

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**Efecto de la fertilización nitrogenada en la aclimatación de tres cultivares de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L, cv. SVPE 14-01,14-02,14-03 (Amaranthaceae), sembrados en trasplante tardío a más de 4,000 msnm, sierra del distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión, región La Libertad - Perú**

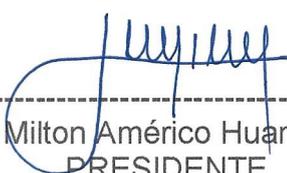
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**DOMINGO MAXIMILIANO GOMES**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2018**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

  
-----  
Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños  
PRESIDENTE

  
-----  
Ing. M.Sc. José Luis Holguín Del Río  
SECRETARIO

  
-----  
Ing. César Guillermo Morales Skrabonja  
VOCAL

  
-----  
Ing. M.Sc. Sergio Valdivia Vega  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico a Dios por guiarme y cuidarme todos los días de mi vida, por un buen camino, darme fuerzas y buena voluntad para seguir adelante a pesar de la adversidad.

A mi esposa Anita por su buena comprensión y apoyo tanto moral como económico en todo momento y durante el tiempo de mis estudios.

Para mis padres Gerardo Maximiliano y Paula Gomes. Quienes con su amor me inculcaron valores pero sobre todo ser una persona humilde y respetuosa.

A mis amigos y maestros quienes creyeron en mí y me brindaron sus buenos consejos y enseñanza durante mi formación como persona y profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. M.Sc. Sergio Valdivia Vega por aceptar ser mi asesor y poder desarrollar de manera satisfactoria la presente tesis. Gracias por despertar en mí esa motivación a la investigación y sabios consejos.

Al Sr Sesillo Pérez por brindarme su terreno para poder instalar y desarrollar el presente trabajo de investigación

Al Dr. Jorge Pinna Cabrejos por aceptar ser mi co-asesor y brindarme su apoyo incondicional para la instalación y desarrollo de la presente tesis.

Agradezco a mis padres por el gran esfuerzo que realizaron para poder tener la oportunidad de estudiar y terminar mi carrera. A mis hermanos y toda mi familia por estar siempre dispuesta a apoyarme e impulsarme a terminar mis estudios. Al Ing. Abel Navarro Madrid, por su comprensión y apoyo moral que me brindo en todo momento de mis estudios.

A todos los docentes que con mucho esfuerzo y dedicación me impartieron todos sus conocimientos en cada clase impartida y por su amistad brindada.

A la Ing. Candace Rojas Ruiz, Ing Roxana Vásquez García quienes de buena voluntad me brindaron información bibliográfica.

**MUCHAS GRACIAS**

## ÍNDICE GENERAL

Carátula .....	i
Aprobación por el jurado de tesis .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice general .....	v
Índice de cuadros .....	ix
Índice de figuras .....	xiv
Resumen .....	xvii
Abstract .....	xviii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	6
2.1. Sobre el cultivo .....	6
2.1.1. Caracterización general .....	6
2.1.2. Origen e historia .....	8
2.1.3. Descripción botánica.....	9
2.1.4. Taxonomía .....	10
2.1.5. Morfología .....	10
2.1.6. Agroecología del cultivo .....	11
2.1.7. Características del piso ecológico pradera muy húmeda .....	12
2.1.8. Crecimiento y desarrollo.....	13
2.2. Manejo agronómico .....	15
2.2.1. Requerimientos de suelo.....	15
2.2.2. Rendimientos.....	16
2.2.3. Densidad de plantas por hectárea.....	17

2.2.4. Estadios .....	18
2.2.5. Plagas y enfermedades .....	19
2.2.6. Fertilización .....	20
2.3. Nitrógeno .....	21
2.3.1. Fertilización nitrogenada.....	22
2.4. Requerimiento hídrico.....	23
2.5. Control de malezas.....	24
2.6. Aprovechamiento de remolacha .....	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1. Ubicación del experimento .....	26
3.1.1. Lugar de Ejecución .....	26
3.1.2. Historial del terreno.....	27
3.1.3. Insumos .....	28
3.2. Materiales.....	29
3.2.1. Material de escritorio. ....	29
3.2.2. Material de campo .....	29
3.2.3. Material fotográfico .....	29
3.3. Metodología.....	30
3.3.1 Diseño experimental.....	30
3.3.2. Análisis de suelo.....	32
3.3.3. Parámetros de evaluación .....	33
3.3.4. Análisis de datos.....	34
3.3.5. Diseño estadístico .....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Descripción de los cultivares de remolacha azucarera utilizados en el experimento. ....	36
4.2. Resultados del cultivar svpe14-02. (SECCIÓN: A).....	41
4.2.1. Porcentaje de prendimiento de las plantas de “remolacha azucarera”, cultivar SVPE14-02 .....	41

4.2.2. Número de plantas de “remolacha azucarera” que tuvieron tres a más hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-02.....	44
4.2.3. Número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa por parcela; cultivar SVPE14-02.....	47
4.2.4. Número de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-02. ....	51
4.2.5. Relación entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-02.....	55
4.3. Resultados del cultivar SVPE14-01 (SECCIÓN: B).....	56
4.3.1. Porcentaje de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-01 .....	56
4.3.2. Número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas por parcela. Cultivar SVPE14-01.....	59
4.3.3. Número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa por parcela; cultivar SVPE14-01.....	63
4.3.4. Número de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-01. ....	66
4.3.5. Relación entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-01.....	70

4.4.	Resultados del cultivar SVPE14-03 (SECCIÓN: C).....	71
4.4.1.	Porcentaje de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-03 .....	71
4.4.2.	Número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-03.....	74
4.4.3.	Número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa por parcela; cultivar SVPE14-03.....	78
4.4.4.	Número de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-03. ....	82
4.4.5.	Relación entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-03.....	85
V.	CONCLUSIONES .....	87
VI.	RECOMENDACIONES .....	90
VII.	BIBLIOGRAFÍA .....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis de fertilidad del suelo. ....	32
Cuadro 2.	Análisis textural. ....	33
Cuadro 3.	Croquis del campo experimental .....	35
Cuadro 4.	Ordenamiento de resultados del prendimiento de “remolacha azucarera” en % de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02 .....	41
Cuadro 5.	Análisis de varianza del cuadro anterior del prendimiento de “remolacha azucarera” en % de plantas por parcela en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-02.....	42
Cuadro 6.	Prueba de Duncan para el porcentaje de prendimiento de plantas por parcela, cultivar SVPE14-02. ....	43
Cuadro 7.	Ordenamiento de los resultados de “remolacha azucarera” que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02....	44
Cuadro 8.	Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de “remolacha azucarera” que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos; cultivar SVPE14-02.....	45
Cuadro 9.	Prueba Duncan para el número de plantas que tuvieron más de tres hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-02 .....	46
Cuadro 10.	Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02.....	48

Cuadro 11. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-02.....	49
Cuadro 12. Prueba Duncan para el número de plantas que tuvieron raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-02.....	50
Cuadro 13. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02.....	52
Cuadro 14. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaban al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques.cv SVPE14-02.....	53
Cuadro 15. Prueba Duncan para el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-02.....	54
Cuadro 16. Ordenamiento de resultados del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01 .....	56
Cuadro 17. Análisis de varianza del cuadro anterior del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela, cultivar SVPE14-01.....	57
Cuadro 18. Prueba de Duncan para el % de prendimiento de plantas por Parcela, cultivar SVPE14-01. ....	58
Cuadro 19. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.....	60

Cuadro 20. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.....	61
Cuadro 21. Prueba de Duncan para el número de plantas con más de tres hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-01. ....	61
Cuadro 22. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01. ....	63
Cuadro 23. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-01.....	64
Cuadro 24. Prueba de Duncan para el número de plantas con raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-01.....	65
Cuadro 25. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.....	67
Cuadro 26. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaban al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cv. SVPE14-01.....	68
Cuadro 27. Prueba de Duncan para el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-01.....	69
Cuadro 28. Ordenamiento de resultados del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03.....	71

Cuadro 29. Análisis de varianza del cuadro anterior del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela, cultivar SVPE14-03.....	72
Cuadro 30. Prueba de Duncan para el porcentaje de prendimiento de plantas por parcela, cultivar SVPE14-03. ....	73
Cuadro 31. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03. ....	75
Cuadro 32. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos; cultivar SVPE14-03.....	76
Cuadro 33. Prueba de Duncan para el número de plantas con más de tres hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-03. ....	77
Cuadro 34. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03. ....	79
Cuadro 35. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-03.....	80
Cuadro 36. Prueba de Duncan para el número de plantas con raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-03.....	81
Cuadro 37. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03.....	82

Cuadro 38. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaban al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-03.....	83
Cuadro 39. Prueba de Duncan para el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-03.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Superficies no cultivadas, piso ecológico Bosque muy Húmedo Montano subtropical.....	5
Figura 2.	Reconocimiento y elección de campo experimental, 24 de agosto del 2014.....	26
Figura 3.	Preparación de campo experimental .....	27
Figura 4.	Zona de pastoreo de ganado.....	27
Figura 5.	Aplicación carbonato de calcio al suelo, 13 de diciembre del 2014.....	31
Figura 6.	Mescla del carbonato de calcio con el suelo a 30 cm de profundidad, el día 13 de diciembre del 2014.....	31
Figura 7.	Trasplante de remolacha azucarera, el día 13 de diciembre del 2014.....	32
Figura 8.	Plantas de <i>Puya fastuosa</i> , <i>Stipa ichu</i> y escasa presencia de arbustos.....	37
Figura 9.	Instalación del experimento en la Zona Ecológica Pradera Muy Húmeda, el 13 de diciembre del 2014. ....	37
Figura 10.	<i>Rumex acetosella</i> , conocida como “Ancelguilla”, 28 de junio del 2015.....	40
Figura 11.	<i>Cyperus sp.</i> 28 de junio del 2015 .....	40
Figura 12.	Promedio del prendimiento de plantas de remolacha azucarera en % por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.....	43
Figura 13.	Promedio de plantas de remolacha azucarera con más de tres hojas verdaderas por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.....	46

Figura 14.	Planta con raíz tuberosa, 29 de junio del 2015.....	47
Figura 15.	Planta con raíz tuberosa, 9 de setiembre del 2015. ....	48
Figura 16.	Promedio de plantas de remolacha azucarera con raíz tuberosa por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02. ....	50
Figura 17.	Plantas que no salieron del cono del sustrato que presentaron al momento del trasplante. ....	51
Figura 18.	Promedio de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.....	54
Figura 19.	Efecto de la dosis nitrogenada en el porcentaje de prendimiento de remolacha azucarera con relación a los tratamientos.....	55
Figura 20.	Prendimiento promedio de remolacha azucarera en porcentaje de plantas por parcela, cultivar SVPE14-01 .....	58
Figura 21.	Promedio de plantas de remolacha azucarera con más de tres hojas verdaderas por parcela; cultivar SVPE14-01. ....	62
Figura 22.	Promedio de plantas de remolacha azucarera con raíz tuberosa por efecto de dosis nitrogenada; cultivar SVPE14-01.....	65
Figura 23.	Promedio de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-01.....	69
Figura 24.	Efecto de la dosis nitrogenada en el porcentaje de prendimiento de remolacha azucarera con relación a los tratamientos.....	70
Figura 25.	Promedio del prendimiento de plantas de remolacha azucarera en % por parcela; cultivar SVPE14-03.....	73
Figura 26.	Promedio de plantas de remolacha azucarera con más de tres hojas verdaderas por parcela; cultivar SVPE14-03. ....	77

Figura 27.	Promedio de plantas de remolacha azucarera con raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-03.....	81
Figura 28.	Promedio de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-03.....	84
Figura 29.	Efecto de la dosis nitrogenada en el porcentaje de prendimiento de remolacha azucarera con relación a los tratamiento.....	86

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector Salitre caserío Munmalca, distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión, región La Libertad, zona de piso ecológico Bosque Húmedo Montano Subtropical, a una altitud de 4,043 msnm, 8° 1' 22.813" Latitud Sur, 77° 5' 57.810" Longitud Oeste, durante los meses de diciembre del año 2014 a setiembre del año 2015. Se trabajó con tres cultivares monogermen de "remolacha azucarera". *Beta vulgaris* L cv. SVPE 14-01, SVPE 14-02 y SVPE 14-03.

El objetivo principal fue. Estudiar el efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 100, 200 y 300 kg.ha<sup>-1</sup>) en la aclimatación de tres cultivares de "remolacha azucarera" *Beta vulgaris* L (Amaranthaceae), sembrados en trasplante tardío a más de 4,000 msnm. Para lograr el objetivo, se instaló el experimento con una densidad de siembra de 200 mil plantas por hectárea. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (B.C.A), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Se hizo el análisis de varianza y la prueba Duncan al 0.05 de significación. Los resultados obtenidos de manera general indican que los tres cultivares de "remolacha azucarera" *Beta vulgaris* L.cv SVPE 14-01,14-02 y 14-03, se adaptan en la jalca del distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión, región la Libertad - Perú, tolerando a las condiciones medioambientales adversas que presenta la zona, en cuanto se refiere al prendimiento, el cv SVPE14-01 fue el que alcanzó el mayor promedio; con relación a los tratamientos el N<sub>2</sub> 100 kgNha<sup>-1</sup> registro un 100% de prendimiento. Durante la conducción del experimento se registró muy poca presencia de plagas y enfermedades, se realizaron 5 deshierbos de forma manual. Para la fertilización se utilizó Urea como fuente de nitrógeno y no se realizó ningún riego en época de estiaje o seco.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the Salitre caserío Munmalca sector, Sarín district, Sánchez Carrión province, La Libertad region, Humid Subtropical Humid Forest ecological floor zone, at an altitude of 4,043 meters above sea level, 8 ° 1'22,813" South Latitude, 77 ° 5'57.810" West Longitude, during the months of December of the year 2014 to September of the year 2015. We worked with three monogermen cultivars of "sugar beet". *Beta vulgaris* L cv. SVPE 14-01, SVPE 14-02 and SVPE 14-03.

The main objective was. Study the effect of four levels of nitrogen fertilization (0, 100, 200 and 300 kg.ha<sup>-1</sup>) in the acclimatization of three cultivars of "sugar beet" *Beta vulgaris* L (Amaranthaceae) planted in late transplant at more than 4,000 meters above sea level .To achieve the objective, the experiment was installed with a planting density of 200 thousand plants per hectare.The design of Completely Random Blocks (B.C.A) was used, with four treatments and four repetitions. The analysis of variance was made and the Duncan test at 0.05 of significance.The results obtained in a general way indicate that the three cultivars of "sugar beet" *Beta vulgaris* L.cv SVPE 14-01,14-02 and 14-03, are adapted in the jalca of Sarín district, Sánchez Carrión province, La Libertad region - Peru, tolerating the adverse environmental conditions that the area presents, as regards the seizure, the SVPE14-01 was the one that reached the highest average; in relation to the treatments the N2 100 kgNha<sup>-1</sup> record a 100% of capture. During the conduction of the experiment, very little presence of pests and diseases was recorded, five weeding was performed manually. Urea was used as a nitrogen source for fertilization and no irrigation was carried out during the dry or dry season.

## I. INTRODUCCIÓN

La “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *Altissima* Döll, es originaria del mediterráneo. Es una planta halófila de la familia Amaranthaceae, cuya importancia agronómica se confina al órgano radical, debido a que en éste se encuentran altas concentraciones de sacarosa (Milford, 2006). Además, la fibra, hojas y corona de remolacha azucarera se pueden utilizar como forraje. Así, en Dinamarca se ha calculado que cada hectárea sembrada con remolacha, proporciona en forma de sub productos, una cantidad de forraje suficiente para producir 800 L de leche con 4% de materia grasa (Maribo, 1977, Reynoso y otros, 2001).

Tiene una gran importancia tanto económica como social a escala mundial. Durante la campaña azucarera 2004/2005 la producción mundial de azúcar de remolacha ha sido de unos 34,6 millones de toneladas, lo que supone el 25 % de la producción de azúcar mundial, estimada en unos 140 millones de toneladas. El cultivo de la “remolacha azucarera” está distribuido en 47 países, siendo la Unión Europea (Francia) dentro de los 25 el primer productor mundial de azúcar de remolacha, con 19,7 millones de toneladas producidas sobre unas 1.700.000 hectáreas (Licht, 2004).

El cultivo de “remolacha azucarera” tiene importancia económica por la producción de azúcar blanco y etanol a partir de sus raíces (Bell y otros, 1996; Milford, 2006; Rosillo-Calle y Walter, 2006).

Pinna y Valdivia (2000) hacen mención a dos características bien conocidas de la “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. su tolerancia a la salinidad (Valdivia y otros, 2001) y su notable resistencia a las heladas (Quintanilla, 1992; FAO, 2010).

En México la remolacha azucarera es una especie agrícola que no compite con la alimentación humana y tiene la ventaja de ser adaptada a zonas marginales y alto potencial de rendimiento en invierno (Alvarado y otros, 2011).

Esta planta no solo es fuente de producción de azúcar, también se perfila como uno de los cultivos más rentables para la extracción de etanol (Rativa, en Valdivia y otros, 2010; IICA y ARPEL, 2009) y la sacarosa extraída puede ser usada en la industria sucroquímica (Rodríguez y otros, 2012).

En el Perú del total de la superficie del territorio nacional (128 521 560 ha) el 30.1% está dedicado al desarrollo de la actividad agropecuaria (38 742 464.7 ha), la región natural de la sierra posee el 57.5% de la superficie agropecuaria total, es decir que de cada 100 ha, 57 están ubicadas en la Sierra; de las 22 269 271 ha de superficie agropecuaria serrana, el 15% es superficie agrícola productiva, los pastos naturales representan el 70% y los montes y bosques el 7%. La mayoría de los pastos naturales se encuentra entre los 3500-4800 msnm, así como el mayor porcentaje de ganado (INEI y MINAGRI, 2012).

