21.55 tm/ha.

El tercer grupo de tratamientos lo forman T4 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 40 cm.), T8 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 60 cm.), T2 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 60 cm.) y T1 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 40 cm.) con rendimientos de 19.66, 19.65, 18.37 y 17.31 toneladas métricas por hectárea.

El cuarto lugar lo ocupa el tratamiento T9 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) con un rendimiento de raíces reservantes de primera calidad de 15.35 tm/ha.

El quinto grupo de tratamientos lo forman T3 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) y T6 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) con rendimientos de raíces reservantes de primera calidad de 13.46 y 12.78 toneladas métricas por hectárea. La siguiente figura muestra tanto los rendimientos promedio de raíces reservantes de primera calidad para cada uno de los tratamientos evaluados, como los resultados de la prueba de medias.



**Figura 12.** Rendimiento de raíces reservantes de primera calidad en función de los tratamientos evaluados. (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>).

### 7.3 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES DE SEGUNDA CALIDAD

En cuanto al rendimiento total de raíces reservantes de segunda calidad, la media general fue de 5.65 tm/ha. El cuadro 18 muestra los rendimientos promedio de raíces reservantes de segunda calidad en función de los tratamientos evaluados. (Ver anexos).

El cuadro 5 muestra el análisis de varianza de los rendimientos promedio de raíces reservantes de segunda calidad en función de los tratamientos.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza de los rendimientos de raíces reservantes de segunda calidad

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (tm/ha)	27	0.86	0.78	8.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

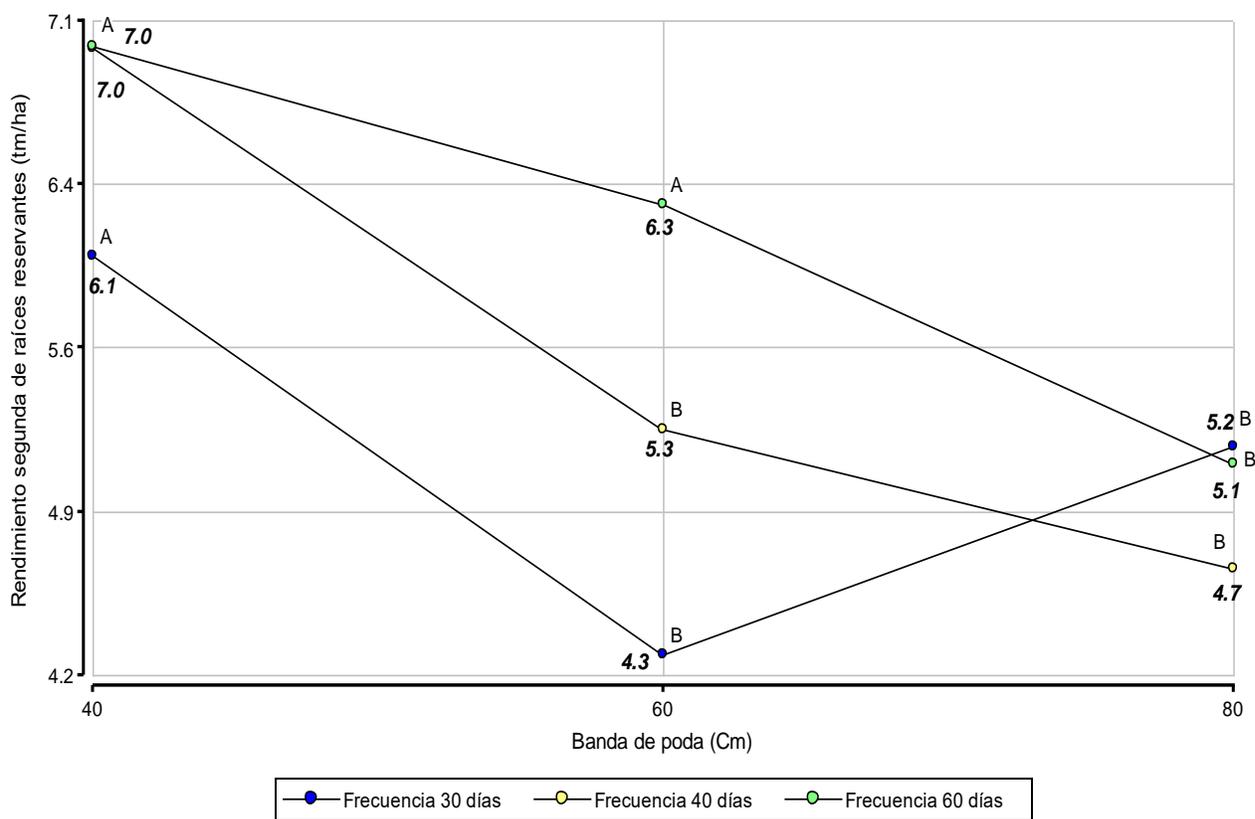
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	22.27	10	2.23	10.12	<0.0001
Bloque	0.52	2	0.26	1.18	0.3334
Frecuencia (Días)	3.91	2	1.96	8.89	0.0025
Banda de poda (Cm)	13.83	2	6.91	31.42	<0.0001
<b>Fr (Días)*Bp (Cm)</b>	<b>4.01</b>	<b>4</b>	<b>1.00</b>	<b>4.56</b>	<b>0.0120</b>
Error	3.52	16	0.22		
Total	25.79	26			