La sierra del Perú se encuentra fuertemente influenciada por la presencia de la cordillera de los andes, factor que determina un clima variado de

características locales definidas; debido al relieve tan irregular que presenta y por la posición misma de la cadena de montañas genera condiciones térmicas dependientes de la latitud y la elevación. Las heladas meteorológicas suelen registrarse en general, en las partes altas de la región andina y principalmente en la estación seca del invierno; aunque también se presentan en las estaciones del verano y la primavera, siendo éstas las más dañinas para la agricultura por encontrarse la mayoría de los cultivos dentro de su etapa vegetativa o productiva, ocasionando pérdidas importantes en la producción agrícola. El potencial más grande al daño por helada aumenta en tanto más cerca se esté de los polos; pero también en zonas tropicales y subtropicales, el daño por heladas ocurre a altas elevaciones sobre el nivel del mar (SENAMHI y FAO, 2010).

La “remolacha azucarera” así como se podría sembrar de manera industrial en la costa peruana se podría sembrar inclusive en la sierra alta, ya que por su resistencia a las heladas podría desarrollarse en alturas donde no se obtiene cosecha alguna (Pinna y Valdivia, 2000).

Paz (2015) demostró que la “remolacha azucarera” se adapta a la zona alto andina del Perú, piso ecológico Bosque húmedo montano subtropical, de condiciones comparativas en límite a las presentes en la jalca, (Pradera muy húmeda montano), piso ecológico que solo se desarrolla *Stipa ichu* “ichu” o pasto de jalca.

Teniendo en cuenta las referencias antes mencionadas, justifica el estudio de la presente investigación, en el caserío Munmalca, distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión.

El problema planteado fue:

En la sierra liberteña, considerando la zona ecológica jalca que se ubica entre 3,800 y 4,200 msnm; limitada para la agricultura, existen alrededor de 30,000 ha y en todo el Perú alrededor de 1, 000,000 ha, donde hasta el momento no se desarrolla ningún cultivo de importancia económica y que tolere el clima adverso que presenta esta zona, el cultivo de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L, se puede desarrollar en este piso ecológico.

Los objetivos fueron:

Estudiar el efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada (0, 100, 200 y 300 kg.ha<sup>-1</sup>) en la aclimatación de tres cultivares de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. cv. SVPE 14-01,14-02,14-03 (Amaranthaceae), sembrados en trasplante tardío a más de 4,000 msnm, sierra del distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión, región La Libertad – Perú

Determinar el porcentaje de prendimiento de plántulas de los cultivares de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. cv SVPE 14-01, SVPE 14-02 y SVPE 14-03 (Amaranthaceae) en la jalca.

Determinar entre los tres cultivares de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. cv SVPE 14-01, SVPE 14-02 y SVPE 14-03 (Amaranthaceae), el de mejor aclimatación, adaptabilidad y desarrollo en la jalca.



Figura 1. Superficies no cultivadas, piso ecológico Bosque muy húmedo montano subtropical.

Fuente: Original del autor.

En la Figura 1, se observa las superficies no cultivadas que se encuentran ubicadas en la zona alto-andina de la región la Libertad.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. Sobre el cultivo

#### 2.1.1. Caracterización general

La forma cultivada actual proviene de la subespecie vulgaris, que se deriva, por selección humana, de la forma ancestral maritima (Lasa y Romagosa, 1992). Para la obtención de azúcar el cultivo es anual. Posee un sistema radicular profundo, hasta 1-2 m, que le permite extraer agua de los estratos inferiores del suelo. Una variedad es considerada de remolacha azucarera si su contenido en materia seca es superior al 20% y la raíz es de color blanco (Højland y Pedersen, 1994). Presenta flores diminutas e inconspicuas, en inflorescencias en cimas o en panoja de cimas; la polinización es fundamentalmente anemófila; los pétalos y sépalos son muy similares, con ovario semi-ínfero formado por tres carpelos y una sola cavidad con un óvalo basal; el fruto es un aquenio (Humphries, 1985). Aunque posee flores hermafroditas, su polinización es cruzada, ya que los órganos femeninos y masculinos maduran en épocas diferentes; debido a la soldadura de los cálices de las flores, las semillas se unen en grupos de 2-3 formando un glomérulo (Guerrero, 1999) que da origen a una semilla multigermen. Este hecho dificulta la selección genética y trae como consecuencia que no existan cultivares de remolacha claramente definidos, con poblaciones homogéneas. La semilla monogermen está formada por aquellas variedades que no forman glomérulos sino frutos aislados. Todas las especies tanto silvestres como cultivadas del género Beta son susceptibles de hibridación, por lo que las

especies de remolacha silvestres representan un reserva genética valiosa y son frecuentemente usadas en programas de mejora genética (OECD, 2001). En la planta de “remolacha” se pueden distinguir tres períodos de crecimiento. 1) Período juvenil, durante el cual la raíz va profundizando en el perfil del suelo y aún no comienza a almacenar sustancias de reserva. 2) Período adolescente, en que la raíz acumula reservas (sacarosa en las vacuolas celulares) y es al final de este período cuando se cosecha para su aprovechamiento industrial en la obtención de azúcar. 3) El tercer y último período es el reproductivo, que se produce durante el segundo año en condiciones normales y es cuando se produce la floración y formación de semillas y frutos.

La “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L, es una planta bianual, anual en el Perú, que produce una gran raíz reservante como parte de la raíz primaria, y que contiene de 14 a 20 % de sacarosa en base a materia fresca. Cuando se cultiva para la producción de azúcar, se cosecha en la primera estación, mientras que si es para floración y producción de semillas, el cultivo se prolonga hasta el segundo año. La primera estación del cultivo sembrado en otoño va desde el otoño hasta inicios del verano del año siguiente, y para el cultivo sembrado en primavera, de primavera hasta el otoño de ese mismo año (Pasquale y otros, 2012).

La “remolacha azucarera” usualmente se cultiva en rotaciones de 3-5 años (por ej., trigo- “remolacha azucarera” - cebada - guisantes o arvejas) con cereales (Europa, Federación de Rusia y Ucrania), maíz (sur de Europa, América), frijoles/judías y soya/soja (Estados Unidos, China). Los rendimientos óptimos de la “remolacha” se obtienen después del trigo o la cebada, mientras que la disponibilidad excesiva de nitrógeno que se presenta después del maíz o la soya/soja reduce la producción de azúcar. Se requiere

como mínimo una rotación de 3 años para minimizar las enfermedades de la raíz, mancha foliar del hongo *Cercospora* y el arrastre de herbicidas (Pasquale y otros, 2012).

El presente proyecto de investigación se realizó usando los cultivares SVPE14-01 SVPE14-02, SVPE14-03, los cuales son una planta bianual que durante el primer año desarrolla una gruesa raíz napiforme y una roseta de hojas. Durante el segundo, emite una inflorescencia ramificada en panícula espigada, pudiendo alcanzar ésta hasta un metro de altura, toleran condiciones de irrigación abundante, calor y a los nematodos.

### **2.1.2. Origen e historia**

El origen de la “remolacha azucarera” es uno de los ejemplos más importantes de los logros de la mejora vegetal premendeliana. De hecho, es uno de los pocos cultivos de los que existen registros históricos prácticamente muy recientes (Lasa y Romagosa, 1992).

En 1747, Margraff, farmacéutico alemán, consiguió extraer un 1,6 por ciento de azúcar a partir de remolachas blancas y rojas y demostró que los cristales obtenidos del jugo de la remolacha eran de la misma naturaleza que los que provenían del jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Winner, 1993).

Hay fuentes literarias del Siglo I AC provenientes de Palestina, Atenas y Roma, que refieren el cultivo de variedades de remolacha roja (“de mesa”) y blanca (“forrajera”) para alimentación humana y animal, respectivamente (Zohary y Hopf, 1994).

La primera referencia histórica sobre la remolacha proviene de Babilonia en el siglo VIII AC., y la primera descripción proviene de Aristóteles (350 años AC.) aunque hay referencias del Antiguo Egipto, donde usaban las momias quemadas para conseguir un fino carbón, que, molido, se utilizaba para refinar y blanquear azúcar (Tiradritti, 2006).

En 1801, se construyó la primera fábrica de azúcar en Cunern, Baja Silesia. (FAO, PFAF, CENIAP, López Bellido, 2003 en IICA y ARPEL, 2009).

### **2.1.3. Descripción botánica**

La “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. Es una planta de ciclo bianual perteneciente a la familia Amaranthaceae, que produce una raíz pivotante y engrosada durante el primer año que constituye sus reservas, y florece normalmente durante el segundo año, haciéndose la raíz fibrosa. Cuando florece durante el primer año se produce lo que se denomina “espigado” de la remolacha, de carácter constitutivo (Boudry y otros, 1994).

Dentro de la especie botánica de la *Beta vulgaris* L. existen tres subespecies de importancia, que son la *Beta Vulgaris saccharifera* o “remolacha azucarera”, *Beta vulgaris esculenta* o “remolacha forrajera”, y la *Beta vulgaris hortensis* o “remolacha de mesa” o ensalada. La “remolacha” para el consumo de su raíz carnosa se cultiva como anual. En su primer ciclo de crecimiento la planta acumula sustancia de reserva en la raíz, mientras en su segundo ciclo de crecimiento produce un tallo floral y los órganos reproductivos. (FAO, PFAF, CENIAP, López Bellido en IICA y ARPEL, 2009).

#### 2.1.4. Taxonomía

Según [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).2017, la clasificación taxonómica de la “remolacha azucarera” es:

Reino: Plantae

Clase: Equisetopsida C.Agardh

Subclase: Magnoliidae Novak ex Takht

Super orden: Caryophyllanae. Takht

Orden: Caryophyllales Juss.ex Berct & J. Presl

Familia: Amaranthaceae

Género: Beta L

Especie: Beta vulgaris L.

#### 2.1.5. Morfología

La “remolacha” es una hortaliza bianual, y anual en el Perú, que en su medio original y donde se cultiva industrialmente, en un primer ciclo forma raíz redonda y pivotante en la que se almacenan las reservas energéticas (sacarosa), y pasado el invierno, en un segundo ciclo produce el primordio floral y las semillas correspondientes (Pinna y Valdivia, 2000). Esta hortaliza ramifica un par de cotiledones de los que posteriormente se desarrollan hojas verdaderas de forma ovalada a coniforme (a veces con bordes sinuosos) de color verde oscuro o rojizo pardo, alternas, algo carnosas

y grandes (hasta 20cm de largo).Este conjunto de hojas forman en la parte superior de la raíz una roseta. Sus flores se encuentran agrupadas en espiga, son hermafroditas, pero a pesar de ello la fecundación es generalmente cruzada porque sus órganos femeninos y masculinos maduran en épocas diferentes. Lo que se conoce como semilla es en realidad un glómulo, en general en número de 2 a 4, recubiertos de una envoltura leñosa poco permeable al agua (Guerrero en Alvarado y otros. 2011).

### **2.1.6. Agroecología del cultivo**

El cultivo de “remolacha azucarera” requiere de climas templados y húmedos, con una gran intensidad de luz para que le permita realizar la fotosíntesis y por consecuente la elaboración de azúcares. Requiere de suelos francos que no presenten resistencia al crecimiento de la raíz, permitiéndole retener humedad, sin formar costra en la capa arable y con una buena aireación. Suelos arcillosos, arenosos y calizos no son recomendables para cultivar “remolacha azucarera”. El cultivo requiere de 700 L/ m<sup>2</sup>, de agua ya que genera una gran cantidad de área foliar la cual permite una gran transpiración y pérdida de agua que se debe reponer previamente del suelo. El cultivo de “remolacha azucarera” es tolerante a la salinidad, pero durante sus primeras etapas de crecimiento (germinación y hasta la formación de corona) le afecta drásticamente, causándole la muerte; para contrarrestar el problema se sugiere dar riegos pesados para bajar los niveles de salinidad. Los suelo con conductividad eléctrica de 19.32 dSm<sup>-1</sup> y pH de 6.5 a 8, genera buenos rendimientos de remolacha azucarera (Valdivia y otros, 2010).

La temperatura es un factor importante para el establecimiento del cultivo, ya que requiere de temperaturas que oscilan entre los 22 y 25 °C y

se desarrolla satisfactoriamente en altitudes de 500 msnm (Guerrero, 1999). La temperatura mínima que el cultivo de “remolacha” soporta en la etapa de germinación se encuentra entre los 4 y 6 °C, mientras que para desarrollo de follaje la temperatura que puede llegar a soportar son de 32 a 33 °C y en el desarrollo de la raíz tuberosa la temperatura máxima que soporta oscila entre los 39 y 40 °C (Valencia y otros, 2009).

La duración del período de este cultivo varía según las variables climáticas, aunque la variación está también sometida a numerosas interacciones con las condiciones agroecológicas del cultivo, la duración media del periodo del cultivo de siembra otoñal (en España), fluctúa entre 213-217 días (en el sur, clima cálido). Esta duración en la “remolacha” de siembra primaveral es más corta, entre 174 y 200 días (en el norte, clima templado). Las unidades térmicas o suma de los grados-días de crecimiento es función de las temperaturas medias diarias en el curso del periodo vegetativo. Desde el punto de vista geográfico, las unidades térmicas disminuyen cuando la latitud y la altitud aumentan, y para la siembra otoñal disminuyen igualmente sobre el nivel del mar, lo que parece estar asociada a una altitud más elevada (López, 2002).

### **2.1.7. Características del piso ecológico pradera muy húmeda**

Esta formación andina se extiende desde la frontera con Bolivia hasta unos pocos kilómetros al norte de Cajamarca. En el sur y en el centro hasta más o menos 8° de latitud, los Andes son bien elevados; pero al norte de esta latitud, los Andes reducen sus elevaciones superiores y el piso montano reemplaza al alpino y subalpino para extenderse sobre casi toda la

planicie más alta. Así, en el norte, donde el clima es relativamente más húmedo y el terreno más expuesto a los vientos y nubosidades (por ocupar la formación andina en mención los altiplanos mismos), el límite inferior puede ser tan bajo como 2800 msnm, mientras que en los abrigados valles del centro y del sur donde llueve un poco menos en promedio, este límite inferior sube a veces hasta 3350 msnm. Sus límites superiores están igualmente afectados por estos factores y su altura varía desde unos 3600 msnm en los lugares más húmedos y expuestos del norte, hasta casi 4200 msnm en los más secos y abrigados del centro y sur (Tosi, 1960).

### **2.1.8. Crecimiento y desarrollo**

Las semillas de “remolacha” son voluminosas y ligeras en masa; una semilla pesa únicamente alrededor de 10 mg. Las semillas se plantan de 1 a 2 cm de profundidad en un solo surco, pocas veces en un surco doble, con los surcos espaciados entre 0.40 y 0.76 m. Las semillas monogermen permiten la siembra de precisión con 160 000 semillas/ha, para obtener entre 60 000 y 150 000 plantas/ha en la cosecha. En algunas situaciones, se requiere el aclareo a mano o mecanizado para obtener la densidad de siembra óptima y un espaciamiento uniforme.

La siembra debe hacerse cuando la temperatura del suelo es superior a 4 °C y el riesgo de heladas es nulo. También depende del manejo de los cultivos y la programación de la cosecha. La siembra en el Norte de África y Oriente próximo va de septiembre a diciembre, dependiendo del inicio de las lluvias. Extender el tiempo de siembra de la “remolacha azucarera” en invierno y otoño ha sido un objetivo importante del cultivo en las últimas décadas, con el fin de reducir el requerimiento de agua. Esto se logra evitando

partes del verano, mientras se extiende el ciclo del cultivo y se aumenta así la productividad (Rinaldi y Vonella, 2005 en Pasquale y otros, 2012).

La temperatura mínima del suelo para la germinación puede ser tan baja como 4°C. Una vez establecida, la plántula entra en un período de brotamiento foliar con prácticamente ninguna extensión de la parte superior de la raíz primaria para almacenamiento. A las seis semanas, la planta tiene 8 - 10 hojas, pero la porción reservante de la raíz aún se está engrosando. A partir de esta etapa, el crecimiento de las hojas y la porción reservante de la raíz ocurre simultáneamente con la raíz que construyen una proporción cada vez mayor del peso seco total de la planta. La “remolacha azucarera” desarrolla una zona radicular efectiva de 1.20 m o más profunda. El cultivo puede desarrollar un sistema radicular principal profundo en suelos profundos. Como es el caso de otros cultivos, la mayor parte del agua se extrae normalmente de la mitad superior del suelo de la zona radicular cuando el perfil del suelo es relativamente húmedo, aunque se ha reportado extracción de agua a 3 metros de profundidad en remolachas azucareras con riego deficitario en suelos muy profundos y abiertos.

Dado que se cultiva para la producción de azúcar, la duración del ciclo influye en la concentración de sacarosa en la raíz. El período de tiempo del cultivo en el campo está limitado por la duración del ciclo bianual y por las restricciones de agua, luz y temperatura.

En general, un ciclo de cultivo prolongado durante el verano puede modificar la relación fuente-absorción entre hojas y raíz, y en

consecuencia, reducir el contenido de sacarosa de la raíz reservante que puede fluir hacia las hojas (Pasquale y otros, 2012).

## **2.2. Manejo agronómico**

### **2.2.1. Requerimientos de suelo**

La “remolacha azucarera” tiene una gran capacidad de adaptación a muy diversos tipos de suelo: se puede cultivar en suelos tanto muy arenosos como muy arcillosos, prefiere suelos francos, con buena estructura, que permitan el desarrollo de la raíz. No obstante, vegeta bien tanto en suelos arenosos como en suelos arcillosos (Bermejo, 2009).

También es importante la capacidad de absorción de los nutrientes, muy influenciada por la acidez del suelo. La “remolacha” es un cultivo que prefiere suelos ligeramente básicos, con pH entre 6,5 y 8,5. Cuando el resultado de pH del análisis de suelo se encuentra fuera de este rango, es necesario realizar una enmienda. Subir el pH se consigue encalando el terreno. Una de las formas de encalado es aplicando cal agrícola (AIMCRA, 2015a).

El cultivo se adapta a una amplia variedad de suelos, aunque son preferibles los de textura media o ligeramente pesada, bien drenados y profundos. En suelos arcillosos y pesados se obtienen producciones limitadas en peso de raíz, aunque su riqueza sacarosa es más alta. Valores de pH en suelo < 5,5 no son favorables para el crecimiento de la “remolacha”. Tiene buena tolerancia a la salinidad del suelo, excepto en la fase inicial de

crecimiento durante el establecimiento del cultivo (FAO, PFAF, CENIAP, López Bellido en IICA Y ARPEL, 2009).

Los suelos alto-andinos de la sierra del Perú, físicamente se caracterizan por ser mayormente suelos jóvenes y superficiales, con una capa arable de solo 45 cm en promedio, lo cual se ve agravado por la pendiente que varía entre 10 y 28 %. Son de textura muy variable predominando los suelos francos, con sus variantes de franco-arcilloso, franco-arenoso, y franco-arcillo-limoso (López, y Hermann, 2004).

### **2.2.2. Rendimientos**

Los rendimiento de la raíz y su riqueza en sacarosa en promedio es de 35 a 65 t ha<sup>-1</sup>, con una densidad de plantas deseable de 60,000-80,000 plantas.ha<sup>-1</sup> con una relación de raíces/hojas de 1:0.8 (materia fresca); materia seca de las raíces de 20-26%; materia seca de las hojas 12-18%; con un contenido de azúcar de las raíces de 14-19% de sacarosa. Además rendimiento del azúcar de la savia alrededor de 80% del contenido de azúcar total (Finck, 1988).

El rendimiento de sacarosa de la “remolacha azucarera” o el rendimiento energético depende de un número de factores ambientales y culturales; estos incluyen: a) si es cultivada bajo secano o por irrigación, b) duración del periodo de crecimiento, c) latitud (determina la longitud del día), d) presión de enfermedades, e) fertilidad y tipo de suelo, y f) la presencia o ausencia de otros tipos de estrés abiótico (sequía, temperatura, niveles de CO<sub>2</sub>, etc.). Asumiendo que no hay otro factor que limita de manera significativa,

la concentración de sacarosa de la raíz, ésta es proporcional a la cantidad de radiación solar interceptada por un follaje completo (Panella y Kaffka, 2010).

Se consideran dos componentes claves para medir el rendimiento de la remolacha azucarera: a) el peso de las raíces y b) el porcentaje de sacarosa (peso fresco) cuya concentración puede ser superior a 18% (Valdivia y otros, 2010)

La temperatura, intensidad de luz y suministro de agua tienen un gran impacto en ambos componentes. La concentración de impurezas como cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , compuestos de nitrógeno alfa-amino (por ejemplo, glicina, betaína y glutamina) debe ser muy reducida ya que interfieren con la extracción y recristalización de la sacarosa. La fertilización nitrogenada en exceso es responsable del aumento de estos compuestos que dificultan la extracción de la sacarosa (García y Benito, 1996).

### **2.2.3. Densidad de plantas por hectárea**

Los mejores resultados se obtienen con densidades de plantas altas. Es preferible obtener un mayor número de remolachas de peso medio que conseguir remolachas de mayor peso, pero que suelen dar una producción por hectárea menor. Acercar en lo posible las líneas de siembra tiene una gran influencia en la producción, mayor que la que se produce al acercar las plantas de la línea. Tradicionalmente se usa 65cm entre surcos, esto se puede reducir hasta 55-50cm. Para conseguir el número de plantas hay que considerar un porcentaje de germinación entre el 60 y el 70% (Guerrero, 1999).

En siembra definitiva se deben de cultivar colocando semillas entre 12 y 14cm de distancia para estar en el intervalo correcto de densidad; con una profundidad de siembra entre 1.5 y 2 cm. El rendimiento aumenta gradualmente hasta alcanzar las 80,000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Para densidades mayores de plantas el rendimiento se estabiliza, sin decrecer en ningún caso. La densidad optima se sitúa en 100000 plantas.ha<sup>-1</sup> en recolección, pero se obtiene el mismo rendimiento con 120000 plantas.ha<sup>-1</sup> (AIMCRA, 2007). Paz (2015), comparando el rendimiento de la remolacha azucarera con 3 densidades de siembra: 200 mil, 150 mil y 100 mil plantas por hectárea obtuvo el mayor rendimiento promedio (49t.ha<sup>-1</sup>) con la densidad más alta con 0.17m entre planta y 0.3m entre surco.

#### **2.2.4. Estadios**

Los estadios fisiológicos de desarrollo de la “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L. Son: 0, germinación; 1, desarrollo de hojas; 2, cobertura del cultivo; 3, desarrollo del órgano vegetativo cosechable; 4, aparición del órgano floral; 5, floración; 6, formación del fruto; 7, maduración de frutos y semillas; y 8, senescencia (Meier, 2001); una etapa que no experimenta esta planta es la formación de brotes laterales o BBCH 2. Esa aparición de órganos es fundamental para establecer las etapas de desarrollo del cultivo; en “remolacha azucarera”, es relevante enfatizar sobre las etapas relacionadas con la fase vegetativa, debido a que la principal acumulación de azúcares se presenta al final de esta etapa (Ozolina y otros, 2005).

En la “remolacha azucarera” no existen estadios bien definidos. Se han realizado numerosas tentativas para describir las diferentes fases del

crecimiento sobre bases morfológicas, algunas de las cuales han sido cuestionadas por intentar definir, principalmente el estado de madurez y proporcionar una información errónea del periodo de acumulación del azúcar. Las observaciones diferentes se basan en las observaciones alométricas (desarrollo relativo de una parte de la planta en relación con la planta completa) y sobre la estabilización del porcentaje de azúcar con relación a la materia seca. La división más simple y definida de las fases de crecimiento de la remolacha es la que corresponde a los sucesivos estados que presentan la hoja y la raíz (Paz, 2015).

El aumento del contenido de azúcar de la raíz se relaciona con la materia seca (alrededor de 75%). El crecimiento de la raíz puede ser considerado como lineal y varía en función de las condiciones de competencia (al menos 200°C grados-día). No existe una verdadera estabilidad para las edades de estos diferentes estados, expresados bien en una forma de termo cronograma o en número de hojas. Sin embargo la heterogeneidad constatada entre plantas no impide una gran estabilidad en las relaciones alométricas de cada planta, que sigue el mismo proceso ontogénico (López, 2002).

### **2.2.5. Plagas y enfermedades**

El desarrollo de todas las plagas y enfermedades en las hojas causa una reducción de la superficie foliar disponible para llevar a cabo la fotosíntesis, lo que reduce el rendimiento y contenido de sacarosa de la remolacha. En la mayoría de las regiones remolacheras las plagas más comunes son *Feltia sp.* y *Agrotis sp.* (gusanos de tierra), *Epitrix sp.* (escarabajo), *Agriotes sp.* (gusano alambre), *Melanoplus sp.* (saltamontes) y

*Liriomyza sp.* (mosca minadora), (Natwick y otros, 2013). Así mismo, las enfermedades con mayor incidencia y de importancia económica a nivel de follaje son causados por *Cercospora sp.*, *Erysiphe betae* (mildiú) y *Uromyces betae* (roya) (SESVanderHave, 2013); y a nivel del suelo: *Rhizoctonia solani* (SESVanderHave, 2013), *Polymyxa betae* (*Rhizomania*) (SESVanderHave, 2013) y *Heterodera schachtii* (nematodo del quiste), este nematodo está presente en prácticamente todas las regiones en las que la “remolacha azucarera” se cultiva intensivamente y en las zonas donde las rotaciones tienden a ser cortas o incluyen varias otras plantas que albergan al género *Heterodera* (SESVanderHave, 2013). Al grave y localizado problema de las podredumbres (ocasionado por diferentes hongos y bacterias) se está tratando de encontrar solución mediante el uso combinado de variedades más resistentes y nuevos fungicidas (AIMCRA, 2015b).

En la zona alto andina piso ecológico Bosque húmedo montano sub tropical durante el desarrollo del cultivo en campo, se observaron remolachas con follaje libre de plagas y patógenos, no obstante algunas raíces estaban infectadas con *Erwinia sp* (Paz, 2015).

#### **2.2.6. Fertilización**

Los requerimientos nutricionales de elementos mayores para la producción techo de 100 toneladas de remolacha por hectárea son de 120 kg N ha<sup>-1</sup> , 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. El nitrógeno es el elemento más crítico de manejar porque aumenta la biomasa y a la vez reduce la calidad de la cosecha por acumulación de sustancias melasigénicas como nitratos,

betaína y aminoácidos en la raíz, residuos no deseables en la producción de etanol (Bell y otros, 1996; Mäck y otros, 2007; Milford, 2006).

Es conveniente que haya un equilibrio, es decir un balance entre el N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O disponible para garantizar un alto rendimiento en el peso de las raíces y un alto contenido de azúcar en función del alto tenor de sacarosa obtenido. Elementos como el P, K, Ca, Mg, B, Zn, también deben de estar equilibrados, basados en los análisis de suelos y foliares. Para conseguir elevadas producciones es necesario, además, que exista un suministro suficiente de agua, de modo que no produzca ninguna situación de estrés (Barreda; Paz, 2015).

### **2.3. NITRÓGENO**

El nitrógeno es el elemento que más influye en el rendimiento y la calidad de la remolacha. Forma parte de las proteínas y enzimas y de la molécula de clorofila, por lo tanto es indispensable en la síntesis de proteínas y vital para la realización de la fotosíntesis. Acelera la elongación de las raíces y mejora la calidad de ellas al absorber fósforo; pero una alta fertilización nitrogenada no significa un mayor rendimiento de azúcar (AIMCRA, 2007).

Es importante considerar el balance del nitrógeno, es que un abundante suministro puede conducir a un mayor tamaño radical; sin embargo, esto está inversamente correlacionado con la concentración de azúcar, que es uno de los criterios de calidad del cultivo (Bell y otros., 1996; Milford, 2006).

### 2.3.1. Fertilización nitrogenada

Antes de aplicar el abono de fondo, es conveniente tomar una o más muestras de suelo para enviarlas al laboratorio para que determinen las propiedades físico-químicas de la parcela y los nutrientes disponibles y asimilables que puede tomar la remolacha. En relación con el abonado, en España la mayoría de los agricultores no escatiman en la cantidad de fertilizantes que aplican y en general se exceden sobre el abonado necesario para la obtención de rendimientos altos (AIMCRA, 2014).

La disponibilidad de nitrógeno en el medio, en forma de nitrato y amoníaco principalmente, es un factor limitante en muchos cultivos no fertilizados. Se observa un retraso en el proceso de almacenaje en la raíz y un descenso en la tasa de crecimiento y en la tasa de acumulación de fotosintatos en los órganos de almacenamiento en remolachas con déficit de nitrógeno. Por el contrario un exceso de nitrógeno puede tener un efecto perjudicial en remolacha (Marschner, 1995).

En la siembra de remolacha en la península ibérica las extracciones de nitrógeno por parte de la remolacha suelen situarse entre 200 y 250 kg N ha<sup>-1</sup>. En la siembra otoñal, la variabilidad de este rango es mayor, entre 100-400 kg N ha<sup>-1</sup> (Gordo, 2003).

Las necesidades de los principales macroelementos son de 180 unidades de nitrógeno, 60 de fósforo, 250 de potasio, 50 de calcio y 60 de magnesio.ha<sup>-1</sup> (Draycott, 1993).

Para asegurar un máximo crecimiento vegetativo temprano, requiere una adecuada cantidad de nitrógeno, aunque en cantidad excesiva o aplicaciones tardías durante la fase de crecimiento genera reducción en el contenido de azúcar. Las aplicaciones de fertilización deberían de ser las siguientes: N: hasta  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ , P:  $50\text{-}70 \text{ kg ha}^{-1}$ , K:  $100\text{-}160 \text{ kg ha}^{-1}$  (FAO, PFAF, CENIAP, López Bellido en IICA Y ARPEL, 2009).

La absorción de los nutrientes se produce principalmente en los primeros 70 días después de germinar la remolacha, disminuyendo posteriormente al avanzar el ciclo vegetativo (Gordo en Bermejo, 2009). Por tanto, el aporte del nitrógeno se debe realizar antes del cierre de líneas y el fósforo y el potasio en el abonado de fondo (Bermejo, 2009).

#### **2.4. Requerimiento hídrico**

La “remolacha azucarera” requiere aproximadamente entre  $550\text{-}750 \text{ mm}$ ,  $5500 - 7500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  campaña. En Andalucía las extracciones hídricas anuales de una cosecha media son aproximadamente  $700\text{mm}$  o  $7000\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Esta hortaliza es particularmente sensible al déficit de agua al momento de la emergencia del cultivo y en el período de alrededor de un mes después de la emergencia. Irrigaciones leves y frecuentes son preferibles durante este período, y la irrigación también podría requerirse para reducir la formación de costras en el suelo y para reducir la salinidad del tope del suelo (FAO, IICA Y ARPEL. 2009).

## **2.5. Control de malezas**

En la “remolacha azucarera” la aparición de malezas trae consigo consecuencias muy negativas, como la disminución del rendimiento del cultivo, el refugio para las plagas y enfermedades, interferencia en la labor de recolección, etc (AIMCRA, 2016).

Cuando el control de malezas no es oportuno causa serios problemas, porque genera competencia por luz, agua y nutrientes, retardando el crecimiento del cultivo; además las malezas que se desarrollan en campo presentan sus propios insectos dañinos que podrían ser plagas potenciales para el cultivo. El control de las malezas debe estar basado en su identificación, nivel de infestación, biología, ecología de las especies de malezas predominantes, el efecto competitivo, los umbrales económicos y métodos de control (Labrada, en Paz, 2015).

## **2.6. Aprovechamiento de remolacha**

La principal utilidad de la remolacha es la obtención de azúcar. Partiendo de su raíz, se obtienen sub productos como pulpa, bagazo, melaza, y co-generación de electricidad a partir del bagazo (OCDE-FAO, 2013). Como sub-productos de la extracción del azúcar, con relación al peso fresco de raíz se obtiene aproximadamente: un 5% de pulpa, un 4% de melaza y un 10% de espumas de cal. Las hojas y coronas que permanecen en el campo tras la recolección se pueden aprovechar para alimentación de ganado estabulado, para pastoreo o bien como abono en verde si se incorpora al suelo, mejorando así el contenido de materia orgánica y restituyendo nutrientes. Se obtienen

unas 35 toneladas por hectárea, aunque el rendimiento varía según las fechas de siembra y recolección, densidad de plantas por hectárea, la variedad y el clima en el momento de la recolección (González, 1987).

Las hojas y coronas son valoradas como forraje y piensos, pero también pueden ser incorporadas al suelo para mejorar su fertilidad; La pulpa verde sobreprensada se usa para alimentación de ganado. Contiene un 9-10% de proteínas brutas, y presenta un alto valor energético, similar al de los cereales como cebada y maíz para la producción de leche y mantenimiento en ganado bovino (Gálvez, 1987).

La melaza, que consiste en impurezas solubles que permanecen después de la extracción de sacarosa (extraíble) del jugo y las vinazas de melazas (obtenidas luego de la fermentación de la melaza) pueden utilizarse para la alimentación animal y como fertilizante orgánico, las espumas de azucarería también pueden ser reutilizadas como fertilizante (IICA y ARPEL, 2009).

La sacarosa extraída de las raíces, no solo es empleada para obtener azúcar de uso doméstico, también puede ser aprovechada en la industria sucroquímica (Rodríguez y otros., 2012) y para la elaboración de alcohol motor (Rativa, Valdivia y otros, 2010; IICA y ARPEL, 2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

##### 3.1.1. Lugar de Ejecución

La parcela experimental se instaló a una altura de 4043 msnm, 8° 1' 22.813" Latitud Sur, 77° 5' 57.810" Longitud Oeste, en el sector Salitre, caserío Munmalca, Distrito Sarín, Provincia Sánchez Carrión (Figura 1) y la preparación del terreno (Figura 3). Piso ecológico Bosque muy Húmedo Montano Subtropical (ONERN, 1976; Tosi, 1960).



Figura 2. Reconocimiento y elección de campo experimental, 24 de agosto del 2014

Fuente: Original del autor



Figura 3. Preparación de campo experimental

Fuente: Original del autor.

### 3.1.2. Historial del terreno.

Según la versión del propietario del terreno el Sr Sesillo Pérez, en esta zona no se siembra ni se sembró ningún cultivo agrícola por la altitud y las condiciones adversas que presenta, solo se usa como zona de pastoreo para ganado vacuno, equino y ovino, con vegetación espontánea *Stipa ichu* L. “ichu” y otras pastos naturales de este piso ecológico.



Figura 4. Zona de pastoreo de ganado.

Fuente: Original del autor.

### 3.1.3. Insumos

**Semillas monogermen.** De “remolacha azucarera” de los cultivares SVPE 14-01: Híbrido que se desempeña bien en condiciones de irrigaciones fuertes y calor; SVPE 14-02: Híbrido desarrollado para el sur de California, que soporta bien el calor y la podredumbre radicular y SVPE 14-03: Híbrido que se desempeña bien en condiciones de irrigaciones fuertes, pero que es tolerante a los nematodos (*Heterodera*). Se usaron aproximadamente 400g de semilla por cultivar, las mismas que fueron sembradas el 8 de agosto del 2014 en bandejas y acondicionadas en un vivero en el distrito de Moche (costa peruana), las plántulas fueron trasplantadas el día 13 de diciembre del 2014 en el terreno definitivo (125 días después de siembra).