Fuente: Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad, como resultado del uso de diferentes frecuencias de poda y de diferentes anchos de bandas de poda. El análisis de varianza también refleja que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad para los tratamientos evaluados.

El primer grupo de tratamientos lo forman T7 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 40 cm.), T4 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 60 cm.), T8 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 60 cm.) y T1 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 40 cm.) con rendimientos de 6.96, 6.95, 6.27 y 6.05 tm/ha.

El segundo grupo de tratamientos, lo forman T5 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 60 cm.), T3 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 80 cm.), T9 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 80 cm.), T6 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) y T2 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 60 cm.) con rendimientos de 5.29, 5.22, 5.14, 4.69 y 4.31 tm/ha. La figura siguiente muestra tanto los rendimientos promedio de segunda calidad en función de los tratamientos como los resultados de la prueba de medias.



**Figura 13.** Rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad en función de los tratamientos evaluados (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>).

## 7.4 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES PARA CONSUMO ANIMAL

Las raíces reservantes para consumo animal, son aquellas que, debido a su pequeño tamaño y peso, no resultan lo suficientemente atractivos para ser comercializados para consumo humano.

En cuanto al rendimiento de raíces reservantes para consumo animal, la media general fue de 3.12 tm/ha. El cuadro 19 muestra los rendimientos promedio de raíces reservantes para consumo animal en función de los tratamientos evaluados. (Ver anexos)

El siguiente cuadro muestra el análisis de varianza de los rendimientos de raíces reservantes para consumo animal.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza del rendimiento de raíces reservantes para consumo animal.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (tm/ha)	27	0.95	0.92	9.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27.97	10	2.80	30.06	<0.0001
Bloque	0.09	2	0.05	0.50	0.6150
Frecuencia (Días)	10.18	2	5.09	54.71	<0.0001
Banda de poda (Cm)	13.34	2	6.67	71.68	<0.0001
Fr (Días)*Bp (Cm)	4.36	4	1.09	11.70	0.0001
Error	1.49	16	0.09		
Total	29.45	26			

Fuente: Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces reservantes para consumo animal, como resultado del uso de diferentes frecuencias de poda y de diferentes anchos de bandas de poda. El análisis de varianza también refleja que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces reservantes para consumo animal en función de los tratamientos evaluados.

La prueba de medias correspondiente demostró que existen 5 grupos de tratamientos. El tratamiento T7 consistente en una frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de 40 cm. es el que presenta el rendimiento más alto con 5.29 tm/ha.