**Productos químicos:** carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), (3 t  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Urea y Benopit (fungicida). La dosis de carbonato de calcio fue  $0.30 \text{ kg/m}^2$ , teniendo en cuenta que el campo experimental fue de  $72 \text{m}^2$  se aplicó (Figura 5), el mismo día de la siembra 21.6 kg mezclando con el suelo en los primeros 30 cm de profundidad (Figura 6). Para elevar el pH 5.81 a 6.4 del suelo en media unidad. Al momento del trasplante (Figura 7), las plantas fueron desinfectadas con el fungicida Benopit a una dosis de 400 gr/200 litros de agua sumergiendo las bandejas por un periodo de tiempo de 4 a 6 segundos para prevenir enfermedades radiculares, *Rhizoctonia solani*. Se fertilizó con Urea a chorro continuo, posteriormente tapada; el día 17 de enero del 2015, es decir 35 días después del trasplante.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de escritorio.**

Balanza de precisión

Bolsas

Calculadora.

Cuaderno de notas

Lapicero, lápiz y borrador

### **3.2.2. Material de campo**

Botas de jebe, guantes

Barreta, palana y rastrillo

Picota, Tina

Postes de madera (eucalipto)

Clavos de 2", Martillo y Cordel

Alambre de púas,

Cinta métrica

Etiquetas

Libreta de campo

### **3.2.3. Material fotográfico**

Cámara fotográfica

Teléfono celular

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1 Diseño experimental

Cada cultivar de “remolacha azucarera” SVPE 14-01 SVPE 14-02 SVPE 14-03 fue trabajado mediante el Diseño: Bloques Completos al Azar:

- Tratamientos: 4 dosis de fertilización nitrogenada
- DOSIS DE NITRÓGENO (N): N<sub>1</sub>:0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>:100 kg N.ha<sup>-1</sup>(240 g urea por parcela), N<sub>3</sub>: 200 kg N.ha<sup>-1</sup> (480 g urea por parcela), N<sub>4</sub>: 300 kg N.ha<sup>-1</sup> (720 g urea por parcela)
- Repeticiones: 4 (Bloques)

#### DIMENSIÓN

- Dimensiones por parcela: 1m x 1m = 1m<sup>2</sup> y 3 surcos por parcela.

#### DISTANCIAMIENTOS

- Distanciamiento entre líneas (surcos): 0.3m
- Distanciamiento entre plantas: 0.17m.

#### DENSIDAD

- Densidad: 196,078 (se considera 200,000 plantas por ha)
- Longitud total de campo experimental: 12m (4 tratamientos x 4 repeticiones x 3 SECCIONES (cultivares) = 48 parcelas.
- Ancho total de campo experimental 6m, los tratamientos tuvieron una calle de 10cm de ancho) y entre bloques fue de 60 cm
- Superficie experimental por cultivar: 4m x 6m = 24m<sup>2</sup>.
- Superficie total del campo experimental: 24m<sup>2</sup> x 3 cultivares = 72m<sup>2</sup>
- Cultivo de borde: chocho (*Lupinus mutabilis*).



Figura 5. Aplicación carbonato de calcio al suelo, 13 de diciembre del 2014

Fuente: Original del autor.



Figura 6. Mescla del carbonato de calcio con el suelo a 30 cm de profundidad, el día 13 de diciembre del 2014.

Fuente: Original del autor.



Figura 7. Trasplante de remolacha azucarera, el día 13 de diciembre del 2014.

Fuente: Original del autor.

### 3.3.2. Análisis de suelo

La muestra de suelo fue tomada de diferentes partes del campo experimental y a diferentes profundidades de la superficie, 15 y 35 centímetros respectivamente

Cuadro 1. Análisis de fertilidad del suelo.

MUESTRA	M.O. %	P ppm	K ppm	pH 1:1	Acidez cambiabile (cmol(+)/kgS)	CE <sub>(1:1)</sub> dS/m
Salitre	7.3	17	105	5.81	4.7	0.13

En el Cuadro 1, los resultados muestran un alto contenido de M.O por encima del 7% lo cual hace un suelo con bastante aireación. El nivel de pH, indica que se trata de un suelo ácido, por ello se realizó lo señalado por (AIMCRA, 2015<sup>a</sup>), el encalado en los primeros 30cm de suelo, para subir el nivel de pH en media unidad. Se aplicó al suelo 21.6 kg de carbonato de calcio

en 72 m<sup>2</sup> (parcela experimental) quedando el suelo con un nivel de pH básico ideal para el desarrollo del cultivo de la remolacha azucarera. La CE que presenta el suelo es muy baja, propio de suelos de las zonas alto andinas donde abundan las precipitaciones.

Cuadro 2. Análisis textural.

MUESTRA	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS			TEXTURA (USDA)
	ARENA	LIMO	ARCILLA	
	%	%	%	
Salitre	50	36	14	Franco arenoso

La muestra fue tomada 12 días antes del trasplante (el 1 de diciembre del 2014). En los resultados del Cuadro 2, indica su característica propia de los suelos alto-andinos, según lo señalado por López y Hermann (2004). Bermejo (2009), indica que la remolacha azucarera se desarrolla muy bien en suelos con dichas características.

### 3.3.3. Parámetros de evaluación

Todos los parámetros detallados a continuación fueron evaluados al finalizar el ciclo vegetativo de los cultivares, 8 meses después del trasplante (9 de agosto del 2015).

- a) El porcentaje de prendimiento de plántulas por tratamiento.
- b) El número de plantas por parcela que tengan tres hojas verdaderas.
- c) El número de plantas por parcela que presenten raíz tuberosa.
- d) El número de plantas que no salieron del cono (sustrato).

### **3.3.4. Análisis de datos**

El análisis estadístico de los datos se realizó empleando cuadros diseñados en Microsoft Excel, para determinar las diferencias entre los tratamientos.

Las herramientas de análisis disponibles en el programa de SPSSver23: ANOVA (Análisis de varianza, función análisis de varianza de un factor), y prueba de comparaciones múltiples de Duncan alfa 0.05 de probabilidad, para obtener resultados estadísticos de mayor precisión.

Se efectuó el Análisis de correlación, para determinar la relación entre las dosis de fertilización nitrogenada (tratamientos) y el prendimiento de remolacha azucarera en la jalca.

### **3.3.5. Diseño estadístico**

Para cada cultivar (SECCIÓN), se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (B.C.A), (Cuadro 3), con 4 bloques o repeticiones y 4 tratamientos (4 dosis de N).

Tratamientos: Dosis de fertilización nitrogenada

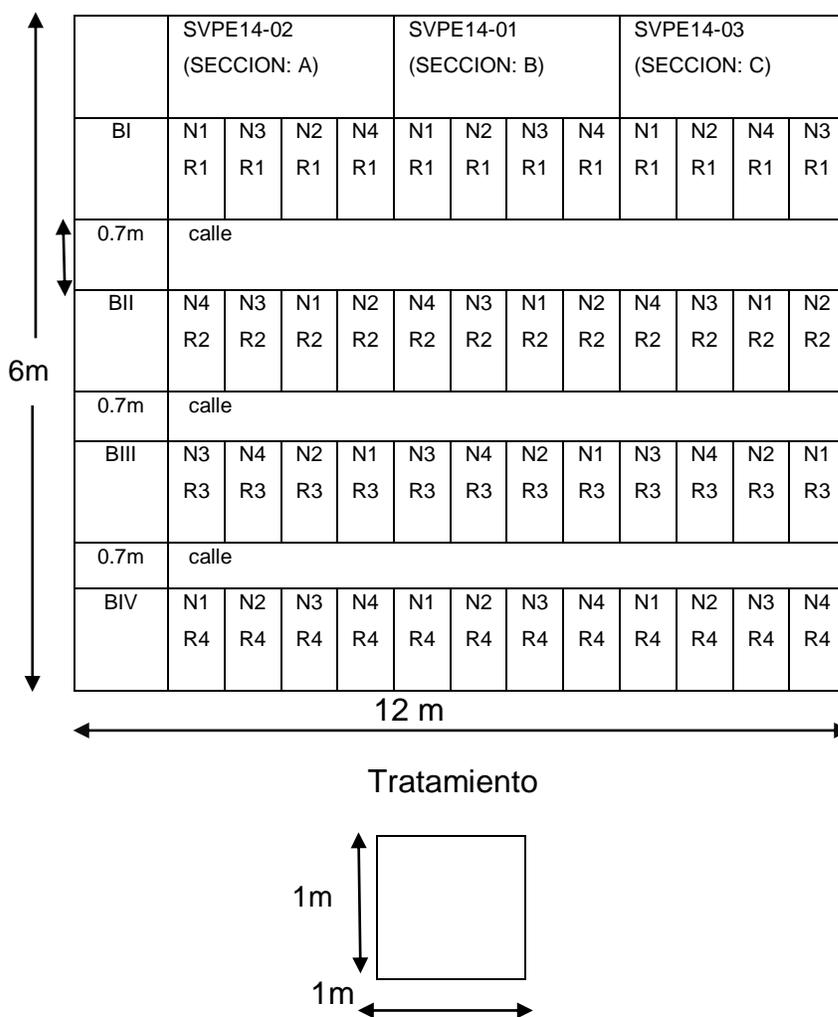
N<sub>1</sub>: 0kgN.ha<sup>-1</sup>

N<sub>2</sub>: 100kgN.ha<sup>-1</sup>

N<sub>3</sub>: 200kgN.ha<sup>-1</sup>

N<sub>4</sub>: 300kgN.ha<sup>-1</sup>

Cuadro 3. Croquis del campo experimental



Leyenda.

$N_1R_1$  a  $N_1R_4$ .  $0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $N_2R_1$  a  $N_2R_4$ .  $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $N_3R_1$  a  $N_3R_4$ .  $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $N_4R_1$  a  $N_4R_4$ .  $300 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$

Tratamientos:  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  y  $N_4$ . Todos los tratamientos tuvieron una densidad de 196,078 (se considera 200,000 mil plantas por  $\text{ha}^{-1}$ )

Repeticiones:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ .

Bloques: BIA, BIIA, BIIIA, BIVA; BIB, BIIB, BIIB, BIVB; BIC, BIIC, BIIC, BIVC.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Descripción de los cultivares de remolacha azucarera utilizados en el experimento.

Teniendo en cuenta que la presente investigación se realizó sobre una altitud de 4043 msnm, debido a las heladas, según lo señalado por SENAMHI y FAO (2010), la vegetación natural está dominada por los pastos naturales de altura, *Festuca sp.*, *Stipa ichu* “ichu”, *Calamagrostis sp.*, *Paspalum sp.*, entre otros; durante la elección del campo experimental, se apreciaron plantas de *Puya fastuosa* “achupallas” (Figura 8), con escasa vegetación arbórea o arbustiva. Se observó que en su mayoría las grandes extensiones de tierras disponibles son destinadas para la actividad pecuaria, como la crianza y pastoreo de vacunos, ovinos, equinos, vicuñas, porcinos y alpacas (Figura 4), teniendo en cuenta que a esta altitud no se desarrolla ningún cultivo de importancia económica y con un clima muy variado que va de frío hasta muy frío; se instaló el campo experimental (Figura 9), lo que hace presentir diferencias de temperatura muy marcadas entre las horas del día y la noche. Hay presencia de vientos fuertes (especialmente durante la estación seca) y altas radiaciones solares.

Estas características, según lo señalado por Tosi (1960), confirman que las parcelas experimentales se encuentran en la zona ecológica Bosque Muy Húmeda Montano subtropical.



Figura 8. Plantas de *Puya fastuosa*, *Stipa ichu* y escasa presencia de arbustos.

Fuente: Original del autor.



Figura 9. Instalación del experimento en la Zona Ecológica Pradera Muy Húmeda, el 13 de diciembre del 2014.

Fuente: Original del autor.

Bermejo (2009) indica que la “remolacha azucarera” se desarrolla muy bien en suelos con las características obtenidas en los análisis; y según lo descrito por Panella y Kaffka (2010). En cuanto a las condicionantes climatológicas necesarias (intensidad de luz, temperatura, frecuencia de precipitaciones), para la obtención de mayores rendimientos, según lo indicado por Pinna y Valdivia (2000), esta ecología cumple con el clima adecuado para el normal desarrollo de los cultivares de “remolacha azucarera”.

Las principales características de los cultivares en estudio son.

**SVPE 14-01:** Híbrido que se desempeña bien en condiciones de irrigaciones fuertes, y calor (por ejemplo España)

**SVPE 14-02:** Híbrido desarrollado para el sur de California, que soporta bien el calor y la podredumbre radicular

**SVPE 14-03:** Híbrido que se desempeña bien en condiciones de irrigaciones fuertes, pero que es tolerante a los nematodos (*Heterodera*).

El experimento fue trasplantado el día 13 de diciembre del 2014, cuatro meses después de la siembra. Es necesario tener en cuenta que los cultivares SVPE14-01 SVPE14-02 SVPE14-03 fueron sembrados en bandejas en vivero en la costa peruana (Moche – La Libertad) 125 días antes. Al momento del trasplante los cultivares presentaban entre 3 y 5 hojas verdaderas muy por debajo del número de hojas que señala Pasquale y otros (2012), con una longitud de 4 a 10 centímetros.

Después de 34 días del trasplante, los cultivares presentaban las hojas engrosadas o endurecidas, característica que la FAO (2010) indica, es señal de un nivel máximo alcanzado de resistencia a heladas, indicando también, que este grado de “endurecimiento” solo es posible de ser logrado cuando las condiciones ambientales antecedentes han sido las adecuadas (periodos de baja temperatura). Esto explicaría la resistencia que las plantas de los cultivares de “remolacha azucarera” mostraron ante las altas precipitaciones. La fertilización nitrogenada se realizó a los 34 días después del trasplante, es necesario indicar que llovió granizo a partir de las 14 horas hasta la noche, lo mismo que pudo haber lixiviado el fertilizante (urea). Posteriormente durante el desarrollo del experimento se tenía abundantes precipitaciones acompañados de granizadas y neblinas densas, las mismas que fueron prolongadas, hasta finales del mes de abril e inicios de mayo, y posteriormente

en los meses de junio y julio por la madrugada se observaban pequeñas escarchas de hielo las que a medida que pasaban las horas del día desaparecían progresivamente por efecto de la radiación solar. Como autor de este trabajo de investigación señalo que estas características climáticas son propias de la jalca, lo recuerdo haber visto desde mi etapa de niñez porque nací cerca de la zona donde se instaló el campo experimental. A los 195 días después de trasplante y 320 días después de ser sembradas en el vivero los cultivares de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L, desarrollaron entre 7 y 12 hojas, mostrando el follaje endurecido, aunque ya en menor grado, los cultivar SVPE 14-01 y SVPE 14-02 (hojas y peciolo) más endurecidos que el cultivar SVPE 14-03; esta pérdida de endurecimiento, la FAO (2010), explica que es debido a la presencia de olas de calor; las cuales en la jalca son más acentuadas en la época de estiaje, (abril - octubre), pero solo durante el día, ya que en las noches las heladas son muy fuertes y frecuentes.

La evaluación (cosecha), de los parámetros se realizó a los 236 días después del trasplante y 361 días después de siembra en el vivero. Aunque algunas plantas presentaban defoliación, en los tres cultivares se observó un brotamiento de hojas nuevas las mismas que no fueron consideradas en la evaluación de los parámetros.

Las plagas observadas en la zona experimental, fueron larvas de *Anómala* sp específicamente en la zona radicular de las plantas. Tanto en la parte foliar como radicular de las plantas de remolacha azucarera no se observaron daños por enfermedades; resultados que no coinciden con lo señalado por SESVanderHave (2013 a, b, c) y Paz (2015), quizá porque a esta altitud no se siembran cultivos que sirvan de hospederos o de fuente de inóculo para las mismas.

Las malezas que se desarrollaron en la parcela experimental durante el desarrollo del experimento fueron: *Rumex acetosella* conocida como “Ancelguilla” (Figura 10), *Cyperus sp.* “coquito” (Figura 11), La primera es propia de suelos ácidos, presenta un desarrollo bastante agresivo en seco, sus hojas son endurecidas (al igual que las de remolacha). Para el manejo y control de las malezas se realizaron cinco deshierbos manualmente, durante la época de estiaje no se realizó ningún tipo de riego (no se disponía de puntos de agua en la zona).



Figura 10. *Rumex acetosella*, conocida como “Ancelguilla”, 28 de junio del 2015

Fuente: Original del autor.



Figura 11. *Cyperus sp.*, 28 de junio del 2015

Fuente: Original del autor.

## 4.2. Resultados del cultivar SVPE14-02. (SECCIÓN: A)

### 4.2.1. Porcentaje de prendimiento de las plantas de “remolacha azucarera”, cultivar SVPE14-02

Los porcentajes de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera se detallan en los Cuadros 4, 5 y 6 y en la Figura 12 mostrada a continuación.

Cuadro 4. Ordenamiento de resultados del prendimiento de “remolacha azucarera” en % de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Prendimiento (%de plantas por parcela)			
	I	II	III	IV
N1	100	94	100	94
N2	94	100	100	94
N3	89	100	100	100
N4	100	100	94	94

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El porcentaje de prendimiento se muestra entre 89% y 100 % por parcela, pero se debe indicar que el porcentaje que se repite en mayor número de veces en la mayoría de tratamientos es 100%, el mismo que indica que el cultivar (SVPE14-02), sí se adapta a este piso ecológico, Bosque muy Húmedo Montano Subtropical señalado por (ONERN, 1976).

Cuadro 5. Análisis de varianza del cuadro anterior del prendimiento de “remolacha azucarera” en % de plantas por parcela en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-02.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Fc	P	Signific
BLOQUES	33.188	3	11.063	0.60136	0.63023	NS
TRATAM	0.188	3	0.063	0.00340	0.99971	NS
Error	165.563	9	18.396			
Total corregido	198.938	15				

**Promedio = 97.062500**

**DS = 2.14452792**

**C.V = 4.42 %**

En el análisis de varianza, para la fuente de variación tanto para bloques como para tratamientos no hay diferencias significativas, es decir que los efectos que se muestran para porcentaje de prendimiento, la dosis nitrogenada no influye en el prendimiento de plantas de remolacha azucarera en el cultivar SVPE14-02, sembrado en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm en la puna o jalca del departamento de la Libertad. El coeficiente de variación fue de 4.42% indica la confiabilidad en la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para el porcentaje de prendimiento de plantas por parcela, cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N3	97.25	a
N4	97.00	a
N2	97.00	a
N1	97.00	a

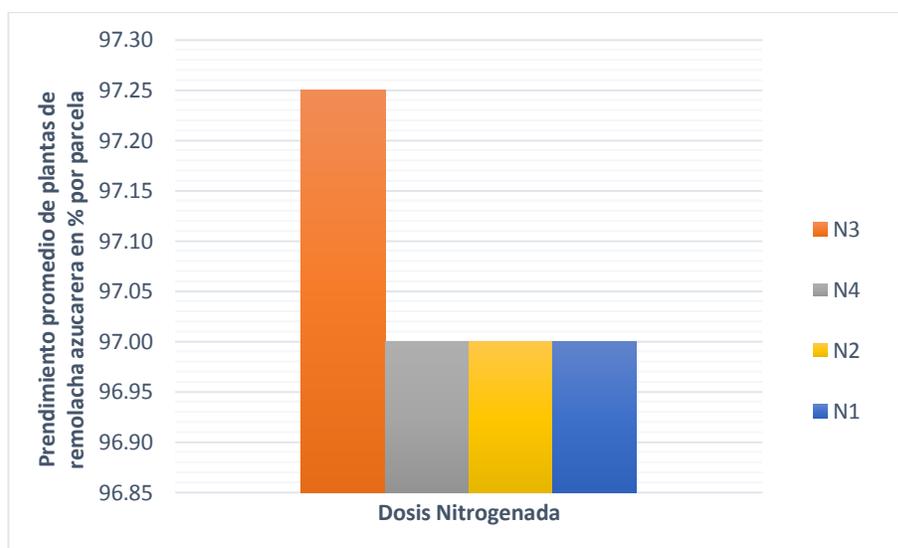


Figura 12. Promedio del prendimiento de plantas de remolacha azucarera en % por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.

En el Cuadro 6 y Figura 12 en la prueba Duncan al 0.05 de significación, los resultados de las parcelas experimentales del tratamiento N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), presentaron los mayores prendimientos de plantas con un promedio de 97.25% pero no se encontraron diferencias significativas con el tratamiento N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>) ni con N<sub>2</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), los mismos que alcanzaron un promedio

de 97%. Por último se tiene al tratamiento N<sub>1</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>) con un promedio igual de 97%.

#### 4.2.2. Número de plantas de “remolacha azucarera” que tuvieron tres a más hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-02

Los resultados obtenidos se detallan en los cuadros 7, 8, 9 y en la figura 13.

Cuadro 7. Ordenamiento de los resultados de “remolacha azucarera” que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas con más de tres hojas verdaderas por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	16	13	11	16
N2	16	16	14	15
N3	14	14	17	14
N4	14	17	15	15

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas van de 11 hasta 17 de forma variable en los tratamientos y bloques. Esto se debe a los factores medioambientales que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo Lopez (2002)

Cuadro 8. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de “remolacha azucarera” que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>	<b>Signific</b>
BLOQUE	1.688	3	0.5625	0.16564	0.91685	NS
TRATAM	4.188	3	1.396	0.41104	0.74908	NS
Error	30.563	9	3.396			
Total corregido	36.438	15				

**Promedio = 14.812500**

**DS = 0.921004**

**C.V = 12.44 %**

En el análisis de varianza no hay diferencias significativas, es decir que los efectos mostrados para el número de plantas que tuvieron tres a más hojas verdaderas para todos los tratamientos, en ninguno presenta diferencias con relación al promedio alcanzado. El coeficiente de variación fue de 12.44% indica la confiabilidad en la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 9. Prueba Duncan para el número de plantas que tuvieron más de tres hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N4	15.25	a
N2	15.25	a
N3	14.75	a
N1	14.00	a

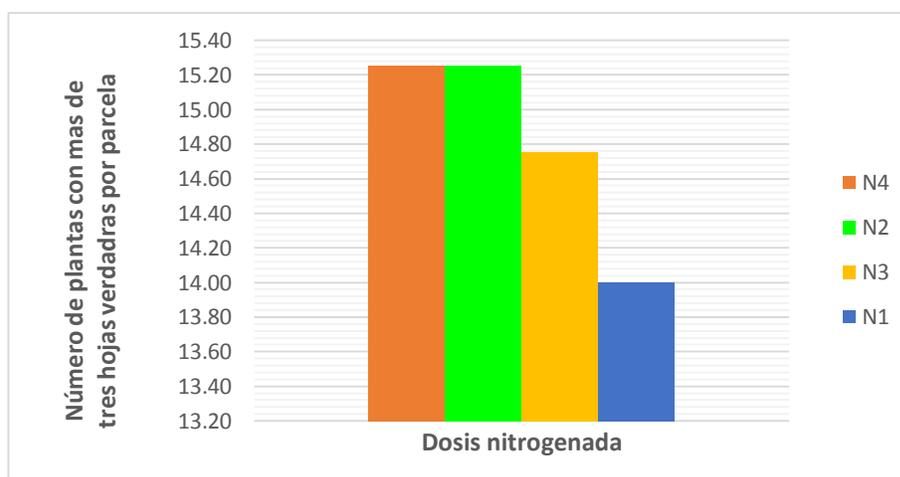


Figura 13. Promedio de plantas de remolacha azucarera con más de tres hojas verdaderas por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.

En el Cuadro 9 y Figura 13 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados indican que para los cuatro tratamientos en estudio no hay diferencias significativas respecto al número de plantas que tuvieron más de tres hojas verdaderas. En este parámetro las parcelas experimentales N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>) y N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>), alcanzaron el mayor promedio con 15.25 plantas, pero no presentaron diferencias significativas con las unidades

experimentales de los tratamientos  $N_3$  (200 kg N.ha<sup>-1</sup>) y  $N_1$  (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), quienes tuvieron un promedio de 14.75 y 14 plantas respectivamente. Los resultados obtenidos indican que las dosis nitrogenadas no influyen en el desarrollo de tres a más hojas verdaderas en la puna o jalca del departamento de la Libertad.

#### **4.2.3. Número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa por parcela; cultivar SVPE14-02.**

Los resultados obtenidos en el estudio de este parámetro indican lo más importante, ya que el producto principal del cultivo es la raíz tuberosa que se logre cosechar después de un periodo de cultivo, se puede ver en los Cuadros 10, 11, 12 y en las Figuras 14,15 y 16 que se presentan a continuación.



Figura 14. Planta con raíz tuberosa, 29 de junio del 2015.

Fuente: Original del autor.



Figura 15. Planta con raíz tuberosa, 9 de setiembre del 2015.

Fuente: Original del autor.

Cuadro 10. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas con raíz tuberosa por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	9	6	11	5
N2	14	6	8	1
N3	9	9	4	5
N4	14	8	3	4

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa van desde 1 hasta 14 de forma muy variable entres los tratamientos y bloques. No influye la dosis nitrogenada en el cultivo de remolacha azucarera en la formación de raíz tuberosa cuando es sembrada en trasplante tardío en la jalca de la Libertad a más de 4043 msnm.

Cuadro 11. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-02.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Fc	P	Signific
BLOQUE	123.500	3	41.1667	4.5460	0.0334	**
TRATAM	2.000	3	0.6667	0.0736	0.9726	NS
Error	81.500	9	9.056			
Total corregido	207.000	15				

**Promedio = 7.250000**

**DS = 1.504659**

**C.V = 41.51 %**

En el análisis de varianza, la fuente de variación de bloques sí presenta diferencias significativas, es decir que al menos dos bloques presentan diferencias respecto al promedio de plantas con raíz tuberosa, no siendo importante en el estudio, mientras que para los tratamientos no presenta diferencias significativas, es decir que los efectos que se muestran para este parámetro, la dosis nitrogenada no influye en el número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron raíz tuberosa en el cultivar SVPE14-02, sembrado en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm en la jalca. El

coeficiente de variación indica la confiabilidad de los datos pero que son muy dispersos en la conducción del experimento.

Cuadro 12. Prueba Duncan para el número de plantas que tuvieron raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N1	7.75	a
N4	7.25	a
N2	7.25	a
N3	6.75	a

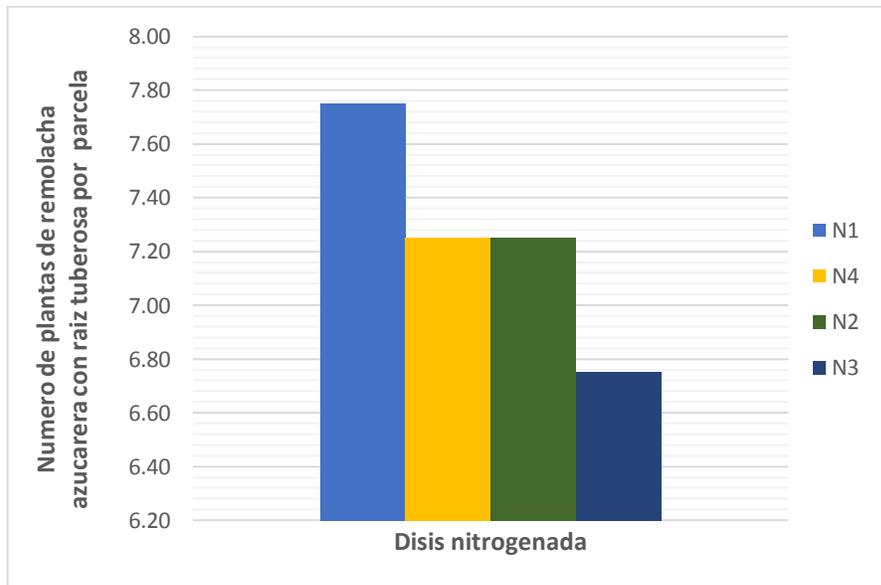


Figura 16. Promedio de plantas de remolacha azucarera con raíz tuberosa por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.

Como se indica anteriormente todos los tratamientos tuvieron la misma densidad de plantas por hectárea.

En el Cuadro 12 y Figura 16 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación se muestra que las parcelas experimentales del tratamiento  $N_1$  ( $0 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ) presento el mayor promedio con 7.75 plantas seguido por los tratamientos  $N_4$  ( $300 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ) y  $N_2$  ( $100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ), con un promedio de 7.25 plantas, en cuarto lugar se tiene al tratamiento  $N_3$  ( $200 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ) con un promedio de 6.75 plantas respectivamente, pero no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos

#### **4.2.4. Número de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; CULTIVAR SVPE14-02.**

Los resultados se detallan en los Cuadros 13, 14, 15 y en la Figuras 17 y 18 presentados a continuación.



Figura 17. Plantas que no salieron del cono del sustrato que presentaron al momento del trasplante.

Fuente: Original del autor.

Cuadro 13. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas que no salieron del cono por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	2	5	8	2
N2	2	3	5	2
N3	5	5	2	5
N4	5	2	1	3

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

En el presente Cuadro se tiene los resultados del número de plantas de remolacha azucarera del cultivar SVPE14-02 que no salieron del sustrato (cono), que presentaban al momento del trasplante (Figura 17), el N4BIII el resultado fue 0 por ello se hizo la conversión de datos aumentando en una unidad a todos los tratamientos para poder hacer el análisis de varianza y prueba Duncan alfa 0.05 de significación, se convirtió a logaritmo (log), todas las unidades experimentales para hacer el análisis de varianza.

Cuadro 14. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaban al momento del trasplante en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques.cv SVPE14-02.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Fc	P	Signific
TRATAM	0.129	3	0.043	0.5270	0.6747	NS
BLOQUE	0.021	3	0.007	0.0861	0.9659	NS
Error	0.737	9	0.082			
Total corregido	0.887	15				

**Promedio = 3.562500**

**DS = 0.143178**

**C.V = 8.04 %**

En el análisis de varianza, las fuentes de variación bloques y tratamientos no presentan diferencias significativas; es decir que los efectos mostrados en los cuatro tratamientos no hay diferencias respecto al promedio de número de plantas que no salieron del cono, esto indica que las dosis nitrogenadas no influye en las plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante, en la puna o jalca de la Libertad. El coeficiente de variación fue 8.04% indicador de confiabilidad de la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 15. Prueba Duncan para el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-02.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N3	0.60	a
N1	0.55	a
N2	0.44	a
N4	0.37	a

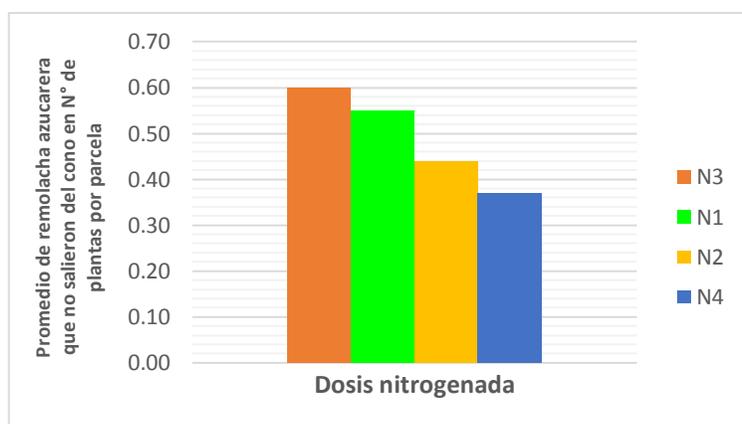


Figura 18. Promedio de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-02.

En el Cuadro 15 y Figura 18 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados de los cuatro tratamientos comparados indican que no hay diferencias significativas respecto al número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante, se ve que la unidad experimental N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>) alcanzaron el mayor promedio con 0.60 plantas, y N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), el segundo lugar con un promedio de 0.55 plantas pero no presentaron diferencias significativas con las unidades experimentales del tratamientos N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>), que tuvo un promedio de 0.44 plantas y N<sub>4</sub>

(300 kg N.ha<sup>-1</sup>), el mismo que alcanzo el cuarto lugar con un promedio de 0.37 plantas respectivamente (resultados convertidos). Con los resultados obtenidos se muestra que la dosis nitrogenada no influye en el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante tardío, en la puna o jalca del Perú, departamento de la Libertad.

#### 4.2.5. Relación entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-02.

Los resultados del porcentaje de prendimiento son muy similares entre los tratamientos como se detalla en la Figura 19, mostrada a continuación.

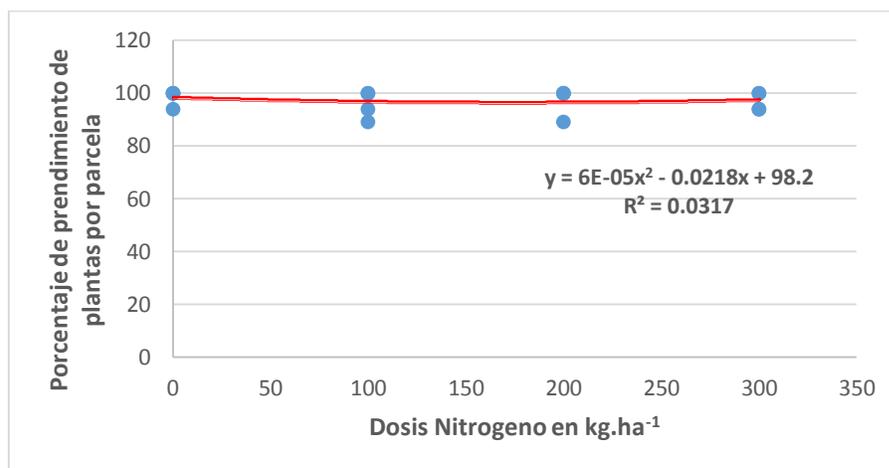


Figura 19. Efecto de la dosis nitrogenada en el porcentaje de prendimiento de remolacha azucarera con relación a los tratamientos.

El análisis de correlación que se muestra en la Figura 19 entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha

azucarera del cultivar (SVPE14-02), tiene una relación muy baja de 3% ( $R^2 = 0.0317$ ), entre las variables, es decir no tiene relación, teniendo en cuenta que desde 0 hasta 300 kg de nitrógeno.ha<sup>-1</sup>, la línea de tendencia es muy similar por la materia orgánica alta, el efecto del nitrógeno es nulo.

### 4.3. Resultados del cultivar SVPE14-01 (SECCIÓN: B)

#### 4.3.1. Porcentaje de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-01

Los porcentajes de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera se detallan en los Cuadros 16, 17, 18 y en la Figura 20.

Cuadro 16. Ordenamiento de resultados del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Prendimiento en % de plantas por parcela			
	I	II	III	IV
N1	94	100	100	100
N2	100	100	100	100
N3	100	100	100	100
N4	100	100	100	78

$N_1 R_1$  a  $R_4 = 0 \text{ kgN.ha}^{-1}$ ,  $N_2 R_1$  a  $R_4 = 100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ,  $N_3 R_1$  a  $R_4 = 200 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ,  $N_4 R_1$  a  $R_4 = 300 \text{ kg N.ha}^{-1}$ . Considerando una densidad de 200 mil plantas. $\text{ha}^{-1}$  para todos los tratamientos.