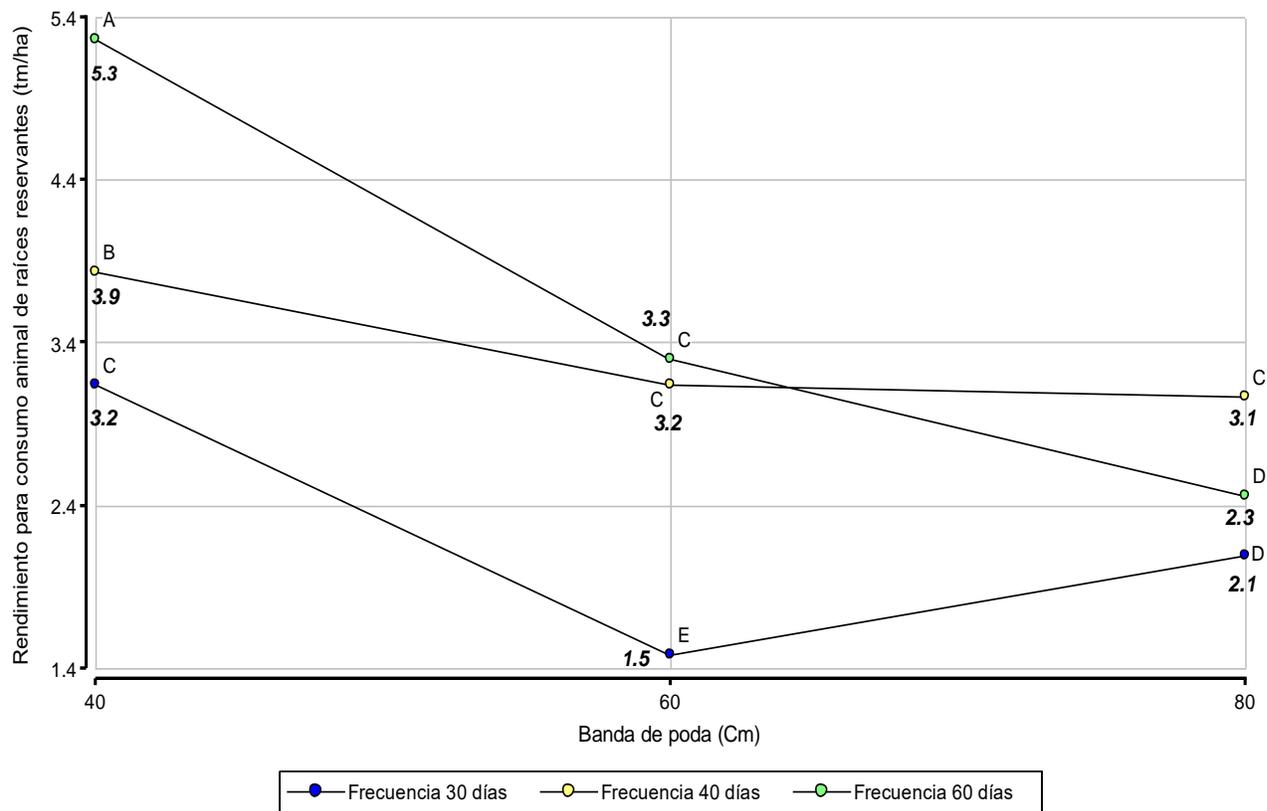
En segundo lugar, se encuentra el tratamiento T4 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de 40 cm.) con un rendimiento de raíces reservantes para consumo animal de 3.86 tm/ha.

El tercer grupo de tratamientos lo forma T8 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 60 cm.), T5 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 60 cm.), T1 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 40 cm.) y T6 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) con rendimientos de raíces reservantes para consumo animal de 3.33, 3.18, 3.18 y 3.10 toneladas métricas por hectárea, respectivamente.

El cuarto grupo de tratamientos lo forman T9 (frecuencia de poda de cada 60 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) y T3 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 80 cm.) con rendimientos de 2.49 y 2.12 tm/ha.

El tratamiento T2 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de poda de 60 cm.) es el que menor rendimiento de raíces reservantes para consumo animal presenta, con 1.51 toneladas métricas por hectárea.

La siguiente figura muestra los rendimientos promedio de raíces reservantes para consumo animal y los resultados de la prueba de medias.



**Figura 14.** Rendimiento de raíces reservantes para consumo animal en función de los tratamientos evaluados (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>)

### 7.5 RENDIMIENTO DE FORRAJE

En cuanto al forraje se tiene que la media general del rendimiento es de 19.42 tm/ha. El cuadro 20 muestra los rendimientos promedio de forraje en función de los tratamientos evaluados (Ver anexos); en cual se puede observar que a la medida que la frecuencia de poda es más prolongada se obtiene mayor rendimiento.