El porcentaje de prendimiento se muestra entre 78 y 100 %, por parcela, pero se indica que el porcentaje que se repite en mayor número de veces en la mayoría de tratamientos es 100%, el mismo que indica que el cultivar (SVPE14-01), de remolacha azucarera sí se adapta a este piso ecológico Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical señalado por (Tosi, 1960).

Cuadro 17. Análisis de varianza del cuadro anterior del prendimiento de remolacha azucarera en %de plantas por parcela, cultivar SVPE14-01.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Fc	P	Signific
BLOQUES	81.000	3	27.000	0.78641	0.53110	NS
TRATAM	81.000	3	27.000	0.78641	0.53110	NS
Error	309.000	9	34.333			
Total corregido	471.000	15				

**Promedio = 98.250000**

**DS = 2.929718**

**C.V = 5.96 %**

En el análisis de varianza, los resultados para las fuentes de variación bloques y tratamientos, no presentan diferencias significativas, es decir que los efectos obtenidos para el porcentaje de prendimiento de plantas del cultivar SVPE14-01, ninguno de los tratamientos presenta diferencias con relación al promedio

alcanzado, mediante los resultados, se ve que la dosis nitrogenada no influye en prendimiento de plantas de remolacha azucarera, a una altitud de 4043 msnm , piso ecológico Pradera Muy Húmeda ( jalca del Perú). El coeficiente de variación fue 5.96%, indica la confiabilidad de la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para el % de prendimiento de plantas por Parcela, cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N3	100.00	a
N2	100.00	a
N1	98.50	a
N4	94.50	a

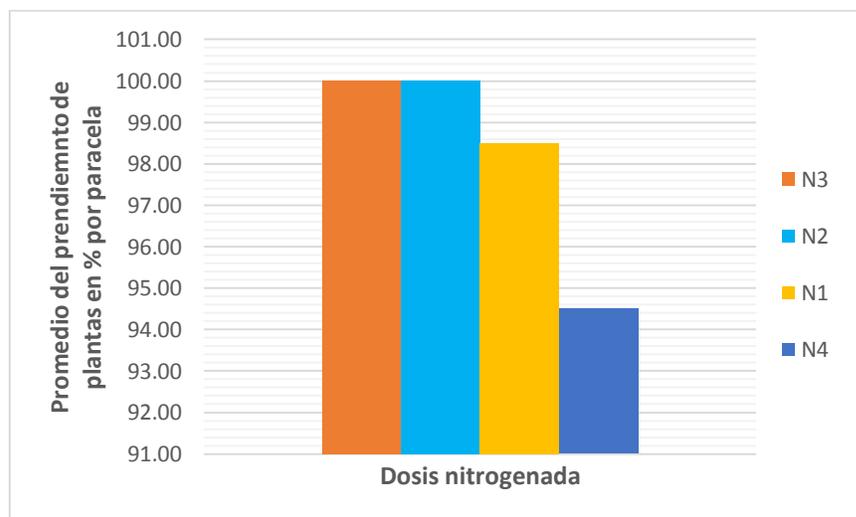


Figura 20. Prendimiento promedio de remolacha azucarera en porcentaje de plantas por parcela, cultivar SVPE14-01

En el Cuadro 18 y Figura 20 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados del análisis estadístico indican que en todos los tratamientos estudiados no hay diferencias significativas respecto al porcentaje de prendimiento de plantas, las parcelas experimentales N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>) y N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>), alcanzaron el mayor promedio con 100% de prendimiento respectivamente, pero no presentaron diferencias significativas con las unidades experimentales del tratamiento N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), que alcanzo el tercer lugar con 98.5% y el último lugar fue del tratamiento N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>), quien solo alcanzó un promedio de 94.5% de prendimiento respectivamente. Los resultados indican que la dosis nitrogenada no influye en el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera sembradas en trasplante tardío en la puna o jalca del departamento de La Libertad.

#### **4.3.2. Número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas por parcela. Cultivar SVPE14-01**

Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 19, 20,21 y en la Figura 21 que se detallan a continuación.

Cuadro 19. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas con más de tres hojas verdaderas por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	14	13	12	16
N2	17	14	13	14
N3	14	12	13	14
N4	13	15	15	10

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdadera en este cultivar SVPE14-01 son muy similares en todos los tratamientos que van de 10 hasta 17 plantas. Esto se debe a las condiciones medioambientales que afectan la duración del ciclo del cultivo, como lo señala Pasquale y otros (2012).

Cuadro 20. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Fc	P	Signific
BLOQUES	3.688	3	1.229	0.32961	0.80426	NS
TRATAM	4.188	3	1.396	0.37430	0.77374	NS
Error	33.563	9	3.729			
Total corregido	41.438	15				
<b>Promedio = 13.687500</b>			<b>DS = 0.96553</b>		<b>C.V = 14.11 %</b>	

En el análisis de varianza se obtiene que tratamientos y bloques no presentan diferencias significativas, es decir que la dosis nitrogenada no influye en la formación de tres a más hojas verdaderas en plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-01 en la jalca del Perú. El coeficiente de variación fue 14.11%, e indica la confiabilidad de la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 21. Prueba de Duncan para el número de plantas con más de tres hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N2	14.50	a
N1	13.75	a
N4	13.25	a
N3	13.25	a

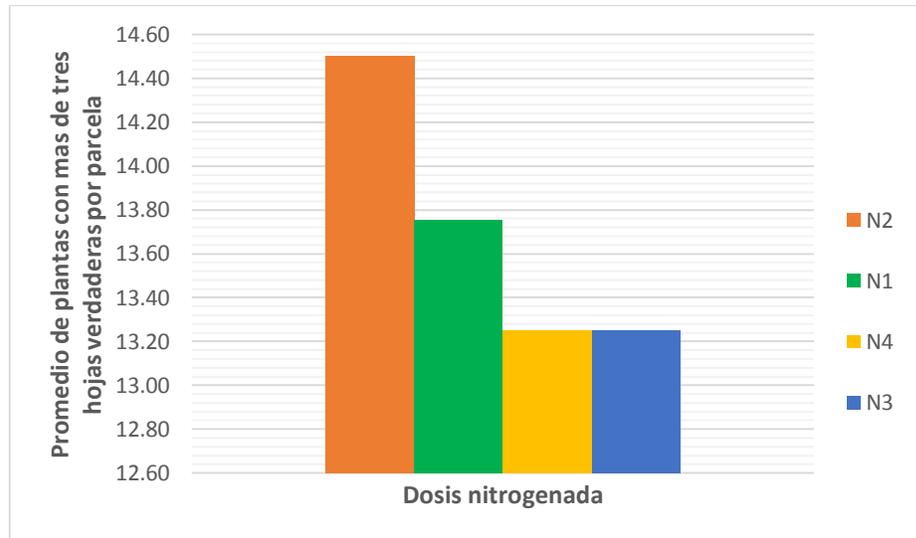


Figura 21. Promedio de plantas de remolacha azucarera con más de tres hojas verdaderas por parcela; cultivar SVPE14-01.

En el Cuadro 21 y Figura 21 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados obtenidos para este parámetro indican que los efectos para los cuatro tratamientos estudiados no hay diferencias significativas respecto al número de plantas que tuvieron más de tres hojas verdaderas. Las parcelas experimentales del tratamiento N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>), tuvieron el mayor promedio con 14.5 plantas , en segundo lugar tenemos al N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), con 13.75 y el último lugar alcanzaron, los tratamientos N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>) y N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), quienes tuvieron un promedio de 13.25 plantas respectivamente. Con los resultados obtenidos, se indica que la dosis nitrogenada no influye en el desarrollo de tres a más hojas verdaderas en plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-01 sembradas en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm en la puna o jalca del departamento de La Libertad.

#### 4.3.3. Número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa por parcela; cultivar SVPE14-01.

Los resultados obtenidos en el estudio de este parámetro indican lo más importante, ya que el producto principal del cultivo es la raíz tuberosa que se logre cosechar después de un periodo de cultivo, se puede ver en los Cuadros 22, 23, 24 y en las Figuras 22 que se presentan a continuación.

Cuadro 22. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas con raíz tuberosa por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	9	13	12	14
N2	13	14	13	14
N3	13	12	13	14
N4	13	6	15	10

$N_1 R_1$  a  $R_4 = 0 \text{ kgN.ha}^{-1}$ ,  $N_2 R_1$  a  $R_4 = 100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ,  $N_3 R_1$  a  $R_4 = 200 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ,  $N_4 R_1$  a  $R_4 = 300 \text{ kg N.ha}^{-1}$ . Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa van desde 6 hasta 15 de forma muy variable entres los tratamientos y bloques,

siendo el tratamiento N<sub>2</sub> (100 kgN.ha<sup>-1</sup>), con un promedio de 13.5 plantas que formaron raíz tuberosa en el cultivar SVPE14-01, el que tuvo una cantidad mayor.

Cuadro 23. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-01.

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>	<b>Signific</b>
BLOQUES	10.250	3	3.417	0.58294	0.64100	NS
TRATAM	14.750	3	4.917	0.83886	0.50596	NS
Error	52.750	9	5.861			
Total corregido	77.750	15				

**Promedio = 12.375000**

**DS = 1.210475**

**C.V =19.56 %**

En el análisis de varianza, para las fuentes de variación de bloques y tratamientos no presentan diferencias significativas, es decir que ninguno de los tratamientos presentan diferencias respecto al promedio de plantas con raíz tuberosa, es decir que los efectos que se muestran para este parámetro, la dosis nitrogenada no influye en el número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron raíz tuberosa en el cultivar SVPE14-01, sembrado en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm en la jalca. El coeficiente de variación fue de 19.56% indicador confiable de la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 24. Prueba de Duncan para el número de plantas con raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N2	13.50	a
N3	13.00	a
N1	12.00	a
N4	11.00	a

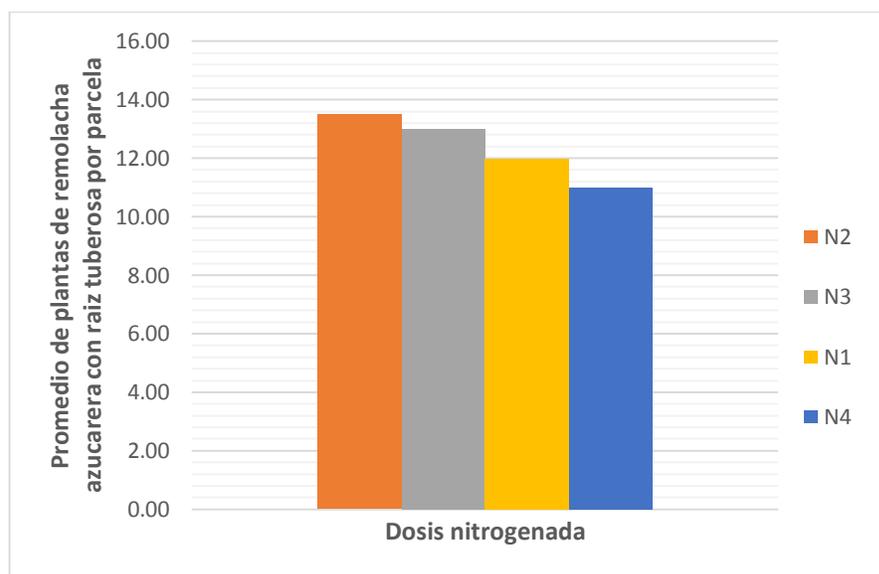


Figura 22. Promedio de plantas de remolacha azucarera con raíz tuberosa por efecto de dosis nitrogenada; cultivar SVPE14-01.

En el cuadro 24 y figura 22 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación se muestra los resultados de las parcelas experimentales. El tratamiento N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>), obtuvo el mayor número de plantas con raíz tuberosa con un

promedio de 13.5 plantas, pero no presentó diferencias significativas con los tratamiento  $N_3$  (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), que alcanzó el segundo lugar con un promedio de 13 plantas, luego el tratamiento  $N_1$  (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), con un promedio de 12 plantas y el último lugar al tratamiento  $N_4$  (300 kg N.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 11 plantas. Por ello se indica que la dosis nitrogenada no influye en el cultivo de remolacha azucarera en la formación de raíz tuberosa cuando es sembrada en trasplante tardío en la puna o jalca de la Libertad a más de 4043 msnm. Paz (2015), afirma que no hay diferencias significativas en este parámetro evaluado cuando es sembrando el cultivo a una altitud de 3200 msnm.

#### **4.3.4. Número de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-01.**

Los resultados se detallan en los Cuadros 25, 26, 27 y en la Figura 23 presentados a continuación.

Cuadro 25. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en N° de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas que no salieron del cono por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	3	5	6	2
N2	1	4	5	4
N3	4	6	5	4
N4	5	3	3	4

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

Según los resultados obtenidos en número de las plantas de remolacha azucarera del cultivar SVPE14-01 que no lograron salir del cono que presentaban al momento del trasplante van desde 1 hasta 6 de forma muy variable en los diferentes tratamientos y bloques.

Cuadro 26. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucara que no salieron del cono que presentaban al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cv. SVPE14-01

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>	<b>Signific</b>
BLOQUES	6.500	3	2.167	1.083	0.40441	NS
TRATAM	3.500	3	1.167	0.5833	0.64077	NS
Error	18.000	9	2.000			
Total corregido	28.000	15				

**Promedio = 4.000000**

**DS = 0.707106**

**C.V = 35.36 %**

En el análisis de varianza, los resultados para las fuentes de variación tratamientos y bloques no presentan diferencias significativas; es decir que no hay diferencias respecto al promedio del número de plantas que no salieron del cono, esto indica que la dosis nitrogenada no influye en las plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en la jalca de La Libertad. El coeficiente de variación fue 35.36% indica la confiabilidad en la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 27. Prueba de Duncan para el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-01.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N3	4.75	a
N1	4.00	a
N4	3.75	a
N2	3.50	a

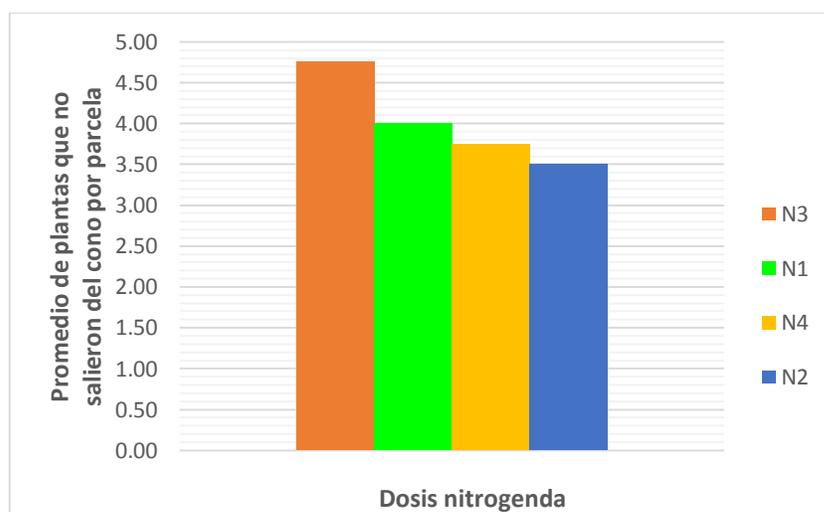


Figura 23. Promedio de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-01.

En el Cuadro 27 y Figura 23 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados para este parámetro se observan que en los cuatro tratamientos comparados indican que no hay diferencias significativas respecto al promedio de número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento

del trasplante. Se observa que las unidades experimentales del tratamiento N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), alcanzaron el mayor promedio con 4.75 plantas, pero no presentaron diferencias significativas con el tratamientos N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), que alcanzó el segundo lugar con un promedio de 4 plantas , ni con el tratamiento N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>), el que quedó en tercer lugar con 3.75 plantas y el cuarto lugar fue del tratamiento N<sub>2</sub>(100 kgN.ha<sup>-1</sup>),con un promedio de 3.5 plantas respectivamente. Con los resultados obtenidos se indica que la dosis nitrogenada no influye en el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante.

#### 4.3.5. Relación entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-01.

Los resultados del porcentaje de prendimiento son muy similares entre los tratamientos como se detalla en la Figura 24, mostrada a continuación.

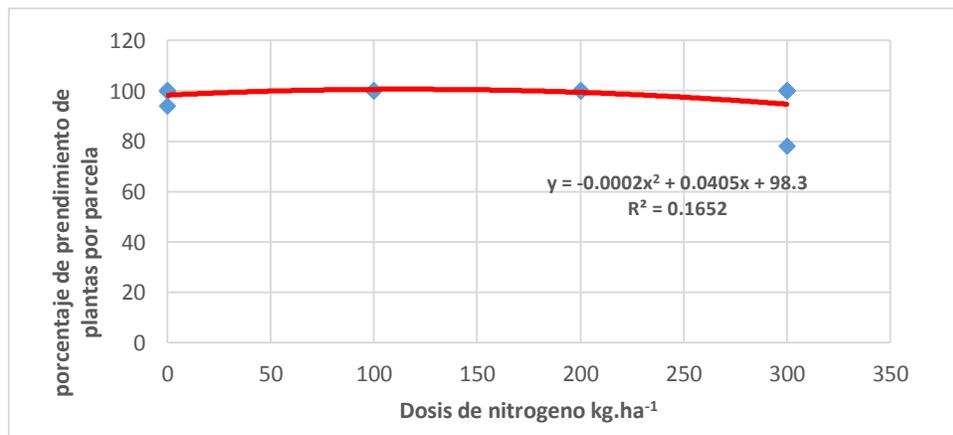


Figura 24. Efecto de la dosis nitrogenada en el porcentaje de prendimiento de remolacha azucarera con relación a los tratamientos.

El análisis de correlación que se muestra entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera cultivar (SVPE14-01), tiene una relación de 16 % ( $R^2 = 0.1652$ ), entre las variables.

#### 4.4. Resultados del cultivar SVPE14-03 (SECCIÓN: C)

##### 4.4.1. Porcentaje de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-03

Los porcentajes de prendimiento de las plantas de remolacha azucarera se detallan en los Cuadros 28, 29, 30 y en la Figura 25, presentados a continuación.

Cuadro 28. Ordenamiento de resultados del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Prendimiento en % de plantas por parcela			
	I	II	III	IV
N1	83	94	100	94
N2	100	100	100	100
N3	89	100	94	100
N4	100	100	100	83

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

Cuadro 29. Análisis de varianza del cuadro anterior del prendimiento de remolacha azucarera en % de plantas por parcela, cultivar SVPE14-03

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>	<b>Signific</b>
BLOQUES	103.250	3	34.417	0.89458	0.48060	NS
TRATAM	106.250	3	35.417	0.92058	0.46924	NS
Error	346.250	9	38.472			
Total						
corregido	555.750	15				

**Promedio = 96.125000**

**DS = 3.10129**

**C.V = 6.45 %**

Realizado el análisis de varianza para las fuentes de variación bloques y tratamientos vemos que no presentan diferencias significativas, es decir que los efectos obtenidos para el porcentaje de prendimiento de plantas del cultivar SVPE14-03, ninguno de los tratamientos presenta diferencias con referencia al promedio de los mismos, mediante los resultados, al igual que los cultivares anteriores se muestra que la dosis nitrogenada no influye en prendimiento de plantas de remolacha azucarera, sembradas en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm, piso ecológico pradera muy húmeda ( jalca, región la Libertad - Perú).

Cuadro 30. Prueba de Duncan para el porcentaje de prendimiento de plantas por parcela, cultivar SVPE14-03.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N2	100.00	a
N3	96.00	a
N4	95.75	a
N1	92.75	a

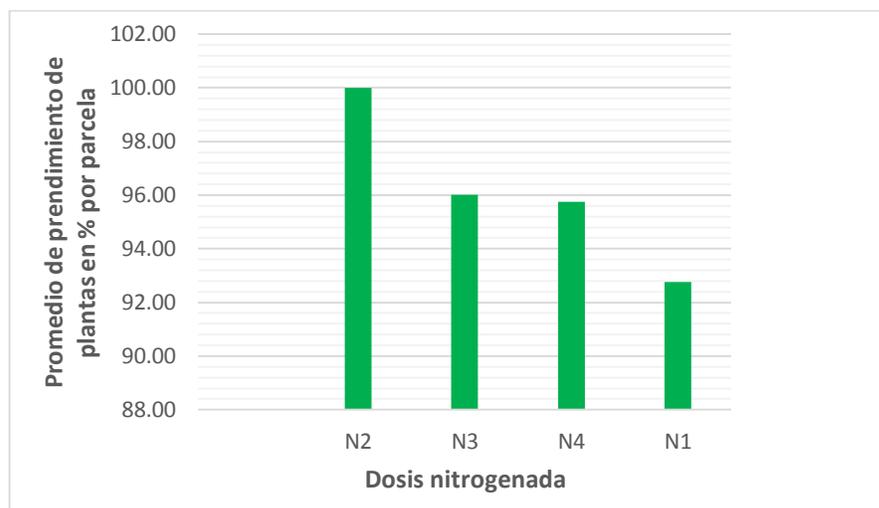


Figura 25. Promedio del prendimiento de plantas de remolacha azucarera en % por parcela; cultivar SVPE14-03.

En el Cuadro 30 y Figura 25 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados del análisis estadístico correspondiente indican que los efectos para todos los tratamientos en estudio no hay diferencias significativas

respecto al porcentaje de prendimiento de plantas, las unidades experimentales del tratamiento N<sub>2</sub>(100 kg N.ha<sup>-1</sup>), alcanzaron el mayor promedio con el 100% de prendimiento, pero no presentaron diferencias significativas con las demás unidades experimentales del tratamiento N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), que quedó en segundo lugar con un promedio de 96% de prendimiento, el tratamiento N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>) obtuvo un promedio de 95.75% y el cuarto lugar fue para el tratamiento N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), que solamente alcanzó un promedio de 92.75% de prendimiento respectivamente. Los resultados indican que la dosis nitrogenada no influye en el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera sembradas en trasplante tardío en la puna o jalca del departamento de la Libertad.

#### **4.4.2. Número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas por parcela. Cultivar SVPE14-03**

Los resultados obtenidos en la evaluación de las parcelas experimentales correspondientes a este parámetro se detallan en los Cuadros 31, 32, 33 y en la Figura 26, a continuación.

Cuadro 31. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas con más de tres hojas verdaderas por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	12	15	14	12
N2	13	16	10	11
N3	11	13	13	15
N4	14	14	12	11

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El número de plantas de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en este cultivar SVPE14-03 son muy similares en todos los tratamientos que van de 10 hasta 16 plantas.

Cuadro 32. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que tuvieron tres a más hojas verdaderas en N° de plantas por parcela en tratamientos; cultivar SVPE14-03.

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>	<b>Signific</b>
BLOQUES	14.250	3	4.750	1.513	0.27652	NS
TRATAM	1.250	3	.417	0.1327	0.93811	NS
Error	28.250	9	3.139			
Total corregido	43.750	15				

**Promedio = 12.875000**

**DS = 0.885861**

**C.V = 3.76 %**

Los resultados del análisis de varianza para las fuentes de variación tratamientos y bloques indican que no presentan diferencias significativas, decir que la dosis nitrogenada no tiene efecto en la formación de tres a más hojas verdaderas en plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-03 sembradas en trasplante tardío en la puna o jalca pradera muy húmeda montano subtropical. El coeficiente de variación fue 3.76% indica la confiabilidad de la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 33. Prueba de Duncan para el número de plantas con más de tres hojas verdaderas por parcela, cultivar SVPE14-03.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N1	13.25	a
N3	13.00	a
N4	12.75	a
N2	12.50	a

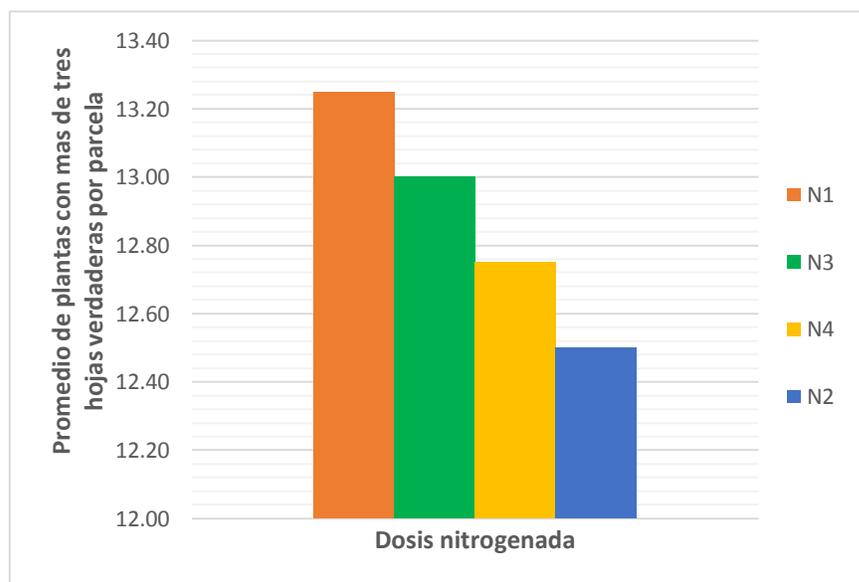


Figura 26. Promedio de plantas de remolacha azucarera con más de tres hojas verdaderas por parcela; cultivar SVPE14-03.

En el Cuadro 33 y Figura 26 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados obtenidos para este parámetro indican que los efectos para

todos los tratamientos evaluados no hay diferencias significativas respecto al número de plantas que tuvieron más de tres hojas verdaderas, las unidades experimentales del tratamiento  $N_1$  ( $0 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ), tuvieron el mayor promedio con 13.25 plantas, en segundo lugar quedo el tratamiento  $N_3$  ( $200 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ), con 13 plantas, mientras que el tercer lugar fue para el tratamiento  $N_4$  ( $300 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ), con un promedio de 12.75 plantas y en último lugar quedo el tratamientos  $N_2$  ( $100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ), que tuvo un promedio de 12.5 plantas respectivamente.

Al igual que los cultivares anteriores, también se indica que la dosis nitrogenada no influye en el desarrollo de tres a más hojas verdaderas en plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-03 sembradas en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm en la puna o jalca del departamento de la Libertad.

#### **4.4.3. Número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa por parcela; cultivar SVPE14-03.**

Los resultados, se puede ver en los Cuadros 34, 35, 36 y en la Figura 27, que se presentan a continuación.

Cuadro 34. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas con raíz tuberosa por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	10	15	12	12
N2	13	14	10	11
N3	11	13	13	15
N4	14	14	12	6

N<sub>1</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 0 kgN.ha<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 200 kg N.ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub> R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub> = 300 kg N.ha<sup>-1</sup>. Considerando una densidad de 200 mil plantas.ha<sup>-1</sup> para todos los tratamientos.

El número de plantas de remolacha azucarera que formaron raíz tuberosa van desde 6 hasta 15 de forma muy variable entres los tratamientos y bloques.

Cuadro 35. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha con raíz tuberosa en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-03.

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>G.L</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>	<b>Signific</b>
BLOQUES	19.688	3	6.563	1.092	0.40107	NS
TRATAM	4.688	3	1.563	0.2601	0.85238	NS
Error	54.063	9	6.007			
Total corregido	78.438	15				

**Promedio = 12.187500**

**DS = 1.225459**

**C.V = 20.11 %**

Los resultados del análisis de varianza para las fuentes de variación tanto para bloques y tratamientos indican que no hay diferencias significativas entre sí; es decir que los efectos obtenidos para este parámetro en estudio del cultivar SVPE14-03, ninguno de los tratamientos presenta diferencias respecto al promedio que alcanzaron, visto los resultados, se indica que la dosis nitrogenada no influye en la formación de raíz tuberosa en las plantas de remolacha azucarera, sembradas en trasplante tardío a una altitud de 4043 msnm, piso ecológico pradera muy húmeda (jalca), del Perú. El coeficiente de variación fue 20.11% indicador confiable en la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 36. Prueba de Duncan para el número de plantas con raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-03.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N1	13.25	a
N3	13.00	a
N4	12.75	a
N2	12.50	a

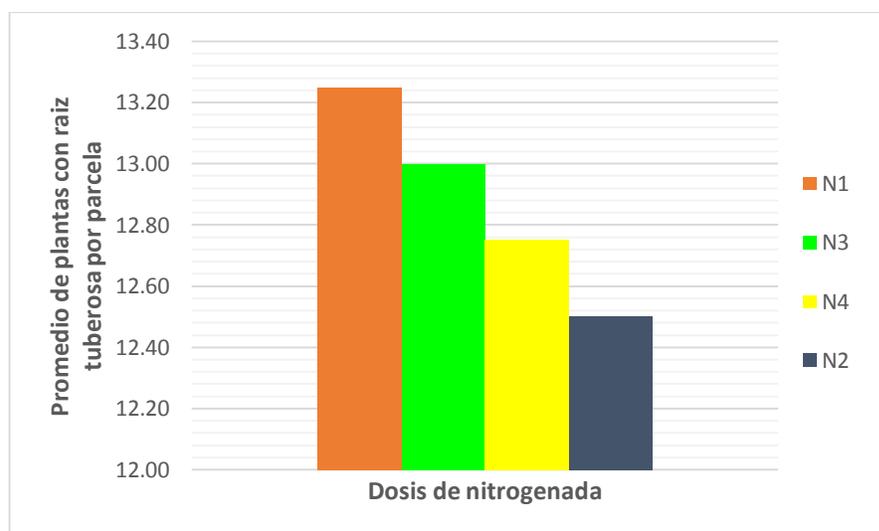


Figura 27. Promedio de plantas de remolacha azucarera con raíz tuberosa por parcela, cultivar SVPE14-03.

En el Cuadro 36 y Figura 27 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación en los cuatro tratamientos comparados no presentan diferencias significativas con respecto al número de plantas que formaron raíz tuberosa, las parcelas experimentales del tratamiento N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), obtuvieron el promedio con 13.25 plantas, pero no hay diferencias significativas con el promedio del

tratamiento N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), que alcanzo el segundo lugar con 13 plantas ,luego el tratamiento N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>), con un promedio de 12.75 plantas ni con las plantas del tratamiento N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>) que alcanzaron el menor promedio con 12.5 plantas respectivamente. Al igual que los demás cultivares, la dosis nitrogenada no influye en la formación de raíz tuberosa en plantas de remolacha azucarera, sembradas en trasplante tardío en la jalca de la Libertad a más de 4043 msnm, Bosque muy Húmedo.

#### 4.4.4. Número de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela; cultivar SVPE14-03.

Los resultados se detallan en los Cuadros 37, 38, 39 y en la Figura 28 presentados a continuación.

Cuadro 37. Ordenamiento de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques; cultivar SVPE14-03.

TRATAMIENTOS	BLOQUES			
	Número de plantas que no salieron del cono por tratamiento			
	I	II	III	IV
N1	3	2	4	5
N2	5	2	8	7
N3	5	5	4	3
N4	4	4	6	4

$N_1 R_1$  a  $R_4 = 0 \text{ kgN.ha}^{-1}$ ,  $N_2 R_1$  a  $R_4 = 100 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ,  $N_3 R_1$  a  $R_4 = 200 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ,  $N_4 R_1$  a  $R_4 = 300 \text{ kg N.ha}^{-1}$ . Considerando una densidad de 200 mil plantas. $\text{ha}^{-1}$  para todos los tratamientos.

Según los resultados obtenidos van desde 2 hasta 8 plantas por unidad experimental de forma muy variable en los tratamientos y bloques.

Cuadro 38. Análisis de varianza del cuadro anterior de los resultados de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaban al momento del trasplante en N° de plantas por parcela, en tratamientos y bloques, cultivar SVPE14-03

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrado medio	Fc	P	Signific
BLOQUES	10.688	3	3.563	1.522	0.27440	NS
TRATAM	8.188	3	2.729	1.166	0.37527	NS
Error	21.063	9	2.340			
Total corregido	39.938	15				

**Promedio = 4.437500**

**DS = 0.764852**

**C.V = 34.47 %**

En los resultados del análisis de varianza para las fuentes de variación tratamientos y bloques no presentan diferencias significancia, es decir que los efectos mostrados para este parámetro en los cuatro tratamientos no hay diferencias respecto al promedio de número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante. Por ello se indica que la dosis

nitrogenada no influye en las plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante tardío en la puna o jalca a una altitud de 4043msnm. El coeficiente de variación fue 34.47% indica la confiabilidad en la toma de datos y conducción del experimento.

Cuadro 39. Prueba de Duncan para el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-03

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	DUNCAN 0.05
N2	5.50	a
N4	4.50	a
N3	4.25	a
N1	3.50	a

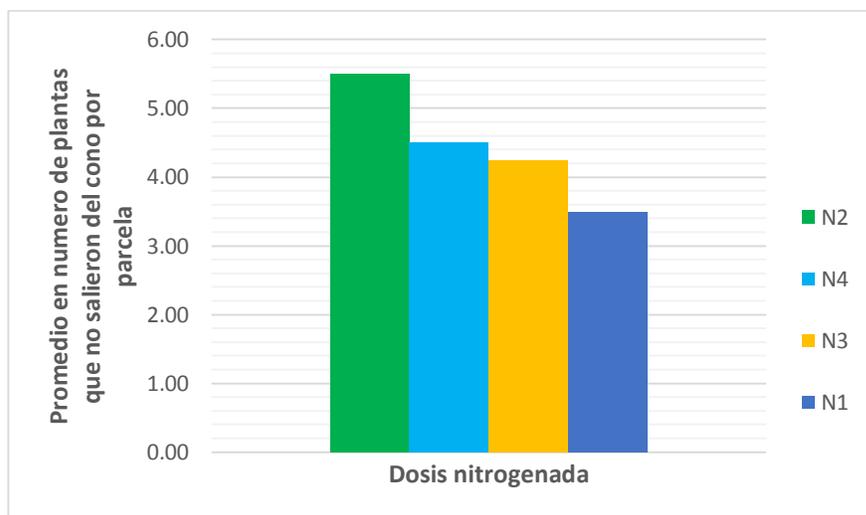


Figura 28. Promedio de plantas de remolacha azucarera que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante por parcela, cultivar SVPE14-03.

En el Cuadro 39 y Figura 28 para la prueba de Duncan al 0.05 de significación, los resultados de los cuatro tratamientos comparados indican que no hay diferencias significativas respecto al número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante, las plantas de las parcelas experimentales del tratamiento N<sub>2</sub> (100 kg N.ha<sup>-1</sup>) alcanzaron el mayor promedio con 5.5 plantas, pero no presentaron diferencias significativas con las parcelas experimentales del tratamientos N<sub>4</sub> (300 kg N.ha<sup>-1</sup>), que tuvieron un promedio de 4.5 plantas y el tratamiento N<sub>3</sub> (200 kg N.ha<sup>-1</sup>), alcanzo 4.25 plantas de promedio y el último lugar fue del tratamiento N<sub>1</sub> (0 kg N.ha<sup>-1</sup>), con un promedio de 3.5 plantas respectivamente. Al igual que los anteriores cultivares se muestra que la dosis nitrogenada no influye en el número de plantas que no salieron del cono que presentaron al momento del trasplante tardío en la puna o jalca del Perú, departamento de la Libertad.

#### **4.4.5. Relación entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera, cultivar SVPE14-03.**

Los resultados del porcentaje de prendimiento son muy similares entre los tratamientos como se detalla en la Figura 29, mostrada a continuación.