El siguiente cuadro muestra el análisis de varianza de los rendimientos de forraje.

**Cuadro 7.** Análisis de la varianza de los rendimientos de forraje deriva de la poda.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (tm/ha)	27	0.97	0.96	7.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	1360.15	10	136.01	57.02	<0.0001
Bloque	2.37	2	1.18	0.50	0.6176
Frecuencia (Días)	1223.42	2	611.71	256.44	<0.0001
Banda de poda (Cm)	71.84	2	35.92	15.06	0.0002
<b>Fr (Días)*Bp (Cm)</b>	<b>62.52</b>	<b>4</b>	<b>15.63</b>	<b>6.55</b>	<b>0.0025</b>
Error	38.17	16	2.39		
Total	1398.31	26			

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

De acuerdo con el cuadro anterior, existen diferencias significativas como resultado del uso de diferentes anchos de banda y de diferentes frecuencias de poda. También existen diferencias significativas en cuanto a los rendimientos en función de las interacciones.

El análisis de varianza realizado reflejó que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento de forraje como resultado de aplicar los diferentes tratamientos. La prueba de medias correspondiente demostró que existen 5 grupos de tratamientos, tal y como se muestra a continuación.

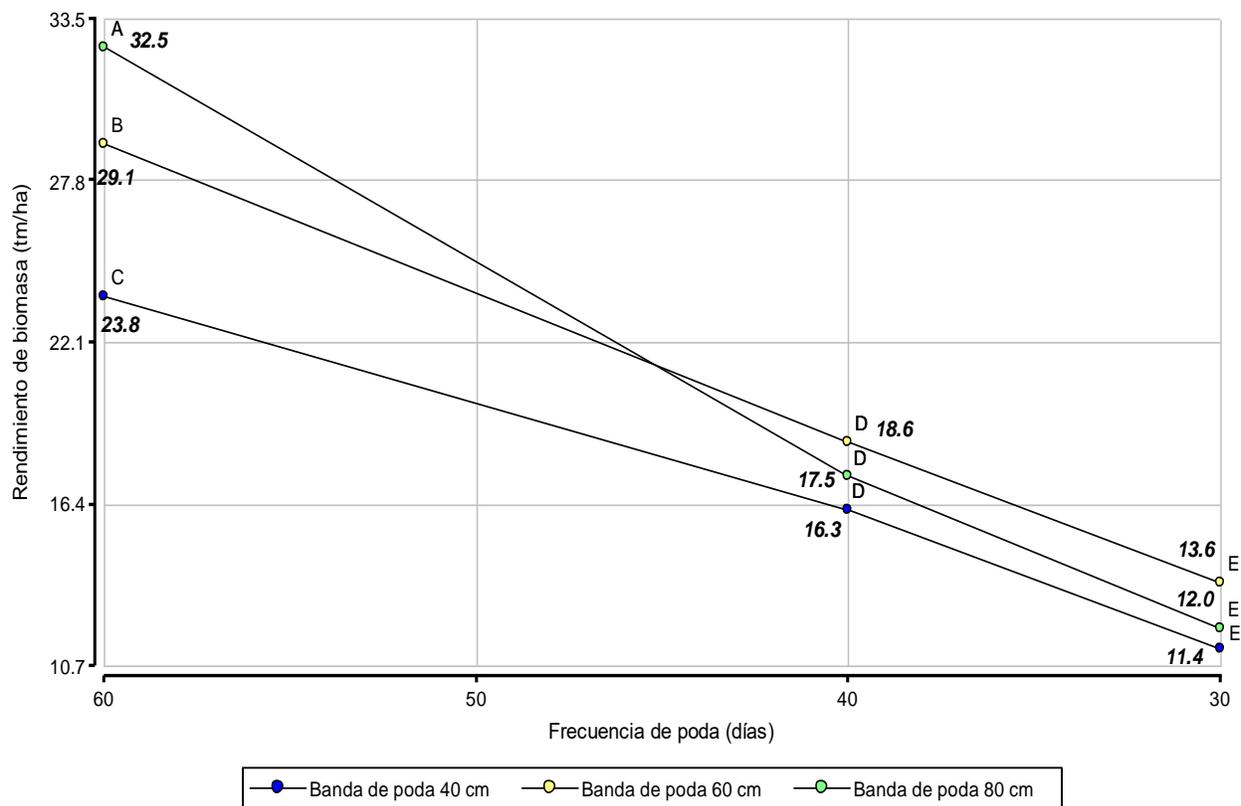
El tratamiento T9 consistente en una frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de 80cm es el que presenta el rendimiento más alto con 32.53 tm/ha. El segundo lugar en cuanto a rendimiento corresponde al tratamiento T8, en el cual se usa una

frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de 60 cm., siendo en este caso el rendimiento de 29.14 tm/ha.

En tercer lugar, en cuanto a rendimiento de forraje se encuentra el tratamiento T7, que consiste en el uso de una frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de 40 cm con un rendimiento de 23.75 tm/ha.

El cuarto grupo de tratamientos corresponde a T5 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de 60 cm.), T6 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de 80 cm.) y T4 (frecuencia de poda de cada 40 días y ancho de banda de 40 cm.), con rendimientos de 18.62, 17.45 y 16.25 tm/ha. respectivamente.

El quinto grupo de tratamientos es el que presenta los rendimientos más bajos y corresponde en su orden a T2 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de 60 cm.), T3 (frecuencia de cada 30 días y ancho de banda de 80 cm.) y T1 (frecuencia de poda de cada 30 días y ancho de banda de 40 cm.), con rendimientos de 13.64, 12.04 y 11.35 tm/ha. respectivamente. La siguiente figura muestra tanto los rendimientos promedio de forraje en función de los tratamientos como los resultados de la prueba de medias.



**Figura 15.** Rendimiento del forraje en tm/ha. en función de los tratamientos (Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>).

## 7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el presente estudio, el análisis económico se basa en la técnica de presupuestos parciales que consiste en evaluar las tasas de retornos que se obtienen cuando se incrementa la inversión debido a que se pasa de un tratamiento de bajo costo a otro de mayor costo.

### 7.6.1 Identificación de los costos que varían

La técnica de presupuestos parciales no contabiliza todos los costos de producción sino solamente los costos que varían. En este caso el único rubro de gastos que varía son

los jornales dedicados a la poda. Para calcular el número de jornales por hectárea para cada uno de los tratamientos se procedió de la manera siguiente:

- a) Se tomó la lectura de todos los minutos invertidos en la poda de las 3 parcelas correspondientes a cada tratamiento.
- b) El número obtenido en el inciso “a” se multiplica por 10000m<sup>2</sup> y se divide dentro de 60m<sup>2</sup> (número de metros cuadrados correspondientes a la suma de las 3 parcelas de cada tratamiento) para calcular el número total de minutos que se debe invertir por tratamiento en cada hectárea de cultivo.
- c) El número de minutos calculados en el inciso d se divide dentro de 480 (minutos correspondientes a un jornal de 8 horas). De este modo se obtuvo el número de jornales que deben ser invertidos en lo concerniente a las labores de poda de cada uno de los tratamientos por hectárea de cultivo.

**Cuadro 8.** Estimación de los costos de los jornales de poda.

Tratamiento	Unidades de jornales de poda	Costo unitario de los jornales de poda en quetzales	Costo total de los jornales de poda en quetzales
T1	80	50.00	4000.00
T2	120	50.00	6000.00
T3	160	50.00	8000.00
T4	60	50.00	3000.00
T5	90	50.00	4500.00
T6	120	50.00	6000.00
T7	40	50.00	2000.00
T8	60	50.00	3000.00
T9	80	50.00	4000.00

## 7.6.2 Cálculo de los ingresos derivados del forraje

El siguiente cuadro muestra los ingresos derivados de la producción de forraje en quetzales por hectárea para cada uno de los tratamientos evaluados.

**Cuadro 9.** Estimación de los ingresos provenientes del forraje

Tratamiento	Toneladas métricas de forraje por hectárea	Precio de la tonelada métrica de forraje en quetzales	Ingresos provenientes del forraje en quetzales por hectárea
T1	11.35	440.00	4994.00
T2	13.64	440.00	6001.60
T3	12.04	440.00	5297.60
T4	16.25	440.00	7150.00
T5	18.62	440.00	8192.80
T6	17.45	440.00	7678.00
T7	23.75	440.00	10450.00
T8	29.14	440.00	12821.60
T9	32.53	440.00	14313.20

### 7.6.3 Cálculo de los ingresos derivados de raíces reservantes de primera calidad

El cuadro 10 muestra los ingresos derivados de raíces reservantes de primera calidad.

**Cuadro 10.** Ingresos derivados de raíces reservantes de primera calidad.

Tratamiento	tm/ha. de raíces reservantes de primera calidad	Precio en quetzales de las toneladas métricas de raíces reservantes de primera calidad	Ingresos en quetzales por hectárea derivados de raíces reservantes de primera calidad
T1	17.31	5000.00	86550.00
T2	18.37	5000.00	91850.00
T3	13.46	5000.00	67300.00
T4	19.66	5000.00	98300.00
T5	21.55	5000.00	107750.00
T6	12.78	5000.00	63900.00
T7	23.54	5000.00	117700.00
T8	19.65	5000.00	98250.00
T9	15.35	5000.00	76750.00

#### 7.6.4 Cálculo de los ingresos derivados de raíces reservantes de segunda calidad

**Cuadro 11.** Ingresos derivados de raíces reservantes de segunda calidad.

Tratamiento	tm/ha. de raíces reservantes de segunda calidad	Precio en quetzales de las toneladas métricas de raíces reservantes de segunda calidad	Ingresos en quetzales por hectárea derivados de raíces reservantes de segunda calidad
T1	6.05	3500.00	21175.00
T2	4.31	3500.00	15085.00
T3	5.22	3500.00	18270.00
T4	6.95	3500.00	24325.00
T5	5.29	3500.00	18515.00
T6	4.69	3500.00	16415.00
T7	6.96	3500.00	24360.00
T8	6.27	3500.00	21945.00
T9	5.14	3500.00	17990.00

### 7.6.5 Cálculo de los ingresos derivados de raíces reservantes para consumo animal

**Cuadro 12.** Ingresos derivados de raíces reservantes para consumo animal

Tratamiento	tm/ha. de raíces reservantes para consumo animal	Precio en quetzales de las toneladas métricas de raíces reservantes para consumo animal	Ingresos en quetzales por hectárea derivados de raíces reservantes para consumo animal
T1	3.18	440	1399.20
T2	1.51	440	664.40
T3	2.12	440	932.80
T4	3.86	440	1698.40
T5	3.18	440	1399.20
T6	3.10	440	1364.00
T7	5.29	440	2327.60
T8	3.33	440	1465.20
T9	2.49	440	1095.60

### 7.6.6 Cálculo de los ingresos totales

El cálculo de los ingresos totales que aparece en el cuadro 13 y se hizo con base en los cuadros 9, 10, 11 y 12.

**Cuadro 13.** Ingresos totales para los tratamientos evaluados

Tratamientos	Ingresos derivados del forraje	Ingresos derivados de las raíces reservantes de primera	Ingresos derivados de raíces reservantes de segunda	Ingresos derivados de las raíces reservantes para consumo animal	Ingresos totales
T1	4994.00	86550.00	21175.00	1399.20	114118.20
T2	6001.60	91850.00	15085.00	664.40	113601.00
T3	5297.60	67300.00	18270.00	932.80	91800.40
T4	7150.00	98300.00	24325.00	1698.40	131473.40
T5	8192.80	107750.00	18515.00	1399.20	135857.00
T6	7678.00	63900.00	16415.00	1364.00	89357.00
T7	10450.00	117700.00	24360.00	2327.60	154837.60
T8	12821.60	98250.00	21945.00	1465.20	134481.80
T9	14313.20	76750.00	17990.00	1095.60	110148.80

### 7.6.7 Cálculo de los beneficios netos

Para calcular los beneficios netos para cada uno de los tratamientos evaluados, se restó a los ingresos totales que aparecen en el cuadro 13, los costos totales que aparecen en el cuadro 8.

El cuadro 14 muestra los beneficios netos para cada uno de los tratamientos evaluados.

**Cuadro 14.** Beneficios netos en quetzales de los tratamientos evaluados

Tratamientos	Ingresos totales en quetzales	Costos totales en quetzales	Beneficios netos en quetzales
T1	114118.20	4000.00	110118.20
T2	113601.00	6000.00	107601.00
T3	91800.40	8000.00	83800.40
T4	131473.40	3000.00	128473.40
T5	135857.00	4500.00	131357.00
T6	89357.00	6000.0	83357.00
T7	154837.60	2000.00	152837.60
T8	134481.80	3000.00	131481.80
T9	110148.80	4000.00	106148.80

#### **7.6.8 Análisis de dominancia**

Para realizar este análisis se deben organizar los datos de costos que varían con su respectivo ingreso neto de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor. Luego determinar si los tratamientos son dominados o no, tal y como se muestra en el cuadro 15.

**Cuadro 15.** Análisis de dominancia de los tratamientos empleados para la producción de camote.

Tratamientos	Costos que varían en quetzales por hectárea	Beneficio neto en quetzales por hectárea	Conclusión
T7	2000.00	152837.60	No dominado
T4	3000.00	128473.40	Dominado
T8	3000.00	131481.80	Dominado
T9	4000.00	106148.80	Dominado
T1	4000.00	110118.20	Dominado
T5	4500.00	131357.00	Dominado
T6	6000.00	83357.00	Dominado
T2	6000.00	107601.00	Dominado
T3	8000.00	83800.40	Dominado

### 7.6.9 Tasa Retorno Marginal (TRM)

El tratamiento más rentable del estudio fue donde se podó cada 60 días y se utilizó un ancho de banda de poda de 40 cm., es decir mediante el uso del tratamiento T7. No es necesario calcular la Tasa de Retorno Marginal, puesto que este es el único tratamiento que no fue dominado.

## VIII. CONCLUSIONES

- El ancho de banda de poda que mejores resultados aporta en cuanto a la producción de raíces reservantes es la de 40 cm. con un rendimiento de 30.95 tm/ha. La frecuencia de poda que mejores resultados aporta en cuanto a la producción de raíces reservantes es la de cada 60 días con un rendimiento de 29.36 tm/ha.
- El mejor tratamiento desde el punto de vista de la producción de raíces reservantes consiste en podar cada 60 días y usar un ancho de banda de poda de 40 cm. Esto permite alcanzar un rendimiento total de raíces reservantes de 35.84 tm/ha. El mayor porcentaje de raíces reservantes de primera calidad (66%) se obtuvo mediante este tratamiento, el cual solo produjo un 19% de raíces reservantes de segunda calidad y un 15% de no comerciales. El resto de tratamientos presentó menor porcentaje de raíces reservantes de primera calidad y mayor porcentaje de raíces reservantes no comerciales. El rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad se mantuvo casi constante en todos los tratamientos.
- El mejor tratamiento desde el punto de vista de la producción de biomasa como producto de la poda, consiste en podar cada 60 días con un ancho de banda de poda de 80 cm. con un rendimiento de 32.53 tm/ha.
- El tratamiento que mejores beneficios económicos produce consiste en el uso de una frecuencia de poda de cada 60 días y un ancho de banda de poda de 40 cm.

## IX. RECOMENDACIONES

- Para mejores producciones de forraje, se recomienda podar cada 60 días y usar un ancho de banda de poda de 80 cm.
- Para mejores producciones de raíces reservantes de camote, se recomienda podar cada 60 días y usar un ancho de banda de poda de 40 cm.
- Para alcanzar mejores beneficios económicos, se recomienda podar cada 60 días y usar un ancho de banda de poda de 40 cm.
- Para mejorar el cúmulo de investigaciones científicas para el incremento de la producción y la productividad agrícola, se recomienda hacer extensivo el estudio del uso de la poda a otros cultivos de la misma familia.
- Desarrollar una investigación científica en la cual se compare el desarrollo nutricional de animales que se alimentan a partir de camote versus otros forrajes que se produzcan y comercialicen.
- Evaluar niveles de fertilización en el cultivo de camote

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Backer, J. Utilización integral del camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en la producción de carne. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 72 p.
- Cordón L. (2015). Evaluación del potencial de rendimiento de seis variedades biofortificadas de camote *Ipomoea batata* L. Lam, en el municipio de zacapa, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, CUNORI, 36 p.
- Cusumano, C. & Zamudia, N. (2013). Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tecumàn, Argentina. INTA. Tucumàn. Argentina.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- ENCOVI (2015). Encuesta nacional de condiciones de vida (en línea). Guatemala. Consultado 15 Abr. 2016. Disponible en: [www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/.../vjNVdb4IZswOj0ZtuivPlcaAXet8LZqZ](http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/.../vjNVdb4IZswOj0ZtuivPlcaAXet8LZqZ)
- Folquer, F. (1978). La batata (camote): estudio de la planta y su producción comercial (Vol. 13). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Huamán, Z. 1992. Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. Boletín de Información Técnica 25, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 22 p. Lardizábal, R. (2003). Manual de producción de camote. Fintrac CDA. Honduras. 25p.
- Maffioli A. (1986). Efecto de poda sobre el crecimiento y rendimiento de raíces y forrajes en camote (*Ipomoea batatas* (L.) LAM). Tesis Magister Scientiae, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 77 p.

Perú Ecológico (2012). Camote (*Ipomoea batatas*) (en línea). Perú. Consultado 17 May. 2016. Disponible en: [http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_camote\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_camote_1.htm)

Programa PYMERURAL. Manual de manejo del cultivo de camote. Tegucigalpa, Honduras. 2013. 30 páginas ([www.pymerural.org/camote](http://www.pymerural.org/camote)).

Roquel M. (2008). Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (*ipomoea batata*). Tesis Ing. Química. Guatemala, USAC, 66 p.

Sarceño A. (2015). Adaptabilidad de cultivares de camote (*ipomoea batatas*) en Moyuta, Jutiapa, Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL, 52 p.

SIGLO.21 (2016). ONU “Desnutrición crónica en Guatemala es la cara visible de la pobreza”. (En línea). Consultado 09 mar. 2016. Disponible en <http://www.s21.com.gt/etiquetas/desnutricion>).

Sistema Integrado de Información Taxonómica –SIIT- (2016). Jerarquía taxonómica serie No. 30764 (en línea). Consultado 20 feb. 2016. Disponible en [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=30764/](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30764/).

## ANEXO



**Figura 16.** Poda de follaje de camote



**Figura 17.** Ensayo establecido



**Figura 18.** Cosecha de raíces reservantes de camote



**Figura 19.** Recolección de follaje de camote después de la poda



**Figura 20.** Parcela neta cosechada



**Figura 21.** Raíces reservantes de camote cosechado

**Cuadro 16.** Rendimiento total de raíces reservantes en tm/ha. en función de los tratamientos

Tratamientos	Rendimiento en tm/ha
T1	26.54
T2	24.19
T3	20.80
T4	30.47
T5	30.02
T6	20.56
T7	35.84
T8	29.26
T9	22.98

**Cuadro 17.** Rendimiento de raíces reservantes de primera calidad en tm/ha. en función de los tratamientos

Tratamientos	Rendimiento en tm/ha
T1	17.31
T2	18.37
T3	13.46
T4	19.66
T5	21.55
T6	12.78
T7	23.59
T8	19.65
T9	15.35

**Cuadro 18.** Rendimiento de raíces reservantes de segunda calidad en tm/ha. en función de los tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento en tm/ha
T1	6.05
T2	4.31
T3	5.22
T4	6.95
T5	5.29
T6	4.69
T7	6.96
T8	6.27
T9	5.14

**Cuadro 19.** Rendimiento de raíces reservantes para consumo animal en tm/ha. en función de los tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento en tm/ha
T1	3.18
T2	1.51
T3	2.12
T4	3.86
T5	3.18
T6	3.10
T7	5.29
T8	3.33
T9	2.49

**Cuadro 20.** Rendimiento de forraje en tm/ha en función de los tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento en tm/ha.
T1	11.35
T2	13.64
T3	12.04
T4	16.25
T5	18.62
T6	17.45
T7	23.75
T8	29.14
T9	32.53