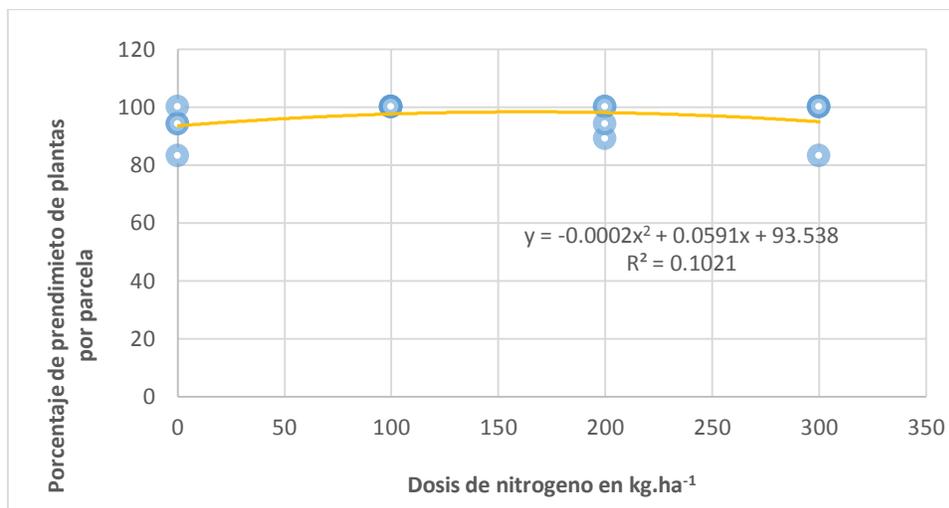


Figura 29. Efecto de la dosis nitrogenada en el porcentaje de prendimiento de remolacha azucarera con relación a los tratamientos.

El análisis de correlación que se muestra entre las dosis de nitrógeno y el porcentaje de prendimiento de plantas de remolacha azucarera *Beta vulgaris* L, del cultivar (SVPE14-03), tiene una relación de 10 % ( $R^2 = 0.1021$ ), entre las variables, es decir una relación baja no significativa entre las variables.

## V. CONCLUSIONES

Las plantas de “remolacha azucarera” *Beta vulgaris* L de los cultivares SVP14-02, SVPE14-01 y SVPE14-03, sembradas en trasplante tardío si se aclimatan a la sierra (jalca) liberteña, zona ecológica Pradera Muy Húmeda, Montano; a una altura de 4043msnm, tolerando las condiciones medioambientales (heladas, bajas temperaturas, vientos y lluvias), donde hasta el momento no se tiene experimentos de haber desarrollado un cultivo de importancia económica.

Los resultados con los mayores promedios del cultivar SVPE14-02 fueron: Para porcentaje de prendimiento el tratamiento N<sub>3</sub> con 97.25% de prendimiento, plantas con más de tres hojas verdaderas N<sub>4</sub> con 15.25 plantas, plantas con raíz tuberosa el N<sub>1</sub> con 7.75 plantas y las que no salieron del cono fue del N<sub>3</sub> con 3.25 plantas respectivamente, indicando que en ninguno de los parámetros estudiados presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Los mayores promedios del cultivar SVPE14-01 para los parámetros estudiados fueron: a) porcentaje de prendimiento el N<sub>3</sub> con 100% de prendimiento, b) plantas con más de tres hojas verdaderas el N<sub>2</sub> con 14.5 plantas, c) plantas con raíz tuberosa el N<sub>2</sub> con 13.5 plantas y d) plantas que no salieron del cono fue del N<sub>3</sub> con 4.75 plantas, igualmente no presentaron diferencias significativas en los análisis estadísticos.

Los resultados para los mismos parámetros con los mayores promedios del cultivar SVPE14-03 fueron: a) porcentaje de prendimiento el N<sub>2</sub> con 100% de prendimiento, b) plantas con más de tres hojas verdaderas el N<sub>1</sub> con 13.25 plantas, c) plantas con raíz tuberosa el N<sub>1</sub> con 13.25 plantas y d) plantas que no salieron del cono fue del N<sub>2</sub> con 5.5 plantas, tan poco presentaron diferencias significativas para la prueba de Duncan al 0.05 de significación.

El máximo promedio de plantas con raíz tuberosa fue del cultivar SVPE14-01, seguido por el cultivar SVPE14-03 y finalmente el cultivar SVPE14-02, sin presentar diferencias significativas para la prueba Duncan al 0.05 de significación.

Los resultados de cada uno de los parámetros estudiados en los tres cultivares SVPE14-02, SVPE14-01 y SVPE14-03 indican que las diferencias son matemáticas pero no estadísticamente significativas (ANOVA y Duncan).

Con respecto al análisis de correlación, los resultados indican que no hay relación entre las dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y el porcentaje de prendimiento de plantas por parcela, por el alto contenido de materia orgánica que indica el análisis de suelo, como se muestra el N<sub>1</sub> en las páginas 50 y 60 con relación al cultivar SVPE 14-02.

Los resultados no presentan diferencias significativas con relación a la dosis nitrogenada, porque el trasplante tardío se realizó después de 125 días (4 meses) de siembra en el vivero, por el retraso de lluvias en la zona donde se instaló la parcela experimental.

El día de la fertilización se presentó una lluvia torrencial acompañada de granizo la misma que hizo tener pérdidas de nitrógeno por lavado, escorrentía y lixiviación.

La distribución de la lluvia durante el desarrollo del experimento fue de un promedio de 700 a 800 mm, indicando que la plantas resistieron todo el invierno de julio a hasta setiembre (época que no hay lluvias en la sierra alto-andina) mostrando un nuevo brotamiento de hojas al momento de la evaluación.

En toda la superficie de la parcela experimental (72m<sup>2</sup>), se tuvo una pérdida de 3% de la población total de plantas, por mortalidad, haciendo una pérdida de 5880 plantas de “remolacha azucarera” por hectárea.

La no presencia de problemas sanitarios se atribuye, que en esta altitud (4043msnm), no se desarrollan cultivos cercanos que sirvan de hospederos o fuentes de inóculo para plagas y enfermedades.

No se tomó en cuenta los pesos de la raíz tuberosa de los cultivares de “remolacha azucarera” SVPE14-02, SVPE14-01 y SVPE14-03, porque su tamaño era mucho menor al del comercial.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar un trabajo de investigación con trasplante oportuno en campo definitivo, estudiar las dosis nitrogenadas y determinar su efecto en el cultivo de “remolacha azucarera”, *Beta vulgaris* L.

Se recomienda realizar investigaciones con los tres elementos principales nitrógeno, fosforo y potasio, para determinar su efecto en la aclimatación y adaptabilidad de los cultivares de remolacha azucarera mediante trasplante.

Realizar más experimentos de trasplante tardío de cultivares de remolacha azucara en otras regiones del Perú, teniendo en cuenta la altitud del mismo piso ecológico, en la medida posible encalar el suelo hasta un pH de 7, neutro.

Realizar la siembra o trasplante durante los meses que empiezan las lluvias (noviembre, diciembre), para evitar el estrés de las plantas por falta de humedad.

Tomar en cuenta los pesos de las raíces tuberosas de remolacha azucarera al momento de la cosecha o término del experimento y tener en cuenta la distribución de la lluvia, temperaturas máximas y mínimas si se dispone de una estación meteorológica cercana al mismo.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

AIMCRA, 2007. Recomendaciones de siembra de primavera. Edita Asociación de Investigación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera. Andalucía- España.

AIMCRA. 2007. Siembra de otoño 2007. Asociación de Investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera. España. Recuperado de: <http://www.aimcra.es/Publicaciones/Documentos/Revistas/Aimcra%20septiembre%202007.pdf>.

AIMCRA, 2014. Siembra de otoño 2014. Asociación de investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera. Recuperado de: <http://www.aimcra.es/Publicaciones/Documentos/Revistas/Revista%20Aimcra%20119-web.pdf>.

AIMCRA, 2015a. Siembra de primavera 2015. Asociación de investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera. Recuperado de: [https://issuu.com/aimcra/docs/revista\\_aimcra\\_mayo\\_2015\\_web](https://issuu.com/aimcra/docs/revista_aimcra_mayo_2015_web).

AIMCRA, 2015b. Especial Riego. Asociación de investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera. Recuperado de: <http://www.aimcra.es/Publicaciones/Documentos/Revistas/Revista%20AIMCRA%20120%20Final%20Web.pdf>.

AIMCRA, 2016. 50 Años juntos mejoramos. Asociación de investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera. Recuperado de: [https://issuu.com/aimcra/docs/revista\\_aimcra\\_123-en2016-web-peq](https://issuu.com/aimcra/docs/revista_aimcra_123-en2016-web-peq).

Alvarado, J., Avila, E., Camarillo, M., Ochoa, X. y Zamarripa, A. 2011. Producción de Remolacha Azucarera en el Valle de Mexicali, B. C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico. Recuperado de: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3179/ProducciondeRemolachaAzucareraenelValledeMexicali.pdf?sequence=1>.

Barreda, D. 2000. PRACTICULTURA. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia – España.

Bell, C, Milford, G, y Leigh, R. 1996. Sugar beet: en: Zamski, E., y Schaffer, A. Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source-Sink Relationships. Marcel Dekker INC., New York.

Bermejo, J. 2009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España, Parte II. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Recuperado de: [http://www.magrama.gob.es/esagricultura/publicaciones/02\\_FERTILIZACION\(C3%93N\(BAJA\)\\_tcm7-207770.pdf](http://www.magrama.gob.es/esagricultura/publicaciones/02_FERTILIZACION(C3%93N(BAJA)_tcm7-207770.pdf).

Boudry, P., Wieber, R., Saumitou-Laprade, P. Pillen, K., Van Dijk, H. y Jung, C. 1994. Identification of RFLP markers closely linked to the bolting gene B and their significance for the study of the annual habit in beets (*Beta vulgaris* L.). Theor. Appl. Genet., 84. 129-135.

Draycott, 1993. Nutrition. En: The Sugar Beet Crop. D. Cooke y R. Scott Chapman and Hall. London.

FAO. 2010. Protección por heladas: fundamentos, prácticas y económicas. Serie sobre el medio ambiente y la gestión de los recursos naturales. Roma – Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/-/docrep/012/y7223s/y7223s.pdf>.

Finck, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial Reverte S.A. Barcelona-España.

Gálvez, J. 1987. Utilización de la pulpa de remolacha en alimentación animal. En La alimentación del ganado con subproductos de remolacha. Ed. AIMCRA y Caja León.

García, M. y Benito, A. 1996. Comparación de dos sistemas de riego: aspersión y goteo, en remolacha azucarera. España. Ingeniería del Agua. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/3257/34article3.pdf?sequence=1>

González, V. 1987. Valor nutritivo de las hojas y cabezas de remolacha. En La alimentación del ganado para rumiantes con subproductos de remolacha. Ed. AIMCRA y Caja León.

Gordo, L. 2003. La calidad tecnológica de la remolacha azucarera. AIMCRA, Ed. Artes gráficas. Valladolid- España.

Guerrero, A. 1999. Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial Mundiprensa. 6ª edición, España.

Højland, J. y Pedersen, S. 1994. Sugar beet, Beetroot and Fodder Beet (*Beta vulgaris* L. subsp *vulgaris*). Dispersal, establishment and interactions with the environment. The National Forest and Nature Agency, Copenhagen, Dinamarca.

Humphries, C. 1985. Quenopodiáceas. En Las Plantas con flores. U.H. Heywood, Reverté.

IICA y ARPEL, 2009. MANUAL DE BIOCOMBUSTIBLES. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural de América Latina y el Caribe (ARPEL). Recuperado de: [http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Manual\\_Biocombustibles\\_ARPEL\\_IICA.pdf](http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/IICA/Manual_Biocombustibles_ARPEL_IICA.pdf)

INEI y MINAGRI. 2012. Resultados definitivos IV Censo nacional agropecuario, Perú. Recuperado de: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>.

Labrada, R. 2004. Manejo de malezas para países en desarrollo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España.

Lasa, J. y Romagosa, I., 1992. Mejora Genética de la Remolacha Azucarera. AIMCRA, Valladolid - España.

Licht, F. 2004 (anual). World Sugar Statistics, Licht, F., Magdeburg and Ratzeburg.

López, B. 2002. Cultivos Industriales. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.

López, G., Hermann, M., 2004. El cultivo del olluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, No.3. Universidad Nacional Agraria la Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Conservación. Lima, Perú.

Mäck, G., Hoffmann C. y Märlander, B. 2007. Nitrogen compounds in organs of two sugar beet genotypes (*Beta vulgaris* L.) during the season. Field Crops Research 102: 210- 218.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2 ed, Academic Press, London.

Meier, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura, y Asociación Alemana de Agroquímicos. Segunda edición. Berlin y Braunschweig.

Milford, G. 2006. Plant Structure and Crop Physiology en: Draycott, A. Sugar Beet. Blackwell publishing., Oxford.

Natwick, E., Kaffka, S., Westerdahl, B., Becker J., Hembree y K. 2013. UC IPM Pest Management Guidelines: Sugar beet. University of California. Recuperado de: <http://www.ipm.ucda-vis.edu/PDF/PMG/pmgsugarbeet.pdf>.

OCDE/FAO. 2013. Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), 2001. Consensus document on the Biology of *Beta vulgaris* L. (Sugar Beet). Series on Harmonization of regulatory oversight in Biotechnology. Paris. 18: 40.

ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), 1976. Ecología del Perú – Guía Explicativa. Lima - Perú.

Ozolina, N, Pradedova, E, y Salyaev, R. 2005. The Dynamics of Hormonal Status of Developing Red Beet Root (*Beta vulgaris* L.) in Correlation with the Dynamics of Sugar Accumulation. *Biology Bulletin* 32:22-6.

Panella, L., Kaffka y S. 2010. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) as a biofuel feedstock in the United States. University of California, Davis. Agriculture and natural resources. Recuperado de: <http://sci-hub.io/10.1021/bk-2010-1058.ch010>.

Pasquale, S., Theodore, H., Elias, F., y Dirk, R. 2012. RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS AL AGUA. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma,

Paz, P. 2015. Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada en la producción de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L), en el caserío de vaquería. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.

Pinna, J. y Valdivia, S. 2000. Inducción de la producción de semilla de remolacha azucarera en un clima cálido de días cortos. *Arnaldoa* 7(1-2): 65-70.

Quintanilla, G. 1992. Instrucciones para el cultivo de la remolacha azucarera. Dirección general de agricultura y montes. Servicio de publicaciones agrícolas. Ministerio de fomento. Madrid-España. Recuperado de: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/-/42714\\_all](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/-/42714_all).

Reynoso, J., Valdivia, S., Larsen, E. y Pinna, J. 2001. Comparativo de cultivares de remolacha azucarera en suelos salinos. *Arnaldoa* 8(1):93-100.

Rodríguez, D., Herrera S., Aguilar R. y Castillo M. 2012. Sucroquímica, alternativa de diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar. *MULTICIENCIAS*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=-90423275002>.

Rosillo-Calle, F, y Walter, A. 2006. Global market for bioethanol: historical trends and future prospects. *Energy for Sustainable Development* 10:20-32.

SENAMHI y FAO. 2010. Atlas de heladas del Perú. Convenio de cooperación técnica interinstitucional SENAMHI. Recuperado de: <http://www.senamhi.gob.pe/serviciosclimaticos-/climaenperu/?p=atlas-heladas>.

SESVanderHave. 2013. Beet Cyst-Nematode. Technical Leaflet SESVanderHave. Recuperado de: [http://www.sesvanderhave.com/sites/default/files/flipbooks/13\\_td\\_nematode\\_eng/index.html](http://www.sesvanderhave.com/sites/default/files/flipbooks/13_td_nematode_eng/index.html).

Tiradritti, F., Luca, A. 2006. La Historia del Museo Egipcio. En Tesoros de Egipto. Libsa. Madrid.

Tosi, J., J. 1960. Zonas de vida natural en el Perú. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú. Instituto Interamericano de Ciencias de la OEA. Boletín técnico. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=PJYgAQAIAAJ&pg=PP1&lpg=PP1&dq=Tosi+ecologo&source=bl&ots=yTeVpgcpHU&sig=VMegF1QJ4SWF4uxx9xmiTi\\_W1JI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj9\\_LncnKPKAhXChJAKHUbQA3oQ6AEILTAH#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=PJYgAQAIAAJ&pg=PP1&lpg=PP1&dq=Tosi+ecologo&source=bl&ots=yTeVpgcpHU&sig=VMegF1QJ4SWF4uxx9xmiTi_W1JI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj9_LncnKPKAhXChJAKHUbQA3oQ6AEILTAH#v=onepage&q&f=false).

Valdivia V., Pinna C. y Valdivia S. 2010. a) Extracción de Fósforo y Potasio en un Suelo Aluvial Salino, Cultivado con Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris* L.) Bajo Riego. 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. 861-866.

Valdivia, S., Reynoso, J., Pinna, J. y Larsen, E. 2001. Efecto de las sales en la producción de la remolacha azucarera en la costa árida del Perú.

Valdivia, S., Valdivia, S. y Pinna, J. 2010. b) Ganancias y pérdidas de nitrógeno en un suelo salino bajo cultivo de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.).XII Congreso Nacional y V Internacional de la Ciencia del suelo.Arequipa.Perú.163-170.

Valencia P., Dávalos G., Ochoa A. y Armenta C. 2009. Necesidades Agroclimáticas de Tres Cultivos de Importancia en la Producción de Biocombustibles. IN: XII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Realizado el 29 y 30 de octubre, en Mexicali Baja California, México.

Winner, C. 1993. History of the crop. En D.A. Cooke and R.K. Scott The sugar beet crop: Science into practice. Chapman and Hall, London.

Zohary, D. y Hopf, M. 1994. Domestication of the plants in the old world. 2<sup>a</sup> ed. Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford.